

# Veiligheidsrisico's van biogas



Nederlandse Academie voor  
Crisisbeheersing en Brandweezorg  
Postbus 7010  
6801 HA Arnhem  
Kemperbergerweg 783, Arnhem  
[www.nipv.nl](http://www.nipv.nl)  
[info@nipv.nl](mailto:info@nipv.nl)  
026 355 24 00

## Colofon

© Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV), 2026

Auteur	M. Duyvis
Met medewerking van	B. Riemersma
Contactpersoon	I. Janssen

Datum	13 april 2026
-------	---------------

Foto cover	Shutterstock
------------	--------------

Wij hechten veel belang aan kennisdeling. Delen uit deze publicatie mogen dan ook worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding.

Het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid is bij wet vastgelegd onder de naam Instituut Fysieke Veiligheid.

# Samenvatting

In het Klimaatakkoord is afgesproken om de productie van 'groen gas' fors te vergroten, zodat het gebruik van aardgas en de uitstoot van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) kunnen worden verminderd. Omdat een groot deel van dat groene gas uit biogas geproduceerd moet worden, is te verwachten dat de productie (en daarmee ook opslag, transport en gebruik) van biogas in de komende jaren zal worden opgeschaald. Dit was voor het NIPV de aanleiding om in deze verkenning aandacht te besteden aan productie, opslag, transport en gebruik van biogas, de veiligheidsrisico's die daarmee gepaard gaan, wet- en regelgeving en de handelingsperspectieven voor de brandweer bij incidenten met biogas(installaties).

Biogas wordt door bepaalde bacteriën geproduceerd uit allerlei biologisch materiaal, bijvoorbeeld dierlijke mest, slib uit waterzuiveringsinstallaties en groente-, fruit- en tuinafval. Dit biologische proces wordt 'vergisting' genoemd. Niet alleen de bronnen van biogas, maar ook de schaal waarop biogas wordt geproduceerd, de locaties en de producenten zijn divers (denk aan afvalverwerkingsbedrijven, waterzuiveringsinstallaties, boerenbedrijven). Biogas kan gebruikt worden om warmte en/of elektriciteit op te wekken en na verwerking tot groen gas, als transportbrandstof worden gebruikt of aan het aardgasnet worden toegevoegd.

Net als andere energiebronnen brengt biogas veiligheidsrisico's met zich mee. Biogas bestaat voor een groot deel uit het brandbare methaan (CH<sub>4</sub>) en bevat het toxische waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S). De exacte samenstelling van biogas varieert sterk (onder andere afhankelijk van de soort biomassa waaruit het is geproduceerd). Bij onbedoeld vrijkomen van biogas bestaat gevaar van brand, explosie, verstikking en/of vergiftiging. De gezondheidseffecten van biogas zijn te duiden als risico's op het gebied van de arbeidsveiligheid, externe veiligheid en hinder of overlast voor omwonenden. Voor mensen in de directe omgeving van een biogasinstallatie (arbeidsveiligheid) zijn de risico's groter dan voor omwonenden; de veiligheidsrisico's vertonen overeenkomst met die van mestgassen. Bij grootschalige biogasinstallaties kunnen ook risico's op het gebied van de externe veiligheid aan de orde zijn. Voor de externe veiligheid zijn CH<sub>4</sub> en H<sub>2</sub>S de risicobepalende componenten, afhankelijk van de samenstelling van het biogas. Bij ongecontroleerd vrijkomen van biogas zijn brandscenario's (fakkel, vuurbal, wolkbrand), explosie van biogas en toxische blootstelling aan biogas denkbaar. Incidenten met biogasinstallaties kunnen ernstige en zelfs dodelijke gevolgen hebben. Bij de incidenten die zich voor zover bekend sinds 2012 in Nederland hebben voorgedaan, zijn geen slachtoffers gevallen.

Gezien de eigenschappen en veiligheidsrisico's van biogas zijn er voor het optreden bij incidenten met biogasinstallaties enkele specifieke aandachtspunten. De brandweer beschikt hiervoor over een handelingsperspectief in de vorm van de *Aandachtskaart Biovergistingsinstallaties* (NIPV, 2021) en de *Scenariokaarten Biovergisting* in het *Scenarioboek Energietransitie* (NIPV, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d). Hierin wordt ook specifiek aandacht besteed aan maatregelen voor de eigen veiligheid (zoals het dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen): met het oog op de veiligheidsrisico's is voorzichtigheid geboden bij het optreden bij incidenten met biogasinstallaties.

# Inhoud

	<b>Inleiding</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Biogas in Nederland</b>	<b>9</b>
1.1	Productie	9
1.2	Productieproces	11
1.3	Toepassing van biogas	15
1.4	Ontwikkelingen	16
<b>2</b>	<b>Biogas en veiligheid</b>	<b>17</b>
2.1	Veiligheidsrisico's	17
2.2	Casuïstiek: incidenten met biogasinstallaties	23
2.3	Wet- en regelgeving	24
<b>3</b>	<b>Handelingsperspectief voor de brandweer</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Conclusie</b>	<b>29</b>
	<b>Bronnen</b>	<b>30</b>
	<b>Bijlage 1 Afkortingen</b>	<b>34</b>
	<b>Bijlage 2 Methodologie</b>	<b>35</b>

# Inleiding

Om het gebruik van aardgas en de uitstoot van koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) door de landbouw te kunnen verminderen, is in het Klimaatakkoord afgesproken om de productie van 'groen gas' fors te vergroten, tot 2 miljard m<sup>3</sup> per jaar in 2030 (EZK, 2019). Hiervan zou 1 miljard m<sup>3</sup> per jaar uit biogas geproduceerd moeten worden, door vergisting van mest (RVO, 2024, 2025b). Dat komt neer op ruim een verdubbeling van de totale biogasproductie in 2024. De zogenoemde 'bijmengverplichting' die in 2027 van kracht wordt en die energieleveranciers verplicht om een toenemend aandeel gas uit hernieuwbare bronnen (groen gas) aan de afnemers te leveren, is een instrument om de gewenste stijging van de groen gasproductie te stimuleren (Rijksoverheid, z.d.-a). Het is daarom te verwachten dat de productie (en daarmee ook opslag, transport en gebruik) van biogas in de komende jaren zal worden opgeschaald (RVO, 2024, 2025b).

Biogas kan uit verschillende bronnen worden geproduceerd en ook de producenten, locaties en schaal waarop biogas wordt geproduceerd zijn divers (denk aan boerenbedrijven, afvalverwerkingsbedrijven, waterzuiveringsinstallaties). De productie van biogas is geen nieuwe techniek en er is in de loop van de jaren veel kennis over biogas vergaard. Net als andere energiebronnen, brengt (de productie van) biogas veiligheidsrisico's met zich mee. Bij ongecontroleerd vrijkomen van biogas bestaat gevaar van brand, explosie, verstikking en/of vergiftiging (Bontempo et al., 2016; Hegazy et al. 2024, 2025; KIWA, 2016; Kool et al., 2005; Middelkoop, 2012; Oenema et al., 2015; RIVM, 2010b, 2015, 2021).

Het is van belang dat de brandweer, veiligheidsregio's en vergunningverleners een goed beeld hebben van de veiligheidsrisico's van biogas. De verwachte opschaling van de biogasproductie was voor het NIPV de aanleiding om een aantal aspecten van biogas nader te beschouwen. Deze verkenning gaat in op productie, opslag, transport en gebruik van biogas en op de veiligheidsrisico's van biogas. Ook wordt aandacht besteed aan handelingsperspectieven voor de incidentbestrijders.

## Biogas

Biogas is een gasmengsel dat door bepaalde micro-organismen (bacteriën) wordt geproduceerd uit biologisch materiaal, onder zuurstofloze omstandigheden. Dit biologische proces wordt vergisting genoemd (RIVM, 201a, 2021).

Biogas bestaat grotendeels uit methaan (CH<sub>4</sub>, 45 - 75 %) en koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>, 25 - 45 %) en bevat daarnaast kleine hoeveelheden van verschillende andere stoffen, waaronder waterstofsulfide (H<sub>2</sub>S) en ammoniak (NH<sub>3</sub>). De exacte samenstelling van biogas varieert sterk, afhankelijk van het biologische materiaal dat wordt afgebroken en de condities waaronder dat gebeurt (IEA, 2025; Kool et al., 2005; RIVM, 2010a; RVO, 2025a).

Biogas is een brandbaar gas en kan worden gebruikt om warmte en/of elektriciteit op te wekken. Het heeft een iets andere samenstelling dan aardgas en kan daarom niet

rechtstreeks aan het aardgasnet worden toegevoegd. Daar is een tussenstap voor nodig: biogas moet eerst worden gezuiverd en opgewerkt tot het de juiste kwaliteit heeft. Dat gezuiverde en opgewerkte biogas wordt 'groen gas' genoemd (IEA, 2025; RIVM, 2021; RVO, 2025a).

Groen gas is dus niet hetzelfde als biogas. Bovendien zijn er ook andere methoden om groen gas te produceren, zoals vergassing van biomassa. Het kader 'Energie uit biomassa', aan het eind van deze inleiding gaat hier dieper op in, en geeft een beknopt overzicht van verschillende mogelijkheden om energie uit biomassa te produceren.

## Afbakening

- > Deze verkenning heeft betrekking op biogas dat wordt geproduceerd in een biogasinstallatie. De spontane productie van biogas in vuilstortplaatsen en in de natuur (moerassen en dergelijke) wordt buiten beschouwing gelaten.
- > De opwerking van biogas tot groen gas wordt in deze verkenning buiten beschouwing gelaten. Dit is een separaat proces dat in een ander soort installatie en mogelijk op een andere locatie plaatsvindt.
- > Ook andere technieken om groen gas te produceren, zoals vergassing van biomassa, worden buiten beschouwing gelaten. Deze techniek is nog in ontwikkeling (zie het kader 'Energie uit biomassa' verderop).
- > Deze verkenning betreft de veiligheidsrisico's van biogas. Veiligheidsrisico's die niet specifiek met biogas te maken hebben, zoals algemene elektrische en mechanische gevaren van een procesinstallatie, worden buiten beschouwing gelaten.

## Leeswijzer

In hoofdstuk 1 worden productie, opslag, transport en verschillende toepassingen van biogas in Nederland besproken. In hoofdstuk 2 wordt gekeken naar de veiligheidsrisico's die met biogas gepaard gaan en naar incidenten met biogasinstallaties (casuïstiek). Ook wordt een globaal overzicht van relevante wet- en regelgeving gegeven. In hoofdstuk 3 worden handelingsperspectieven voor de incidentbestrijding beschreven. Hoofdstuk 4 besluit deze verkenning met enkele concluderende opmerkingen. In bijlage 2 is beschreven hoe de informatie voor deze verkenning is verzameld.

## Energie uit biomassa

Biomassa is de verzamelnaam voor organisch materiaal afkomstig van plantaardige of dierlijke grondstoffen, bijvoorbeeld hout, riet, resten van landbouwgewassen, allerhande mest, dierlijke resten, resten uit de voedselindustrie (zoals aardappelschillen, frituurolie), oud papier et cetera. Fossiele brandstoffen zoals aardolie, aardgas en steenkool zijn ook organisch materiaal van plantaardige en dierlijke herkomst, maar zijn op een andere manier - door geologische processen van miljoenen jaren - gevormd en worden niet tot biomassa gerekend (Atlas Natuurlijk Kapitaal, z.d.-a, z.d.-b; Milieucentraal, z.d.; NIPV, 2023; RIVM, 2021).

Uit biomassa kan op verschillende manieren energie worden opgewekt (Atlas Natuurlijk Kapitaal, z.d.-a; Milieucentraal, z.d.; RIVM, 2010a; RVO, 2025a), namelijk door:

- > vergisting
- > vergassing
- > verbranding
- > pyrolyse
- > productie van biobrandstoffen.

### Vergisting: productie van biogas

Natte biomassa, zoals mest, slib uit rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en groente-, fruit- en tuinafval, kan onder zuurstofloze omstandigheden door bepaalde micro-organismen (bacteriën) worden omgezet in biogas. Dit biologische proces wordt vergisting of fermentatie genoemd. Vergisting kan onder gecontroleerde omstandigheden in de vergistingstank van een biogasinstallatie plaatsvinden, maar ook vanzelf, bijvoorbeeld in moerassen of op vuilstortplaatsen (het gevormde biogas wordt dan 'moerasgas', respectievelijk 'stortgas' genoemd) (RIVM, 2010a, 2021).

Biogas kan worden verbrand en gebruikt om warmte en/of elektriciteit op te wekken, tijdelijk worden opgeslagen in een gastank, of worden gezuiverd en opgewerkt tot groen gas, dat aan het aardgasnet kan worden toegevoegd (IEA, 2025; RIVM, 2021; RVO, 2025a).

### Vergassing: productie van groen gas

Een andere manier om groen gas te produceren is vergassing van biomassa. Hierbij wordt biomassa bij hoge temperatuur en een lage zuurstofconcentratie onvolledig verbrand.

Er zijn verschillende methoden van vergassing:

- > Bij *thermische vergassing* wordt droge biomassa, zoals hout of stro, bij zeer hoge temperatuur (meer dan 600 °C) en een lage zuurstofconcentratie onvolledig verbrand. Hierbij wordt een gasmengsel geproduceerd dat 'synthesegas' of 'syngas' wordt genoemd. Dit bestaat voornamelijk uit koolstofmonoxide (CO) en waterstof (H<sub>2</sub>) en kleine hoeveelheden methaan en koolstofdioxide. Om bruikbaar te zijn als brandstof moet het synthesegas worden 'opgewerkt': daarbij worden onzuiverheden verwijderd en wordt de concentratie methaan verhoogd. Hierdoor krijgt het synthesegas dezelfde samenstelling als aardgas en kan het toegevoegd worden aan het aardgasnet of gebruikt worden om gasmotoren en dergelijke aan te drijven (IEA, 2025; RIVM, 2010a; RVO, 2025a).
- > Bij *superkritische watervergassing* wordt natte biomassa, zoals mest of rioolslib, onder hoge druk (meer dan 221 bar), bij hoge temperatuur (meer dan 375 °C) en lage zuurstofconcentratie omgezet in een synthetisch gasmengsel van methaan, waterstof en koolstofdioxide. Deze techniek heeft een hoger rendement dan thermische vergassing van biomassa (Gasunie, z.d.-a; IEA, 2025; RVO 2025a).

Omdat de technieken voor vergassing nog in ontwikkeling zijn, is de verwachting dat ze pas na 2030 op de markt komen (RVO, 2025a).

### **Verbranding**

Biomassa, zoals hout, riet, bermmaaisel en dergelijke, kan rechtstreeks verbrand worden om warmte te produceren. Hiervoor zijn een warmtebron, een ontstekingsbron en zuurstof nodig. Verbranding kan op grote schaal gebeuren, bijvoorbeeld in biomassacentrales of in aangepaste kolencentrales waar biomassa wordt bijgemengd, maar ook op kleine schaal, bijvoorbeeld in huis in de open haard of houtkachel. De warmte die vrijkomt bij de verbranding van biomassa kan ook gebruikt worden om elektriciteit op te wekken (in dat geval is de verbrandingsinstallatie uitgerust met een stoomketel en stoomturbine). En ten slotte is het ook mogelijk om door verbranding van biomassa tegelijkertijd zowel warmte als elektriciteit op te wekken, in een zogenoemde warmtekrachtkoppelinginstallatie (WKK) (RIVM, 2010a).

### **Pyrolyse**

Bij pyrolyse wordt biomassa (bijvoorbeeld hout of gedroogde mest) in afwezigheid van zuurstof door verhitting omgezet in pyrolyse-olie, gassen en kool. De pyrolyse-olie kan als biobrandstof worden gebruikt voor de productie van warmte en/of elektriciteit (RIVM, 2010a).

### **Productie van biobrandstoffen**

Uit biomassa (bijvoorbeeld graan, hout, mest) kunnen biobrandstoffen zoals bio-ethanol, biodiesel en bio-olie worden geproduceerd. Deze biobrandstoffen kunnen als brandstof worden toegepast, bijvoorbeeld in een auto of verbrandingsinstallatie, of kunnen worden omgezet in een andere energievorm zoals elektriciteit (RIVM, 2010a).

# 1 Biogas in Nederland

In dit hoofdstuk worden verschillende aspecten van productie, opslag, transport en verschillende toepassingen van biogas in Nederland besproken.

## 1.1 Productie

### Omvang productie biogas

De totale hoeveelheid biogas die in Nederland wordt geproduceerd, groeit gestaag. Tabel 1.1 geeft een overzicht van de productie van biogas en het gebruik van het geproduceerde biogas in Nederland (CBS, 2026). Ter illustratie: in 2024 werd er in totaal 538.000 TJ aardgas verbruikt in Nederland (CBS, 2025).

**Tabel 1.1 Productie van biogas door vergisting in Nederland (Bron: CBS, 2026)**

Locaties / technieken	Jaar	Totale productie van biogas (TJ)	Voor elektriciteit / warmte (TJ)	Voor productie van groen gas (TJ)
Productie biogas (totaal)	2010	11.984	10.807	345
	2015	13.693	10.469	2.523
	2020	17.200	8.882	6.387
	2024*	17.256	5.442	10.157
Stortplaatsen	2010	1.538	1.193	345
	2015	815	550	186
	2020	417	172	157
	2024*	342	226	64
Rioolwaterzuiveringsinstallaties	2010	2.101	1.926	
	2015	2.316	2.177	
	2020	2.898	2.175	289
	2024*	2.718	1.647	658
Co-vergisting van mest	2010	5.445	5.445	
	2015	5.241	5.241	
	2020	6.977	4.237	2.739
	2024*	7.486	1.762	5.724
Overig	2010	2.900	2.243	
	2015	5.320	2.501	2.337
	2020	6.909	2.297	3.202
	2024*	6.711	1.807	3.711

Toelichting bij tabel 1.1: In de kolommen zijn de totale productie van biogas weergegeven (exclusief afgefakkeld biogas), de hoeveelheid biogas die is omgezet in elektriciteit en/of warmte en de hoeveelheid biogas die is omgezet in groen gas. \*: de data voor 2024 zijn 'nader voorlopige cijfers'. In de rijen is de herkomst van het geproduceerde biogas weergegeven:

> Stortplaatsen: biogas dat spontaan wordt gevormd uit organisch materiaal in gestort afval.

- > Riolwaterzuiveringsinstallaties: vergisting van organisch materiaal in rioolwaterzuiveringsinstallaties.
- > Co-vergisting van mest: vergisting van mest in combinatie met andere biomassa.
- > Overig: voornamelijk vergisting van afval van plantaardige oorsprong in de industrie en vergisting van groente- fruit- en tuinafval (GFT) (CBS, 2026).

De productiecijfers in tabel 1.1 laten een aantal trends zien. Zo valt er een groei af te lezen in de totale productie van biogas (van 11.984 TJ in 2010 naar 17.256 TJ in 2024). Ook wordt biogas steeds vaker hoogwaardig ingezet. Zo daalt de productie van biogas dat wordt gebruikt voor de omzetting in elektriciteit en warmte ('laagwaardig'), en stijgt de productie van biogas dat wordt gebruikt voor de productie van groen gas ('hoogwaardig'). Verder is een afnemende productie van biogas in stortplaatsen te zien, een vrij stabiele productie in rioolzuiveringsinstallaties, en een groeiende productie uit mest en overige bronnen.

## Bronnen en schaalgrootte productie biogas

Zoals in de inleiding is benoemd, zijn niet alleen de bronnen die voor de productie van biogas gebruikt kunnen worden divers, maar ook de schaalgrootte, de producenten van biogas en de locaties waarop biogas wordt geproduceerd.

### Bronnen voor biogas

De productie van biogas kan onderverdeeld worden naar de soort biomassa die wordt vergist:

- > mestvergisting (vergisting van dierlijke mest)
- > slibvergisting (vergisting van slib en/of afvalwater bij een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) of afvalwaterzuiveringsinstallatie (AWZI))
- > allesvergisting (vergisting van overige natte biomassa, zoals groente-, fruit- en tuinafval) (RVO, 2019, 2025a).

Verder wordt onderscheid gemaakt tussen *mono-vergisting* en *co-vergisting*. Bij *mono-vergisting* wordt één soort biomassa vergist, bijvoorbeeld alleen dierlijke mest. Bij *co-vergisting* wordt dierlijke mest (minstens 50 % op gewichtsbasis) vermengd met een andere soort biomassa (een co-substraat) en vervolgens vergist; dit heeft als doel om de productie van biogas te verhogen. Er worden eisen gesteld aan de materialen die als co-substraat mogen worden toegevoegd: alleen als aangewezen materialen als co-substraat zijn toegevoegd, mag het digestaat dat resteert na de vergisting als meststof worden gebruikt (zie hiervoor Bijlage Aa (IV) van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet) (IPLO, z.d.-d; Oenema et al., 2015; RIVM, 2010b, 2015, 2021; RVO, 2025a). Co-vergisting is in Nederland de belangrijkste vorm van vergisting (IPLO, z.d.-a).

### Schaalgrootte

Biogas wordt in Nederland op verschillende schaal geproduceerd. Productie op kleine schaal vindt bijvoorbeeld plaats op boerderijen, waarbij alleen mest van het eigen bedrijf in de biogasinstallatie wordt vergist; denk hierbij aan een omvang van minder dan 10.000 ton mest per jaar. Dat biogas kan vervolgens via pijpleidingen naar een andere locatie getransporteerd worden voor gebruik of verdere verwerking (bijvoorbeeld een 'biogascluster' of 'biogashub': een centrale locatie waar verschillende eigenaren van biogasinstallaties samenwerken (RVO, 2024)). Biogas wordt in Nederland ook op grote en industriële schaal geproduceerd: bijvoorbeeld centrale vergisting van mest afkomstig van meerdere agrarische bedrijven, vergisting van rioolslib in een rioolwaterzuiveringsinstallatie of vergisting van groente-, fruit- en tuinafval of reststoffen uit de voedingsindustrie. Hierbij kan het om enkele honderdduizenden tonnen biomassa per jaar gaan (RIVM, 2010a; RVO, 2024).

## 1.2 Productieproces

### Procesomstandigheden

Voor de effectiviteit en snelheid van het productieproces van biogas zijn verschillende omstandigheden van belang, waaronder de temperatuur van de biomassa. De temperatuur heeft invloed op de activiteit van de micro-organismen die de biomassa vergisten. Vergisting kan bij verschillende temperaturen plaatsvinden, namelijk bij

- > lage temperatuur: minder dan 25°C (psychrofiële vergisting)
- > gematigde temperatuur: tussen 25°C en 45°C (mesofiële vergisting)
- > hoge temperatuur: tussen 45°C - 70°C (thermofiële vergisting).

Bij hoge temperatuur verloopt de vergisting het snelst en efficiëntst. Om de temperatuur te bereiken die nodig is om mesofiële en thermofiële vergisting mogelijk te maken, zal over het algemeen warmte moeten worden toegevoegd aan de biogasinstallatie (RIVM, 2010b, 2015; RVO, 2024).

### Biogasinstallatie

Biogasinstallaties zijn er in verschillende uitvoeringen, en zoals beschreven zijn er ook verschillen in de locatie en de schaalgrootte van biogasinstallaties en de soort biomassa die vergist kan worden. Desondanks is er wel een gemene deler in het productieproces en de installaties te beschrijven (Hegazy et al., 2025; RIVM, 2010b; RVO, 2019).

In de productie van biogas zijn drie bewerkingsstappen te onderscheiden:

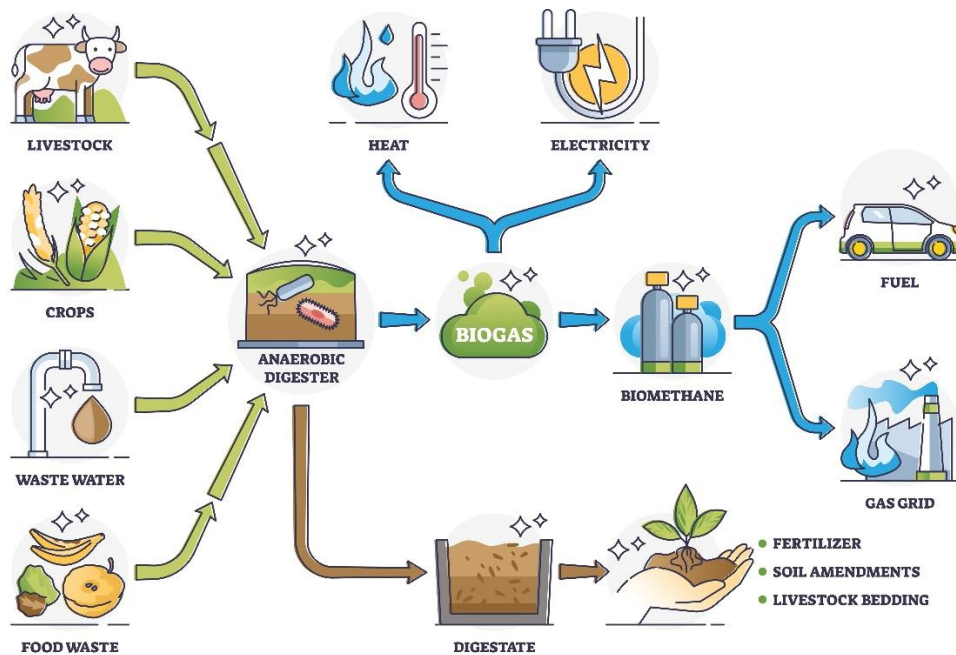
- > *Voorbewerking*. Voorbewerking van biomassa is bedoeld om de vergisting van de biomassa te verbeteren en daarmee de productie van biogas te vergroten (Kool et al., 2005; RVO, 2019, 2024).
- > *Vergisting*. Tijdens de vergisting wordt de (al dan niet voorbewerkte) biomassa omgezet tot biogas en het restproduct, het digestaat (RVO, 2019, 2024).
- > *Nabewerking*. De nabewerking omvat stappen zoals de bewerkingen die nodig zijn om biogas geschikt te maken voor gebruik in een warmtekrachtkoppelinginstallatie (WKK) of de opwerking van biogas tot aardgaskwaliteit, en de nabewerking van het digestaat, zoals de bewerkingen die nodig zijn om het digestaat geschikt te maken als meststof voor de landbouw (bijvoorbeeld verwijderen van ongewenste componenten) (RVO, 2019, 2024).

Behalve deze bewerkingsstappen kan nog een aantal andere stappen aan de productie van biogas verbonden zijn:

- > aanvoer van biomassa en eventueel co-substraat (in het geval van co-vergisting)
- > opslag van biomassa en eventueel co-substraat
- > opvang en opslag van biogas en opvang en opslag van digestaat
- > transport van biogas en transport van digestaat
- > sanitatie: behandeling van mest en/of digestaat om ziektekiemen te doden (zie p.15) (Hegazy et al., 2025; Kool et al., 2005; NVWA, z.d.-a; RIVM, 2010a, 2010b; RVO, 2019).

Figuur 1.1 op de volgende pagina is een globaal schematisch overzicht van de productie en toepassing van biogas.

# BIOGAS



Groene pijlen: invoer van (verschillende soorten) biomassa in de vergister ('anaerobic digester'). Blauwe pijlen: productie van warmte, elektriciteit of groen gas ('biomethane') uit biogas. Bruine pijl: afvoer van digestaat uit de vergister.

**Figuur 1.1 Productie en gebruik van biogas (Bron: Shutterstock)**

## Toelichting op processtappen

### Aanvoer en vooropslag van biomassa

De biomassa die wordt vergist, kan volledig afkomstig zijn van het eigen bedrijf (zoals bij mono-vergisting van mest op een boerderij of bij vergisting bij een RWZI), maar kan ook van een andere of van verschillende locaties worden aangevoerd, bijvoorbeeld met behulp van vrachtwagens (zoals bij co-vergisting van mest in een grote regionale vergistingsinstallatie (Kool et al., 2005)).

Vervolgens kan de biomassa tijdelijk worden opgeslagen ('vooropslag'). De wijze van vooropslag en de omvang daarvan hangen af van de soort biomassa en van de eisen die de vergunning aan de opslag stelt. Dierlijke mest kan bijvoorbeeld opgeslagen worden in een mestkelder. Vloeibare biomassa, zoals restanten uit de voedingsmiddelenindustrie, kan worden opgeslagen in een tank (Kool et al., 2005).

Ook tijdens de vooropslag kan al (psychrofile) vergisting van biomassa plaatsvinden en dus al biogas worden geproduceerd (RVO, 2024).

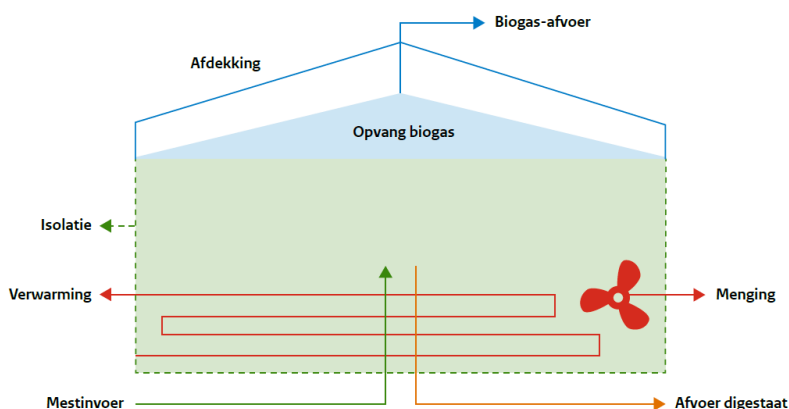
### Vorbewerking

Voor de biomassa wordt vergist, kan het nodig zijn om ze voor te bewerken, zodat de daaropvolgende stap, de vergisting, optimaal verloopt. Dit gebeurt in een aparte tank. Er zijn allerlei vormen en processen van voorbereiding denkbaar. Denk hierbij aan mengen,

homogeniseren, verwijderen van verontreinigingen, hittebehandeling om ziektekiemen te doden (sanitatie) of voorbehandeling met enzymen die bepaalde stoffen afbreken. Ook de eventuele bijmenging met andere biomassa, in het geval van co-vergisting van mest, is een vorm van voorbereiding van de te vergisten biomassa (Kool et al., 2005; RVO, 2019, 2024).

### Invoer

Er bestaan verschillende systemen voor de invoer van de (voorbewerkte) biomassa in de vergistingstank. Welk systeem wordt gebruikt, hangt onder andere af van de soort biomassa; vaak gaat het om een pompsysteem (Kool et al., 2005; RVO, 2024).



In deze figuur zijn componenten van een mestvergister schematisch weergegeven. De vergistingstank is geïsoleerd en gasdicht uitgevoerd. De biomassa (mest) wordt voortdurend verwarmd en gemengd. Het biogas wordt opgevangen boven de biomassa, onder een afdekking.

**Figuur 1.2 Schematische weergave van een mestvergister (Bron: RVO, 2024, p.10)**

### Vergisting

Het hart van de biogasinstallatie is de vergister. Er bestaan verschillende typen vergisters, maar het meest toegepast type bestaat uit een gasdichte betonnen of stalen silo, waarin de biomassa wordt vergist. Zie figuur 1.2 voor een schematische weergave. In de vergister wordt de biomassa door middel van een roerwerk continu gemengd. Met behulp van een verwarmingssysteem wordt de biomassa op de (voor de vergisting) optimale temperatuur gehouden. Om de biomassa de vergister in te brengen en om het digestaat uit de silo te verwijderen, bevat de vergister een pompsysteem. Het geproduceerde biogas wordt vaak aan de bovenkant van de vergister opgevangen onder een afdekking van speciaal, flexibel doek of folie (dat kan een enkelvoudige afdekking zijn of dubbele, met een binnen- en buitenafdekking); de opvang van het biogas is dan dus geïntegreerd in de vergister. Het biogas kan ook gescheiden van de vergister worden opgevangen en opgeslagen, in een gaszak, gasballon, stalen drukhouder of gasflessen. Verder is de vergister voorzien van overdrukbeveiliging, om te voorkomen dat overdruk in de vergister kan ontstaan. Het vergistingsproces kan namelijk niet zomaar worden gestopt en de biogasproductie gaat dus continu door. Indien nodig kan het overtollige biogas via een overdrukventiel worden afgelaten. Grotere biogasinstallaties moeten zijn uitgerust met een fakkelsysteem om overtollig biogas te kunnen affakkelen (Kool et al., 2005; RIVM, 2010a, 2010b; RVO, 2024).

## Navergisting

Een biogasinstallatie kan uitgerust zijn met een navergister. Wanneer het grootste deel van de biomassa is vergist, kan de resterende biomassa (het digestaat) van de vergister worden overgeheveld naar de navergister. In de navergister gaan de vergisting en de productie van biogas door (maar in mindere mate dan in de (hoofd)vergister) (RVO, 2019, 2024).

Ook navergisters bestaan in verschillende uitvoeringen. Een navergister is wel altijd gasdicht, bevat een overdrukbeveiliging en meestal een roerwerk en een gasopslag, en kan (maar hoeft niet) uitgerust zijn met een verwarmingssysteem (RVO, 2024).

## Nabewerking

### Gasbehandeling

Voordat het biogas kan worden verbrand (voor opwekken van warmte en/of elektriciteit of als transportbrandstof), toegevoegd aan het aardgasnet of getransporteerd, moet een aantal componenten uit het biogas verwijderd worden die schadelijk kunnen zijn voor mens, omgeving en/of de installatie. Belangrijke stappen in de gasbehandeling zijn onder andere:

- > *Drogen*. Biogas is verzadigd met waterdamp. Er zijn verschillende methoden en technieken om water uit het biogas te verwijderen (het biogas te 'drogen'), waaronder condensatie (door middel van koelen) en adsorptie (bijvoorbeeld met actieve kool of silicagel) (Kool et al., 2005; RVO, 2024).
- > *Ontzwavelen*. Biogas bevat waterstofsulfide ( $H_2S$ ), dat tijdens de vergisting wordt gevormd.  $H_2S$  is al in lage concentratie giftig voor mens en dier. Daarnaast wordt door de combinatie van waterstofsulfide en waterdamp, zwavelzuur ( $H_2SO_4$ ) gevormd, dat corrosieve eigenschappen heeft en daardoor leidingen en installaties (zoals een verbrandingsmotor) aantast.  $H_2S$  moet daarom uit biogas verwijderd worden; dit wordt 'ontzwavelen' genoemd. Hiervoor zijn verschillende methoden, gebaseerd op biologische, chemische en/of fysische processen (waarbij  $H_2S$  bijvoorbeeld wordt geadsorbeerd aan actieve kool of omgezet in elementaire zwavel, waarna het bijvoorbeeld als meststof aan het digestaat kan worden toegevoegd). Afhankelijk van de methode gebeurt dit binnen de vergister of in een externe installatie (IPLO, z.d.-f; Kool et al., 2005; RIVM, 2010a; RVO, 2024).

Voor het gedroogde en ontzwavelde biogas vervolgens aan het aardgasnet kan worden toegevoegd, moet het worden opgewerkt, zodat het dezelfde kwaliteit krijgt als aardgas; dan wordt het 'groen gas' genoemd. Zo bevat biogas 25 - 45 % koolstofdioxide ( $CO_2$ ), terwijl groen gas maximaal 10 %  $CO_2$  mag bevatten. Ook moet de hoeveelheid methaan ( $CH_4$ ) verhoogd worden tot de juiste concentratie (aardgas bevat 81,3 %  $CH_4$  (Gasunie, 1980)). Aan het groene gas wordt voor de herkenning en veiligheid een geurstof toegevoegd (tetrahydrothiofeen, THT). Ten slotte moet het groene gas op de juiste druk gebracht worden. Het  $CO_2$  dat bij de opwerking tot groen gas wordt geproduceerd, komt vrij in de omgeving of kan worden afgevangen en aan, bijvoorbeeld, de glastuinbouw of industrie worden geleverd (IEA, 2025; Kool et al., 2005; RIVM, 2010a; RVO, 2024, 2025a; Staatstoezicht op de Mijnen, 2025).

### Sanitatie en naopslag van digestaat

Het restproduct van de vergisting van biomassa wordt 'digestaat' genoemd. De exacte samenstelling van het digestaat hangt af van de (samenstelling van de) gebruikte biomassa en het verloop van het vergistingsproces. Digestaat is rijk aan stoffen als stikstof en fosfor en kan, afhankelijk van de herkomst en de samenstelling, in principe als meststof in de

landbouw gebruikt worden. Dat mag alleen als voor de vergisting minimaal 50 % dierlijke mest is gebruikt en als co-substraat materialen zijn gebruikt die in bijlage Aa bij de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet staan (IEA, 2025; IPLO, z.d.-d; RIVM, 2010a, 2021; RVO, 2020, 2025a).

Digestaat dat gevormd is door vergisting van biomassa van dierlijke oorsprong, moet worden behandeld om eventueel aanwezige ziektekiemen te doden. Dat kan bijvoorbeeld door het digestaat minstens 60 minuten bij 70°C te verhitten. Die behandeling wordt 'sanitatie' of 'hygiënisatie' genoemd (Kool et al., 2005; NVWA, z.d.-a; RIVM, 2015; RVO, 2024).

Zoals beschreven onder 'navergisting', vindt ook in digestaat nog vergisting plaats en wordt dus nog biogas geproduceerd - weliswaar in mindere mate dan in de vergister, maar toch niet te verwaarlozen. Hier dient bij de opslag van het digestaat rekening mee gehouden te worden, door de opslag uit te rusten met een gasopvang, overdrukbeveiliging et cetera. In de loop van de tijd neemt de vergisting (en dus ook de biogasproductie) af en wordt het digestaat inactief, ook wel 'stabiel' genoemd. Als het digestaat stabiel is, kan het vervolgens worden opgeslagen in een eindopslag (bijvoorbeeld een mestkelder of mestsilo) (IEA, 2025; RIVM, 2010a, 2021; RVO, 2020, 2025a).

## Transport

Biogas kan naar een andere locatie worden getransporteerd via een buisleiding. Denk aan een biogashub (of biogascluster) waarbij het biogas dat op verschillende locaties wordt geproduceerd, via buisleidingen naar een centrale locatie wordt getransporteerd waar het vervolgens wordt verbrand in een ketel of WKK, of wordt opgewerkt tot groen gas (RVO, 2024).

### Transport van digestaat

Stabiel digestaat kan over de weg vervoerd worden. Zolang digestaat nog actief is mag het niet getransporteerd worden vanwege de kans op drukopbouw door de productie van biogas en door schuimvorming (RVO, 2024).

## 1.3 Toepassing van biogas

Biogas kan voor verschillende doeleinden worden gebruikt. Het kan verbrand worden om warmte en/of elektriciteit te produceren, opgewerkt worden voor de productie van groen gas of verwerkt worden tot transportbrandstof (Kool et al., 2005; RIVM, 2010a, 2010b; RVO, 2024, 2025b).

- > *Warmte*. Biogas kan gebruikt worden om een (verwarmings)ketel te stoken, om ruimten te verwarmen en/of om warm water te produceren (RVO, 2024, 2025b).
- > *Warmtekrachtkoppeling (WKK)*. Een veelvoorkomende toepassing van biogas is verbranding in een WKK-installatie (een combinatie van een verbrandingsmotor en een generator), waarbij zowel warmte wordt geproduceerd als elektriciteit wordt opgewekt. De geproduceerde warmte en elektriciteit kunnen worden gebruikt in hetzelfde bedrijf of aan derden worden geleverd (Kool et al., 2005; RIVM, 2010a, 2010b; RVO, 2024, 2025b).

- > *Groen gas*. Zoals beschreven in de inleiding, kan biogas worden opgewerkt tot aardgaskwaliteit, waarna het als 'groen gas' aan het aardgasnet kan worden geleverd. (IEA, 2025; Kool et al., 2005; RIVM, 2010a; RVO, 2024, 2025a, 2025b).
- > *Transportbrandstof*. Biogas kan, na opwerking volgens dezelfde processen als voor de productie van groen gas, ook worden toegepast als transportbrandstof. Dat kan in gas- of vloeibare vorm: Bio-CNG of Bio-LNG (RVO, 2024).

## 1.4 Ontwikkelingen

De Rijksoverheid wil de productie van groen gas in Nederland vergroten tot ten minste 2 miljard m<sup>3</sup> per jaar in 2030 (overeenkomend met 70.340 TJ per jaar), om zodoende het gebruik van aardgas en de uitstoot van CO<sub>2</sub> door de landbouw te kunnen verminderen (EZK, 2019; Kamerstukken II, 32 813, nr. 1146, 2022). Hiervan zou circa 25.000 TJ per jaar door vergisting geproduceerd moeten worden, dus uit biogas (RVO, 2024), wat een flinke verhoging van de totale biogasproductie ten opzichte van 2024 betekent (zie tabel 1.1).

Lange tijd werd biogas nog het meest gebruikt in een WKK-installatie, maar tegenwoordig is de opwerking van biogas tot groen gas de belangrijkste toepassing; zie tabel 1.1 (CBS, 2026; RVO, 2024). Dat groene gas zal tot 2030 voornamelijk worden ingezet in de gebouwde omgeving (Kamerstukken II, 32 813, nr. 1146, 2022).

Er is momenteel geen versnelde groei van de productie van biogas en andere vormen van groen gasproductie gaande. Ook zijn nog geen nieuwe vormen van vergisting of vergassing in ontwikkeling. Mogelijk verandert dit wanneer de wettelijke 'bijmengverplichting' in 2027 van kracht wordt (Platform Groen Gas, persoonlijke communicatie 7 oktober 2026), die energieleveranciers verplicht om een toenemend aandeel groen gas aan de afnemers te leveren (Rijksoverheid, z.d.-a). Wat een eventuele toename van de biogasproductie voor de schaalgrootte, complexiteit, locaties en dergelijke van de biogasproductie betekent, is nog niet te zeggen.

## 2 Biogas en veiligheid

In dit hoofdstuk worden de veiligheidsrisico's van biogas en incidenten met biogasinstallaties besproken. Ook wordt een globaal overzicht van relevante wet- en regelgeving gegeven.

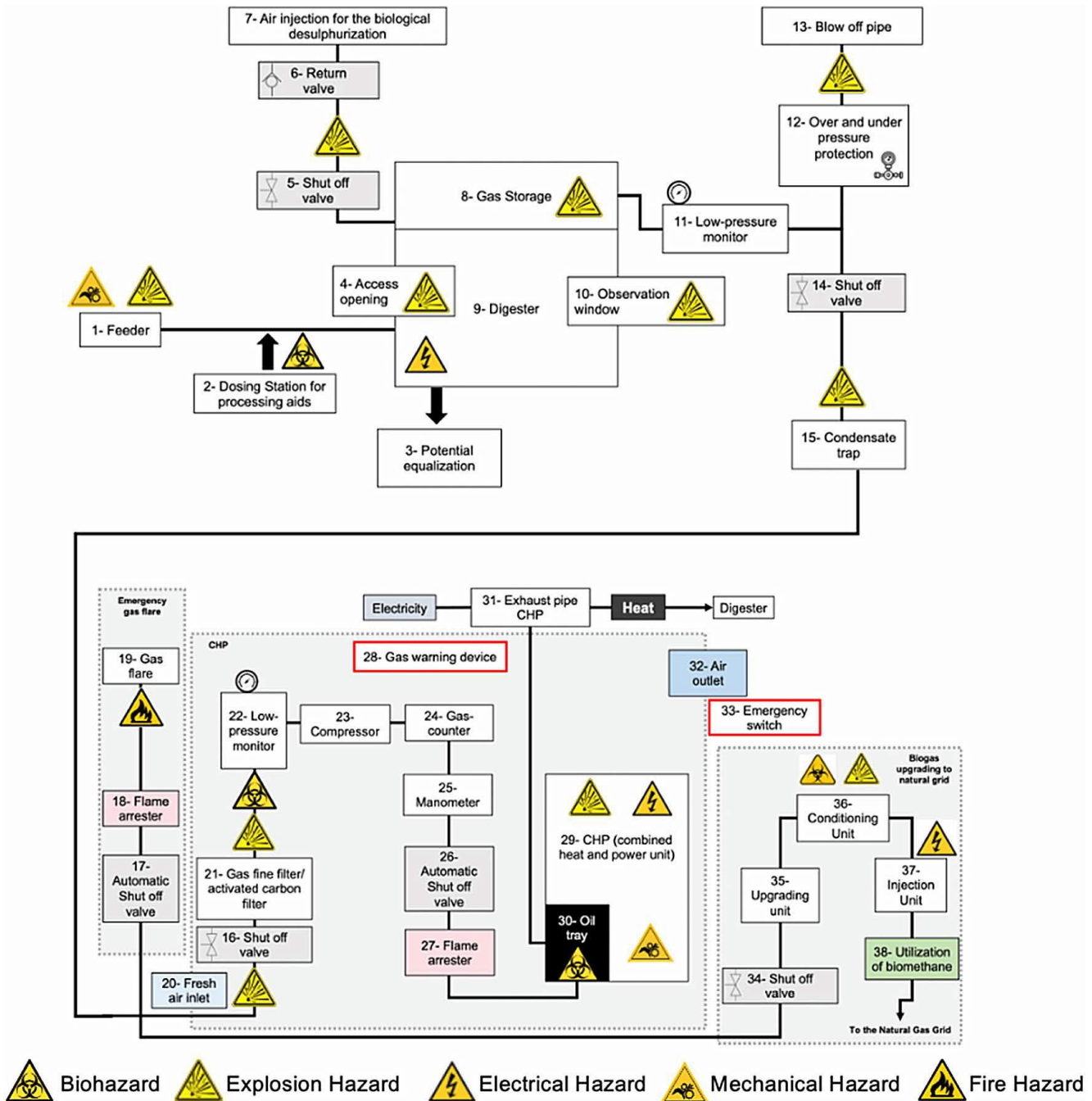
### 2.1 Veiligheidsrisico's

De productie en opslag, het transport en het gebruik van biogas brengen specifieke veiligheidsrisico's met zich mee, zowel voor medewerkers en omwonenden van de biogasinstallatie als voor het milieu. Daarnaast zijn er veiligheidsrisico's omdat een biogasinstallatie een technologische installatie is, die gepaard gaat met mogelijke elektrische gevaren (bijvoorbeeld elektrische schok) en mechanische gevaren (bijvoorbeeld vallen, beknellen, snijden). Deze veiligheidsrisico's worden verder buiten beschouwing gelaten, omdat ze niet specifiek zijn voor een biogasinstallatie. Figuur 2.1 op de volgende pagina geeft een schematisch overzicht van verschillende veiligheidsrisico's in diverse onderdelen van een biogasinstallatie (Hegazy et al., 2025).

De specifieke veiligheidsrisico's van biogasinstallaties komen voort uit de gevaren van biogas (dat zowel zeer brandbaar als giftig is en daarnaast corrosieve eigenschappen heeft) en uit de mogelijke gevaren van de gebruikte biomassa en het digestaat. Kenmerkende veiligheidsrisico's van biogasinstallaties zijn:

- > *Explosie en brand* bij lekkage van biogas, door de aanwezigheid van methaan ( $\text{CH}_4$ )
- > *Vergiftiging* bij lekkage van biogas, met name door de aanwezigheid van waterstofsulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ )
- > *Verstikking* bij lekkage van biogas, door de aanwezigheid van koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ )
- > *Blootstelling aan ziekteverwekkende micro-organismen* die aanwezig kunnen zijn in de gebruikte biomassa en het digestaat
- > *Aantasting van materialen* (metaal en bepaalde kunststoffen), onder andere door de aanwezigheid van water in combinatie met stoffen als  $\text{H}_2\text{S}$  (vorming van zwavelzuur,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) en  $\text{CO}_2$ , waardoor lekkage van biogas kan optreden
- > *Schuimvorming* in de vergister of navergister. De vergisting van biomassa kan gepaard gaan met de vorming van schuim (onder andere afhankelijk van de samenstelling van de biomassa en het gebruik van een antischuimmiddel). Bij hevige schuimvorming kan de druk te hoog oplopen waardoor de dakconstructie van de (na)vergister kan scheuren en schuim en biogas kunnen uitstromen.
- > *Vervuiling van bodem en oppervlaktewater* bij onverhoopt vrijkomen van de gebruikte biomassa, inhoud van de vergister of digestaat
- > *Broei en brand* bij de opslag van biomassa voor gebruik in de biogasinstallatie
- > *Vorming van kuilgassen* (stikstofoxiden (giftig) en koolstofdioxide (verstikkend)) bij de opslag van plantaardige biomassa voor gebruik in de biogasinstallatie (Bontempo et al., 2016; Hegazy et al. 2024, 2025; KIWA, 2016; Kool et al., 2005; Middelkoop, 2012; Oenema et al., 2015; Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016; RIVM, 2010b, 2015, 2021).

Wat de gezondheidseffecten van biogas betreft, gaat het om risico's op het gebied van arbeidsveiligheid, externe veiligheid en hinder of overlast voor omwonenden. Deze worden in onderstaande paragrafen verder uitgewerkt.



Dit stroomdiagram van een typische biogasinstallatie laat zien welke veiligheidsrisico's (biologisch, explosie-, elektrisch, mechanisch en brandgevaar) er in de verschillende onderdelen van een biogasinstallatie kunnen bestaan.

**Figuur 2.1 Veiligheidsrisico's van diverse onderdelen van een biogasinstallatie**  
(Bron: Hegazy et al., 2025, p.5)

## Arbeidsveiligheid

Op korte afstand van de biogasinstallatie zijn brand, explosie, vergiftiging en verstikking relevante risico's, bijvoorbeeld voor medewerkers van de biogasinstallatie (arbeidsveiligheid). Dat geldt ook voor kleinschalige biogasinstallaties. Die risico's kunnen optreden bij een onverhoopte lekkage van biogas, maar ook bij werkzaamheden in de vergister bestaat terdege kans op verstikking (door de aanwezigheid van CO<sub>2</sub>) en op vergiftiging (met name door de aanwezigheid van H<sub>2</sub>S). De hoeveelheid H<sub>2</sub>S in biogas is sterk afhankelijk van het materiaal dat wordt vergist. De toxische eigenschappen van biogas worden bepaald door H<sub>2</sub>S; de concentratie ammoniak (NH<sub>3</sub>) is in biogas verhoudingsgewijs laag, zodat NH<sub>3</sub> niet bepalend is voor de toxiciteit ervan (Middelkoop, 2012; RIVM, 2010b).

Er bestaat een sterke overeenkomst met de risico's van (het ontstaan van) mestgassen in mestopslagen. Er zijn diverse voorbeelden van zeer ernstige ongevallen waarbij mensen bij werkzaamheden (of bij pogingen om anderen te redden) in een mestopslag als gevolg van vergiftiging of verstikking door mestgassen om het leven zijn gekomen (Kool et al., 2005; Middelkoop, 2012; Oenema et al. 2015; RIVM, 2010a, 2010b, 2015). Een voorbeeld is het ongeval met een mestsilo in Makkinga in 2013, waarbij drie personen het leven verloren en één persoon zwaargewond raakte (Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2014).

Het beheer van een biogasinstallatie vergt specifieke kennis van het vergistingsproces, de biogasinstallatie, de gevaren en veiligheidsrisico's van biogas en de maatregelen en procedures voor veilig beheer en optreden bij incidenten. Vooral bij kleine biogasinstallaties die niet de hoofdfunctie van het bedrijf vormen, zoals bij boerderijen, is het een uitdaging kennis op peil te houden; "de agrariër wordt *operator*" (RIVM, 2010b, p.6).

## Externe veiligheid

Voor mensen in de directe omgeving van een biogasinstallatie zijn de risico's weliswaar groter dan voor omwonenden, maar bij grootschalige biogasinstallaties kunnen wel degelijk risico's op het gebied van externe veiligheid aan de orde zijn (Kool et al., 2005; Middelkoop, 2012; RIVM, 2010a, 2010b, 2015).

Voor de externe veiligheid zijn CH<sub>4</sub> (brandbaar) en H<sub>2</sub>S (toxisch) de risicobepalende componenten van biogas. De samenstelling van biogas (en het digestaat) varieert sterk; deze is onder andere afhankelijk van de samenstelling van de vergiste biomassa (IEA, 2025; Kool et al., 2005; RIVM, 2010a, 2010b, 2015; RVO, 2025a). Zoals beschreven in de inleiding varieert het gehalte CH<sub>4</sub> in biogas van circa 45 tot 75 %. Ook het gehalte aan H<sub>2</sub>S in biogas varieert: in de praktijk zal dit meestal lager zijn dan 1 volumeprocent (vol%), maar hogere percentages kunnen voorkomen (RIVM, 2010b).

### H<sub>2</sub>S-gehalte tot 1 vol%

Bij een H<sub>2</sub>S-gehalte tot 1 vol% zijn voor de externe veiligheid alleen de brandbare eigenschappen van biogas relevant (RIVM, 2010b). Voor grootschalige biogasinstallaties bedraagt de afstand tot de plaatsgebonden risicocontour van 10<sup>-6</sup> per jaar maximaal 50 meter (gemeten vanaf het midden van de gasopslag of vergister), als het H<sub>2</sub>S-gehalte van het biogas maximaal 1 vol% bedraagt (RIVM, 2010b). Voor de berekeningen van deze afstand is biogas gemodelleerd als een mengsel van CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub> in mengverhouding 80/20

en in mengverhouding 50/50 (RIVM, 2010b).<sup>1</sup> Deze afstand tot de plaatsgebonden risicocontour is opgenomen in het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal, paragraaf 4.88).

Het NIPV heeft effectafstanden berekend voor drie verschillende brandscenario's. In die scenario's is uitgegaan van een biogas met een hoog methaangehalte (80 %) en van een tank met een inhoud van 2.500 m<sup>3</sup>. Het betreft de scenario's

- > fakkel (NIPV, 2022a)
  - > vuurbal (NIPV, 2022b)
  - > explosie en wolkbrand (NIPV, 2022c).
- 
- > **Fakkel.** In dit scenario ontstaat een gat in een opslagtank voor biogas, waarna de volledige inhoud van de tank in 10 minuten tijd uitstroomt en vervolgens ontsteekt, met een horizontale fakkel als gevolg.
    - De kans van optreden van dit scenario is gelijk aan  $2,1 \cdot 10^{-6}$ /jr.
    - In dit scenario is uitgegaan van stabiele weersomstandigheden (weerklasse F1,5)<sup>2</sup>.
    - De fakkel duurt 11 seconden.
    - In het effectgebied van de fakkel kunnen mensen overlijden of letsel oplopen en kan brand ontstaan. De maximale effectafstanden bedragen:
      - 100 % letaliteit: 52 m voor onbeschermdde slachtoffers (de grens van het gebied waarbinnen alle aanwezige personen overlijden)
      - 1 % letaliteit: 59 m voor onbeschermdde slachtoffers (maximale afstand waarop 1 % van de aanwezige personen kan komen te overlijden)
      - 1 % eerstegraads verbranding<sup>3</sup>: 66 m voor onbeschermdde slachtoffers (maximale afstand waarop 1 % van de aanwezige personen een eerstegraads verbranding kan oplopen)
      - Ook treedt schade aan objecten op: zo zal tot 59 m brand ontstaan en zullen ruiten breken.
- Zie (NIPV, 2022a) voor meer informatie over dit scenario.
- 
- > **Vuurbal.** In dit scenario faalt de afdekking van de biogasinstallatie, waardoor de volledige inhoud van de tank instantaan uitstroomt en direct ontsteekt, met een vuurbal als gevolg.
    - De kans van optreden van dit scenario is gelijk aan  $2,0 \cdot 10^{-7}$ /jr.
    - Dit scenario is bepaald voor weerklassen F1,5 en D5.
    - De vuurbal heeft een straal van 40 m en een hoogte van 71 m.
    - De vuurbal duurt 6,1 sec.
    - In de directe omgeving van de vuurbal kunnen mensen overlijden of letsel oplopen en kan brand ontstaan. De effectafstanden bedragen:
      - 100 % letaliteit: 0 - 27 m voor onbeschermdde slachtoffers
      - 1 % letaliteit: 27 – 79 m voor onbeschermdde slachtoffers
      - 1 % eerstegraads verbranding: 79 – 127 m voor onbeschermdde slachtoffers

<sup>1</sup> Daarbij is uitgegaan van generieke scenario's en generieke faalkansen voor het berekenen van externe veiligheidsrisico's van atmosferische opslagtanks, omdat voor biovergisters en biogasopslag geen specifieke scenario's en faalkansen bekend waren (RIVM, 2010b).

<sup>2</sup> Het weer kan worden ingedeeld in een weerklasse op grond van de atmosferische stabiliteit ('Pasquill-classificatie'). Er zijn zes weerklassen, A tot en met F, waarbij A staat voor zeer instabiel weer (dag, zonnig), D voor neutraal weer en F voor zeer stabiel weer (nacht, bewolking). Weerklasse D past bij gemiddeld weer overdag in Nederland. Het getal achter de klasse (bijvoorbeeld D5 of F1,5) geeft de gemiddelde windsnelheid in m/s op 10 m hoogte aan (RIVM, 2010b).

<sup>3</sup> Brandwonden worden ingedeeld in drie categorieën: eerstegraads tot en met derdegraads, waarbij derdegraads brandwonden de diepste brandwonden zijn (Nederlandse Brandwondenstichting, z.d.).

- Ook treedt schade aan objecten op: zo zal tot 79 m brand ontstaan en zullen tot 328 m ruiten breken.

Zie (NIPV, 2022b) voor meer informatie over dit scenario.

- > **Explosie en wolkbrand.** In dit scenario stroomt de volledige inhoud instantaan uit de tank, waarna een gaswolk ontstaat van biogas vermengd met lucht, die zich met de wind mee verplaatst. Als de verhouding gas/lucht in de gaswolk in het brandbare gebied zit, kan de gaswolk ontsteken. Als de gaswolk zich in de open lucht bevindt, zal die ontsteking tot een wolkbrand leiden, met letsel bij aanwezige personen en schade aan objecten door de hitte tot gevolg. Als de gaswolk geheel of gedeeltelijk is opgesloten kan een explosie optreden, waarbij de druk tot (additioneel) letsel en schade in het effectgebied kan leiden.
  - De kans van optreden van dit scenario bedraagt  $5,39 \cdot 10^{-5}$ /jr:
    - in 60 % ( $3,23 \cdot 10^{-5}$ /jr) van de gevallen leidt het scenario tot een wolkbrand en
    - in 40 % ( $2,16 \cdot 10^{-5}$ /jr) tot een explosie.
  - Na ontsteking duurt de wolkbrand of explosie 6,1 seconden.
  - Dit scenario is bepaald voor weerklassen F1,5 en D5.
  - Effecten van wolkbrand:
    - Iedereen die zich binnen de brandbare wolk bevindt, zal komen te overlijden. Daarbuiten zullen geen slachtoffers vallen als gevolg van hitte. De effectafstand bedraagt 502 m bij weerklasse F1,5 en 282 m bij weerklasse D5 (in de richting van de wind).
  - Effecten van explosie (door overdruk):
    - 100 % letaliteit: 0 – 50 m
    - 2,5 % letaliteit: 50 - 110 m
    - Tot 50 m kan zware tot onherstelbare schade aan gebouwen ontstaan, tot 110 m gemiddelde tot lichte schade en tot 821 m kunnen ruiten breken.

Zie (NIPV, 2022c) voor meer informatie over deze scenario's.

### **H<sub>2</sub>S-gehalte hoger dan 1 vol%**

Bij biogas met een H<sub>2</sub>S-gehalte vanaf 1 vol% zijn naast de brandbare ook de toxische eigenschappen relevant voor de externe veiligheid (RIVM, 2010a, 2010b, 2015, 2021).

Het NIPV heeft effectafstanden berekend voor scenario's voor toxische blootstelling bij het vrijkomen van biogas (NIPV, 2022d). Het betreft scenario's waarbij de volledige inhoud van de tank instantaan vrijkomt, dan wel in 10 minuten uitstroomt, bij weerklassen F1,5 en D5. In deze scenario's ontstaat een giftige wolk. Er is uitgegaan van biogas met een H<sub>2</sub>S-gehalte van 3 vol% en van een tank met een inhoud van 2.500 m<sup>3</sup>.

- > De kans op dit scenario bedraagt  $5,39 \cdot 10^{-5}$ /jr.
- > Bij instantane uitstroom bedraagt de maximale effectafstand voor
  - 95 % letaliteit: 54 m bij weerklasse F1,5 (dit is niet aan de orde bij weerklasse D5)
  - 5 % letaliteit: 543 m bij weerklasse F1,5 en 166 m bij weerklasse D5.
- > Bij 10 minuten uitstroom bedraagt de maximale effectafstand voor
  - 95 % letaliteit: 79 m bij weerklasse F1,5 en 14 m bij weerklasse D5
  - 5 % letaliteit: 262 m bij weerklasse F1,5 en 47 m bij weerklasse D5.

Zie (NIPV, 2022d) voor meer informatie over dit scenario.

## Overlast en gezondheidseffecten

Omwonenden kunnen overlast ondervinden van een biogasinstallatie. Vragen en klachten van omwonenden betreffen met name geur of stank en zorgen over gezondheid en veiligheid (Oenema et al., 2015; RIVM, 2015). H<sub>2</sub>S heeft een typerende geur van rotte eieren. H<sub>2</sub>S kan al bij zeer lage concentratie worden geroken (0,007 ppm)<sup>4</sup>, ruim onder de voorlichtingsrichtwaarde (VRW)<sup>5</sup> van 1,7 ppm bij 1 uur. Bij hogere concentraties H<sub>2</sub>S kan verlamming van de geurzenuw optreden, waardoor H<sub>2</sub>S juist niet meer geroken wordt (RIVM, 2025b). De gezondheidsklachten die bij blootstelling aan waterstofsulfide kunnen optreden, zijn afhankelijk van de concentratie en de duur van de blootstelling. Bij lage concentraties werkt H<sub>2</sub>S irriterend op de ogen en de luchtwegen. Bij hogere concentraties kan H<sub>2</sub>S longoedeem veroorzaken en kan de celademhaling worden geblokkeerd (RIVM, 2025b).

## Blootstelling aan ziekteverwekkende micro-organismen

Via dierlijke mest of andere dierlijke (voedsel)resten kunnen micro-organismen in de vergister terechtkomen die ziekten kunnen verwekken bij de mens. Het valt niet uit te sluiten dat niet alleen medewerkers maar ook omwonenden van de biogasinstallatie onbedoeld blootgesteld kunnen worden aan dergelijke ziekteverwekkers, bijvoorbeeld tijdens het transport van biomassa naar de biogasinstallatie, bij een onverhoopte emissie of explosie tijdens de vergisting, of na de vergisting bij het gebruik van digestaat als meststof (bijvoorbeeld via de lucht, het grondwater of het oppervlaktewater) (Hegazy et al., 2024; RIVM, 2015). De risico's zijn echter beperkt en vergelijkbaar met de risico's van niet-vergiste mest (Oenema et al., 2015). In de literatuurstudie voor deze verkenning (zie bijlage 2) is geen informatie gevonden over incidenten waarbij personen zijn blootgesteld aan ziekteverwekkers uit een biogasinstallatie of in digestaat.

Biogasinstallaties waarin dierlijk materiaal als biomassa wordt vergist, moeten over een erkenning van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) beschikken (zie paragraaf 2.3). Digestaat dat afkomstig is van biomassa met een dierlijke oorsprong moet worden gepasteuriseerd om eventuele ziektekiemen te doden, alvorens verder te mogen worden gebruikt (sanitatie, zie paragraaf 1.2) (RIVM, 2015).

Verder vormt de verspreiding van legionella een mogelijk gezondheidsrisico bij biogasinstallaties (RIVM, 2021). Legionella is een bacterie die in water en aarde kan voorkomen en 'veteranenziekte', een ernstige longontsteking, kan veroorzaken (RIVM, 2025a). Er zijn enkele uitbraken van veteranenziekte geweest die hun oorsprong hadden in afvalwaterzuiveringsinstallaties waar biogas werd geproduceerd. Maar ook in afvalwaterzuiveringsinstallaties zonder biogasinstallatie wordt soms legionella gevonden en het is onduidelijk of biogasproductie het risico op verspreiding van legionella verhoogt of niet (RIVM, 2021).

---

<sup>4</sup> Het gaat hier om de LOA, 'level of distinct odour awareness': een schatting van de concentratie van een stof in de lucht waarboven meer dan de helft van de blootgestelde bevolking een geur duidelijk waarneemt (RIVM, 2025b, p.10).

<sup>5</sup> Voorlichtingsrichtwaarde (VRW): de concentratie van een stof in de lucht die met grote waarschijnlijkheid door de blootgestelde bevolking als hinderlijk wordt waargenomen, of waarboven lichte gezondheidseffecten mogelijk zijn.

Alarmeringsgrenswaarde (AGW): de concentratie van een stof in de lucht waarboven onherstelbare of andere ernstige gezondheidseffecten kunnen optreden, of waarbij personen door blootstelling aan de stof minder goed in staat zijn zichzelf in veiligheid te brengen.

Levensbedreigende waarde (LBW): de concentratie van een stof in de lucht waarboven mogelijk sterfte of levensbedreigende aandoeningen kunnen ontstaan (RIVM, 2025b, p.8).

## 2.2 Casuïstiek: incidenten met biogasinstallaties

Alle incidenten met biogas of een biogasinstallatie in Nederland, waarover (in het kader van dit onderzoek) literatuur en/of berichten in de media zijn gevonden, betroffen een lekkage van biogas:

- > *Lekkage van biogas uit een (niet nader omschreven) biovergister in Coevorden in de nacht van 19 januari 2012.* Het vrijgekomen biogas verspreidde zich in de omgeving, richting een nabijgelegen woonwijk en veroorzaakte een sterke geur. Uit voorzorg zijn veertig bewoners van deze woonwijk geëvacueerd. In de nafase van het incident concludeerde het RIVM op basis van berekeningen dat de concentratie H<sub>2</sub>S mogelijk hoog genoeg is geweest was om tijdelijke gezondheidsklachten zoals misselijkheid, hoofdpijn en een moeizamer ademhaling te veroorzaken, maar niet hoog genoeg om te leiden tot ernstige of langdurige gezondheidsklachten (RIVM, 2012; RTV Drenthe, 2012).
- > *Emissie van biogas uit een navergister bij Ecoson in Son op 1 april 2014.* Door een fout bij werkzaamheden liep de druk in een navergister van de biogasinstallatie zo hoog op, dat het flexibele dak van de navergister losschoot. In een periode van 13,5 uur kwam hierdoor 36 ton biogas ongecontroleerd vrij in de omgeving (Omroep Brabant, 2015; Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2015).
- > *Emissie van biogas uit een navergister bij Ecoson in Son op 7 november 2015.* Door sterke schuimvorming liep de druk in een navergister zo hoog op, dat het flexibele dak ervan losraakte en biogas ongecontroleerd in de omgeving vrijkwam (Omroep Brabant, 2015; Onderzoeksraad voor Veiligheid, 2016).
- > *Lekkage van biogas bij een frietfabriek in Kruiningen op 22 mei 2023.* Door een gat in een leiding ontstond een lekkage van biogas. Buiten het terrein heeft de brandweer geen verhoogde concentraties H<sub>2</sub>S gemeten; omliggende bedrijven zijn wel verzocht om ramen en deuren te sluiten en ventilatie uit te zetten (HVZeeland.nl, 2023).
- > *Lekkage biogas bij een afvalwaterzuiveringsinstallatie van Hoogheemraadschap Rijnland in Leiden op 15 mei 2025.* Door een lek in een overdrukbeveiliging van een opslagtank van de biogasinstallatie van de afvalwaterzuiveringsinstallatie kwam biogas vrij in de omgeving. Er is GRIP-2 afgekondigd. Uit voorzorg zijn een camping en een volkstuincomplex ontruimd, is een NL-Alert verstuurd, zijn omwonenden geadviseerd om ramen en deuren gesloten te houden en zijn leerlingen van een basisschool binnengehouden. Ook zijn twee wegen afgezet en is het scheepvaartverkeer in het nabijgelegen Schiekanaal tijdelijk stilgelegd. De brandweer heeft de lekkage van biogas kunnen beëindigen (Hollands Midden Veilig, 2025; Omroep West, 2025).

Internationaal is een iets meer divers beeld aan incidenten met biogas te zien.

- > Middelkoop (2012) vond 99 incidenten met biogasinstallaties in Duitsland in de periode 2005 tot en met 2010.
  - Hiervan waren 56 incidenten gerelateerd aan de aanwezigheid van biogas.
  - Bij de 99 incidenten vielen in totaal 30 gewonden en 6 doden.
  - De meeste van deze incidenten vonden plaats in de mengput en de vergister en de meest voorkomende incidenten waren brand en explosie.
  - De belangrijkste oorzaken waren technische defecten of werkzaamheden.

- > Hegazy et al. (2024) analyseerden 75 incidenten met biogasinstallaties die (wereldwijd) in de periode 1990 tot en met 2022 hadden plaatsgevonden. Deze varieerden van incidenten waarbij slachtoffers vielen tot 'near misses': incidenten waarbij slachtoffers konden worden voorkomen.
  - In 69 % van deze incidenten ging het om een explosie en in 21 % om vergiftiging door biogas. Verstikkingsincidenten (4 %), incidenten van elektrische of mechanische aard (3 %) en brand (3 %) kwamen minder vaak voor.
  - Bij deze incidenten vielen in totaal 79 doden en 53 gewonden (van wie 68 % respectievelijk 49 % als gevolg van explosie en 21 % respectievelijk 33 % door vergiftiging).
  - De meeste incidenten vonden plaats in de vergister (77 %) van de biogasinstallatie.
  - 35 % van de incidenten werd veroorzaakt door falen van een technisch onderdeel van de biogasinstallatie en 23 % door fouten bij onderhouds- en reparatiewerkzaamheden.

## 2.3 Wet- en regelgeving

In deze paragraaf wordt een globaal, niet uitputtend overzicht gegeven van wet- en regelgeving die van toepassing is in het kader van de veiligheid van biogas en biogasinstallaties.

### Besluit activiteiten leefomgeving

De milieu- en veiligheidsaspecten van het vergisten van biomassa worden onder andere gereguleerd door het Besluit activiteiten leefomgeving (Bal), paragraaf 3.6.8, 'Bedrijf voor mestbehandeling'. Dit geldt niet alleen voor het vergisten van dierlijke meststoffen maar ook voor het vergisten van plantaardig materiaal (IPLO helpdesk, persoonlijke communicatie, 11 februari 2026). Het vergisten van dierlijke meststoffen en het vergisten van plantaardig materiaal zijn aangewezen als milieubelastende activiteit (art. 3.225 Bal). Voor deze activiteit is een omgevingsvergunning vereist (art. 3.226 Bal; art. 5.1, lid 2 Omgevingswet) (IPLO, z.d.-b).

Voor deze activiteit zijn diverse inhoudelijke regels uit hoofdstuk 4 ('Milieubelastende activiteiten en lozingsactiviteiten: inhoudelijke regels') en hoofdstuk 5 ('Milieubelastende activiteiten: modules') van het Bal van toepassing (art. 3.227 Bal). Het gaat onder andere om regels voor:

- > het opslaan van onder meer drijfmest en digestaat: paragraaf 4.86 Bal. Dit betreft onder andere voorzieningen met het oog op het voorkomen van verontreiniging van de bodem en oppervlaktewater en het beperken van emissies van ammoniak in de lucht.
- > een mestbehandelingsinstallatie: paragraaf 4.87 Bal. Dit betreft onder andere vereisten met het oog op het beperken van geurhinder.
- > een mestvergistingsinstallatie: paragraaf 4.88 Bal. Dit betreft onder meer voorzieningen ter bescherming van bodem, water en lucht, en vereisten met het oog op de externe veiligheid (afstanden, afvoer van CO<sub>2</sub>, inspectie van installatieonderdelen, voorzieningen om emissies in de lucht te voorkomen)
  - PGS 33-1 'Aflerinstallaties van vloeibaar aardgas (LNG) voor voertuigen en werktuigen' is ook van toepassing op tanks voor vloeibaar gemaakt biogas (art.4.870 Bal).<sup>6</sup>

<sup>6</sup> PGS 33-1: <https://publicatiereeksgevaarlijkkestoffen.nl/publicaties/pgs33-1/>.

- Voor biogasinstallaties wordt momenteel PGS 39 ‘Vergistingsinstallaties’ ontwikkeld. De publicatie wordt in 2027 verwacht. Zie voor meer informatie: <https://publicatiereeksgevaarlijkstoffen.nl/publicaties/pgs39>.
  - Een biogasinstallatie moet voldoen aan de NEN-EN-ISO 24252:2022 (‘Biogassystemen - Niet-huishoudelijk en niet-vergassing’), vanuit het oogpunt van onder andere veiligheid en milieu. Deze norm vervangt de NTA 9766 die in art. 4.781 Bal voor mestvergistingsinstallaties wordt vereist (NTA 9766, ‘Veiligheidsaspecten van installaties voor monomestvergisting en vergistingsgasopwerking op boerderijschaal’). Zie <https://www.nen.nl/nen-en-iso-24252-2022-nl-303426>.
- > zeer zorgwekkende stoffen (ZZS): paragraaf 5.4.3 Bal.
- > emissies van bepaalde stoffen in de lucht: paragraaf 5.4.4 Bal. Dit betreft onder andere emissiegrenswaarden en meetmethoden (IPLO, z.d.-b).

### **Milieueffectrapportage**

Voor het vergisten van biomassa kan een milieueffectrapportage (mer) -plicht of mer-beoordelingsplicht gelden (IPLO, z.d.-b). Een mer brengt in kaart welke effecten een plan of project kan hebben voor de leefomgeving (denk aan natuur, luchtkwaliteit, landschap, geluid, geur, gezondheid en dergelijke). Het is een hulpmiddel voor het bevoegd gezag, bedoeld om het milieu een volwaardige plaats te geven in de besluitvorming. De mer is vastgelegd in de Omgevingswet (afd. 16.4); in het Omgevingsbesluit (bijlage V) staat voor welke projecten en plannen een mer verplicht is (Commissie mer, z.d.; IPLO, z.d.-g).

### **Overige regels en voorschriften**

Naast bovengenoemde regels kunnen er ook regels en voorschriften van toepassing zijn uit andere wet- en regelgeving, zoals:

- > de omgevingsvergunning
- > lokale regelgeving zoals het omgevingsplan (gemeente), de omgevingsverordening (provincie) en/of waterschapsverordening (waterschap)
- > Besluit bouwwerken leefomgeving (Bbl)
- > Meststoffenwet (IPLO, z.d.-b).

Als in een biogasinstallatie dierlijk materiaal (bijvoorbeeld dierlijke mest) wordt vergist, is een erkenning van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA) nodig op grond van de ‘EU-Verordening dierlijke bijproducten 1069/2009’ en de ‘Uitvoeringsverordening dierlijke bijproducten 142/2011’. De eisen kunnen betrekking hebben op de infrastructuur en uitrusting van het bedrijf, hygiëne en werkwijze, het proces en de beheersing daarvan, en de microbiologische gesteldheid van het eindproduct (IPLO, z.d.-b; NVWA, z.d.-b; Oenema et al., 2015; RVO, 2024).

Zie voor meer informatie: <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/agrarische-sector/mestbehandeling/> en verwijzingen daarin.

### **Arbeidsveiligheid**

Op grond van de Arbeidsomstandighedenwet zijn werkgevers verplicht te zorgen voor de veiligheid en de gezondheid van hun werknemers, wat alle met de arbeid verbonden aspecten betreft. Dat betekent ook dat werkgevers verplicht zijn om gevaren en risico's voor de veiligheid of de gezondheid van werknemers zoveel mogelijk te voorkomen of beperken (art.3 Arbeidsomstandighedenwet).

In het kader van biogasinstallaties zijn de ATEX-richtlijn en de ARIE-richtlijn relevant:

- > In het Arbeidsomstandighedenbesluit (art.3.5a-f) zijn de bepalingen opgenomen van de Europese richtlijn 1999/92/EG, ook wel ATEX 153 richtlijn ('ATmosphères Explosibles') genoemd. Deze richtlijn betreft de verplichtingen omtrent explosiegevaar, onder andere door toepassing van zonering, en heeft als doel de gezondheid en veiligheid van werknemers in gebieden met explosiegevaar te beschermen. Zie voor meer informatie: <https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/werken-met-gevaarlijke-stoffen/explosieveiligheid-atex>.
- > Mogelijk is het voor de eigenaar van een biogasinstallatie verplicht om een aanvullende risico-inventarisatie en -evaluatie (ARIE) op te stellen op grond van het Arbeidsomstandighedenbesluit hoofdstuk 2, afdeling 2. Het doel daarvan is om zware ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn te voorkomen en te beperken, evenals de gevolgen daarvan voor de veiligheid en de gezondheid van werknemers. Of een bedrijf ARIE-plichtig is, is afhankelijk van de aanwezigheid van bepaalde gevaarlijke stoffen boven een drempelwaarde. Zie voor meer informatie: <https://www.arboportaal.nl/onderwerpen/werken-met-gevaarlijke-stoffen/arie/wat-zegt-de-wet>.

### **Veiligheidsrichtlijn**

Een belangrijke internationale richtlijn voor veilig gebruik van biogastechnologieën is 'Biogas, Safety First!', opgesteld door het Fachverband Biogas en het Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit dat in opdracht van het ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid is vertaald door het RIVM (Arboportaal, z.d.; Bontempo et al., 2016). Deze richtlijn gaat in op de verschillende gevaren van biogasinstallaties, maatregelen die getroffen kunnen worden om deze gevaren te beperken, en specifieke vereisten aan de verschillende onderdelen van een biogasinstallatie (zoals de vergister, gasopslag en dergelijke) (Bontempo et al., 2016).

### **Transport van biogas**

Transport van biogas naar een andere locatie vindt plaats via buisleidingen. Hierop zijn onder andere van toepassing (NIPV, 2023; RVO, 2024):

- > paragraaf 4.88 Bal, artikel 4.873: 'externe veiligheid en lucht: plotselinge drukval leiding'
- > NEN 8770:2020: deze bevat norm specificaties voor buisleidingen voor het transport van biogas die zich buiten de installatie bevinden en niet behoren tot het openbare gasnetwerk.<sup>7</sup>

---

<sup>7</sup> <https://www.nen.nl/nen-8770-2020-nl-267892>.

# 3 Handelingsperspectief voor de brandweer

Vanwege de brandbare en toxische eigenschappen van biogas brengen incidenten met biogasinstallaties specifieke risico's met zich mee: brand, explosie, vergiftiging en verstikking (zoals beschreven in paragraaf 2.1). De *Aandachtskaart Biovergistingsinstallaties* (NIPV, 2021)<sup>8</sup> geeft in het kader van deze risico's handelingsperspectief en aandachtspunten voor het brandweeroptreden bij incidenten met biogasinstallaties. De *Scenariokaarten Biovergisting* in het *Scenarioboek Energietransitie* gaan in op de aandachtspunten en de mogelijkheden voor het optreden van de brandweer (en politie, geneeskundige zorg en gemeente) bij drie specifieke brandscenario's en bij een scenario met toxische blootstelling, als gevolg van het vrijkomen van biogas (NIPV, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d).

De brandscenario's als gevolg van ontsteking van biogas die in het *Scenarioboek Energietransitie* en paragraaf 2.1 zijn beschreven (fakkels, vuurbal, explosie en wolkbrand), duren slechts enkele seconden. De directe schade van deze scenario's kan dan ook alleen voorkomen worden in de aanloop tot deze scenario's, door – mits dat op een veilige manier mogelijk is - te voorkomen dat biogas ongecontroleerd vrijkomt en ontsteekt. Als dat niet mogelijk is en het brandscenario zich voltrokken heeft, ligt de nadruk voor het brandweeroptreden bij deze scenario's op redden, evacueren, voorkomen van branduitbreiding en blussen van eventuele secundaire branden (NIPV, 2022a, 2022b, 2022c). In het scenario dat het biogas niet ontsteekt maar een giftige wolk vormt en in het effectgebied slachtoffers maakt of heeft gemaakt als gevolg van de toxische eigenschappen van biogas, ligt de nadruk voor het brandweeroptreden op het redden van slachtoffers (NIPV, 2022d).

Voor een uitgebreid handelingsperspectief bij incidenten met een biogasinstallatie wordt verwezen naar de *Aandachtskaart Biovergistingsinstallaties* (NIPV, 2021) en naar de *Scenariokaarten Biovergisting* in het *Scenarioboek Energietransitie* (NIPV, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d). De belangrijkste aandachtspunten zijn:

- > Start de procedure incidentbestrijding gevaarlijke stoffen (IBGS).
- > Benader het incident bovenwinds.
- > Raadpleeg de adviseur gevaarlijke stoffen (AGS).
- > Betrek de gezondheidskundig adviseur gevaarlijke stoffen (GAGS) als er (potentieel of feitelijk) sprake is van blootstelling van mensen aan gevaarlijke stoffen.
- > Houd er rekening mee dat de productie van biogas continu doorgaat en niet gestopt kan worden.
- > Sluit de toevoer van biogas af als dat op een veilige manier mogelijk is. Probeer te voorkomen dat de afdekking van de biogasinstallatie breekt of scheurt.
- > Denk aan de eigen veiligheid: houd rekening met het risico van vergiftiging of verstikking en gebruik persoonlijke beschermingsmiddelen (ademplucht).
- > Houd er rekening mee, zeker bij kleine biogasinstallaties op bijvoorbeeld boerenbedrijven, dat de eigenaar geen procestechnoloog is. Diens kennis van het

<sup>8</sup> Zie: <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/03/20210603-BA-Aandachtskaart-biovergistingsinstallaties.pdf>.

vergistingsproces, de biogasinstallatie, de gevaren van biogas en de maatregelen en procedures voor veilig beheer en optreden bij incidenten kan beperkt zijn (Middelkoop, 2012; NIPV, 2021, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e; Oenema et al, 2005; RIVM, 2010a).

### **Overige informatiebronnen**

De website [www.mestgassen.nl](http://www.mestgassen.nl) bevat een e-learning over de gevaren van en veilig optreden bij mestgassen. Hoewel deze e-learning over mestgassen in het algemeen gaat, is de geboden informatie ook relevant in het kader van optreden bij biogasinstallaties (CUMELA Nederland, 2026). Ook de *Arbocatalogus voor de agrarische en groene sectoren* geeft nuttige informatie over de gevaren van mestgassen (Stigas, 2025).

## 4 Conclusie

- > De productie van biogas in Nederland laat de afgelopen jaren een geleidelijke toename zien. Daarbij stijgt het gebruik van biogas voor de productie van groen gas ten opzichte van het gebruik van biogas voor de productie van warmte en elektriciteit; naar verwachting zal de productie van groen gas in de toekomst de belangrijkste toepassing van biogas worden.
- > Het is te verwachten dat de productie van biogas in Nederland de komende jaren sterker zal gaan toenemen, zeker wanneer in 2027 de 'bijmengverplichting' van kracht wordt om de doelstellingen van het Klimaatakkoord te kunnen realiseren.
- > Biogas brengt veiligheidsrisico's met zich mee. De belangrijkste gevaren zijn brand, explosie, vergiftiging en verstikking.
  - Wat de gezondheidseffecten betreft, gaat het om risico's op het gebied van arbeidsveiligheid, externe veiligheid en (stank)overlast voor omwonenden.
  - Voor mensen in de directe omgeving van een biogasinstallatie (arbeidsveiligheid) zijn de risico's groter dan voor omwonenden. De veiligheidsrisico's van biogas vertonen overeenkomst met de veiligheidsrisico's van mestgassen.
  - Bij grootschalige biogasinstallaties kunnen ook risico's op het gebied van externe veiligheid aan de orde zijn.
- > Daarnaast valt niet uit te sluiten dat mensen bij een incident met een biogasinstallatie onbedoeld blootgesteld kunnen worden aan micro-organismen die ziekten kunnen verwekken. Dat risico is echter beperkt en vergelijkbaar met het risico hierop bij niet-vergiste mest. Er zijn in de literatuur geen incidenten gevonden waarbij een dergelijke blootstelling heeft plaatsgevonden.
- > Alle bekende incidenten met biogasinstallaties in Nederland (sinds 2012) betroffen lekkages van biogas; bij geen van deze incidenten zijn slachtoffers gevallen. Uit internationaal onderzoek is gebleken dat incidenten met biogasinstallaties wel ernstige en zelfs dodelijke gevolgen kunnen hebben (Hegazy et al., 2024; Middelkoop, 2012).
- > Het optreden bij incidenten met biogasinstallaties kent, gezien de veiligheidsrisico's, enkele specifieke aandachtspunten. De brandweer beschikt hiervoor over een handelingsperspectief in de vorm van de *Aandachtskaart Biovergistingsinstallaties* (NIPV, 2021) en de *Scenariokaarten Biovergisting* in het *Scenarioboek Energietransitie* (NIPV, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d).
- > Hierin wordt ook specifiek aandacht besteed aan maatregelen voor de eigen veiligheid (zoals het dragen van persoonlijke beschermingsmiddelen): met het oog op de veiligheidsrisico's van biogas is voorzichtigheid geboden bij het optreden bij incidenten met biogasinstallaties.

# Bronnen

- Atlas Natuurlijk Kapitaal. (z.d.-a). *Biomassa voor energie*. Geraadpleegd op 28 juli 2025, van <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/natuurlijk-kapitaal/biomassa-voor-energie#:~:text=Biomassa%20is%20organisch%20materiaal%20afkomstig,de%20transitie%20naar%20duurzame%20energie>.
- Atlas Natuurlijk Kapitaal. (z.d.-b). *Niet-hernieuwbare energiebronnen*. Geraadpleegd op 10 maart 2026, van <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/natuurlijk-kapitaal/niet-hernieuwbare-energiebronnen>.
- Arboportaal. (z.d.). *RIVM - Internationale richtlijn voor veilig gebruik biogasinstallatie*. Geraadpleegd op 18 februari 2026, van <https://www.arboportaal.nl/externe-bronnen/publicaties/rivm---biogas>.
- Bontempo, G., Maciejczyk, M., Wagner, L., Findeisen, C., Fischer, M., & Hofmann, F. (2016). *Biogas. Safety first! Richtlijnen voor het veilig gebruik van biogastechnologie*. Fachverband Biogas en Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ).
- CBS. (2025). *Energiebalans; aanbod, omzetting en verbruik* [Dataset]. Geraadpleegd op 15 september 2025, van <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/83140NED/table?ts=1762945029052>.
- CBS. (2026). *Biomassa; verbruik en energieproductie uit biomassa per techniek* [Dataset]. Geraadpleegd op 19 februari 2025, van <https://opendata.cbs.nl/#/CBS/nl/dataset/82004NED/table>.
- Commissie mer. (z.d.). *Wat is milieueffectrapportage?* Geraadpleegd op 12 maart 2026, van <https://www.commissiemer.nl/kennis-en-mer/uitleg-en-informatie-over-mer/wat-is-milieueffectrapportage/>.
- CUMELA Nederland. (2026). *Mestgassen, laat je niet verrassen!* Geraadpleegd op 17 maart 2026, van <https://www.mestgassen.nl/>.
- EZK. (2019). *Klimaatakkoord*. Ministerie van Economische Zaken.
- Gasunie. (1980). *Basisgegevens aardgassen*. N.V. Nederlandse Gasunie.
- Gasunie. (z.d.-a) *Superkritische watervergassing*. Geraadpleegd op 29 juli 2025, van <https://www.gasunie.nl/projecten/superkritische-watervergassing>.
- Gasunie. (z.d.-b) *Gasunie unit converter*. (Versie 1.0.0). Geraadpleegd op 27 november 2025, van <https://unit-converter.gasunie.nl/>.
- Hegazy, H., Cata Saady, N. M., Khan, F., Zendejboudi, S., & Albayati, T. M. (2024). Biogas plants accidents: Analyzing occurrence, severity, and associations between 1990 and 2023. *Safety Science*, 177, 106597. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2024.106597>.
- Hegazy, H., Cata Saady, N. M., & Zendejboudi, S. (2025). Safety in biogas plants: An analysis based on international standards and best practices. *Process Safety and Environmental Protection*, 200, 107390. <https://doi.org/10.1016/j.psep.2025.107390>.
- Hollands Midden Veilig. (2025, 15 mei). *Lekkage biogas in Leiden*. Geraadpleegd op 15 september 2025, van <https://hollandsmiddenveilig.nl/lekkage-biogas-leiden>.
- HVZeeland.nl. (2023, 22 mei). *Lekkage biogas bij frietfabriek, opschaling naar GRIP1*. Geraadpleegd op 15 september 2025, van <https://www.hvzeeland.nl/nieuws/53982-lekkage-biogas-bij-frietfabriek-opshaling-naar-grip1/>.

- International Energy Agency. (2025). *Outlook for Biogas and Biomethane*, IEA, Paris  
<https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane>, Licence: CC BY 4.0.
- IPLO. (z.d.-a). *Advies evaluatie Covergisting*. Geraadpleegd op 16 februari 2026, van  
<https://iplo.nl/thema/bodem/documenten/tcb/landbouw/advies-evaluatie-covergisting/>.
- IPLO. (z.d.-b). *Milieubelastende activiteit bedrijf voor mestbehandeling (paragraaf 3.6.8 Bal)*.  
 Geraadpleegd op 16 februari 2026, van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/agrarische-sector/mestbehandeling/>.
- IPLO. (z.d.-c). *Milieubelastende activiteit grootschalige mestverwerking (paragraaf 3.3.14 Bal)*.  
 Geraadpleegd op 16 februari 2026, van <https://iplo.nl/regelgeving/regels-voor-activiteiten/milieubelastende-activiteiten-hoofdstuk-3-bal/complex-bedrijven/grootschalige-mestverwerking/>.
- IPLO. (z.d.-d). *Bijlage Aa Uitvoeringsregeling Meststoffenwet*. Geraadpleegd op 17 februari  
 2026, van <https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/covergisten-mest/bijlage-aa/>.
- IPLO. (z.d.-e). *Ruimtelijke inpassing mestvergistingsinstallatie en externe veiligheid*.  
 Geraadpleegd op 17 februari 2026, van <https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/ruimtelijke-inpassing-mestvergisting/ruimtelijke-inpassing-mestvergistingsinstallatie/>.
- IPLO. (z.d.-f). *Technieken ontzwellen vergistingsgas*. Geraadpleegd op 11 maart 2026,  
 van <https://iplo.nl/thema/toepassing-regels-praktijk/veehouderijen/technieken-ontzwellen-vergistingsgas/>.
- IPLO. (z.d.-g). *Introductie op de milieueffectrapportage*. Geraadpleegd op 12 maart 2026,  
 van <https://iplo.nl/regelgeving/instrumenten/milieueffectrapportage/introductie/>.
- Kamerstukken II, 32813, nr. 418 (2020, 30 maart). Geraadpleegd op 27 november 2025, van  
[Kabinetsaanpak Klimaatbeleid | Tweede Kamer der Staten-Generaal](#).
- Kamerstukken II, 32813, nr. 1146. (2022, 2 december). Geraadpleegd op 27 november  
 2025, van [Kabinetsaanpak Klimaatbeleid | Tweede Kamer der Staten-Generaal](#).
- KIWA. (2016). *Voorstel voor richtlijn voor het transport van ruw biogas*.
- Kool, A., de Boer, H. C., van Dooren, H. J. C., Timmerman, M., van Dun, B., & Tijmensens,  
 M. (2005). *Kennisbundeling covergisting*. CLM rapport 621-2005.  
<https://edepot.wur.nl/30638>.
- Middelkoop, J. (2012). *Gasgevaren van biogasinstallaties*. Masterscriptie, Technische  
 Universiteit Delft.
- Milieucentraal. (z.d.). *Biomassa*. Geraadpleegd op 28 juli 2025, van  
<https://www.milieucentraal.nl/klimaat-en-aarde/energiebronnen/biomassa/>.
- Nederlandse Brandwondenstichting. (z.d.), *Alles over brandwonden*. Geraadpleegd op 16  
 maart 2026, van <https://brandwondenstichting.nl/over-brandwonden/>.
- NIPV. (2021). *Aandachtskaart Biovergistingsinstallaties*.
- NIPV. (2022a). *Scenarioboek Energietransitie. Biovergister – fakkel*. Geraadpleegd op 9  
 maart 2026, van <https://scenarioboeken.nipv.nl/biovergister-fakkel/>.
- NIPV. (2022b). *Scenarioboek Energietransitie. Biovergister – vuurbal*. Geraadpleegd op 9  
 maart 2026, van <https://scenarioboeken.nipv.nl/biovergister-vuurbal/>.
- NIPV. (2022c). *Scenarioboek Energietransitie. Biovergister – explosie en wolkbrand*.  
 Geraadpleegd op 9 maart 2026, van <https://scenarioboeken.nipv.nl/biovergister-explosie-en-wolkbrand/>.
- NIPV. (2022d). *Scenarioboek Energietransitie. Biovergister – toxische blootstelling*.  
 Geraadpleegd op 9 maart 2026, van <https://scenarioboeken.nipv.nl/biovergister-toxische-blootstelling/>.

- NIPV. (2022e). *Infoblad energietransitie voor incidentbestrijders*.
- NIPV. (2023). *Informatieblad energietransitie*.
- NVWA. (z.d.-a). *Mestverwerking en hygiëniseren*. Geraadpleegd op 11 maart 2026, van <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/dier/mest/mestverwerking-en-hygiëniseren>.
- NVWA. (z.d.-b). *Biogasinstallatie: erkenning*. Geraadpleegd op 6 februari 2026, van <https://www.nvwa.nl/onderwerpen/erkenningen-registraties-en-vergunningen/aanvragen-en-informatie-per-bedrijfstype-product-of-activiteit/biogasinstallatie-erkenning>.
- Oenema, O., Velthof, G. L., & Commissie Deskundigen Meststoffenwet. (2015). *Nut en risico's van co-vergisting*. Syntheserapport. (WOT-technical report; No. 32). WOT Natuur & Milieu. <https://edepot.wur.nl/339376>.
- Omroep Brabant. (2015a, 10 november). *Zwaar ongeval bij Ecoson door niet goed doordachte voorbereiding, stelt Onderzoeksraad*. Geraadpleegd op 15 september 2025, van <https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/2197621/zwaar-ongeval-bij-ecoson-door-niet-goed-doordachte-voorbereiding-stelt-onderzoeksraad>.
- Omroep Brabant. (2015b, 17 november). *Geen gewonden bij ontsnapping biogas, Ecoson neemt indien nodig nieuwe maatregelen*. Geraadpleegd op 15 september 2025, van <https://www.omroepbrabant.nl/nieuws/2201352/geen-gewonden-bij-ontsnapping-biogas-ecoson-neemt-indien-nodig-nieuwe-maatregelen>.
- Omroep West. (2025, 15 mei). *Groot alarm in Leiden: gevaar voor omgeving vanwege lekkend biogas*. Geraadpleegd op 15 september 2025, van <https://www.omroepwest.nl/112/4967580/groot-alarm-in-leiden-gevaar-voor-omgeving-vanwege-lekkend-biogas>.
- Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2014). *Dodelijk ongeval in mestsilo te Makkinga*.
- Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2015). *Biogasemissie bij Ecoson, Son*.
- Onderzoeksraad voor Veiligheid. (2016). *Biogasemissie bij Ecoson te Son*.
- Rijksoverheid. (z.d.-a) *Wetgevingskalender. Wet bijmengverplichting groen gas*. Geraadpleegd op 18 februari 2026, van <https://wetgevingskalender.overheid.nl/Regeling/WGK025362>.
- Rijksoverheid. (z.d.-b) *Groen gas*. Geraadpleegd op 12 november 2025, van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/groen-gas>.
- RIVM. (2010a). *Bio-energiecentrales. Inventariserend onderzoek naar milieuaspecten bij diverse energieopwekkingstechnieken met behulp van biomassa*. RIVM rapport 609021104/2010.
- RIVM. (2010b). *Veiligheid grootschalige productie van biogas. Verkennend onderzoek risico's externe veiligheid*. RIVM rapport 620201001/2010.
- RIVM. (2012). *Biogaslekkage Coevorden*. RIVM Briefrapport 609400005/2012.
- RIVM. (2011). *Het veilig bouwen en beheren van co-vergistingsinstallaties voor de productie van biogas*. RIVM Rapport 620013001/2011.
- RIVM. (2015). *Feitenrelaas rond de aspecten 'Gezondheid en Veiligheid' van biovergisting*. RIVM Briefrapport 2014-0162.
- RIVM. (2021). *Klimaatakkoord: effecten van nieuwe energiebronnen op gezondheid en veiligheid in Nederland*. RIVM rapport 2021-0054. <https://rivm.openrepository.com/server/api/core/bitstreams/ffecc5e5-7516-49d8-88c9-ef3369ffaf2b/content>.
- RIVM. (2025a, 3 september). *Legionella*. Geraadpleegd op 6 februari 2026, van <https://www.rivm.nl/legionella>.
- RIVM. (2025b). *Interventiewaarden voor incidentbestrijding: interventiewaarden, stofdocumenten en handleiding 2025*. Geraadpleegd op 23 september 20-26, van

- <https://rvs.rivm.nl/sites/default/files/2025-03/Handleiding%20%26%20Stofdocumenten%20Interventiewaarden%202025.pdf>.
- RTV Drenthe. (2012, 9 november). *Geen gevaar voor gezondheid bij gaslek Coevorden*. Geraadpleegd op 15 september 2025, van <https://www.rtvdrenthe.nl/nieuws/68628/geen-gevaar-voor-gezondheid-bij-gaslek-coevorden>.
- RVO. (2019). *Biogas uit vergisting*. Factsheet. Publicatienummer: RVO-059-1901/BR-DUZA. <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2019/08/Biogas%20uit%20vergisting.pdf>.
- RVO. (2020). *Digestaat als meststof gebruiken*. Geraadpleegd op 21 augustus 2025, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/bewerken/digestaat>.
- RVO. (2024). *Handreiking vergunningverlening monomestvergisting*. Geraadpleegd op 12 januari 2026, van <https://www.rvo.nl/sites/default/files/2024-10/Handreiking-vergunningverlening-monomestvergisting.pdf>.
- RVO. (2025a). *Grondstoffen en technieken voor groen gas*. Geraadpleegd op 29 juli 2025, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bio-energie/grondstoffen-technieken-groen-gas#>.
- RVO. (2025b). *Mest vergisten op boerderijen*. Geraadpleegd op 27 november 2025, van <https://www.rvo.nl/onderwerpen/bio-energie/vergisting-en-vergassing/monomestvergisten#meer-installaties-op-boerderijen>.
- Staatstoezicht op de Mijnen. (2025). *Invoeden groen gas 2023-2024. Inventarisatie onderzoek Staatstoezicht op de Mijnen*. <https://www.sodm.nl/documenten/2025/12/19/rapport-invoeden-groen-gas-sodm>.
- Stigas. (2025). *Arbocatalogus agrarische en groene sectoren. Mestgassen*. Geraadpleegd op 17 maart 2026, van <https://www.stigas.nl/agroarbo/groen-grond-infra/mestgassen/>.

# Bijlage 1 Afkortingen

AGS	Adviseur Gevaarlijke Stoffen
ARIE	aanvullende risico-inventarisatie en -evaluatie
ATEX	Atmosphères Explosibles
AWZI	afvalwaterzuiveringsinstallatie
Bal	Besluit activiteiten leefomgeving
Bbl	Besluit bouwwerken leefomgeving
Bkl	Besluit kwaliteit leefomgeving
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CNG	compressed natural gas
GAGS	Gezondheidskundig Adviseur Gevaarlijke Stoffen
IBGS	incidentbestrijding gevaarlijke stoffen
LNG	liquid natural gas
mer	milieueffectrapportage
NIPV	Nederlands Instituut Publieke Veiligheid
NVWA	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit
PAK	polyaromatisch(e) koolwaterstof(fen)
RIVM	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu
RVO	Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
RWZI	rioolwaterzuiveringsinstallatie
THT	tetrahydrothiofeen
VRW	voorlichtingsrichtwaarde
ZZS	zeer zorgwekkende stoffen

# Bijlage 2 Methodologie

Aan het begin van dit project is een verkennend gesprek gevoerd met ing. J. Middelkoop MPS, Adviseur Gevaarlijke Stoffen bij Brandweer Amsterdam Amstelland, over de risico's en de bestrijding van incidenten met biogas en biogasinstallaties (18 september 2025). Verder is het Platform Groen Gas gevraagd om informatie over ontwikkelingen op het gebied van biogas en de helpdesk van het Informatiepunt Leefomgeving (IPLO) naar relevante wet- en regelgeving.

Er is een literatuurstudie verricht met behulp van onderstaande zoektermen (en combinaties daarvan) en de zoekmachines Google, Google Scholar, Science Direct en PubMed. Hierbij is niet alleen gezocht naar wetenschappelijke literatuur en 'grijze' literatuur (zoals vakbladen en rapporten), maar ook naar relevante internetsites, nieuwsberichten et cetera. In de referentielijsten van de gevonden literatuur is verder naar relevante literatuur gezocht.

- > Biogas AND (ongeluk OR ongeval OR dodelijk OR gewond\* OR explosie OR brand OR vergiftiging OR risico OR veiligheidsrisico OR veiligheid OR gevaar OR gevaren)
- > Biogas AND (accident OR casualty OR incident OR fatal OR injur\* OR explosion OR fire OR poison\* OR risk OR safety risk OR safety OR hazard)
- > Biogas AND productie OR production
- > Biogas AND transport
- > biogas AND infrastructure OR infrastructuur
- > Biogas AND opslag OR storage
- > Biogas AND omzetting OR conversion
- > Groen gas
- > Groen gas AND productie.