

2012



Saxion Hogeschool, Lectoraat
Risicobeheersing

Aafke Doorn, Maurits Overweg,
Michel Schipper



[BIOGAS IN NEDERLAND]

Een inventariserend onderzoek naar de risico's van biogasinstallaties in Nederland.



Aafke Doorn
Maurits Overweg
Michel Schipper

Onder begeleiding van:
Wilbert Rodenhuis

Minor Fysieke Veiligheid
2011/2012

31-01-2012

Status: Definitief

(Afbeeldingen: Host & InfoMil)

SAMENVATTING

Dit inventariserende rapport over biogas is gemaakt tijdens de minor fysieke veiligheid 2011-2012. Onze opdrachtgever de heer Rodenhuis heeft ons de opdracht gegeven om een inventarisatie te maken van de veiligheid rondom biogasinstallaties in Nederland. Dit omdat deze installaties sterk in opkomst zijn en er op het gebied van veiligheid niet erg veel van bekend is. Er is gewerkt vanuit de volgende probleemstelling: 'Op welke manier en onder welke omstandigheden wordt er in Nederland biogas geproduceerd en toegepast? Welke risico's brengen de productie en toepassingen van biogas met zich mee? In hoeverre is de huidige Nederlandse wet- en regelgeving up to date om de gevaren en risico's te beperken bij het gebruik van biogas?'

Om tot een overzichtelijk rapport te komen is er gewerkt vanuit een opbouwende opzet. Hier is ook een duidelijke doelstelling opgesteld om zo de bekende rode draad in dit verslag te bewaken. De doelstelling luidt als volgt: 'Het verkrijgen van inzicht in de biogasinstallaties in Nederland en hierbij kijken naar de risico's die spelen voor mens en omgeving. Hierbij wordt ook gekeken naar de risico's die ontstaan bij de productie, het gebruik en opslag van biogas. Daarnaast wordt gekeken naar relevante wet- en regelgeving die van toepassing is op de productie en het gebruik van biogas'.

Vraag een t/m drie zijn inventariserende vragen omtrent biogas. Om een duidelijk beeld te krijgen van de omvang in Nederland is er gekeken naar 'welke type installaties er in Nederland bestaan', 'op welke manieren biogas in Nederland wordt geproduceerd' en 'op welke manier biogas in Nederland wordt toegepast. In Nederland zijn op moment plusminus 250 biogasinstallaties. Deze variëren van een eenvoudige mestvergister tot een RWZI(rioolwater zuiveringsinstallatie) waarin de gebruiker natuurlijk ook varieert van een eenvoudige boer tot een procesoperator. Het proces van biomassa tot biogas is onder te verdelen in vier fasen. Deze vier fasen, hydrolyse-verzuring-azijnzuurvorming en methaanvorming leveren onder anaerobe omstandigheden het eindproduct op. Dit eindproduct bestaat voornamelijk uit methaan(CH_4) en koolstofdioxide(CO_2). De biomassa is per vergister verschillend, dit kan bestaan uit mest, slib, GFT afval, producten die overblijven uit de voedingsmiddelen industrie en afval van landbouw producten. Biogas kan op verschillende manieren worden gebruikt. Denk hierbij aan het produceren van warmte door het gas te verbranden in een warmte kracht koppeling, het gas op te werken tot groen gas en aan het aardgasnet toe te voegen, het gas te gebruiken voor elektriciteitsproductie. In de hierop volgende onderzoeksvragen is er ingegaan op de risico's en wet- en regelgeving omtrent de biogasinstallaties. Elke vergister brengt een aantal risico's met zich mee. De drie meest voorkomende risico's, brandgevaar, explosiegevaar en toxiciteit zijn gevaren die elke installatie met zich draagt. Om deze risico's te beheersen is het van belang dat er voldoende LOD's in het systeem ingebouwd zijn. Een belangrijke is een affakkelinstallatie om het gas te verbranden indien de stroom uitvalt en het proces doorgaat. De oorzaken zijn veelal te wijten aan het handelen van de mens of het falen van de installatie zelf.

De wet- en regelgeving omtrent een biogasinstallatie is divers. Men moet duidelijk bekijken waar men een aanvraag moet plaatsen. Dit hangt af van het aantal kubieke meters dat men wil gaan verwerken. 40% van de installaties valt onder het gezag van de provincie, 60% onder het gemeentelijk gezag. De aanvraag bestaat uit een principeverzoek, de omgevingsvergunning, een

erkenning van het nVWA en eventueel een milieu effect rapportage. Zoals u ziet is het een complexe materie waarin veel instanties en personen een rol spelen.

INHOUD

Samenvatting.....	2
Voorwoord	8
Inleiding.....	9
Leeswijzer.....	9
H1 Onderzoeksopzet.....	11
1. Onderzoeksopzet	11
1.1 Aanleiding.....	11
1.2 Analyse.....	11
1.3 Afbakening	11
1.4 Doelstelling	12
1.5.1 Probleemstelling.....	12
1.5.2 Onderzoeksvragen	12
2. Inventarisatie biogasinstallaties in Nederland.....	13
2.1 Inleiding	13
2.2 De verschillende bio-installaties nader uitgelegd	14
2.2.1 VGI-vergisting.....	14
2.2.2GFT vergisting installaties.....	15
2.2.3 Co-vergistingsinstallatie	17
2.2.4 RWZI/AWZI installatie	18
2.2.5 AVI.....	19
2.2.6 Stortgasinstallatie.....	19
3. Productie van biogas	20
3.1 Inleiding	20
3.2 Proces omstandigheden	21
3.3 De productie van biogas	23
3.4 De vergister.....	25
3.4.1 Propstroomvergister.....	25
3.4.2 Geroerde vergister	25
3.4.3 Andere manieren van vergisten	26
3.5 De verwerking van het digestaat	26
3.5.1Co-vergisting van mest.....	27

3.5.2 GFT-vergisting.....	28
H4: Toepassing biogas.....	29
4.1 Toepassing biogas in nederland.....	29
4.2 Schoonmaken van biogas.....	30
4.2.1 Membraantechnologie.....	30
4.2.2 Vacuüm Pressure Swing Adsorption (VPSA)	30
4.2.3 Cryogene techniek.....	31
4.2.4 Gaswassingssystemen	31
4.3 Afnemers van biogas.....	31
H5: Risicoinventarisatie.....	32
5.1 Inleiding	32
5.2 De risico's per vergister.....	32
5.3 Interne veiligheid	32
5.4 Risico oorzaken	33
5.4.1 De gebruiker.	33
5.4.2 De installatie.	33
5.5 Externe veiligheid	34
5.5.1 Inleiding.....	34
5.5.2 Het groepsrisico	34
5.6 Plaatsgebonden risico	39
5.7 Gebruikte scenario's voor de berekening van de risico-afstanden	40
5.8 Domino-effecten bij het falen van een vergister	40
5.9 Casus.....	41
5.10 Dieren	44
5.11 Conclusie	45
H6: Lines of Defence.....	46
6.1 Inleiding	46
6.2 Preventieve veiligheidsvoorzieningen	46
6.2.1 Materiaal keuze	46
6.2.2 Opleiding en scholing.....	47
6.2.3 Noodfakkel.....	48
6.2.4 Werkinstructies.....	48
6.2.5 Druk beveiliging	49

6.2.7 Fysieke beveiliging	49
6.2.8 Inspectie	49
6.2.9 Noodstroomvoorziening.....	49
6.3 Repressieve veiligheidsvoorzieningen.....	50
6.3.1 Gasdetectie in ruimte en omgeving.....	50
6.3.2 Persoonlijke beschermingsmiddelen	50
6.3.3 Handmatige afsluiters.....	51
6.3.4 Ventilatie in ruimte	51
6.3.5 Vluchtroutes.....	51
6.4 Conclusie	51
6.5 Ongevallen overzicht	52
6.5.1 Inleiding.....	52
6.5.2 Overzicht	52
6.5.3Conclusie	53
H7: Wet- en regelgeving	54
7.1 Inleiding	54
7.2 vergunningaanvraag	54
7.3 nVWA erkenning.....	55
7.3 Milieu effect rapportage	57
7.3.1 Uitgebreide procedure.....	57
7.3.2 Beperkte procedure:.....	58
7.4Wettelijke eisen aan de installatie en het gebruik.....	58
7.5 Administratie eisen	59
7.6 BRZO	59
7.7 Brand	60
7.8 Explosie	60
7.9 Wettelijke eisen digestaat.....	60
7.10 Wettelijke eisen Output (gas).....	61
7.11 Handhaving	61
7.10 Conclusie	62
H8: Verzekeringsmaatschappijen	63
8.1 Inleiding	63
8.2 Bouwelementen	63

8.2 Veiligheidszones	65
8.3 Conclusie	66
H9: Conclusie	67
H10: Aanbevelingen	69
Bijlagen	72

VOORWOORD

Voor u ligt het rapport 'biogas' uitgevoerd door Aafke Doorn, Maurits Overweg en Michel Schipper. Uitgevoerd voor het lectoraat risicobeheersing hebben wij onderzoek verricht naar de verschillende biogasinstallaties in Nederland.

In dit rapport wordt allereerst uiteengezet welke installaties wij in Nederland allemaal kennen. Er wordt gekeken naar het proces van input tot output en naar de wet en regelgeving omtrent dit onderwerp.

Er zijn er een aantal personen die we graag willen bedanken voor de hulp met betrekking tot het tot stand komen van dit rapport. Om te beginnen willen we dhr. W. Rodenhuis bedanken voor de feedback en algehele begeleiding tijdens het opstellen van dit rapport. Dank gaat ook naar dhr. W. Smeitink die ons specifieke informatie heeft kunnen verstrekken omtrent het vraagstuk externe veiligheid.

Dank gaat ook naar dhr. P.A.M.Heezen van het RIVM. Deze heeft specifieke informatie beschikbaar gesteld voor dit onderzoek.

Enschede, 30-01-2012

Aafke Doorn

Maurits Overweg

Michel Schipper

INLEIDING

Voor de Minor Fysieke Veiligheid van Saxion Hogeschool hebben wij onderzoek gedaan naar de veiligheid van biogasinstallaties. Dit is een inventariserend onderzoek die als opzet moet dienen voor vervolgonderzoek. Daarom is in de eerste vier hoofdstukken uitvoerig aandacht besteed aan de productie van biogas en de verschillende type installaties. De vraag van de opdrachtgever die met name speelt is in hoeverre deze installaties een gevaar opleveren voor de omgeving. Daarom is in dit rapport veel aandacht geschonken aan de externe veiligheidsrisico's. Door specifiek te kijken naar de huidige wet- en regelgeving kunnen we bekijken of deze toereikend zijn om de veiligheidsrisico's uit te sluiten.

LEESWIJZER

Het rapport is als volgt opgezet, hoofdstuk 2 tot en met 4 zijn vooral inventariserend van aard en zijn gemaakt aan de hand van een deskstudie. Deze hoofdstukken zullen de eerste drie onderzoeksvragen beantwoorden. Hier staat vooral informatie in gebaseerd op eerder verschenen rapporten. In hoofdstuk 5 en 6 zal onderzoeksvraag 4 worden beantwoord, dit is dan ook een belangrijk hoofdstuk gebaseerd op rapporten van de overheid en onze eigen interpretatie. Onderzoeksvraag 5 is beantwoord in hoofdstuk 6 en 7, dit zijn tevens de hoofdstukken die de onderzoeksvraag 6 moeten beantwoorden. Deze onderzoeksvraag zal uiteindelijk in de conclusie beantwoord worden.

In hoofdstuk 2 wordt een algemene overzicht gegeven van de aanwezige biogasinstallaties in Nederland. Hier wordt ingegaan op de verschillende type installatie, hierbij gaat het om de kenmerken van deze installaties en de risico's die aanwezig zijn op deze installaties.

Hoofdstuk 3 gaat dieper in op de productie van biogas. Stap voor stap wordt het productieproces beschreven zodat er een duidelijk beeld ontstaat van de productie van biogas. Dit hoofdstuk is vooral inventariserend en is geschreven aan de hand van verschillende rapporten.

Hoofdstuk 4 gaat over de verschillende toepassingen van biogas. Daarbij gaat het om de verschillende functie die biogas kan vervullen en de actoren die zijn betrokken bij de afname van biogas.

In hoofdstuk 5 komen de veiligheidsrisico's aan de orde. Allereerst worden de interne veiligheidsrisico's besproken. Dan komen de externe veiligheidsrisico's aan de orde, deze zijn uitvoerig uitgewerkt en worden ondersteund door verschillende tabellen. Zowel de kwalitatieve als de kwantitatieve risico's zijn uitgewerkt. In dit hoofdstuk zijn ook de eerste conclusies van het onderzoek verwerkt.

In hoofdstuk 6 gaat het over de 'lines of defence', dit houdt in dat er een opsomming wordt gegeven van de verschillende maatregelen die genomen kunnen worden om een installatie veilig te maken. In dit hoofdstuk wordt ook een overzicht gegeven van een aantal ongevallen die in het verleden zijn gebeurd met biogasinstallaties. Dit is gedaan om de noodzaak van deze voorzieningen aan te geven.

Hoofdstuk 7 gaat over de wet- en regelgeving om trend biogasinstallaties. De vergunningaanvraag wordt stap voor stap beschreven zodat er een duidelijk beeld ontstaat hoe deze procedure werkt. Ook alle betrokken actoren die mogelijk iets te maken hebben met deze wet- en regelgeving zullen besproken worden.

Hoofdstuk 8 zal in het bijzonder gaan over de rol die verzekeringsmaatschappijen spelen bij de bouw en het gebruik van een biogasinstallatie. Dit hoofdstuk is in zijn geheel gebaseerd op een rapport van de Federatie van onderlinge verzekeringsmaatschappijen.

Hoofdstuk 9 en 10 vormen samen de afsluiting van het onderzoek. In hoofdstuk 9 zullen de conclusies van dit onderzoek worden gegeven, hier zal ook antwoord worden gegeven op de probleemstelling. Hoofdstuk 10 zal een opsomming geven van de aanbevelingen die wij willen doen, het gaat dan om zaken die tijdens dit onderzoek weinig of geen aandacht hebben gekregen, maar die wel relevant zijn voor vervolgonderzoek.

H1 ONDERZOEKSOPZET

1. ONDERZOEKSOPZET

In dit hoofdstuk staat beschreven hoe het rapport is opgebouwd en hoe het onderzoek is uitgevoerd. Hierin staan ook de probleemstelling en de daarbij horende onderzoeksvragen.

1.1 AANLEIDING

Nationaal en internationaal is er een sterke ontwikkeling gaande op het gebied van duurzame energiebronnen. Dit om de afhankelijkheid van fossiele brandstoffen te verminderen en te trachten de CO₂ uitstoot in de wereld te verminderen. Het voordeel van biogas is dat het gewonnen wordt uit een recyclingproces van grondstoffen. Het biogas dat hieruit gewonnen wordt is een product dat wij kunnen gebruiken voor vele verschillende doeleinden. Om biogas te produceren zijn er systemen nodig die het recyclebare materiaal veilig kunnen vergisten. De twee hoofdzakelijke stoffen die dit vergisten opleveren zijn methaan en CO₂. Waaruit het methaan(mits schoon) toegevoegd kan worden aan ons aardgasnet. Biogas installaties kunnen dus verschillende materialen(veelal organische) omzetten tot dit gas. Echter is de biogasproductie een techniek die nog niet al te lang in ontwikkeling is en er nog vrij weinig bekend is over de risico's die het met zich mee brengt dit gas te produceren. Op Europees niveau is een onderzoek gestart naar de noodzaak van regulering en normering in verband met de risico's verbonden aan de productie, opslag en het gebruik van biogas. Omdat in Nederland het aantal biogasinstallaties toeneemt, is het ook hier van belang dat er onderzoek wordt gedaan naar de installaties en dat men informatie uit de omringende landen, die al een stap verder zijn, gebruikt om veilige installaties te realiseren en de opslag en gebruik te optimaliseren. Dit inventariserend onderzoek zal zich richten uitsluitend tot de bio(ver)gasinstallaties, het vervoer en de toepassing van dit biogas product binnen Nederland.

1.2 ANALYSE

Biogas is in Nederland relatief nieuw. De boeren gaan zoals geschetst in het verslag van agrariër naar operator. Bedrijven als Twence afvalverwerking zetten nieuwe technologie in om GFT afval te vergisten en zo de stad en/AKZO Nobel te voorzien van st(r)oom. Omdat de opmars van bio installaties in Nederland in rap tempo groeit is het van belang de risico's duidelijk in kaart te brengen.

1.3 AFBAKENING

In dit rapport is gekeken naar de verschillende biogasinstallaties in Nederland. De informatie omtrent veiligheidseisen zijn door de Nederlandse staat uit Europese richtlijnen verwoord. Deze richtlijnen zijn een verzameling van eisen uit de Europese landen. Er wordt geen aandacht gegeven aan de productie en het transport van LNG dat opgewekt kan worden uit biogas. Daarnaast wordt er ook geen inhoudelijke aandacht geschonken aan het verkrijgen van biogas uit stortgasinstallaties. Omdat deze techniek niet relevant is voor de risico's die spelen bij de productie van biogas doormiddel van vergisting.

1.4 DOELSTELLING

“Het verkrijgen van inzicht in de biogasinstallaties in Nederland en hierbij kijken naar de risico's die spelen voor mens en omgeving. Hierbij wordt ook gekeken naar de risico's die ontstaan bij de productie, het gebruik en opslag van biogas. Daarnaast wordt gekeken naar de relevante wet- en regelgeving die van toepassing is op de productie en het gebruik van biogas.”

De nadruk van dit rapport zal liggen op een inventarisatie van de bio(ver)gisinstallaties in Nederland. Zodat met deze rapportage verder onderzoek kan worden verricht. Waar mogelijk is zullen oplossingen worden beschreven of aangedragen voor de problematiek. Hier ligt echter niet de nadruk.

1.5.1 PROBLEEMSTELLING

Op welke manier en onder welke omstandigheden wordt er in Nederland biogas geproduceerd en toegepast? Welke risico's brengen de productie en toepassingen van biogas met zich mee? In hoeverre is de huidige Nederlandse wet- en regelgeving up to date om de gevaren en risico's te beperken bij het gebruik van biogas?

1.5.2 ONDERZOEKSVRAGEN

1: Welke type biogasinstallaties bestaan er in Nederland?

1.1: Wat zijn de kenmerken van de verschillende installaties?

2: Op welke manieren wordt biogas in Nederland geproduceerd?

2.1: Wie zijn de producenten van biogas?

2.2: Welke (bio)massa's worden er gebruikt voor het winnen van biogas?

3: Op welke manieren wordt biogas toegepast en gebruikt in Nederland?

3.1: Op welke manier wordt het biogas schoongemaakt voor gebruik in het leiding netwerk?

3.2: Wie zijn de afnemers van biogas?

4: Welke risico's vormen zich bij de productie, opslag en gebruik van biogas?

4.1 Welk type installatie brengt welk veiligheidsrisico met zich mee?

4.2: Welke oorzaken liggen ten grondslag aan deze risico's?

4.3: Welke verschillende risicoscenario's spelen een rol bij het winnen van biogas?

5: Welke wet- en regelgeving zijn in Nederland van toepassing op het gebied van biogas?

5.1 In hoeverre wordt er in het voorbereidingsproces tot bouw, rekening gehouden met de 'externe' veiligheidsrisico's

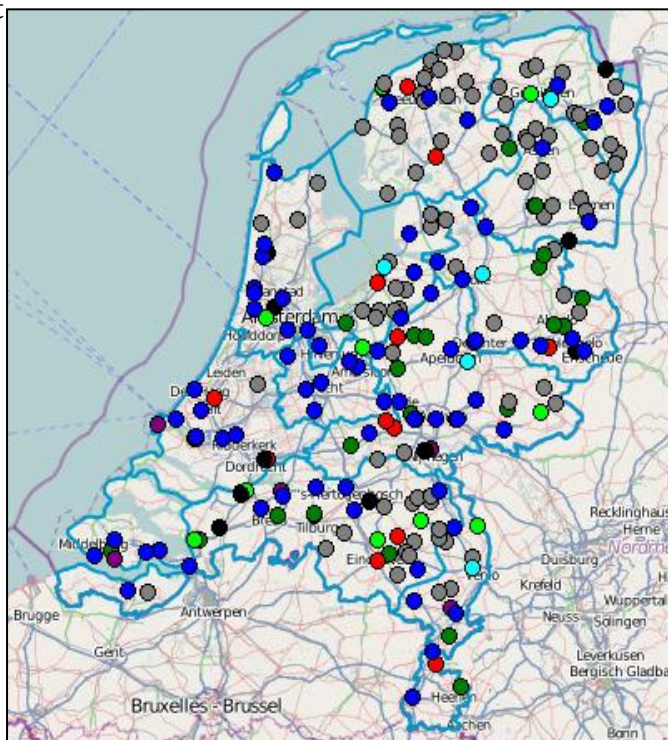
6: Kan de huidige wet- en regelgeving in Nederland de geschatte risico's beheersen? En op welke manier(en) kunnen de veiligheidsrisico's beperkt/vermindert worden?

2. INVENTARISATIE BIOGASINSTALLATIES IN NEDERLAND

2.1 INLEIDING

In dit hoofdstuk wordt een uiteenzetting gegeven van de verschillende vormen van biovergisting in Nederland. Via een inventarisatie van AgentschapNL zijn wij tot de volgende cijfers gekomen. De voorlopige inventarisatie van installaties in Nederland is gemaakt op basis van kaart die staat op de website van www.agentschapNL.nl. Op deze kaart is het volgende overzicht van biogasinstallaties te zien:

- 5 Grootchalige verbranding (>50 MWe)
- 13 Kleinschalige verbranding (<50 MWe)
- 25 Stortgasinstallatie
- 12 AVI
- 74 RWZI/AWZI
- 86 Co-vergistingsinstallatie
- 6 GFT vergistingsinstallatie
- 10 VGI-vergisting



AFBEELDING 1: OVERZICHT BIOGAS INSTALLATIES IN NEDERLAND
([HTTP://WWW.B-I-O.NL/](http://www.b-i-o.nl/), 13-10-2011)

Op deze kaart staan een aantal biogas installaties waar geen onderzoek naar wordt gedaan. Dit zijn voornamelijk de stortgasinstallaties. Deze worden niet betrokken bij het onderzoek omdat het biogas op een manier wordt opgewekt die niet relevant is voor het onderzoek. Tijdens de inventarisatie zal worden gekeken naar de kenmerken en overeenkomsten tussen de verschillende installaties. Aan de hand van deze kenmerken zal worden gekeken naar de risico's die aanwezig zijn bij de verschillende installaties. Omdat het niet realistisch is om van iedere biogasinstallatie in Nederland apart de risico's te gaan inventariseren hebben wij ervoor gekozen om de installaties aan de hand van deze inventarisatie in te delen in groepen en aan de hand van die groepen de risico's te inventariseren. Hieronder zullen de verschillende vergistingsinstallaties kort worden besproken en er wordt uitgelegd welk proces er wordt gebruikt om het biogas te winnen, welke grondstoffen er gebruikt worden om het biogas op te wekken en nog een aantal andere zaken zodat er een duidelijke overzicht ontstaat van de verschillende type installaties in Nederland.

2.2 DE VERSCHILLENDE BIO-INSTALLATIES NADER UITGELEGD

2.2.1 VGI-VERGISTING

VGI-vergisting staat voor de vergisting van biomassa uit de voeding- en genotsmiddelenindustrie. Dit zijn bedrijven die voedingsmiddelen produceren en daarbij gebruik maken van organisch materiaal. Een voorbeeld hiervan is de Suikerunie, dit bedrijf produceert suiker. Om suiker te produceren maken wij in Nederland gebruik van suikerbieten. Tijdens de productie van suiker blijft er restafval over of te wel biomassa. Dit restafval kan worden verwerkt in een biovergister. Op deze manier wordt het restafval gerecycled.

Welk vergisting proces wordt gebruikt?

De techniek die wordt gebruikt bij de vergisting van VGI afval lijkt het meest op het vergistingsproces dat wordt gebruikt bij de covergisting van mest. In dit vergistingsproces worden meerde afvalstromen in de vergister toegevoegd waardoor er biogas wordt opgewekt. Er wordt gebruik gemaakt van anaerobe vergisting. Het proces moet nauwlettend in de gaten worden gehouden en als het nodig is worden bijgestuurd, tevens moet de afvalstroom continue wezen om de kwaliteit van het biogas te waarborgen(SenterNovem, 2009). Dit heeft ook met het rendement per ton biomassa te maken.

Hoe groot is de capaciteit hiervan in Nederland?

Volgens de kaart van AgentschapNL staan er 10 VGI installaties in Nederland. De capaciteit van deze vergisters is groot, alleen de vergister van de Suikerunie kan 12,5 miljoen m³ gas van aardgaskwaliteit aan het aardgasnet aanbieden. Hiermee kunnen zij 9000 huishoudens per jaar voorzien van gas. Op dit moment zijn zij de productie aan het opvoeren. De capaciteit zal dan toenemen met nog eens 6000 extra huishoudens per jaar die zij van gas kunnen voorzien (Suiker Unie, 2010). Daarnaast is er nog een bedrijf, A v/d Groep en Zonen, die 800m³ groen gas per uur produceren uit visafval en ander voedsel afval. Daarmee voorzien zij de omgeving van energie. Deze twee bedrijven produceren vooral groen gas(Stichting milieunet,2011). De andere bedrijven produceren elektriciteit en warmte door middel van een WKK installatie. Die energie wordt vooral afgezet op het lokale elektriciteit netwerk. Daarnaast wordt de warmte die wordt opgewekt weer hergebruikt in het vergistingproces.

De producenten van dit biogas zijn vooral grote bedrijven uit de voedingsmiddelen industrie of bedrijven die zich hebben toegespitst om deze specifieke afvalstroom te verwerken tot biogas of groen gas. Zoals eerder genoemd gaat het om de Suiker unie in Groningen die van haar afvalproducten biogas maakt. Daarnaast zijn er in het zuiden een aantal bedrijven die zich echt toespitsen op de verwerking van organisch materiaal uit de voedingsmiddelenindustrie.

De risico's

De voornaamste risico's die spelen bij de opwekking van biogas in een VGI-vergister zijn de volgende:

- Gas lekkage, vrijkomen van giftige gassen
- Explosie gevaar (door overdruk)
- Het vrijkomen van giftige stoffen (H₂S, ammoniak e.d.)
- Bodem verontreiniging bij gebruik digestaat

Verkeerde samenstelling van groen gas (nog aanwezige giftige stoffen) alleen aanwezig bij bepaald type gebruik biogas

Vervuilende stoffen in de biomassa die er niet in horen

Door de hoge capaciteit van de installaties is er ook een verhoogde kans op de verschillende geschetste risico's. Met name het vrijkomen van H₂S is een risico dat vrijwel overal aanwezig is. Door de intensieve doorstroom van biogas is er ook meer H₂S aanwezig. De risico's hangen met name af van de manier waarop het gas wordt schoongemaakt. Daarnaast is er altijd kans op explosie gevaar, er wordt immers gewerkt met brandbare gassen. Deze gassen worden afhankelijk van het gebruik of opgeslagen of direct verwerkt. Daarnaast moet altijd rekening worden gehouden met een kans op falen van de aanwezige bescherming. Over het algemeen is de veiligheid bij dit soort grote vergisting installaties in orde. Dit heeft voor een groot deel te maken met de belangen van de directie die zich graag naar buiten profileren als zeer veilig bedrijf. Steeds meer klanten zullen zich dan ook binden aan veilige bedrijven en niet aan bedrijven die een loopje nemen met de gestelde regels.

2.2.2 GFT VERGISTING INSTALLATIES

GFT vergisters zetten biomassa uit GFT afval om in biogas. GFT afval staat voor groente, fruit en tuin afval en wordt sinds 1994 afzonderlijk ingezameld naast het normale huisvuil. Het GFT afval komt terecht bij de verschillende afvalverwerkers in Nederland. Hier wordt het gecomposteerd zodat het weer kan worden gebruikt om gewassen te laten groeien. In principe is het composteren van het GFT afval ook een vorm van vergisten, maar in dat geval wordt het gas dat vrijkomt niet opgevangen maar verdwijnt het in de atmosfeer. Door de opkomst van biogas in Nederland komen ook steeds meer vergisters bij afvalverwerkers, want deze afvalstroom is geschikt voor de productie van biogas (SenterNovem, 2009). En biogas levert de producenten weer financiële inkomsten op.

Welke vergisting techniek wordt gebruikt?

Bij de vergisting van GFT is de techniek afhankelijk of er droge of natte vergisting wordt toegepast. Droge vergisting wordt op de volgende manier toegepast; materiaal wordt in verschillende bunkers besproeit met water voor een constante gasproductie. Volgens het batchprincipe worden de bunkers leeg gehaald en weer gevuld met GFT afval. Men kan deze input moeilijk sturen, daarom is het moeilijk dit proces constant te houden. Daarnaast moet het GFT afval van tevoren worden gesorteerd voordat het de bunker in kan, dit zorgt weer voor een extra handeling voordat er

uiteindelijk vergist kan worden. Daar tegenover staat dat het afval gratis verkregen wordt en dat het digestaat vrij eenvoudig en goedkoop verwerkt kan worden (SenterNovem, 2009).

Naast droge vergisting van GFT afval kan GFT op de zogenaamde natte manier worden vergist. Op deze manier wordt de afvalstroom verwerkt in reactoren of grote mengbakken. Voorin wordt het GFT toegevoegd en achterin de mengbak wordt het digestaat opgevangen. Doormiddel van schoepen kan de brei in beweging worden gehouden. Hierdoor ontstaat er een constante toevoer van biomassa, het is niet nodig om extra voorbehandelingen te verrichten voordat het GFT de vergister in wordt gestuurd.

Hoe groot is de capaciteit in Nederland?

Uit de inventarisatie van AgentschapNL blijkt dat er zes GFT vergisters zijn in Nederland, deze lijst is niet compleet want de GFT vergister van Twence afvalverwerking is niet opgenomen in deze inventarisatie. Uit verder onderzoek moet blijken of er nog meer van dit soort installaties in Nederland zijn. Attero is een afvalverwerker die onder andere in Groningen en Venlo een biovergister hebben staan die biogas opwekt. De vergister in Groningen produceert biogas dat wordt opgewerkt naar aardgas kwaliteit zodat er het zogenaamde groen gas ontstaat. De installatie in Venlo produceert biogas voor een WKK installatie(www.attero.nl). Daarnaast zijn er nog 4 andere afvalverwerkers die gebruik maken van een GFT vergister om biogas te produceren.

De risico's

Net als bij andere biogas installaties zijn er bij de GFT vergisters een aantal risico's aanwezig die spelen bij de productie van biogas. Hieronder volgt een opsomming van de aanwezige risico's:

- Explosie gevaar
- Het lekken van H₂S tijdens de productie
- De verspreiding van ziektekiemen
- Verstikking door het lekken van verschillende gassen, zoals CH₄, H₂S of CO

Dit zijn de voornaamste risico's die aanwezig zijn bij GFT vergisters. Met name het lekken van gassen wordt als een groot risico gezien. Dit risico is met name aanwezig bij de voor opslag van het biogas (Kool, Anton. 2005). Het lekken van gas kan grote gevolgen voor mens en omgeving als dit niet op tijd wordt ontdekt. De kans op verstikking is vooral aanwezig als de gas lekkage plaatst vindt in een gesloten ruimte. Als het gaslek niet tijdig wordt ontdekt is de kans op verstikking zonder dat men het door heeft groot.

Afgezien van het risico van verstikking is er tevens explosiegevaar bij het lekken van biogas. Biogas zelf is niet explosief, een mengsel is explosief wanneer 6-12 vol-% uit biogas bestaat en er een ontstekingsbron aanwezig is. De gebieden waar het explosiegevaar aanwezig is kunnen worden ingedeeld in zones, oplopend van 0 tot 2. Zone 0 bevat een gebied waar een voortdurende of langdurige kans aanwezig is op een explosief mengsel. Zone 1 is de zone waar incidenteel de kans aanwezig is op een explosief mengsel. En als laatste kan er een zone 2 worden ingedeeld. Zone 2 kan worden gezien als een gebied waar zelden of gedurende een korte tijd een explosief mengsel kan ontstaan. Voor vergisting installaties zijn de eisen die zijn gesteld voor zone 2 van toepassing.

Daarnaast is er het risico van de verspreiding van ziektekiemen aanwezig voor het personeel dat in en rondom de biogas installatie werkt (Delsinne, S. 2010). De verspreiding van ziektekiemen kan ontstaan bij het vrijkomen van gas door een gaslek daarnaast zijn deze risico's aanwezig bij het behandelen en verwerken van het digestaat.

2.2.3 Co-vergistingsinstallatie

Co-vergistingsinstallaties zijn installaties die uit dierlijke mest en een toevoeging van restproduct uit de land en of tuinbouw biogas produceren. Bij dat organische product kunt denken aan maïs, gerst of aardappelen. Houtachtige plantenresten zullen niet snel worden toegevoegd in dit proces omdat zij niet of nauwelijks afgebroken worden. Veel van deze vergistingsinstallaties staan bij boerenbedrijven op het erf. *“Co-vergistingsinstallaties kunnen in vele vormen worden uitgevoerd, van eenvoudige geroerde tanks tot geavanceerde vergisters. De keuze tussen de verschillende mogelijkheden wordt gemaakt op basis van robuustheid, kosten en opbrengsten en de gestelde eisen aan biogaskwaliteit, gashoeveelheid of mate van afbraak van organische stof. Bij mestvergisting op boerderijschaal wordt meestal een volledig geroerde vergister toegepast”*. (InfoMil, 2009. *Handreiking (Co-)vergisting van mest*). Van deze co-vergistingsinstallaties staan er inmiddels zo'n 86 in Nederland. Dit aantal zal ondertussen gestegen zijn omdat er veel boerenbedrijven investeren in deze vorm van energiewinning en de kaart van agentschapNL niet up to date is.

Welk vergistingproces wordt gebruikt?

Het vergistingproces vindt plaats in afwezigheid van zuurstof. Dit wordt ook wel anaeroob fermenteren genoemd. Waar fermenteren een ander woord is voor vergisten. Er zijn ook drie verschillende temperaturen waarbij men de fractie kan vergisten.

Mesofiele vergisting vindt plaats rond de 30-40 graden Celsius plaats. Bij deze temperaturen zijn de processen die plaats vinden in de silo of tanks vrij stabiel en is de gasopbrengst hoog.

Mesofiele vergisters worden daarom ook vaak op boerenbedrijven geplaatst omdat zij vrij eenvoudig te bouwen zijn en makkelijk in gebruik.

De risico's.

De risico's van co-vergisters zijn iets anders dan de eerder genoemde vergisters. Hieronder volgt een opsomming van de risico's die verbonden zijn aan een co-vergister:

- Explosie gevaar
- Het lekken van H₂S tijdens de productie
- De verspreiding van ziektekiemen
- Kennis van de gebruiker

Explosie gevaar is net zoals bij de andere vergisters een groot risico. Men produceert gas dat bij een mengsel van 6-12 vol-% biogas in vermenging met lucht en een ontstekingsbron explosief is.

Het lekken van H₂S is in voorgaande installaties al uitgelegd. Belangrijk hieraan is dat men dus niet in een gesloten ruimte biogas gaat produceren. In de vooropslag en in het restproduct ofwel

digestaat zijn ziektekiemen aanwezig (Delsinne, S. 2010). Het is belangrijk dat men hier aan wet -en regelgeving voldoet om zo de kans op een uitbraak van een ziekte te beperken. Omdat het gebruik van deze installaties vaak eenvoudig is, is de kennis van de gebruiker (in dit geval de boer) vaak zeer beperkt. Dit levert risico's op voor zowel de gebruiker als mensen in de omgeving van de installatie.

2.2.4 RWZI/AWZI INSTALLATIE

Rioolwaterzuiveringsinstallaties of afvalwaterinstallaties zijn installaties die het afvalwater zuiveren dat door huishoudens en bedrijven via het riool aangeleverd wordt.

Uit het slib dat deze mono-vergisting installaties winnen kan men biogas produceren dat op zijn beurt weer gebruikt kan worden voor het opwekken van warmte en elektriciteit. Deze installaties worden vooral gebruikt door waterschappen en provincies. Op het moment dat de kaart van agentschapNL is geraadpleegd waren er 74 RWZI/AWZI installaties bekend en actief in Nederland.

Welk vergistingproces wordt gebruikt?

Het vergistingproces dat hier wordt toegepast lijkt erg op die van de co-vergister. De temperatuur wordt rond de 37 graden Celsius gehouden om tot een optimale opbrengst van het biogas te komen.

Deze vorm van vergisting wordt mesofiel genoemd. Veel van deze installaties verwerken het digestaat wat over blijft na vergisting tot bodemverbeteraar. Dit is te vergelijken met compost.

De risico's

Veel van deze RWZI/AWZI installaties zijn in gebruik bij de provincie. Dit betekent dat de 'know how' van deze installaties vaak goed op peil is en men bekend is met de eventuele problemen die op kunnen treden tijdens het proces.

- Verstikking
- Bedwelming of vergiftiging
- Brand of explosie ten gevolge van biogas (Methaan CH₄)
- Besmetting met ziekte verwekkende micro-organismen

Het werken nabij de besloten ruimten op of bij een RWZI kan gevaar opleveren. Gevaren die hier voorkomen zijn onder andere verstikking (ten gevolge van te weinig zuurstof), en bedwelming of vergiftiging (ten gevolge van zwavelwaterstof H₂S).

In besloten ruimten en gevaren zones (gashouders, gistingstanks, gasmotoren) bestaat er een gevaar

voor brand en/of explosie ten gevolge van aanwezigheid van Methaan (CH₄).

Methaan is een uiterst brandbaar gas. Het gas (CH₄) is lichter dan lucht.

Bij het werken op een RWZI is de kans op besmetting met ziekteverwekkende micro-organismen (ofwel biologische agentia) veel groter dan in vele andere werksituaties.

2.2.5 AVI

De afvalverbrandingsinstallatie.

Op dit moment zijn er 12 afvalverbrandingsinstallaties in Nederland in bedrijf. Deze installaties zijn zoals het woord al zegt verbrandingsinstallaties die draaien op het afval dat de mensen produceren. Het grootste deel van deze installaties wordt gebruikt voor het winnen van elektriciteit. In de toekomst staan er nog twee AVI's gepland.

Welk (vergisting)proces wordt gebruikt?

Eigenlijk is het principe van een AVI simpel. Het afval dat in de installatie wordt gebracht wordt verbrand. Dit levert warmte en elektriciteit op. Deze warmte en/of energie worden doorgespeeld naar externe afnemers of gebruikt in eigen beheer om bijvoorbeeld de installatie draaiende te houden. Wel is van belang dat men de afvalstoffen, in dit geval de schadelijke rook opvangt en door een extern bedrijf laat afvoeren.

De risico's

De risico's die verbonden zijn aan een AVI zijn niet gelijk aan die van een biovergister. Bij een AVI installatie spelen de gezondheidsrisico's een grote rol.

- Volksgezondheid d.m.v. rook
- Volksgezondheid d.m.v. opslag te verbranden materiaal

2.2.6 STORTGASINSTALLATIE

De stortgasinstallatie wordt in dit onderzoek niet beschreven. Deze wordt echter wel aangegeven op de kaart van AgentschapNL. Er zijn op het moment van schrijven 25 stortgasinstallaties in Nederland in gebruik.

3. PRODUCTIE VAN BIOGAS

3. INLEIDING

Om biomassa om te zetten naar biogas moet de biomassa vergist worden. Dit gebeurt doormiddel van het anaeroob vergistingsproces. In dit proces wordt organisch materiaal door micro-organismen in een aantal stappen met als eindproduct een gasvormig mengsel van hoofdzakelijk methaan(CH_4) en koolstofdioxide(CO_2). Dit proces kan worden onderverdeeld in vier fasen hierin spelen specifieke micro-organismen een rol:

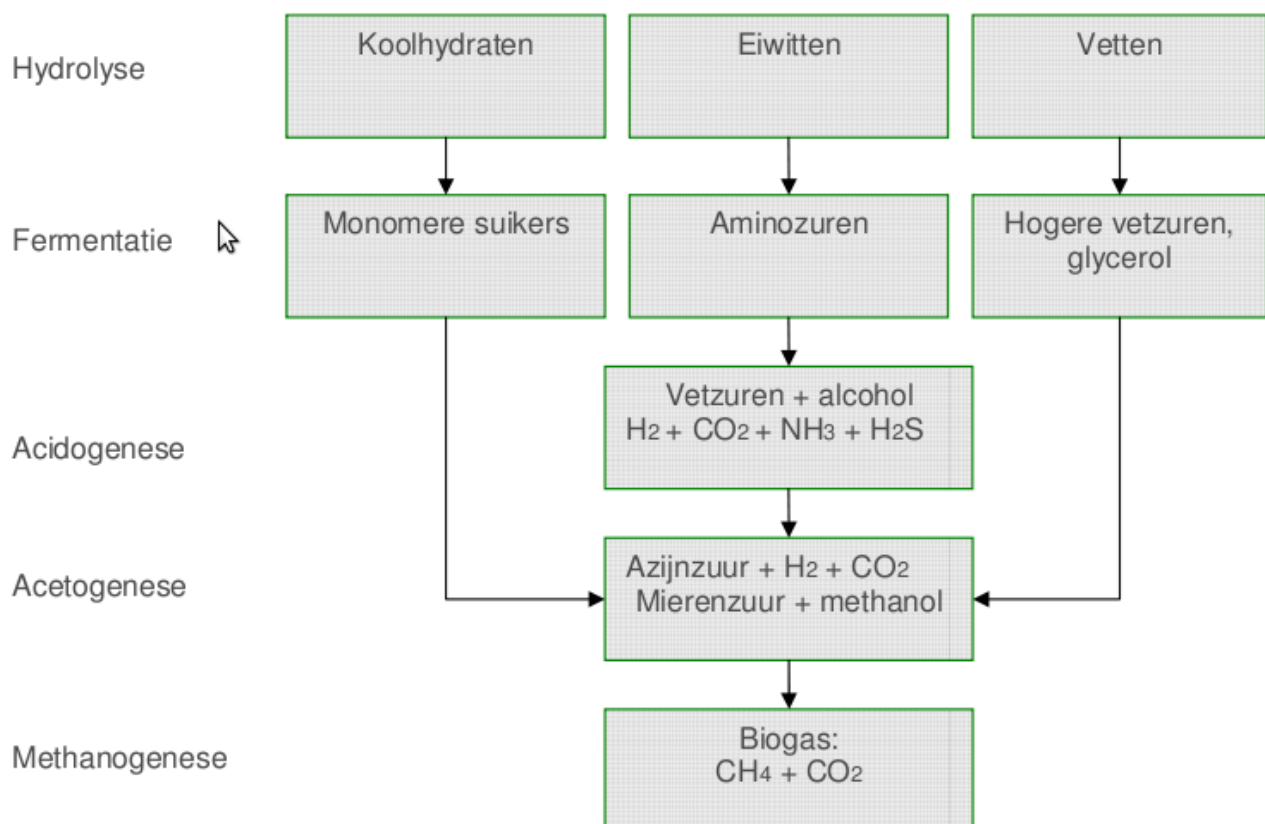
Fase 1: Hydrolyse: omzetten van complexe onopgeloste organische stoffen naar eenvoudige opgeloste organische stoffen.

Fase 2: Verzuring (acidogenesis): omzetten van eenvoudige opgeloste organische stoffen naar vluchtige vetzuren en koolstofdioxide.

Fase 3: Azijnzuurvorming (acetogenesis): omzetting van vluchtige vetzuren naar azijnzuur en waterstof.

Fase 4: Methaanvorming (methanogenesis): omzetting van azijnzuur en koolstofdioxide en waterstof in methaan (Kool, Anton. 2009).

De onderstaande figuur weergeeft een vereenvoudigende weergave van het anaeroob vergistingsproces



AFBEELDING 2: PROCES STOF AFBRAAK (SENTERNOVUM, 2009)

Uit deze processen ontstaat biogas dat hoofdzakelijk bestaat uit methaan (45%-75%) en koolstofdioxide (25%-45%) .

3.2 PROCES OMSTANDIGHEDEN

Een optimaal proces voor het produceren van biogas is van essentieel belang. Er zijn een aantal factoren dat van invloed is op het biogasproces en parameters waaraan een vergistingsinstallatie moet voldoen. Voornamelijk co-vergisting, maar ook voor mono-vergisting, zijn factoren zoals een constante aanvoer van nutriënten maar ook een goede mix van tussen stromen van belang. De volgende procesomstandigheden worden besproken:

1. Droge stofgehalte
2. Nutriënten aanbod
3. Procestemperatuur
4. Verblijftijd
5. Proces remmende factoren

1: *Droge stofgehalte*

Om een roerbaar mengsel te houden is het gemiddelde droge stofgehalte aan een maximum gebonden van 16%, dit maximum is ingesteld om de verpompbaarheid van de stromen mixbaar te houden. Het verschilt per type vergister hoe hoog het droge stofgehalte is. Het materiaal dat wordt vergist heeft hier ook invloed op. Het droge stofgehalte van melk is bijvoorbeeld hoger dan dat van drijfmest, terwijl drijfmest veel dikker is dan melk. Afhankelijk van het co-substraat kan er meer droge stof worden toegevoegd (Kool, Anton. 2009). Ook bij de recirculatie van digestaat kunnen eventueel hogere droge stof gehalten worden ingezet (SenterNovum. 2011).

2: *Nutriënten aanbod*

Het aanbod van voedingsstoffen in de installatie moet zo constant mogelijk zijn. Sterke veranderingen en onregelmatige toevoer in de vergister moet vermeden worden. Wisseling van voeding werkt negatief op de samenstelling van het biogas. Het gaat hierbij om de verhouding tussen C en N: de C/N verhouding. Organisch materiaal met een lage C/N verhouding verteert makkelijk (bijvoorbeeld kippenmest), organisch materiaal dat daarentegen een hoge C/N waarde heeft (bijvoorbeeld wortelresten van graan en gras) zal moeilijker verteert worden in de reactor (SenterNovum. 2011).

De organische stofbelasting (os belasting) is een belangrijke parameter voor de bepaling van de biologische belasting van het vergistingsproces. De eenheid organische stof (os) wordt als volgt omschreven: kg os per m³ inhoud van de vergistingstank per dag.

3: *Procestemperatuur*

In het vergistingsproces is de activiteit en enzymen en de snelheid van de chemische reacties afhankelijk van de temperatuur. Er zijn drie verschillende procestemperaturen te onderscheiden in het anaerobe vergistingsproces. Dit zijn Psychrofiële, Mesofiële en Thermofiële vergisting. Over het algemeen geldt hoe hoger de temperatuur hoe sneller het proces verloopt.

Psychrofiële vergisting: dit wordt ook wel koude vergisting genoemd op een temperatuur van 10-20 graden Celsius. De vergisting vindt plaats bij omgevingstemperatuur, er wordt geen extra warmte aan het proces toegevoegd. Psychrofiële vergisting kent een hoge proces stabiliteit maar de verblijftijd is lang en de biogasopbrengsten zijn laag.

Mesofiële vergisting: gebeurt bij een temperatuur van 30-40 graden Celsius. Het voordeel van mesofiële is een hoge processtabiliteit en relatief hoge biogasopbrengsten (Kool, Anton. 2009). Mesofiële vergisting vindt met name plaats op agrarische bedrijven, dit komt met name door de eenvoudige bouw en het gebruik. Door de stabiele processen is er weinig sturing dus ook weinig arbeid nodig (SenterNovum. 2011).

Thermofiële vergisting: gebeurt bij een temperatuur van 50-60 graden Celsius. Door de hoge temperatuur is de biogas opbrengst hoger en de verblijftijd korter. Nadeel hiervan is dat het proces gevoelig is voor schommelingen in toevoer van materiaal en verstoringen van toxische stoffen en hoge gehalten ammoniak in het te vergisten materiaal (Kool, Anton. 2009). Thermofiële installatie komt vooral voor in de grote industrie waar constant dezelfde stroom wordt vergist. De reactor wordt op temperatuur gehouden door bijvoorbeeld het koelwater van een WKK installatie (SenterNovem. 2011).

Bacteriën produceren tijdens het vergistingsproces in geringe mate warmte. Daarom is het van belang dat bij mesofiële en thermofiële de reactor geïsoleerd is en de warmte toevoer constant is zodat er een optimale temperatuur is voor de bacteriën om de materialen te vergisten. Een grote toevoer van producten die een afwijkende temperatuur hebben ten opzichte van de temperatuur in de vergistingstank kan leiden tot remming van het vergistingsproces. Voorverwarmen of koelen van de producten of de toevoer in kleine hoeveelheden over de dag verspreiden kan voor een stabiel proces zorgen.

4: Verblijftijd

De tijd die de inputstromen in de reactor of vergistingstank zitten wordt de verblijftijd genoemd. Afhankelijk van de temperatuur, zoals hierboven omschreven, blijft het te vergisten materiaal in de tank. Over het algemeen geldt dat de verblijftijd afneemt naarmate de temperatuur stijgt. Daarnaast heeft de input van materiaal ook invloed op de verblijftijd (SenterNovum. 2011). De verblijftijd van materiaal in een mesofiële vergister is 25-40 dagen, voor thermofiële vergisting is dit ongeveer 15-25 dagen. Het is van belang dat het materiaal lang genoeg in de vergister blijft. Bacteriën moeten genoeg tijd krijgen om het organische materiaal om te zetten in gas. Daarom verschilt het per type vergister hoe lang de verblijftijd is. De verblijftijd wordt berekend door de netto inhoud van de tank te delen door de dagelijkse toegevoegde hoeveelheid. Daarom moet de verblijftijd zo gekozen worden dat deze past bij de afbraaksnelheid van de toegevoegde input (FNR, 2004).

5: Proces remmende factoren

Proces remmende factoren kunnen fysieke factoren maar ook andere verontreinigingen. Fysieke factoren zijn bijvoorbeeld stenen en zand dat in de vergister komt. Dit kan de tank beschadigen of het roerwerk dat de stroom in beweging houdt, het kan tevens een remming zijn voor de omzettingen van bacteriën naar gas. Het is daarom aan te raden deze materialen goed te scheiden

aan het begin van het proces. Voor een storingsvrije werking van de installatie is het van belang dat de fysiek remmende factoren vroegtijdig verwijderd worden.

De vorming van product vreemde stoffen heeft een remmende werking op de productie van biogas. Zo wordt bij de afbraak van eiwitten ammoniak gevormd, vooral bij de vergisting van eiwitrijke inputstromen is de kans aanwezig dat het biogas proces wordt verstoord door te veel ammoniak. Ammoniak kan bij 0.15 g/l een beperking vormen voor de activiteit van bacteriën (FNR, 2004). Tevens kan een hoog stikstofgehalte van invloed zijn op het vergistingsproces, er moet vermeden worden dat er in de toevoer van stikstof te veel schommelingen zitten. Tijdens het vergistingsproces wordt zwavelwaterstof gevormd, een teveel hiervan heeft gevolgen op de activiteit van bacteriën in het proces. Concentraties van 50 mg/l hebben een remmende werking op het proces (FNR, 2004). Naast de samenstelling van het biogas kunnen andere stoffen een remmende werking hebben op de productie van biogas. Het gaat om stoffen die in de inputstromen zitten, zoals antibiotica die dieren krijgen toegediend en daardoor in de mest terecht komen of schoonmaakmiddelen die gebruikt worden voor de reiniging van de stallen. De problemen met dit soort stoffen spelen vooral bij veehouderijen. De dieren krijgen antibiotica zodat ze immuun zijn tegen bepaalde ziekten. Al dit soort stoffen kunnen in de mest terecht komen, dus ook in de vergistingsinstallatie. Producenten moeten proberen deze stoffen te scheiden van het te vergisten materiaal (Kool. Anton, 2009).

3.3 DE PRODUCTIE VAN BIOGAS

Biogas wordt onder verschillende omstandigheden geproduceerd, de processen tot het ontstaan van biogas zijn bijna overal gelijk. Dit geldt zowel voor grote industrie vergisters als voor de kleinere boerderij vergisters. Deze processen worden als volgt uiteen gezet. Allereerst wordt gekeken naar de aanvoer van organisch materiaal, hierin wordt omschreven op welke manieren en onder welke omstandigheden de producten worden aangevoerd. Daarna zal de opslag van deze materialen, het mengen en voor behandelen van de input en de invoer en de werking van de verschillende vergisters aan de orde komen. Ook zal worden ingegaan op de opslag van het verkregen biogas en de verwerking van het digestaat. In hoofdstuk 4 zal verder worden ingegaan op de verschillende toepassingen van biogas.

Aanvoer

De aanvoer van organisch materiaal verschilt per installatie. De grootste verschillen zitten in de vergistingsinstallaties op boerderijniveau en de grote zogenaamde regionale vergisters. De vergisters op boerderijniveau werken in de meeste gevallen met aanvoer van eigen producten, het gaat dan vooral om mest en agrarisch organisch materiaal. De regionale vergisters zijn echter in grote mate afhankelijk van de toestroom van materiaal van buitenaf. Neem bijvoorbeeld een GFT-vergister; om het proces te laten verlopen is de producent afhankelijk van wat er bij de poort de binnenkomt. Hiermee is een constante toestroom van voeding niet te garanderen. Daarnaast zijn dit soort installaties in de weekenden gesloten, wat gevolgen heeft voor het gehele productieproces van het biogas. Dit probleem speelt niet bij slib-vergisters aangezien de toestroom daar volledig automatisch gestuurd wordt en het schoonmaken van het water vierentwintig uur per dag door gaat.

De locatie van grote vergistingsinstallaties zijn in de meeste gevallen in de nabijheid van een industrieterrein of industriegebied. Door de ligging van deze installaties zijn er een aantal beperkingen vanwege mogelijke emissies van geur en geluid. De vergunningverlener, doorgaans de provincie, eist dan ook dat de materialen zoveel mogelijk inpandig worden gelost. Het is dan ook noodzakelijk dat de bedrijfshal permanent wordt afgezogen. In de toevoer van materiaal kan men onderscheidt maken tussen verpompbare- en niet verpompbare stromen. Verpompbare stromen kunnen relatief eenvoudig gelost worden zonder dat er emissies vrij komen die zorgen voor geur overlast. Deze stromen zijn tevens praktisch op te slaan. Niet verpompbare stromen zijn lastiger te lossen, dit zal dan ook inpandig moeten gebeuren, het risico op geuroverlast is hier veel groter. Langdurige opslag moet voorkomen worden anders gaan er te veel organische stoffen verloren die nodig zijn bij de productie van biogas. Om de omgeving te beschermen tegen geuroverlast en de risico's in te perken kan het zinvol de bedrijfshal te voorzien van een afzuiginstallatie, de lucht wordt via een biofilter schoongemaakt en kan naar buiten toe zonder dat het zorgt voor geuroverlast (Kool, Anton. 2009). Aangezien de afvalstromen van verschillende leveranciers worden aangevoerd is het aan te raden een weeginstallatie nabij de losplaats te installeren zodat men kan nagaan hoeveel materiaal er binnenkomt en daarbij kan doormiddel van monsters worden nagegaan welke producten er in de vergister komen.

Voor vergistingsinstallaties die gebruik maken van eigen stoffen om te vergisten gelden andere normen voor het aan te voeren materiaal. Omdat deze installaties zelfvoorzienend zijn in de aanvoer, kan de installatie op een andere manier werken. Voorbeelden van dit soort installaties zijn mestvergisters, slib-vergisters en VGI-vergisters. Bij mestvergisters is het noodzaak de mest zo snel mogelijk te vergisten, want tijdens de opslag wordt er al methaan gevormd en dit gaat verloren als het niet wordt opgevangen. De aanvoer is hierbij voornamelijk afhankelijk van de manier waarop de mest wordt opgeslagen door de boer. Om meer biogas te produceren kan de boer ervoor kiezen om co-producten toe te voegen aan de mest. De aanvoer van deze producten en de opslag hiervan gebeurt meestal op de boerderij zelf, deze producten komen van de boer zelf of van collega's in de omgeving.

Door een direct proces van schoonmaken van afvalwater kan de slib-vergister eigenlijk continue draaien omdat er ook continue substraat aanwezig is. De VGI-vergister werkt ook met eigen afvalmateriaal dat over is van de andere productie processen, de aanvoer van dit materiaal komt in de meeste gevallen van het eigen terrein of van andere vestigingen. Hier loopt de aanvoer mee met de productie van voedingsmiddelen.

Opslag

De functie van vooropslag is om een buffervoorraad te hebben van de biomassa zodat door menging van diverse materialen een constante en regelmatige toevoer van de verschillende soorten biomassa naar de biogasinstallatie mogelijk is. De opslag methoden en de grote van de opslag zijn afhankelijk van het soort biomassa en de vergunning. Voor dierlijke meststoffen kunnen de gebruikelijke opslagmethoden worden gebruikt. Voor de opslag van vloeibare producten kunnen tanks worden gebuikt. Deze tanks waarin het product gedurende enkele dagen verblijft en van waaruit de vergistingstank vrijwel continu wordt gevoed, moet worden voorzien van een roerwerk om ont mengen te voorkomen. Verschillende producten moeten in de tank geïsoleerd of verwarmd

worden om stolling te voorkomen. Voor vaste producten komen sleufsilo's en/of kuilen in aanmerking, hierbij is het voorkomen van geuremissies een belangrijk aandachtspunt (Kool, Anton.2009).

Mengen en voor behandelen

Het voorbehandelen van materialen voordat ze de vergister ingaan, kan nodig zijn om verstoringen en verstoppingen te voorkomen. Dit zijn een aantal voorbehandelingsprocessen:

- Verwijderen van verontreinigingen zoals stenen en zand, anders kunnen er bezinklagen ontstaan in de vergister. Deze bezinklagen verkleinen de inhoud van de tank. Daarnaast kunnen met name stenen het roerwerk in de tank kapot maken, dit zorgt voor veel oponthoud.
- Verkleinen van materialen, dit gebeurt om verstoppingen te voorkomen en het vergistingsproces te versoepelen.
- Mixen en homogeniseren moet gebeuren ten behoeve van de homogeniteit van de invoer van biomassa zodat een geleidelijke en constante voeding van bacteriën gegarandeerd is.
- Sanitatie van producten ter voorkoming van verspreiding van ziektekiemen.

3.4 DE VERGISTER

Zoals eerder gezegd kunnen uit verschillende afvalstromen biogas worden opgewekt, daardoor zijn er voor die verschillende afvalstromen ook verschillende type vergisters. Het verschil zit vooral in de verpompbaarheid van de input-stroom en het droge stofgehalte. Er zijn twee soorten vergistingssystemen namelijk de propstroom vergister en de geroerde vergister. Dit zijn twee basis systemen waar weer tal van variaties op bestaan, afhankelijk van de producten die worden omgezet in biogas en de doorstroom van de vergister.

3.4.1 PROPSTROOMVERGISTER

De propstroomvergister is ontwikkeld in de tijd dat het vergisten van organisch materiaal sterk in opkomst was. Door de horizontaal gelegen reactor beweegt de mest of een andere stof zich van voor naar achter. Voorin wordt nieuwe biomassa toegevoegd en aan de achterkant wordt het er uitgepompt. De biomassa beweegt zich langzaam als een prop door de tank. De biomassa wordt vooruit geduwd door een vijzel. Voordeel van dit type vergister is dat de samenstelling van de biomassa minder belangrijk is, hierbij is een hoge droge stof gehalte mogelijk en mengen kost weinig energie. Ook blijft alle biomassa dezelfde tijd in de reactor en ontstaat er geen menging met versere biomassa. Een nadeel is dat er een drijf- of bezink laag kan ontstaan. Die laag kan ervoor zorgen dat er minder biomassa in de reactor kan, hierdoor kan de opbrengst biogas achteruit gaan. Deze laag kan ook zorgen voor een verstopping, als dit gebeurt zal de hele reactor leeggehaald moeten worden. Dit gaat ten koste van de biogas opbrengst en verstoort het hele proces.

3.4.2 GEROERDE VERGISTER

Een geroerde vergister kent een vooropslag waarin de biomassa wordt opgeslagen, bijvoorbeeld mest. Daarnaast kan er ook een extra opslag zijn voor de co-producten. Via een mengkuip wordt de biomassa in de reactor gepompt, in die mengkuip wordt de biomassa gemengd. Het kan dan gaan om mest en co-producten. De biomassa wordt via een vijzel in de vergister gebracht, dit is een

constant proces. Een geroerde vergister komt vaak voor in de vorm van een mestilo. In de vergister zitten propellers die de biomassa mengen. Als het materiaal is vergist kan het materiaal naar een na-vergister vervolgens gaat het naar de na-opslag. Hierna volgt een eventuele nabewerking van het digestaat (SenterNovum. 2011). Deze nabewerking is afhankelijk van de mogelijke schadelijke stoffen die nog aanwezig zijn in het digestaat. Het is belangrijk dat de input voldoende nat is omdat het anders niet goed geroerd kan worden. Er wordt veel geroerd om bezinking te voorkomen, dit is een van de voordelen van een geroerde vergister in vergelijking met een propstroomvergister. Een nadeel van deze vergistingstechniek is dat door verschillen in verblijftijd er een lagere biogasopbrengst is, dit komt omdat er steeds weer verse biomassa wordt toegevoegd aan het proces. Het kost tevens veel energie om een geroerde vergister op temperatuur te houden.

3.4.3 ANDERE MANIEREN VAN VERGISTEN

Voor de vergisting van GFT kunnen verschillende manieren van vergisten worden gebruikt. Een van die manieren werkt volgens het batchprincipe. De biomassa wordt in zogenaamde bunkers gevuld en weer leeggehaald tijdens het proces wordt het besproeit met water. Het moeilijke van dit proces is het constant houden van de input je kunt hier namelijk weinig in sturen. Daarnaast moet het GFT-afval van te voren gesorteerd worden, dit is een extra handeling maar daar tegenover staat dat het GFT-afval gratis verkregen wordt. Doordat er droog vergist wordt is de verwerking van het digestaat eenvoudiger en goedkoper.

Daarnaast kan GFT-afval ook nat worden vergist. Deze manier van vergisten komt in grote lijnen overeen met het principe van de propstroomvergister.

Slib wordt over het algemeen vergist in verticale roerbakken. Ook deze manier van vergisten komt in grote lijnen overeen met de propstroomvergister. De techniek voor het vergisten van biomassa uit de voedings- en genotsmiddelen industrie lijkt het meest op mest co-vergisting. Het vergistingsproces moet nauwlettend in de gaten worden gehouden, de biogas opbrengst kan lager worden, een constante input van substraat is hierbij ook van belang.

3.5 DE VERWERKING VAN HET DIGESTAAT

Digestaat is het restproduct dat na het vergistingsproces uit de vergister komt. Afhankelijk van de biomassa ontstaat er digestaat dat verschillende samenstellingen heeft. Hierbij moet worden onthouden dat wat men aan het begin in de reactor stopt er aan het einde van het proces weer uitkomt. Daarom is het belangrijk dat men, vooral bij de co-vergisting van mest, in de gaten houdt wat er allemaal precies wordt ingestopt. Hieronder zal aan de hand van de eerder genoemde bio stromen worden aangegeven op welke manier(en) digestaat hergebruikt kan worden. Ook zal worden gekeken naar de risico's die hierbij meespelen. Bij de verwerking van digestaat is veel wetgeving gemoeid bijvoorbeeld mestwetgeving maar ook wet- en regelgeving van de nieuwe voedsel en waren autoriteit(nVWA) is van toepassing bij de verwerking van digestaat. In het hoofdstuk wet- en regelgeving zal worden ingegaan welke wetten van toepassing zijn bij de verwerking van digestaat.

3.5.1 CO-VERGISTING VAN MEST

Bij co-vergisting van mest is het van belang te weten welke producten er aan de input kant zijn ingestopt. Deze hebben invloed op de samenstelling van het digestaat. Zo zullen co-producten die bestaan uit eiwitten, zetmeel en suikers zeer goed worden afgebroken in de reactor. Wel zal het ammoniakale stikstofgehalte (NH_4) toenemen door mineralisatie tijdens het vergistingsproces. Doordat de stoffen gemiddeld dertig dagen in de reactor verblijven bij een temperatuur van 38 t/m 51 graden mag er een reductie van ziektekiemen verwacht worden in het digestaat (Filip Velghe, 2007).

Het zwavelgehalte van het digestaat zal gelijk zijn als het gehalte van de on-vergiste mest. Dit komt omdat in eerste instantie het zwavel in de vorm van H_2S wordt opgenomen in het biogas. Maar in de meeste vergistingsinstallaties wordt het biogas ontwaveld. Na de ontwaveling wordt het zwavel weer toegevoegd aan het digestaat, hierdoor is het zwavelgehalte van het digestaat hetzelfde als dat van on-vergiste mest.

Als gevolg van combinatie van anaerobe omstandigheden en het optreden van hydrolyse processen kunnen pathogenen en onkruidzaden onschadelijk worden gemaakt (Edelmann, 2011). In hoeverre dit gebeurt hangt af van de verblijftijd, de menging van mest en co-producten, het type onkruid/fytopaathogeen en het type vergister waarin de vergisting plaats vindt. Bij een lange verblijftijd, goede menging en vergisten volgens het batch-principe bij een hoge temperatuur zal de satinerende werking van co-vergisting het grootst zijn. Bij een volledig gemengde vergister bestaat het risico dat een deel van de nieuw toegevoegde biomassa de vergister direct weer verlaat. Onkruidzaden en ziektekiemen kunnen op deze manier terecht komen in het digestaat.

De risico's van verontreiniging van het digestaat zijn dus groter bij een volledig gemengde vergister dan bij een vergister die werkt volgens het batch-principe. In de literatuur wordt vaangeraden om de mest gedurende een korte tijd (ongeveer een uur) te verhitten hierdoor worden de ziektekiemen en onkruidzaden in het risicomateriaal (in dit geval de mest) afdoende gedood.

Naast de aanwezige ziektekiemen en andere verontreinigde stoffen in mest kunnen deze stoffen evengoed voorkomen in de producten die naast mest in de vergister worden gestopt. Het gaat dan vooral om de aanwezigheid van zware metalen, arseen en microverontreinigingen. Om te voorkomen dat via de co-producten deze stoffen de grond inkomen, en zo worden opgenomen in de voedselketen, heeft de wetgever een lijst opgesteld met producten die vergist mogen worden in combinatie met mest (Ehlert 2004). De producten worden gekeurd aan de hand van drie criteria die zijn opgesteld. Als ze aan een van deze criteria voldoen komen ze op de positieve lijst. De producent van biogas kan bekijken welke hoeveelheden van welk product toegevoegd mogen worden aan het proces. In de bijlage zal een lijst worden opgenomen met een overzicht van deze stoffen.

Het uiteindelijke digestaat kan worden teruggevoerd naar de reactor om opnieuw te worden vergist, daarnaast kan de producent er voor kiezen het digestaat in de vorm van mest uit te rijden over het land. Dan krijgt het digestaat de zelfde functie als mest. Economisch gezien is dit zeer positief voor de boeren, zij hoeven immers geen kunstmest te kopen. Daarnaast is uit verschillende onderzoeken van de laatste jaren gebleken dat de geur uitstoot beduidend lager zijn van vergiste

mest ten opzichte van on-vergiste mest. Dit is een bijkomend voordeel bij het uitrijden van het digestaat over het land.

3.5.2 GFT-VERGISTING

Uit het bedrijfsbezoek bij afvalverwerker Twence blijkt dat het digestaat opnieuw de vergister wordt ingebracht. Het wordt dan gemengd met verse biomassa en zo opnieuw vergist. Uit het bezoek bleek dat dit nog niet volledig werkte aangezien er grote massa's digestaat lagen uit te dampen op een stuk grond. Het digestaat kan overigens ook worden verkocht aan consumenten die het als compost kunnen gebruiken. Bij het gebruik van digestaat zijn geen risico's aanwezig zoals die eerder zijn genoemd bij de co-vergisting van mest. Dit komt door de samenstelling van de biomassa die alleen bestaat GFT-afval. Er kunnen risico's ontstaan als er schadelijk materiaal in de biomassa aanwezig is zonder dat men daar weet van heeft. Het gaat dan om de aanwezigheid van bijvoorbeeld plastic of ander niet biologisch materiaal. Door een goed scheidingsproces kan wordt voorkomen dat dit materiaal in de vergister terecht komt. Bij onder andere Twence doet men dit wel, hierdoor krijgt men een afbreekbaar eindproduct dat kan worden gebruikt voor verschillende doeleinden.

H4: TOEPASSING BIOGAS

4.1 TOEPASSING BIOGAS IN NEDERLAND

In Nederland zijn vier verschillende toepassingen die worden gebruikt voor het biogas. Bij elk van de toepassingen wordt biogas omgezet in duurzame energie die bruikbaar is voor particulieren of bedrijven. Biogas kan worden omgezet in elektriciteit, warmte of gas. De vier toepassingen zijn:

1. Elektriciteitsproductie uit biogas
2. Warmteproductie uit biogas
3. Elektriciteit en warmteproductie uit biogas
4. Groen gas uit biogas

De eerste drie toepassingen gaan via een warmte kracht koppeling (WKK). De WKK is in feite een gasmotor gekoppeld aan een generator, waardoor een gecombineerde productie aan warmte en elektriciteit plaatsvindt. De gasmotor heeft lage onderhoudskosten en heeft weinig uitlaatgasemissies. De gasmotor werkt alleen bij een methaangehalte van >45%, waardoor de motor aangesloten moet zijn op een aardgasaansluiting, om stilstand te voorkomen. De geproduceerde warmte door de WKK kan gebruikt worden om huishoudens te verwarmen (deze dienen nu nog in de buurt te zijn). Tevens kan de warmte weer gebruikt worden voor het vergistingsproces. De geproduceerde elektriciteit kan aan een energimaatschappij geleverd worden.

Wanneer er een leveringscontract is afgesloten met een energimaatschappij is het raadzaam om twee kleine WKK's te plaatsen in plaats van één grote. Dit in verband met leveringsafspraken. Wanneer er storing is kan er toch op halve kracht gewerkt worden, waardoor er hoge boetes vermeden worden.

Voor het biogas in de WKK verwerkt kan worden, moet het eerst ontdaan worden van de zwavel, dit omdat het schadelijk is voor de gasmotor. Ontzwaveling kan op verschillende manieren, zowel biologisch als chemisch. Hier een aantal mogelijkheden om het biogas te ontzwavelen:

- Door FeCl_3 doseren in de vergistingstank ontstaan ijzersulfide
- Ijzersulfide wordt ook gevormd wanneer men ijzerkrullen (of FeO) toevoegt
- geïmpregneerde actief kool (vorming van zwavel en water)
- fysische absorptie in water door scrubbing
- chemische absorptie door scrubbing in NaOH
- biologische verwijdering met behulp van een vastbed
- lucht toevoegen aan het biogas (vorming van natuurlijk zwavel)
- luchtstripping en terugwinning (btg, factsheet: Biogas)

Om uit biogas groen gas te krijgen zijn er eerst een aantal bewerkingen nodig voor het gas van voldoende kwaliteit is om geïnjecteerd te worden in het aardgasnet.

In de huidige situatie is warmteproductie of WKK de toepassing met het hoogste rendement, mits er een warmte- en/of elektriciteitsafzet in de buurt is. Indien dit niet het geval is, is het opwerken naar groen gas en het leveren aan het aardgasnet het efficiënts.

4.2 SCHOONMAKEN VAN BIOGAS

Om biogas om te zetten naar groen gas moet de kwaliteit van het methaan gehalte opgeschroefd worden en moeten er schadelijke stoffen verwijderd worden uit het biogas. Voor de bewerking is de samenstelling van biogas als volgt:

- Methaan 50-65%
- Kooldioxide 35 tot 45%
- Waterstofsulfide <1%
- Stikstof <10%

Overige stoffen die voorkomen in biogas zijn zuurstof, koolwaterstoffen, ammonia, halogenen en siloxanen.

Aardgas daarentegen bestaat voor 80-90% uit methaan, 14% uit stikstof en andere stoffen als helium en ethaan. Om biogas om te zetten naar het niveau van aardgas zijn een aantal stappen nodig. Allereerst worden de verontreinigde stoffen verwijderd zoals waterstofsulfide, koolwaterstoffen en ammoniak. Daarna zal het methaan gehalte moeten worden opgeschroefd, dit wordt gedaan door het kooldioxide te verwijderen tot het biogas een methaan gehalte heeft van 80-90%. Na deze stappen is het biogas opgewerkt tot groen gas dat toegevoegd kan worden in het aardgasnet.

In de huidige situatie zijn er vier technieken bekend die gebruikt worden om biogas op te werken tot groen gas. De technieken zijn:

- Membraantechnologie.
- Vacuüm Pressure Swing Adsorption (VPSA).
- Cryogene techniek
- Gaswassingssystemen

4.2.1 MEMBRAANTECHNOLOGIE

In de petrochemische industrie wordt deze technologie vrij algemeen gebruikt voor gasreiniging. De membraam laat de ene molecuul makkelijker door dan de andere, waardoor methaan en kooldioxide gescheiden kunnen worden. Doordat er weinig verschil zit in de doorlaatbaarheid van de stoffen is de scheiding niet absoluut, hierdoor komt een deel van het methaan niet terecht in het groen gas. Wat een verlies betekend van de bruikbare stof methaan.

4.2.2 VACUÛM PRESSURE SWING ADSORPTION (VPSA)

Methaan en kooldioxide hebben ook een verschil in absorptievermogen in een vloeistof, hier kan ook gebruik van gemaakt worden voor scheiding. Het biogas wordt onder druk door een absorber gehaald die het kooldioxide opneemt en het methaan doorlaat. Wanneer de absorber vol zit met kooldioxide wordt deze uitgeschakeld en wordt het kooldioxide door vacuüm zuigen verwijderd.

Hierna kan de absorber weer gebruikt worden voor scheiding. Tijdens deze reiniging moet het gas tijdelijk door een andere absorber gehaald worden. Bij deze techniek gaat er vrijwel geen methaan verloren.

4.2.3 CRYOGENE TECHNIEK

Deze techniek bevindt zich nog in een demonstratiefase. Methaan en kooldioxide hebben een verschillend kookpunt, waardoor bij sterke koeling het kooldioxide in vaste toestand komt en het methaan met een hoge zuiverheid verkregen wordt. Het kooldioxide in vaste toestand wordt ook wel 'droogijs' genoemd. Hierdoor heb je bij cryogene techniek een bijproduct met waarde op de markt, want droogijs wordt in de industrie veelvuldig toegepast.

4.2.4 GASWASSINGSSYSTEMEN

Deze vorm van scheiding is gebaseerd op oplosbaarheid van stoffen. De mate waarin gasvormige componenten over kunnen gaan naar de vloeistoffase is afhankelijk van de oplosbaarheid van deze componenten in de vloeistof. De opname van het af te scheiden moleculen kan vergroot worden wanneer men chemicaliën aan de wasvloeistof toegevoegd. Kooldioxide kan voornamelijk met water worden afgescheiden, methaan kan met behulp van methanol of monoethanolamin (MEA) worden afgescheiden. (Henk Welink e.a., 2007)

4.3 AFNEMERS VAN BIOGAS

De elektriciteit die opgewekt wordt, wordt verkocht aan een elektriciteitsbedrijf, deze is dus de grootste afnemer van door biogas opgewekte elektriciteit. Het overige deel kan worden gebruikt voor het eigen bedrijf.

De warmte die geproduceerd wordt bij een WKK, kan worden gebruikt voor meerdere doeleinden en dus ook door meerdere gebruikers. Zo kan het ingezet worden bij bedrijven in de buurt die de warmte kunnen gebruiken (denk aan kassen). Ook kan er bij een grote installatie de warmte gebruikt worden voor een nabijgelegen woonwijk, door bijvoorbeeld stadsverwarming.

H5: RISICOINVENTARISATIE

5.1 INLEIDING

In hoofdstuk vijf gaan we in op de risico's, grondslagen van deze en op de mogelijke maatregelen die men kan treffen ter voorkoming van een incident. Ook wordt er in gegaan op de interne en de externe veiligheid van deze biogasinstallaties. De verschillende risicocontouren worden uitgelegd en in tabelvorm omschreven.

In het deel grondslag van risico's wordt er uitgelegd wat of wie nu daadwerkelijk het risico veroorzaakt. In het hoofdstuk 'lines of defence' wordt er een beschouwing gegeven van de mogelijke maatregelen ter voorkoming van de mogelijke gevolgen van de risico's.

5.2 DE RISICO'S PER VERGISTER

In hoofdstuk 1 is een overzicht gegeven van de kenmerken van de verschillende vergisters. Hier zijn ook de risico's op deze installaties aan de orde gekomen. In dit hoofdstuk zal hier verder op worden ingegaan en zullen de risico's verder worden uitgewerkt.

Eigenlijk alle vergisters hebben te maken met het risico lekkage en het risico explosie gevaar. Dit omdat iedere vergister zowel een toxisch gas als een brandbaar gas produceert. Dit gas, methaan, het brandbare gas dat deel uitmaakt van het mengsel biogas is brandbaar. Dit brandbare gas kan lijden tot een explosie. Specifiek 5 tot 10% methaan en 90 tot 95% lucht ofwel zuurstof kan lijden tot een explosief mengsel. Denk hierbij dat het gas zich veelal in een gesloten silo bevindt, dit zal voor veel schade en ellende zorgen als het tot een explosie komt. Het H₂S (zwavelwaterstof) wat ook deel uitmaakt van biogas is toxisch. Als dit stofje vrij komt ruik je in eerste instantie een rotte eieren lucht. Heb je te maken met een grote hoeveelheid H₂S, denk hierbij aan een silo waarin biogas wordt opgewekt, is de kans op verstikking en het direct bewusteloos zijn erg groot.

Tijdens het starten of her-starten van het proces is dit risico nadrukkelijk aanwezig. Ervaringen uit het verleden leren ons dat dit het moment is dat het vaak mis gaat.

5.3 INTERNE VEILIGHEID

Het produceren, opslaan en het gebruik van biogas zijn niet risicovrij. Het gas dat men produceert is in eerste instantie natuurlijk brandbaar (methaan) en in een bepaalde omgeving vermengt met zuurstof zoals bijvoorbeeld een silo ook nog eens explosief. Dit vraagt om een specifieke aanpak van de risico's om zo tot een gezonde en veilige werkomgeving te komen. Natuurlijk zijn er verschillende typen risico's aanwezig en doen ze zich voor in meer of mindere mate.

In de inventarisatie van onderzoeksvraag een zijn al verschillende risico's genoemd per aanwezige installatie. Zo zijn lekkage en het vrijkomen van H₂S belangrijke risico's die men moet weten te beperken.

Voor zowel productie, opslag als gebruik van biogas zijn externe risico's en interne risico's verbonden. De interne risico's zijn de risico's die de beheerder, personeel en derden lopen binnen de inrichting. Een inrichting betreft in deze het terrein waarop de biogasinstallatie zich bevindt tot aan de grond of erf grenzen. Dit wordt in de beroepspraktijk ook wel arbeidsveiligheid genoemd. De

interne risico's zijn in deze materie in principe gelijk aan de externe risico's; explosie gevaar en vergiftiging leveren de grootste zorg.

Voor de werkomgeving speelt de concentratie H₂S een belangrijk risico. *“De maximaal aanvaardbare concentratie (MAC-waarde) van H₂S mag niet hoger zijn dan 1,6 ppm. Bij een concentratie hoger dan 50 ppm ontstaat er een acuut gezondheidsrisico. Het bijmengen van dierlijke materialen (eiwitrijke producten) maakt het aannemelijk dat er meer H₂S gevormd zal worden. Afhankelijk van het te vergisten substraat kan de concentratie H₂S oplopen tot 15000 mg/m³ (ca. 10.500 ppm) biogas en bij eiwitrijke stromen zelfs 20.000 ppm”*(DHV B.V.,2009)

5.4 RISICO OORZAKEN

Het vergisten van mest is op zichzelf geen nieuwe activiteit. Echter is de omvang van het vergisten, het aantal vergisters en de hoeveelheden, drastisch toegenomen. Men kan de oorzaken van de verschillende risico's zoeken in het falen van de installatie en/of het falen van de mens.

In geval van vergisting zullen de installatie en de mens beiden een groot aandeel hebben in het ontstaan van onveiligheid. Anders gezegd; “beiden hebben een groot aandeel in de borging van veiligheid”.

Veel bio-installaties zijn onderhevig aan corrosie. Vooral de installaties bij boerenbedrijven zien er van dichtbij veelal slecht uit. De installatie die in het kader van ons onderzoek bezocht is, is daar geen uitzondering op. De eigenaar van de installatie vindt het belangrijker dat de installatie effectief draait en maakt zich weinig tot geen zorgen over de staat van zijn installatie. Letterlijk zei hij; “ach, dat vervangen we wel wanneer het echt nodig is”.

5.4.1 DE GEBRUIKER.

De boer gaat van agrariër naar procesoperator. Om de risico's te kunnen beheersen is het noodzakelijk om kennis en kunde op te doen van de installatie. Dit heeft tot gevolg dat er binnen de bedrijfstak een professionalisering plaats vindt en men moet na gaan denken over de beheersing van veiligheid, veiligheidsbarrières en opleiding van personeel (Heezen P.A.M., 2010).

Om een installatie operationeel en tegelijk zo veilig mogelijk te houden is er dus kennis en kunde nodig. Ook is het van belang dat de agrariër inziet dat hij of zij moet investeren in veiligheid. Dat kan op verschillende manieren, maar de belangrijkste twee zijn het onderhoud van de installatie en de kennis om veilig een installatie te beheren.

5.4.2 DE INSTALLATIE.

Uitvoerig beschreven door de mensen van het RIVM in de biogas bowtie analyse(Heezen P.A.M., 2010), het falen van de installatie (zie bijlage 2). De biovergister heeft te maken met vele vormen van falen. Denk hierbij aan corrosie, zowel interne corrosie als externe corrosie. Externe beschadiging, vermoeiing van materiaal, stress(mechanische spanning), onderhoud van de biovergister en niet te vergeten over en onderdruk. Al deze elementen kunnen ervoor zorgen dat de installatie faalt (LOC) en een gevaar oplevert voor de interne en externe omgeving. Ook de PGS6(publicatiereeks gevaarlijke stoffen) noemt een aantal basis faaloorzaken. De belangrijkste die nog niet genoemd zijn hierboven en wel genoemd worden in het PGS6 zijn; lage temperatuur, hoge

temperatuur en erosie (PGS6, 2009). De elementen die hierboven worden genoemd hebben allemaal 'lines of defence', ofwel maatregelen om te voorkomen dat er zich een incident voordoet. Om de materie iets te verduidelijken volgt een korte uitleg.

Externe corrosie, dit komt bijvoorbeeld voor als roest op de installatie. De 'lines of defence' die men hiertegen kan gebruiken zijn als volgt; materiaal keuze, men kan ervoor kiezen materiaal te gebruiken dat bestendig is tegen roest bijvoorbeeld kunststoffen en/of roestvrijstaal. Een adequaat ontwerp installatie, men kan de installatie zo bouwen dat deze beschermt is tegen water en wind.

Kathodische bescherming, is een methode van corrosiebestrijding. Dit is een potentiaalverlaging van het object. Door het potentiaal voldoende te verlagen wordt anodereactie van ijzer tot ijzerionen sterk vertraagd dat hij praktisch te verwaarlozen is.

Aarding, dit heeft deels te maken met kathodische bescherming. Als we het object niet aarden is er een kans dat deze statisch geladen blijft en voor vonk vorming kan zorgen.

De laatste line of defence is eigenlijk heel simpel, gewoon zelf de visuele controle uitvoeren. Dit is kosteloos en zeer effectief.

5.5 EXTERNE VEILIGHEID

5.5.1 INLEIDING

Waar wordt gewerkt met gevaarlijke stoffen daar ontstaan risico's. Die risico's zijn niet alleen aanwezig voor de personen die aan het werk zijn op het bedrijf, of op een vergistingsinstallatie. Er zijn ook risico's voor de omgeving, de zogenaamde externe veiligheidsrisico's. Het mengsel van biogas bestaat uit verschillende gevaarlijke stoffen, zoals zwavelwaterstof (H₂S) en methaan (CH₄). Als deze gassen vrijkomen kan dit een gevaar opleveren voor de omgeving en de personen die daar aanwezig zijn. De regels die horen bij het externe veiligheidsbeleid staan omschreven in het BEVI. Hierin wordt de drempelwaarde aangegeven waaraan een bedrijf moet voldoen om onder het BEVI te vallen. Voor bedrijven die biogas produceren geldt dit dus ook, als zij tenminste aan die drempelwaarde voldoen. Voor bijna alle biogasinstallaties geldt dat zij niet vallen onder het BEVI omdat bij die bedrijven de drempelwaarde niet wordt overschreden. Biogasinstallaties vallen niet onder het BEVI als zij blijven onder de drempelwaarde van 10 ton CH₄, 50 ton NH₃, en 5 ton H₂S. Dit betekent dat veel vergisters in Nederland niet onder het BEVI vallen. Toch kan het bevoegd gezag bij het beoordelen van de Wet Milieubeheer de vergunde partij altijd vragen inzicht te geven in de te verwachten gevaren en risico's voor het bedrijf en de omgeving (DHV B.V., 2009). De informatie in dit hoofdstuk zal voor een groot deel komen uit een onderzoeksrapport van het RIVM "Veiligheid grootschalige productie van biogas" en de daarbij horende bijlagen.

5.5.2 HET GROEPSRISICO

"Het groepsrisico is het risico dat een groep personen in het invloedsgebied van een inrichting komt te overlijden als een direct gevolg van een ongewoon voorval met gevaarlijke stoffen in die inrichting" (Rodenhuis W. Smeitink. W, 2011). Om het groepsrisico te berekenen is het dus ook noodzakelijk om te weten hoeveel personen er aanwezig zijn binnen het invloedsgebied. Het invloedsgebied kan door regelgeving worden vastgesteld, als dit niet het geval is kan men de grens nemen tussen de

bron het de grens van 1% letaliteit. Dit wil zeggen de grens waarop nog 1% van de aanwezige personen komt te overlijden (Rodenhuis W. Smeitink. W, 2011). Voor de biogasinstallaties betekent dit dat de grens wordt aangenomen van 1% letaliteit aangezien er geen wettelijke grenzen zijn voor de biogasinstallatie.

H₂S is een zeer toxische stof, de hoeveelheid H₂S is sterk afhankelijk van het te vergisten materiaal. Bij co-vergisting gaat het om de hoeveelheid mest en de aanwezige H₂S in het co-substraat. Hoe meer zwavel aanwezig is in het co-substraat des te meer H₂S zal er aanwezig zijn in het biogas. Er is geen eenduidige waarde te vinden van het aanwezige H₂S in het biogas, de maximale aanwezige H₂S varieert van 0.1vol% tot 3vol%. Uit deze uiteenlopende waarden is vast gesteld dat onder normale omstandigheden er 0.1vol% H₂S aanwezig is in het biogas (RIVM, 2010). De biogasinstallaties kunnen volgens het BEVI niet worden ingedeeld naar een bepaalde categorie, daarom vallen deze bedrijven onder de niet-categoriale bedrijven. Voor de berekening van de onderstaande scenario's is uitgegaan van een biogasinstallatie van 2500m³ biogas. Dit is een gemiddelde van de bedrijven. Daarnaast gaat het alleen om co-vergistingsinstallaties. Over andere type vergistingsinstallaties zijn geen gegevens te vinden wat betreft de externe veiligheidsrisico's.

Scenario 1: Giftigheid van biogas indien een reactor faalt

Voor het vaststellen van de effectafstanden wordt gerekend met drie verschillende waarden H₂S in het biogas, namelijk: 0.1, 1 en 3vol% H₂S in biogas. Uit de literatuur blijkt dat de meest voorkomende waarde 0.1vol% H₂S in het biogas is daarom is dit de eerste waarde waarmee gerekend wordt. Het Stoffen Expertise Centrum van het RIVM heeft H₂S op de volgende manier geclassificeerd van 0.2 tot 1vol% H₂S als toxisch (T), en concentraties hoger dan 1vol% als zeer toxisch (T+). Daarom heeft men voor de berekening gekozen voor 1vol% als tweede classificatie. Als laatste waarde heeft men gekozen voor 3vol% omdat uit de literatuur blijkt dat dit het hoogst gemeten waarde H₂S in biogas is. Daarnaast zijn de percentages aanwezige H₂S van belang in verband met de wet- en regelgeving die geldt zoals de classificatie van het BRZO.

De onderzoekers van het RIVM hebben gekozen voor twee scenario's waarmee gerekend is. Dit zijn het in één keer vrijkomen van al het biogas in de installatie, en het leeglopen van de installatie in 10 minuten. Daarnaast is rekening gehouden met verschillende weertypen tijdens het leegstromen van de installatie. Men heeft hier rekening mee gehouden omdat het gas anders reageert in verschillende omstandigheden. Er is gekozen voor de Pasquill-classificatie die weertypen indeelt in klassen van A t/m F. F staat voor stabiel weer zoals 's nachts of tijdens bewolkt weer, en levert bij verspreidingsberekeningen meestal een worst-case-scenario op. A staat voor instabiel weer zoals overdag met volop zon. D staat voor het gemiddelde weer in Nederland, achter de letters staat een getal. Dit getal staat voor de gemiddelde windsnelheid in m/s. De drie weer typen waarmee gerekend is zijn: F1,F5, D5 en D9. In tabel 1 zijn de resultaten weergegeven van de effectafstanden waarbij 1% van de aanwezige en continue onbeschermde personen overlijdt ten gevolgen van toxische eigenschappen van H₂S in het biogas. Hierbij wordt het onderscheid gemaakt tussen de drie concentraties H₂S in het biogas.

Vol% H ₂ S	Instantaan falen			10-minuten uitstroom		
	F1,5	D5	D9	F1,5	D5	D9
0,1	-	-	-	2	2	2
1	14	19	20	35	27	21
3	118	166	200	138	122	83

TABEL 1: MAXIMALE EFFECTAFSTAND IN METERS TOT 1% LETALITEIT ALS GEVOLG VAN DE TOXICHE EIGENSCHAPPEN VAN BIOGAS (HEEZEN, P.A.M. 2010)

Uit de bovenstaande resultaten blijkt dat bij het uit een keer leeg stromen van de biogasinstallatie er geen gevaar voor de omgeving ontstaat bij een H₂S hoeveelheid van 0.1vol %. Uit het onderzoek blijkt dat de meeste vergisters een dergelijke hoeveelheid H₂S produceren. Als de tank in tien minuten leegstroomt zijn de GR-contouren twee meter, dit is zo laag dat dit niet direct gevaar oplevert voor de omgeving. Dit zorgt alleen voor interne veiligheidsrisico's. Als de percentages H₂S in het biogas hoger worden neemt het plaatsgebonden risico toe. Bij de verschillende weertypen zal dit direct gevaar opleveren van maximaal twintig meter bij 1vol % H₂S. Als de tank inhoud in tien minuten leegstroomt neemt de afstand toe tot maximaal vijfendertig meter. Bij 3vol % wordt de risico-afstand zeer groot en zal het direct een gevaar opleveren voor de omgeving vooral bij weertype D9, hier is de afstand 200 meter. Als de tank, bij deze hoeveelheid H₂S, in tien minuten leegstroomt zijn de GR-afstanden lager en ligt deze op maximaal 138 meter. Het kan voorkomen dat de hoeveelheid van 3vol % H₂S wordt gehaald maar uit het onderzoek blijkt dat dit het hoogst gemeten percentage H₂S in het biogas is, het is daarom niet aannemelijk dat dit percentage ook werkelijk aanwezig is bij alle biogas installaties.

Het lekken van H₂S levert dus niet direct gevaar op voor de omgeving als het gaat om externe veiligheidsrisico's. Maar is het wel een gevaar voor de interne veiligheid rondom de installatie. Hierover zal verderop in het rapport aandacht worden geschonken. Daarnaast gaat men uit van 1% letaliteit, dit wil zeggen dat 1% van de personen die aanwezig zijn binnen het effect gebied overlijdt ten gevolge van het lekken van zwavelwaterstof. Dit percentage ligt niet hoog, mede hierdoor valt het risico van het lekken van H₂S te verwaarlozen. Uit de resultaten van het explosie scenario blijkt dat dit risico veel prominenter aanwezig is als risico voor de omgeving, dus als externe veiligheidsrisico.

Scenario 2: brandbare eigenschappen

Naast de toxische eigenschappen is biogas ook zeer brandbaar als het in bepaalde verhouding in de atmosfeer komt. Deze brandbare eigenschappen zijn voor de berekening van het groepsrisico in een zelfde tabel gezet als tabel 1. Hierbij is dus ook rekening gehouden met de zelfde weertypen als bij het scenario lekken van zwavelwaterstof.

Vol% H ₂ S	Instantaan falen			10-minuten uitstroom		
	F1,5	D5	D9	F1,5	D5	D9
0,1	19	48	90	10	8	7
1	23	65	124	11	9	7
3	210	340	450	13	10	8

TABEL 2: MAXIMALE EFFECTAFSTAND IN METERS TOT 100% LETALITEIT ALS GEVOLG VAN DE BRANDBARE EIGENSCHAPPEN VAN BIOGAS (HEEZEN P.A.M. 2010)

Uit deze resultaten blijkt dat bij een laag H₂S gehalte de brandbare eigenschappen voor een veel groter invloedsgebied zorgen dan bij het lekken van H₂S. Bij het in een keer leeg stromen van de reactor is het invloedsgebied veel groter dan bij het leegstromen in 10 minuten. Juist bij het lekken van H₂S zorgt het leegstromen in 10 minuten voor een risico voor de omgeving, maar dit risico valt in het niet als je deze vergelijkt met de brandbare eigenschappen. Want bij een leeg stroom van biogas in 10 minuten is de kans groter dat je overlijdt ten gevolge van de brandbare eigenschappen dan ten gevolge van de toxische eigenschappen van het biogas.

Uit deze cijfers kan worden opgemaakt dat bij een H₂S gehalte van 0.1vol % er alleen wordt gekeken naar de brandbare eigenschappen van het biogas. Vanaf 1– 3vol % H₂S moeten ook de toxische eigenschappen in ogenschouw worden genomen voor de externe veiligheidsrisico's (RIVM, 2010).

Scenario 3: explosie

Naast dat biogas in bepaalde samenstellingen giftig is, is het ook explosief. Dit speelt ook mee in de berekening van het groepsrisico, voor de berekening van de effect afstanden is men uit gegaan van verschillende volumes biogas. Voor de berekening heeft men gebruik gemaakt van twee verhouding biogas, namelijk een verhouding van 80% methaan en 20% kooldioxide en 50% methaan en 50% kooldioxide. Uit onderzoek blijkt dat een precieze verhouding van het biogas niet te geven valt omdat de samenstelling per type vergistingsproces verschilt. De verhouding kan zelfs per dag verschillen al zullen de verhoudingen dan niet ver uit elkaar liggen. Zoals uit hoofdstuk 3 blijkt heeft dit voor al te maken met de producten die men vergist. De cijfers die hieronder zijn weergegeven zijn berekend voor co-vergisting van mest. Voor overige type vergisters zijn geen cijfers gevonden. Maar de verhoudingen komen wel overeen met de meeste vergisters.

Volume biogas in m ³ (0.03 bar)	Effect afstanden bij een explosie in meters		
	Effect afstand tot 0.01 bar overdruk	Effect afstand tot 0.03 bar overdruk	Lower Flammable Level
500	70	35	30
1000	90	45	35
1500	105	50	40
2000	115	55	40
5000	155	75	50
10000	195	95	55
20000	245	120	70

TABEL 3: EFFECT AFSTANDEN BIJ EEN BIOGAS VERHOUDING VAN 80% METHAAN EN 20% KOOLDIOXIDE (RIVM 1, 2008)

Volume biogas in m ³ (0.03 bar)	Effect afstanden bij een explosie in meters		
	Effect afstand tot 0.01 bar overdruk	Effect afstand tot 0.03 bar overdruk	Lower Flamable Level
500	60	30	80
1000	75	40	100
1500	90	45	110
2000	95	50	125
5000	130	65	175
10000	165	85	215
20000	210	105	275

TABEL 4: EFFECT AFSTANDEN BIJ EEN BIOGAS VERHOUDING VAN 50% METHAAN EN 50% KOOLDIOXIDE (RIVM 1, 2008)

Toelichting bij de tabellen

Voor de berekening is men uitgegaan van kleine tot grote biogasinstallaties, de effect afstanden gelden per gashouder of vergistingsinstallatie. Het gaat dus niet om het totaal aanwezige biogas dat wordt geproduceerd. Dit houdt in dat voor een producent die vijf installaties heeft en er dus 5000m³ biogas wordt geproduceerd niet de afstand geldt die hoort bij een volume van 5000m³. De berekende effectafstand is dan 1000m³ omdat er vijf losse installaties staan die 1000m³ biogas produceren. Over de domino effecten bij het falen van een installatie zal verderop worden ingegaan.

Het aantal bar overdruk wil zeggen wat de druk is waarmee het biogas vrij komt in de atmosfeer. Dit is afhankelijk voor de explosie grenzen, hoe hoger de druk de druk bij waarmee het biogas vrijkomt des te sneller explodeert het. Hierdoor is de effectafstand kleiner maar de explosie heftiger. Bij de lagere druk waarmee het vrijkomt, zijn de explosie grenzen dus groter. Uit de cijfers blijkt dat er aanzienlijk verschil zit in die afstanden. Om de kracht van de explosie uit te drukken heeft men gebruik gemaakt van de overdruk van de explosie. Hierbij is gekozen voor twee waarden, namelijk 0,01 bar overdruk en 0.03 bar overdruk. Waarbij 0.03 bar overdruk het krachtigst is. De druk van de explosie hoeft niet dodelijk te zijn maar door de hitte die vrijkomt tijdens de explosie is de kans op fatale afloop groter.

Het Lower Flamable Level (LFL) wil zeggen op welke afstand het biogas nog brandbaar is, het gaat dan om de maximale afstand in meters. Het gaat om de verhouding 5- tot 10vol % biogas in de atmosfeer. In deze conditie is het biogas brandbaar als er een ontstekingsbron aanwezig is.

Biogas is een mengsel dat voornamelijk bestaat uit methaan en kooldioxide. Voor de berekening is men uitgegaan van twee uiterste verhoudingen. Dit wil zeggen dat men de boven- en de ondergrens van de samenstelling biogas heeft genomen. Een exacte samenstelling van biogas valt namelijk niet te geven. Voor de modellering in SAFETI-NL heeft men daarom deze verhoudingen gebruikt, 80%

methaan – 20% kooldioxide en 50% methaan – 50% kooldioxide. Methaan is een uiterst brandbare stof en heeft een relatieve dichtheid van 0.6 (1= lucht) (Westfalen, 2003). Dit houdt in dat methaan dus lichter is dan lucht en daarom snel opstijgt als het vrij komt. Kooldioxide is verstikkend in hoge concentraties, voor biogas is dit niet relevant en is dit geen extern veiligheidsrisico omdat andere risico's sterker aanwezig zijn dan dit risico. Kooldioxide heeft een dichtheid van 1,52 (1= lucht) (Linde gas, 2005). Dit betekent dat kooldioxide blijft drijven als het vrijkomt en niet direct opstijgt omdat het zwaarder is dan lucht. Voor het LFL betekent dit dat de samenstelling van 80% methaan sneller in de atmosfeer wordt opgenomen, hierdoor ligt het LFL lager. Bij de samenstelling van 50% methaan blijft het biogas veel langer bij de grond door een hogere concentratie kooldioxide, daardoor ligt het LFL bij deze samenstelling hoger

5.6 PLAATSGEBONDEN RISICO

Het plaatsgebonden risico is “De kans per jaar dat een persoon die permanent en onbeschermd zou verblijven in de directe omgeving van een inrichting of transportroute overlijdt als direct gevolg van een ongeval met gevaarlijke stoffen in die inrichting of op die route” (Van Vliet, A.A.C. e.a., 2005). In het BEVI zijn de normen aangegeven die gelden voor het PR, deze is wettelijke vastgesteld om een kans van 10^{-6} per jaar. Dit wil zeggen de kans dat een persoon komt te overlijden door een ongeval ligt op 1 op de 1.000.000 per jaar. Voor biogas installaties is dit vastgelegd aan de hand van de inhoud van de gasopslag. In tabel 5 zijn de afstanden aangegeven aan de hand van de inhoud van de gasopslag. Hierbij, is net als bij de berekening van de afstanden van het GR, gebruik gemaakt van twee verhoudingen biogas.

Volume biogas in m ³	Samenstelling biogas 80% – 20%	Samenstelling biogas 50% – 50%
500	30	25
1000	40	40
1500	45	45
2000	50	50
5000	70	70
10000	85	95
20000	110	120

TABEL 5: AFSTAND TOT PR 10^{-6} CONTOUR IN METERS BIJ TWEE VERSCHILLENDE SAMENSTELLINGEN BIOGAS (RIVM 1, 2008)

Deze cijfers komen uit een rapport van het RIVM dat is opgesteld voor vergunningverleners, dit zijn overigens geen wettelijke normen maar richtwaarden waar men rekening mee kan houden. Uit het rapport “Veiligheid grootschalige biogas productie van biogas” blijkt dat na berekening van het PR-contour maximaal op 50 meter uit komt. Dit betekent dat in de meeste gevallen dit geen risico op levert voor de omgeving aangezien de contouren niet buiten het eigen terrein komen. De risico-contouren zoals die in tabel 5 staan zijn slechts een indicatie, per biogas installatie kunnen de risico-contouren verschillen. Want in de berekening wordt rekening gehouden met veiligheidsvoorzieningen, weersomstandigheden en allerlei andere variabelen die na een bekering

leiden tot een bepaalde risico-afstand. Voor een individuele situatie kan het aantal meters dus afwijken zoals hierboven staat weergegeven.

5.7 GEBRUIKTE SCENARIO'S VOOR DE BEREKENING VAN DE RISICO-AFSTANDEN

Voor het berekenen van de risico-afstanden wordt in het rekenprogramma SAFETI-NL gebruik gemaakt van scenario's. Dit scenario omschrijft een ongeval dat kan plaats vinden. Voor bedrijven die onder het BEVI vallen is een handleiding geschreven waarin per type installatie de scenario's staan omschreven. Een biogas installatie valt onder het type gashouder. Een gashouder staat omschreven als: *“Gashouders zijn grote, uitschuifbare reservoirs waarin gassen opgeslagen worden bij (bijna-) atmosferische druk”*. Deze omschrijving komt aardig overeen met de reactor waarin biogas wordt opgewekt. Het biogas wordt immers opgeslagen onder atmosferische druk, dit kan in allerlei vormen en maten maar in principe komt iedere installatie met elkaar overeen. De kenmerken van een gashouder zijn als volgt omschreven. De druk in het reservoir is constant en het volume van het reservoir varieert. De buitenkant is van staal en de bovenkant kan bewegen. De scenario's gelden voor alleen voor de gashouder, voor de leidingen zijn andere scenario's maar die worden hier niet opgenomen (RIVM 2, 2009). Zoals eerder ook al genoemd is staan in tabel 6 de gebruikte scenario's met de bijbehorende faalfrequentie.

	Frequentie (per jaar)
1. Instantaan vrijkomen van de gehele inhoud	5×10^{-6}
2. Vrijkomen van de gehele inhoud in 10 min. in een continue en constante stroom	5×10^{-6}
3. Continu vrijkomen uit een gat met een effectieve diameter van 10 mm	1×10^{-4}

TABEL 6: SCENARIO'S VOOR GASHOUDERS (RIVM 2, 2009)

Dit zijn de drie maatgevende scenario's voor de risico berekening. De kans op scenario 3 is groots per jaar. Voor scenario 1 en 2 zijn de kansen gelijk. Scenario 1 kan voorkomen als het doek dat bovenop de vergister zit scheurt en daardoor de gehele inhoud van de reactor in een keer vrij komt, dit kan ook gebeuren door externe beschadiging bijvoorbeeld tijdens noodweer het kan gebeuren dat er een voorwerp tegen de vergister aan komt en dat deze daardoor kapot gaat en de inhoud in een keer vrijkomt. Het vrijkomen van biogas in 10 minuten kan voorkomen doordat er een lekkage zit in de leidingen en de inhoud daardoor vrijkomt. De kans op het continu vrijkomen van biogas uit een gat met een diameter van 10mm is het grootst. Een gat kan op verschillende plekken ontstaan, de meest voor de hand liggende plek is de vergister zelf waarin het biogas wordt opgewekt. Net als bij scenario 1 en 2 kan een gat in het doek ervoor zorgen dat het biogas vrijkomt.

5.8 DOMINO-EFFECTEN BIJ HET FALLEN VAN EEN VERGISTER

Een vergistingsinstallatie bestaat meestal uit meerdere vergisters waar biogas wordt opgewekt. Met SAFETI-NL is een berekening gemaakt aan de hand van een vergisters van 350M3 biogas. Men gaat dan uit van een explosie die 50 meter rondom die vergister invloed heeft, het gaat dan om 0.01 bar overdruk. In de praktijk staan vergisters minder dan 50 meter van elkaar af. Het is dus waarschijnlijk dat door het falen van een vergister een tweede of meerdere vergisters ook falen. Het

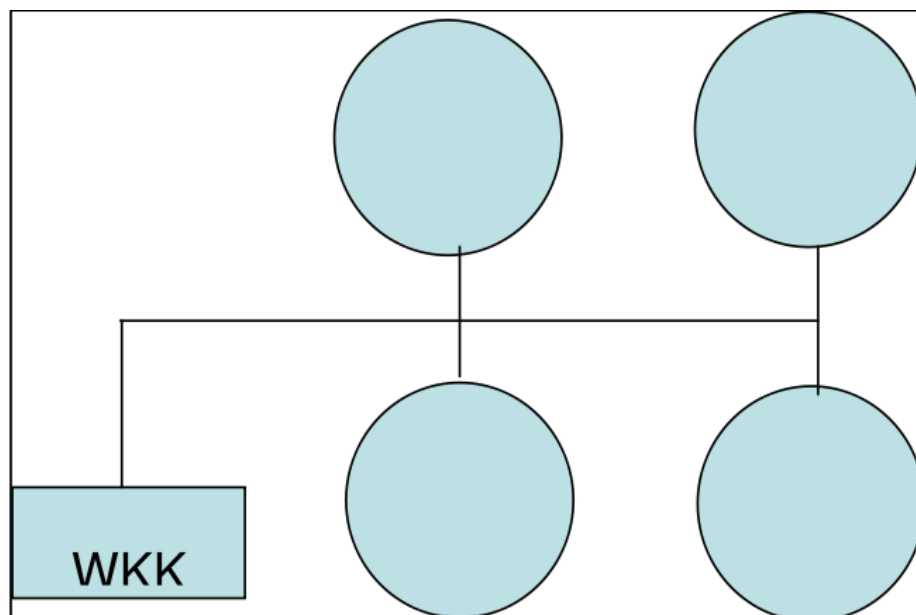
falen van enkele vergisters kan leiden tot slachtoffers, maar het is niet waarschijnlijk dat door het optreden van domino-effecten er meer slachtoffers zullen vallen (Heezen, P.A.M., 2009). Het falen van een vergister en de daarop volgende effecten leiden wel tot meer economische schade aangezien de gehele vergistingsinstallatie kapot kan gaan. Onder het falen van een vergister wordt verstaan dat door een explosie of een gaswolk brand de reactor faalt (Heezen, P.A.M., 2009).

5.9 CASUS

Om inzicht te geven in de externe veiligheidsrisico's wordt in een casus beschreven welke risico-contouren gelden voor een gemiddelde biogasinstallatie. Deze gegevens zijn verkregen via het RIVM. Daar hebben ze met SAFETI-NL berekend wat de exacte risico-afstanden zijn. Voor deze berekening is gebruik gemaakt van twee samenstellingen biogas zoals al eerder is omschreven, namelijk een verhouding van 80% methaan en 20% kooldioxide en 50%methaan en 50% kooldioxide. Het originele document waar deze informatie vandaan komt is terug te vinden in bijlage 4.

Het gaat om een middelgrote installatie met vier vergistingstanks van 2000m³. Bovenin de tanks bevindt zich 500m³ biogas, het biogas gaat naar één centrale WWK-installatie. Per reactor zijn er drie scenario's gebruikt namelijk:

- Instantaan falen 5×10^{-6}
- 10 minuten uitstroming 5×10^{-6}
- 10 mm lek 1×10^{-4}

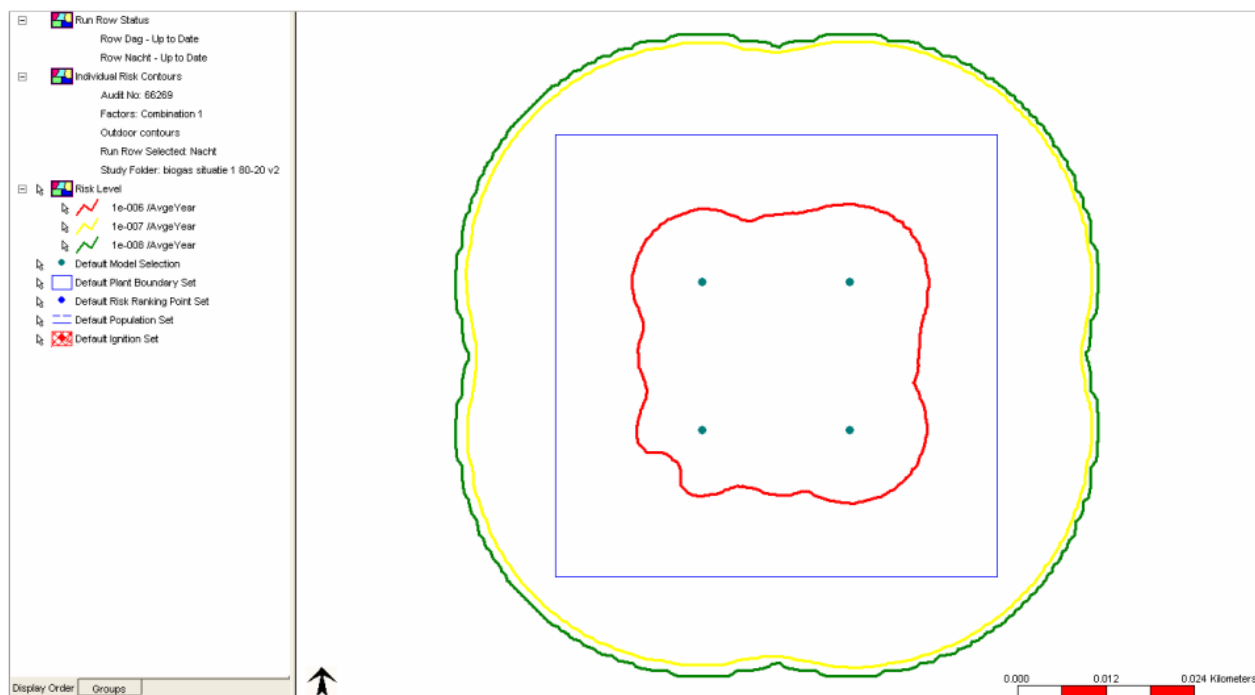


AFBEELDING 3: SITUATIE WEERGAVE (BIJLAGE 5 RIVM GROOTSCHALIGE PRODUCTIE BIOGAS 2010)

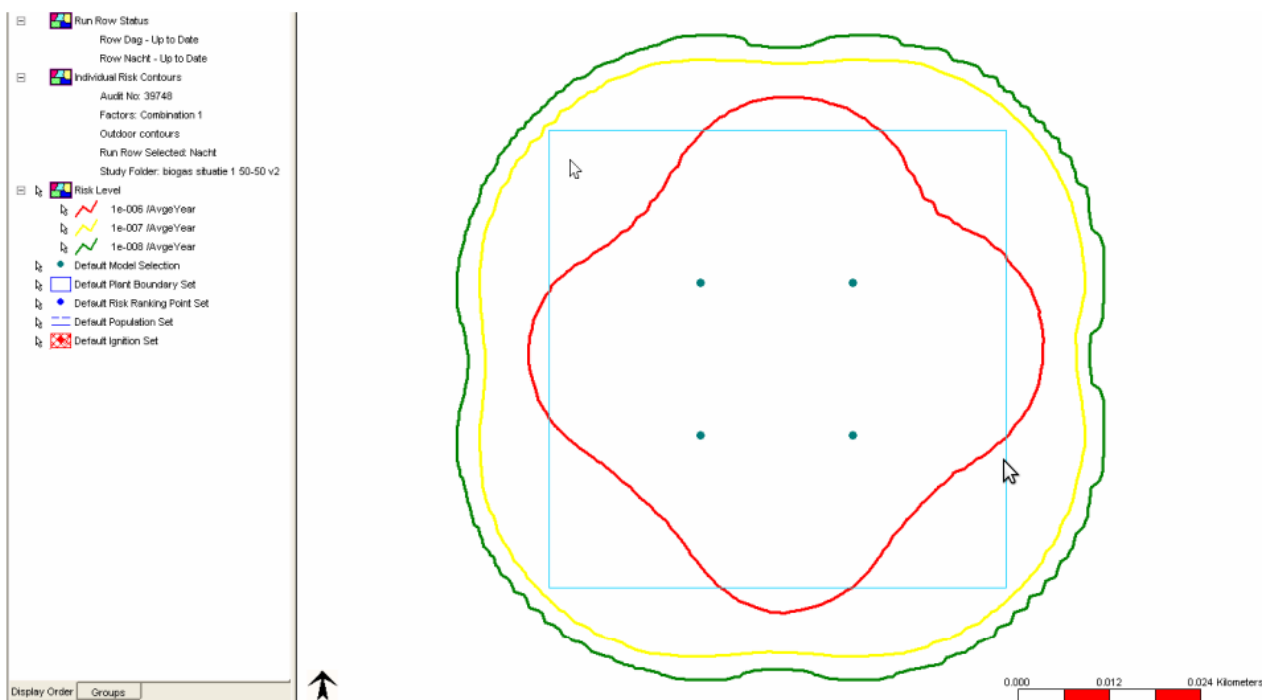
Er is geen rekening gehouden met de met domino-effecten aangezien alle reactoren dezelfde inhoud hebben.

De uitstroomhoogte voor het 10 minuten scenario en het 10mm lek ligt op 6 meter hoogte.

De volgende twee afbeeldingen geven de risico-contouren weer van deze installatie. De vier blauwe puntjes in het midden zijn het midden van de vier reactoren. De rode lijn geeft de 10^{-6} contour weer de gele lijn geeft 10^{-7} contour weer en de groene lijn geeft de 10^{-8} contour lijn weer die tevens de 1% letaliteit grens is voor het groepsrisico.



AFBEELDING 5: BIOGAS 80% METHAAN - 20% KOOLDIOXIDE (BIJLAGE 5 RIVM GROOTSCHALIGE PRODUCTIE BIOGAS 2010)



AFBEELDING 4: BIOGAS 50% METHAAN - 20% KOOLDIOXIDE (BIJLAGE 5 RIVM GROOTSCHALIGE PRODUCTIE BIOGAS 2010)

Risico-contouren	Biogas 80% methaan – 20% kooldioxide (gemeten vanuit het midden)	Biogas 50% methaan – 50% kooldioxide (gemeten vanuit het midden)
Rood 10-6 contour (PR)	22m	33m
Geel 10-7 contour	44m	38m
Groen 10-8 contour (GR)	48m	45m

TABEL 7: CONTOUREN IN METERS GEMETEN VANUIT HET MIDDEN VAN DE INSTALLATIE

De twee samenstellingen biogas vertonen beide een verschillend beeld als het gaat om de risico-contouren. Het biogas 50-50 heeft een grotere PR contour dan het biogas 80-20. Dit verschil komt doordat kooldioxide zwaarder is dan lucht en methaan juist lichter is dan lucht. Daardoor blijft de samenstelling 50-50 langer bij de grond en brengt hierdoor meer risico met zich mee. In de samenstelling 80-20 zit meer methaan dat lichter is dan lucht hierdoor wordt het sneller opgenomen in de atmosfeer, daardoor brengt het in die zin minder risico met zich mee. De overige risico-contouren van het biogas 80-20 zijn wel groter dan de samenstelling 50-50. Dit kan verklaart worden door het feit dat de samenstelling 80-20 brandbaarder is dan de samenstelling 50-50 hierdoor wordt het invloedsgebied vergroot.

5.10 DIEREN

In de gevonden documentatie over de diverse installaties, bepalingen omtrent materialen, afstanden tot huizen en of omgeving wordt er verder geen aandacht besteed aan het welzijn van dieren.

In de erkenningseisen van het nVWA staat wel omschreven dat de installatie op voldoende afstand moet worden geplaatst ten opzichte van de stallen waar het vee wordt gehouden. Deze installatie moet fysiek dus worden gescheiden van de stal. Echter staan er in dit document geen eisen genoemd omtrent afstanden of sterkte van muren.

Wel kan de inspecteur van het nVWA bij controle ingrijpen mocht er iets niet in orde zijn op het bedrijf. Omdat een schuur met vee niet genoemd staat als kwetsbaar object in art. 1 van het Bevi kan de boer zijn installatie bouwen waar hij wil, mits hij de fysieke eis in acht neemt.

Het is vreemd dat hier geen aandacht aan wordt besteed door de overheid, althans niet in de gebruikte literatuur. De literatuur spits zich enkel toe op het welzijn van de mens en laat de dieren buiten beschouwing. Hoe dit in de praktijk gaat is niet bekend, verwacht mag worden dat de boer bij het plaatsen van een installatie hier zelf rekening mee houdt aangezien het zijn eigen dieren zijn. Echter is het naar onze mening een taak van de overheid om ook hier over na te denken en bij de vergunningverlening van mestvergisters aandacht te geven aan het dierenwelzijn.

5.11 CONCLUSIE

Wettelijk gezien vallen de meeste vergistingsinstallaties niet onder het BEVI of de BZRO, ondanks dat heeft de overheid toch onderzocht wat de risico-contouren zijn omtrent biogas installaties. Hieruit blijkt dat de afstanden afhankelijk zijn het aanwezige biogas in de installatie. Hierbij wordt de plaatsgebonden risico-afstand gesteld op 50 meter vanaf het midden van de installatie. Het maatgevend scenario hiervoor is een explosie, aangezien de explosie de meeste schade aanricht. Het vrijkomen van een toxische wolk wordt niet gezien als risico voor de omgeving. Maar met de giftigheid van biogas moet zeker rekening worden gehouden als het gaat om de interne veiligheid op het bedrijf. Alle risico berekeningen zijn gedaan voor de co-vergisting van mest, de overige typen installaties worden buiten beschouwing gelaten. Toch kan ook voor andere type installaties dezelfde conclusie worden getrokken aangezien er gerekend is met verschillende samenstellingen biogas.

H6: LINES OF DEFENCE

6.1 INLEIDING

Voordat een ongeval gebeurt gaan er altijd een aantal zaken aan vooraf. Bijvoorbeeld er ontstaat een gaslek doordat een flens is doorgeroest. Hierdoor ontstaat gaslek, een werknemer die dit niet door heeft gaat aan het werk bij de vergister en stikt bijna door het vrijkomende biogas. Door het nemen van veiligheidsvoorzieningen kan een ongeval voorkomen worden, we spreken dan ook wel over lincs of defence. Hoe meer je van deze lines of defence opstelt hoe kleiner de kans op een ongeval wordt. Het tegenovergestelde is ook het geval als alle lincs of defence falen kan er een groot ongeval plaats vinden. Op een biogasinstallatie kunnen verschillende maatregelen worden genomen om de kans op een ongeval te verkleinen het gaat dan preventieve maatregelen. Daarnaast kan men ook repressieve voorzieningen treffen. Deze treden in werking als zich al een ongeval heeft voorgedaan en dienen ertoe de schade zo beperkt mogelijk te houden. In dit hoofdstuk zullen er een aantal belangrijke veiligheidsvoorzieningen nader bekeken worden.

De gebruikte bow-tie analyse is gemaakt in opdracht van het RIVM, in deze analyse staan alle mogelijke oorzaken die leiden tot een loss of containment (LOC). In dit geval gaat het om het vrijkomen van een grote hoeveelheid biogas.

Aan de hand van de bow-tie analyse zullen er een aantal veiligheidsvoorzieningen/lince of defence nader worden toegelicht. Niet alle onderdelen die staan genoemd in de bow-tie analyse zullen worden toegelicht, de belangrijkste worden uitgelicht. De onderdelen worden toegelicht aan de hand van de functie die het onderdeel heeft voor de veiligheid en wat er mogelijk kan gebeuren als deze faalt. Allereerst worden de preventieve maatregelen genoemd daarna zal worden ingegaan op de repressieve maatregelen.

Om de noodzaak van verschillende veiligheidsvoorzieningen kracht bij te zetten hebben wij een ongevallen overzicht bijgevoegd. Hierin staan een aantal ongevallen met biogasinstallaties omschreven die in Nederland of Duitsland zijn gebeurd.

6.2 PREVENTIEVE VEILIGHEIDSVOORZIENINGEN

6.2.1 MATERIAAL KEUZE

Het opwekken van biogas is een complex gebeuren, het proces gaat in de meeste gevallen 24uur per dag door en ligt dus geen moment stil. Dit moet ook anders, want als het proces niet continu door gaat kan dit een nadelig effect hebben op de kwaliteit van het biogas. Daarnaast vinden er veel chemische reactie plaats in de vergistingstank. Voor de keuze van materiaal wordt in de literatuur gesproken over de zogenaamde best beschikbare technieken (BBT). Dit betekent dat een installateur en producent altijd voor de deze techniek moeten kiezen (DHB B.V., 2009). Naast richtlijnen die de overheid stelt aan de keuze van materiaal, stelt ook het verzekeringswezen eisen aan de kwaliteit van het materiaal. Maar hier zal in het hoofdstuk wetten en regels meer aandacht aan worden besteed

Zwavelwaterstof (H₂S) kan voor corrosie zorgen in de tank. Corrosie kan ervoor zorgen dat het materiaal zwakker wordt en na verloop van tijd kan scheuren of breken. Bij het ontwerp is het dus belangrijk dat er met interne corrosie rekening wordt gehouden en dat het materiaal hierop aangepast kan worden. Men kan er voor kiezen de tank te voorzien van een speciale coating die voorkomt dat de stoffen zorgen voor corrosie in de tank.

Ook corrosie in de gasleidingen kan zorgen voor gevaarlijke situaties, daarom is net als bij de tank verstandig om bij het ontwerp rekening te houden met corrosie die kan ontstaan in de gasleidingen. Daarnaast kan controle van de gasleidingen problemen voorkomen doordat men de problemen dan sneller ziet.

Externe corrosie kan veroorzaakt worden door roest. Verroeste onderdelen zijn zwakker en gaan sneller kapot. Tijdens het ontwerp kan men er voor kiezen RVS-onderdelen te gebruiken in plaats van normaal staal. RVS kan namelijk externe corrosie tegen gaan.

Voor een goed werkende WKK-installatie is het belangrijk om het aanwezige H₂S uit het biogas te filteren. De motor kan namelijk kapot gaan als er te veel H₂S in het biogas blijft zitten. Als de motor stuk loopt die het biogas omzet in elektriciteit en warmte is er een ernstig probleem. Want de productie van biogas gaat gewoon door terwijl er geen biogas wordt afgenomen. Omdat het de productie een biologisch proces is kan de productie niet zomaar stoppen door simpelweg op een knopje te drukken. Het vergistingsproces gaat gewoon verder ook al komt er geen nieuw te vergisten materiaal in de tank. Als de installatie zijn gas niet kwijt kan ontstaat er te veel druk in de tank. De kans is dan aanwezig dat de tank scheurt door een te hoge druk. Als dit gebeurt zijn ontstaat er explosiegevaar en zal een giftige wolk de atmosfeer in worden geblazen. Om dit voorkomen zijn er andere veiligheidsvoorzieningen maar hier zal later op worden ingegaan.

Uit het bovenstaande valt op te maken dat de keuze van materiaal dus zeer belangrijk is. Ook moet de H₂S op de juiste manier uit het biogas worden verwijderd anders kan het de motor van de WKK-installatie aantasten. Door corrosie kunnen er scheuren en barsten in het materiaal komen of kunnen bepaalde onderdelen zoals schoepen niet meer goed werken. Dit heeft weer nadelige gevolgen voor de kwaliteit van het biogas. Corrosie heeft dus alles te maken met de oorzaken van de scenario's die al zijn besproken. Door tijdens de ontwerpfase al de juiste materialen te kiezen kunnen dit soort problemen worden voorkomen.

6.2.2 OPLEIDING EN SCHOLING

Opleiding en scholing is een belangrijke “line of defence” immers als het productieproces op de juiste manier wordt gestuurd is kans op een ongeval ook kleiner. Een goed opgeleide operator is voor de veiligheid van groot belang. Dit punt speelt vooral voor de boerderij vergisters, die vroeger klein zijn begonnen maar tegenwoordig steeds grotere en daarmee ook complexere systemen installeren om meer biogas te produceren. De rol agrariër wordt steeds meer de rol van operator die op de juiste manier moet omgaan met de installatie en die op het juiste moment de juiste beslissingen kan nemen. Een biogas installatie brengt verschillende risico's met zich mee, er is dus kennis en kunde nodig om hierop de juiste manier op in te spelen (RIVM, 2010). Een goed begrip van de eigenschappen van het co-substraat hoort daar ook bij, want dit kan veel proces problemen veroorzaken. Voor een beheersbare, gelijkmatige en dus veiligere bedrijfsvoering is dus de juiste

kennis en over de fysische en chemische eigenschappen van de stoffen nodig. Al deze stoffen hebben invloed op het biogas, zo kan er door toevoeging van teveel co-substraat een hoog gehalte H₂S in het biogas komen en dit brengt weer extra risico's met zich mee. Het co-substraat kan ook zorgen voor ongewenste bij producten zoals drijfslagen in de vergister die weer kunnen zorgen voor verstoppingen. Daarom is het zo belangrijk dat de eigenaar goed is opgeleid en niet zomaar allerlei stoffen in de vergister stopt en dan maar afwacht wat er uitkomt. Hierin ligt een taak voor het bevoegd gezag om hieraan eisen te stellen, of het juridisch mogelijk is om dit op te nemen in de vergunning is voor ons niet duidelijk. Maar het bevoegd gezag zou hier wel eisen aan kunnen stellen of inzicht kunnen vragen in de kennis en kunde van de producent. Professionalisering is dus noodzakelijk in deze bedrijfstak anders is er een kans dat risico's onbeheersbaar zijn met alle gevolgen van dien. In het ergste geval kan een verkeerde inschatting of onwetendheid leiden tot een explosie of het vrijkomen van giftige stoffen. De kans op een dodelijk ongeval is aanwezig, zoals is gebleken uit eerdere ongevallen.

6.2.3 NOODFAKKEL

De noodfakkel is een duidelijk voorbeeld van een veiligheidsvoorziening. De noodfakkel kan worden ingezet om het overtollige biogas weg te branden als het productieproces niet meer op de normale manier kan worden voortgezet. Dit kan gebeuren als voorgaande “lines of defence” falen. Dit voorkomt dat de druk in de vergister te hoog wordt en hierdoor de kans op een explosie toeneemt. Om dit gevaar weg te nemen wordt door middel van de overdruk beveiliging de noodfakkel in werking gezet. De noodfakkel brandt het overtollige biogas de lucht in, hiermee wordt erger voorkomen. De noodfakkel kan worden gezien als een laatste redmiddel als het gas nergens anders heen kan. Het affakkelen van het biogas is minder schadelijk voor het milieu dan dat het onverbrand de lucht in wordt gebracht. Als dat wel gebeurt ontstaat er immers een explosief mengsel dat kan ontbranden.

De Federatie van Onderlinge Verzekeraars (FOV) stelt dat een noodfakkel geïnstalleerd moet worden als bij een overdruksituatie meer dan 20m³ per uur wordt afgeblazen. Als dit het geval moet er een noodfakkel worden geïnstalleerd (Kool, Anton. 2005). Daarnaast is een noodfakkel verplicht van 100kW. Als de noodfakkel wordt toegepast dient de positionering van de fakkel of de afblaasrichting aan de veiligheidseisen te voldoen conform de Richtlijn NRP 7910-1:2001 (SenterNovem, 2010).

6.2.4 WERKINSTRUCTIES

“Management of change” is misschien wel de belangrijkste oorzaak van ongevallen op de werkvloer. Zodra iets anders gaat dan normaal neemt de kans op een ongeval toe. Zo ook op een biogas installatie, onderhoud werkzaamheden horen hier ook bij. Onderhoud aan een installatie zorgt altijd voor veranderingen in het productieproces dit is dan ook een belangrijke oorzaak van veel ongevallen die in het verleden gebeurt zijn. Hierbij gaat het vooral om het ontbreken van opstart procedures of het afsluiten van bepaalde van de installatie. De aanwezigheid van zuurstof kan bijvoorbeeld voor een explosief mengsel zorgen en het verkeerd afsluiten van de installatie kan zorgen voor interne beschadigingen. Een duidelijke werkinstructie over hoe de vergister moet worden afgesloten en weer moet worden opgestart kan veel risico's wegnemen en dient dus duidelijk als een veiligheidsvoorziening.

Naast de het onderhoud moeten ook de dagelijkse werkzaamheden worden vastgelegd voor het aanwezige personeel, zodat zij alles op de zelfde manier doen. Immers een kleine verandering in de samenstelling van de input stromen kan groot effect hebben op het biogas. Zodra het het droge stofgehalte te hoog is neemt de kans op verstopping toe of kan het interne roerwerk de input stroom niet verwerken en gaat kapot. Door werkinstructies helder en gebruiksvriendelijk op te stellen kunnen een aantal risico's dus worden weggenomen.

6.2.5 DRUK BEVEILIGING

Voor overproductie van biogas of het uitvallen van de WKK-installatie moet er een druk beveiliging aanwezig zijn op de installatie. Deze beveiliging meet de druk in de installatie, als de druk dan te hoog wordt in de tank zorgt de overdruk beveiliging ervoor dat het gas uit de tank weg kan. Als dit niet gebeurt kan het gas nergens heen en zal uiteindelijk de installatie stuk gaan en het gas zal ontsnappen, uit de scenario's blijkt dat er dan een gaswolk explosie kan plaats vinden met alle gevolgen van dien. Het aanbrengen van een overdruk beveiliging kan dit risico wegnemen door de toevoer van biogas te stoppen en het overtollige biogas via een noodfakkel weg te nemen. Er kan ook gekozen worden om via een tweede WKK-installatie het overtollige biogas weg te nemen. Dit kan voordelige wezen als er een WKK-installatie weg valt. Het verschilt er inrichting welke oplossing men neemt voor dit probleem, de afweging wordt in de meeste gevallen gedaan op basis van de kosten en de daarbij horende baten.

6.2.7 FYSIEKE BEVEILIGING

De fysieke beveiliging op een biogas installatie dient ter voorkoming van beschadigingen van buitenaf. Voorbeelden hiervan zijn aanrijd beveiligingen en bliksemafleiders. Aanrijd beveiliging moet ervoor zorgen dat een voertuig de installatie niet kan beschadigen. Dit kan heel simpel door stoot bestendig hekwerk rond de installatie te plaatsen, deze eenvoudige oplossing zorgt ervoor dat een bestuurder niet met voertuig tegen de installatie aan kan komen. De bliksemafleider zorgt ervoor dat tijdens een onweersbui de bliksem niet kan inslaan op de installatie zelf, gebeurt dit wel dan kan dit een storing veroorzaken in het systeem of de stroom kan uitvallen op de installatie zelf. Door deze twee veiligheidsvoorzieningen te gebruiken zal de veiligheid op de installatie zelf toenemen.

6.2.8 INSPECTIE

Periodieke inspectie van de biogas installatie moet ervoor zorgen dat de veiligheid blijft gewaarborgd op de installatie zelf. Naast inspectie die de ondernemer zelf kan verzorgen moet dit ook gebeuren door gespecialiseerde instanties zoals de brandweer of installateurs van biogas installaties. Aan de hand van certificaten kan worden aangetoond dat de installatie aan alle eisen voldoet om biogas te mogen produceren. Door deze inspectie worden mogelijke problemen vroegtijdig aan het licht gebracht en kan mogelijk erger worden voorkomen. Inspectie is dus duidelijk een schakel die kan voorkomen dat er een LOC plaats vindt op de installatie zelf.

6.2.9 NOODSTROOMVOORZIENING

De noodstroomvoorziening kan veel ongevallen voorkomen als er in de installatie een probleem is. Een simpele stroomstoring op het elektriciteitsnet of kortsluiting in het systeem kan ernstige gevolgen hebben voor de productie en zeker voor de veiligheidsrisico's. Alle systemen en dus ook

de veiligheidssystemen zoals overdruk beveiliging en meetinstrumenten werken op elektriciteit. Als de elektriciteit dus wegvalt werken deze systemen dus ook niet meer maar de productie van biogas gaat gewoon door omdat de productie niet afhankelijk is van elektriciteit maar van een biologisch productieproces.

De noodstroomvoorziening zorgt ervoor dat tijdens een stroomstoring de toevoer van stroom gewoon door kan gaan zodat alle systemen naar behoren blijven werken. De productie kan dan gewoon doorgaan en er vindt dus geen verandering plaats in de productie wat ook gunstig is voor de veiligheid.

6.3 REPRESSIEVE VEILIGHEIDSVORZIENINGEN

Naast de bovenstaande preventieve maatregelen kunnen er ook zogenaamde repressieve maatregelen worden genomen. Als er een LOC plaats vindt moeten de repressieve voorzieningen ervoor zorgen dat er uiteindelijk geen ongeval plaats vindt. Door het falen van de preventieve “lines of defence” is er een bepaalde hoeveelheid biogas vrijgekomen. Dit zijn de uiteindelijke gevolgen als er niks gebeurt het vrijkomen van een brandende gaswolk, een explosie of het vrijkomen van een toxische wolk. Deze voorzieningen zijn weer gegeven in de “bowtie-analyse” die staat in bijlage 2. Een aantal van deze maatregelen zullen hieronder verder worden uitgewerkt.

6.3.1 GASDETECTIE IN RUIMTE EN OMGEVING

Gasdetectie heeft als functie vrijkomend gas vroegtijdig op te sporen. Als men hier op tijd achter komt kunnen er maatregelen worden genomen om erger te voorkomen. De gasdetectie kan op verschillende plekken worden aangebracht. Deze instrumenten worden geplaatst op de plekken waar de risico's op lekkage het grootst zijn. Bijvoorbeeld bij de vergistingstanks of in de ruimte waar de WKK-motor staat op stroom op te wekken. Deze schakel is zeer belangrijk het begint immers allemaal met vrijkomen van biogas, als dit tijdig wordt ontdekt kunnen er ook snel maatregelen worden getroffen.

6.3.2 PERSOONLIJKE BESCHERMINGSMIDDELEN

Veel vergisters hebben een warmtekrachtkoppeling in hun nabijheid. Deze motoren staan meestal in kleine ruimtes met veel technische apparatuur eromheen. Dit gaat gepaard met een hoog geluidsniveau en het is hier van belang dat een medewerker of eigenaar beschermende maatregelen treft om zo geen gehoorschade op te lopen.

In de nabijheid van een biovergister is het ook belangrijk dat er geen storingsbronnen aanwezig zijn zoals mobieltjes of andere draagbare apparatuur. Dit heeft te maken met de richtlijnen rondom ATEX.

Wat betreft mestvergisting is het van belang om rekening te houden met vergiftiging of bedwelming. Een langere tijd blootgesteld staan aan mest kan ervoor zorgen dat de persoon in kwestie het niet overleefd. Een goede ventilatie of bron van zuurstof kan hier een goede maatregel zijn.

Het onderhoud van de installatie dient zorgvuldig uitgevoerd te worden. Aan te raden is het om met meerdere, in deze meer dan een persoon de onderhoudswerkzaamheden uit te voeren. Waarbij

sowieso een persoon overzicht over de situatie houdt en niet in de installatie werkzaam is. Neemt men haar persoonlijke bescherming niet nauw, betekent dit dat er mensen onnodig risico's lopen op ernstig letsel of zelfs de dood.

6.3.3 HANDMATIGE AFSLUITERS

Naast een automatische shutdown systeem is het verstandig ook handmatige afsluiters te installeren. Als er bijvoorbeeld geen hydrologische druk is of de stroom is uitgevallen kan men altijd nog met handmatige afsluiters het productie proces stil leggen. Ook het stilleggen van de hele installatie moet handmatig kunnen gebeuren, er altijd een kans dat de complexe computersystemen weigeren en in geval van nood moet het proces altijd stilgelegd kunnen worden.

6.3.4 VENTILATIE IN RUIMTE

Alles gesloten ruimten waar biogas aanwezig is leidingen of gaszakken moet voorzien zijn van goede ventilatie. Er wordt aangeraden het biogas nooit in een gesloten ruimte op te slaan, maar als dit wel het geval is, is het noodzakelijk om goede ventilatie aan de te brengen. Daarnaast moet de ruimte waar de WKK-installatie staat goed geventileerd worden zodat er geen biogas kan blijven hangen in de ruimte zelf. De geventileerde lucht moet hierbij wel schoon de ruimte verlaten, om dit te doen kan men de lucht filteren voordat het in de atmosfeer wordt afgeblazen. Slechte ventilatie in een gesloten ruimte kan verstikking veroorzaken met mogelijk dodelijk afloop.

6.3.5 VLUCHTROUTES

De eventuele vluchtroutes moeten obstakel vrij en makkelijk te vinden zijn voor zowel de werknemers als derden. De routes moeten een snelle en veilige uitweg zijn in geval van nood. De routes dienen te zijn voorzien van de bekende groene bordjes boven de deuren en nooduitgangen. Neemt men vluchtroutes niet op in haar beleid van 'lines of defence' dan is de kans aanzienlijk groter dat er in geval van nood slachtoffers vallen.

6.4 CONCLUSIE

Het is van belang dat zowel agrariërs als bedrijven nadenken over de mogelijke gevolgen van een LOC. Dit betekent dat tijdens de voorbereidingsfase van de bouw van een biogas installatie alle veiligheidsrisico's in acht worden genomen. Door hier uitvoerige over na te denken en rekening mee te houden kunnen ongevallen voorkomen worden. Belangrijke punten om rekening mee te houden zijn: materiaal keuze, de aanwezigheid van een noodstroomvoorziening en een noodfakkel, duidelijke werkinstructies en een goede opleiding van de beheerder. Daarnaast moeten er ook maatregelen worden genomen als er biogas vrijkomt om de schade zoveel mogelijk te beperken. Maatregelen die men dan kan nemen zijn: gasdetectie, handmatige afsluiters, persoonlijke beschermingsmiddelen, de juiste vluchtroutes en goede ventilatie in gesloten ruimtes. Een gaslek valt nooit 100% te voorkomen maar door de juiste maatregelen te treffen wordt de kans wel kleiner.

6.5 ONGEVALLEN OVERZICHT

6.5.1 INLEIDING

Om een indruk te krijgen van ongevallen die in het verleden zijn gebeurd wordt een overzicht gegeven van relevante ongevallen in binnen- en buitenland. Bij deze ongevallen worden de oorzaken en gevolgen besproken. Hierbij gaat het in de meeste gevallen om het falen van een beveiligingssysteem of is het ongeluk veroorzaakt door een externe factor. Naast het noemen van de oorzaken en gevolgen worden mogelijke oplossingen genoemd waardoor dit soort ongevallen in de toekomst voorkomen kunnen worden. Een deel van dit overzicht is opgenomen uit de bijlage 4 van het rapport “Veiligheid grootschalige productie van biogas” opgesteld door het RIVM. De ongevallen variëren van relatief kleine gevolgen, zoals het ontstaan van brand in leiding van de installatie, tot grootschalige gevolgen waarbij een complete vergister ontploft.

6.5.2 OVERZICHT

Duitsland 2005: Door een defect aan de koppeling van de ontvangende tank, werd de voedingsstroom rijk aan H₂S gelost in een open put. Dit gebeurde in een loshal, in de put waar al een zuur product in zat veroorzaakte het vrijkomen van een hoge dosis H₂S. Gevolg er overleden 5 personen. Als men zich aan de werkinstructies had gehouden was dit niet gebeurd, daarnaast had men geen goede kennis van de voedingsstroom die werd gelost. Dit alles had voorkomen kunnen worden door het volgen van een opleiding zodat men op de hoogte was van de mogelijke gevolgen van een dergelijke reactie. Er was ook geen gasdetectie aanwezig die had kunnen waarschuwen voor een te hoge concentratie H₂S in de lucht (VROM inspectie, 2009).

Limburg, 2007: Door graafwerkzaamheden werd een stroomkabel stuk getrokken. Door deze externe oorzaak zat de installatie 2 uur zonder stroom. Hierdoor viel de meet- en regelapparatuur weg en liep het vergistingsproces ongecontroleerd door. Toen het maximale volume biogas in de tank was bereikt werd door middel van de overdrukbeveiliging 1150m³ biogas afgeblazen naar de omgeving. Er was geen noodstroomvoorziening aanwezig op de installatie, als deze er wel was geweest kon de meet- en regelapparatuur gewoon blijven werken en was er geen overdruk ontstaan in de reactor. Het afblazen in de lucht had voorkomen kunnen worden als er een nood opslag was geweest voor het overtollige biogas. In plaats van afblazen was het beter geweest het overtollige biogas af te fakkelen en niet onbewerkt af te blazen (VROM inspectie, 2009). Bij dit ongeval zijn geen slachtoffers gevallen.

Friesland 2008: Door overbelasting van het ontvangende elektriciteitsnetwerk viel er meerdere malen de stroom uit op de installatie. De gasproductie ging gewoon verder dit veroorzaakte een te hoog gehalte H₂S in het biogas, dit werd niet verwijderd omdat meet- en regelapparatuur niet werkte door stroom uitval. Deze hoge concentratie H₂S tastte de verbrandingsmotor aan hierdoor moest deze worden stil gelegd. Daardoor moest door overdruk meerdere malen het biogas in de lucht worden afgeblazen. Dit stank- en geluidsoverlast tot gevolg, dit leverde ook gevaar op voor de nabij gelegen woonwijk aangezien er een hoge concentratie H₂S in de lucht aanwezig was. Op deze installatie was geen noodstroomvoorziening aanwezig, als deze er wel was had het productieproces gecontroleerd verder kunnen gaan na de stroomuitval. Ook bij deze installatie was geen nood opslag voor het biogas aanwezig of een noodfakkel op het overtollige biogas af te fakkelen. Er

waren ook geen goede afspraken gemaakt met de beheerder van het energienet VROM inspectie, 2009).

Brabant 2008: Na optimaal onderhoud van de motor, bleek door het complexe beveiligingssysteem de motor regelmatig uitvallen. Er werd te veel gas geproduceerd dat niet afgevoerd kon worden. Hierdoor moest het gas meerdere malen worden afgefakkeld. Er was geen tweede WKK-motor aanwezig op de installatie deze kon dus niet de functie van de andere motor overnemen.

Brabant 2008: Vanwege een technische storing liep het vergistingsproces ongecontroleerd door. Hierdoor liep er mest uit de installatie wat heeft geleid tot de verontreiniging van de bodem en het oppervlaktewater. Daarnaast werd eerder een grote hoeveelheid digestaat afgevoerd naar Friesland waar het werd opgeslagen in een grote mestzak. Echter is deze zak geknapt doordat het vergistingsproces na behandeling gewoon verder ging. Dit alles had voorkomen kunnen worden door de installatie op de juiste manier te gebruiken en hierbij te werken met het juiste ontwerp. Door middel van scholing had men na kunnen gaan dat het digestaat na bewerking niet per definitie stabiel en uitgewerkt is (VROM inspectie, 2009).

Uit een internet scan van DHV blijkt dat er in de periode tot 2007 een aantal ontploffingen zijn geweest op vergistingsinstallaties. De oorzaken van de explosies zijn niet exact weer te geven, is wel bekend dat deze meestal plaatsvonden tijdens de opstartprocedure of tijdens of na onderhoudswerkzaamheden. Volgens de berichtgeving zijn deze ongevallen terug te voeren naar onachtzaamheid, foute bedrijfsvoering of ondeugdelijk materiaal (DHV B.V. 2009).

6.5.3 CONCLUSIE

Dit korte overzicht laat zien dat ongevallen voorkomen kunnen worden als men de juiste maatregelen treft, deze maatregelen komen allemaal overeen met de “lines of defences” die staan in de bow-tie analyse in bijlage ?. Wat vrijwel overal ten grondslag ligt is de beperkte kennis en kunde van de producent. Door ervoor te zorgen dat deze voldoende is, neemt ook de kans op ongevallen af. Andere maatregelen zoals het installeren van een tweede WKK-motor zijn niet goedkoop, men zal hiervoor moeten afwegen of dit opweegt tegen de risico's die men loopt. Het is wel aan te raden de installatie te voorzien van een noodfakkel.

H7: WET- EN REGELGEVING

7.1 INLEIDING

In hoofdstuk vijf worden alle relevante wet- en regelgeving uiteengezet. Allereerst wordt de vergunningverlener besproken. Hier wordt uitgelegd wat er precies gedaan moet worden wanneer er een vergunning aangevraagd wordt en waar deze aan moet voldoen. Hierna wordt de situatie van de eigenaar van de installatie besproken. Aan welke eisen moet de installatie voldoen en welke wet- en regelgeving komt aanbod bij de bedrijfsvoering. Hierin worden de verschillende stappen binnen het proces besproken, van bij-producten, mestopslag, digestaat tot gas. Als laatste wordt de handhaving van deze wet- en regelgeving besproken.

7.2 VERGUNNINGAANVRAAG

Allereerst moet men bekijken waar men de vergunning aan moet vragen. In het Inrichtingen en Vergunningenbesluit (Ivb) staat geschreven dat de gemeente in de meeste gevallen bij het bewerken, verwerken, op- of overslaan van dierlijke of overige organische meststoffen ($> 10 \text{ m}^3$) bevoegd gezag is. Dit is alleen het geval wanneer:

- er niet meer dan 25.000 m^3 meststoffen van buiten de inrichting worden bewerkt of verwerkt op jaarbasis, en
- de te verwerken co-producten niet aan te merken zijn als afval of indien dat wel het geval is er minder dan 15.000 ton afvalstoffen wordt verwerkt en de opslagcapaciteit voor afvalstoffen minder dan 1000 m^3 op jaarbasis is.

Wanneer een biogasinstallatie deze grenzen overschrijdt, is de provincie het bevoegd gezag. Ongeveer 40% van de installaties valt onder provinciaal bevoegd gezag en 60% van de installaties valt onder gemeentelijk bevoegd gezag (InfoMil, 2009)

Infomil heeft in het rapport 'handreiking (co-)vergisting van mest' een stroomschema opgesteld waarin op basis van het Besluit omgevingsrecht beknopt is samengevat in welke gevallen de gemeente of de provincie bevoegd gezag is. Dit stroomschema is toegevoegd in bijlage 5.

Voor het aanvragen van een vergunning moet je een aantal stappen doorlopen;

1. Principeverzoek
2. Omgevingsvergunning
3. Nieuwe Voedsel en Waren Autoriteit - erkenning
4. Milieu Effect Rapportage (MER) ($> 36.000 \text{ ton/jaar}$)

Bij het principeverzoek, verzoekt de aanvrager aan de gemeente om medewerking. In het verzoek komen onder andere de volgende onderdelen aan bod; milieueffecten, bouwblokvergroting, het beleid. Tevens worden planologische en esthetische aspecten behandeld.

Wanneer het bevoegd gezag akkoord is met het principeverzoek, kan men de omgevingsvergunning aanvragen. De omgevingsvergunning vervangt de milieuvergunning en de bouwvergunning. De vergunning valt onder de wet algemene bepalingen omgevingsrecht. De omgevingsvergunning

regelt zaken als veiligheid, de aanleg van milieuvorzieningen en reguleert de administratie van de input en output van de biogasinstallatie.

7.3 nVWA ERKENNING

Wanneer bedrijven werken met diervoeder, dierlijke bijproducten, levende dieren en/of rauwe levensmiddelen van dierlijke oorsprong heeft het een erkenning van de nVWA nodig. Aan de hand hiervan kan de nVWA controles uitvoeren op de installaties, met name gericht op de volksgezondheid. nVWA eist bijvoorbeeld dat digestaat en opslag (input) strikt gescheiden blijven. Tevens kan nVWA eisen dat er tijdens het vergistingsproces het digestaat gepasteuriseerd wordt, wanneer het digestaat geëxporteerd wordt. De nVWA heeft bij-producten gecategoriseerd in drie categorieën die elk andere eisen hebben in verband met verhoogde risico's. Waarbij categorie 1 de strengste eisen heeft.

Categorie 1 materiaal:

- een risico vormen door een overdraagbare encefalopathie (BSE/TSE);
- gespecificeerd risicomateriaal;
- verboden stoffen bevatten zoals hormonen;
- residuen bevatten van milieuverontreinigende stoffen zoals dioxines en PCB's;
- dode gezelschapsdieren;
- wilde dieren waarvan wordt vermoed dat zij met op mens of dier overdraagbare ziekten zijn besmet;
- proefdieren; en keukenafval van internationale middelen van vervoer zoals vliegtuigen en schepen.

Categorie 2 materiaal:

- mest en de inhoud van het maag-darmkanaal;
- slib van slachthuizen;
- dierlijke producten uit derde landen die niet voldoen aan de invoereisen van de Europese Unie;
- dierlijke producten die residuen bevatten van diergeneesmiddelen;
- dieren die anders dan door slachting, voor menselijke consumptie sterven of gedood worden. Bijvoorbeeld bepaalde kadavers van boerderijen of dieren die gedood worden om dierziekte te bestrijden;
- dierlijke bijproducten die niet onder categorie 1- of categorie 3-materiaal vallen. Bijvoorbeeld bedorven voedingsmiddelen of vlees dat bij de keuring tijdens het slachten ongeschikt is verklaard voor humane en dierlijke consumptie

Categorie 3 materiaal:

- dieren die geslacht zijn in een slachthuis en na een inspectie overeenkomstig EU-wetgeving zijn goedgekeurd, maar om commerciële redenen niet voor humane consumptie geschikt zijn;
- rauwe melk van gezonde dieren;
- in volle zee gevangen vis voor de productie van vismeel;
- hoeven, haren, veren, horens van dieren goedgekeurd voor humane consumptie;

- karkassen en bepaalde delen van hetzij dieren die in een slachthuis zijn geslacht en na een keuring voor het slachten geschikt zijn verklaard om voor menselijke consumptie te worden geslacht, hetzij karkassen en bepaalde delen van wild dat overeenkomstig de communautaire wetgeving voor menselijke consumptie is gedood: karkassen en delen van dieren die overeenkomstig de communautaire wetgeving voor menselijke consumptie ongeschikt zijn verklaard, maar die geen symptomen van op mens of dier overdraagbare ziekten vertoonden;
- dierlijke bijproducten die ontstaan bij de productie van voor menselijke consumptie bestemde levensmiddelen;
- voormalige voedingsmiddelen, bijvoorbeeld voedingsmiddelen waarvan de exploitant besluit ze niet meer voor humane consumptie te bestemmen;
- keukenafval en etensresten die niet afkomstig zijn van internationale middelen van vervoer.

De nVWA heeft haar bevoegdheid verkregen op basis van Europese dierlijke bij producten verordening verordening EG nr. 1774/2002. In deze verordening staan tevens extra eisen waar een installatie aan moet voldoen voor het de erkenning van de nVWA krijgt, dit is te vinden in artikel 15. Samengevat bestaan ze uit:

- Aanwezigheid en gebruik van methoden voor monitoring en controle op kritische controlepunten;
- Een pasteurisatie (niet verplicht bij verwerkingsmethode 1) dat niet overgeslagen kan worden en is uitgerust met:
- Apparatuur om temperatuur in verhouding met tijd te bewaken;
- Registratiemachine die permanent meetresultaten registreert;
- Een adequaat veiligheidssysteem dat toegepast is op het voorkomen dat bij producten onvoldoende worden verhit.
- Aanwezigheid van adequate voorzieningen voor de reiniging en ontsmetting van voertuigen bij het verlaten van de biogasinstallatie
- Beschikking over een eigen laboratorium of gebruik maken van een externe om zo de noodzakelijke analyses uit te voeren (deze moet apart erkend worden door de nVWA).
- Alleen dierlijke bijproducten die op de positieve lijst staan ([zie bijlage 6](#))
- Dierlijke bij producten dienen adequaat opgeslagen te worden
- Dierlijke bijproducten moeten zo snel mogelijk na aankomst verwerkt worden in de installatie
- Er moet systematisch preventieve maatregelen genomen worden tegen vogels, knaagdieren, insecten en ander ongedierte. Dit moet aan de hand van een gedocumenteerd bestrijdingsprogramma.
- De reinigingsprocedures dienen gedocumenteerd en vastgelegd te worden. Tevens moeten er geschikte hulpmiddelen en schoonmaakmiddelen gewerkt worden
- Hygiëne moet gecontroleerd worden door middel van een regelmatige inspectie van de omgeving en de toestellen. Deze inspecties dienen gedocumenteerd te worden aan de hand van een inspectie schema en de resultaten.
- De verschillende onderdelen van de installatie dienen goed onderhouden te worden en tevens regelmatig worden geijkt.
- de behandelingsmethode voor categorie 3 moet voldoen aan de volgende normen: verhitten tot 70 graden Celsius, gedurende 60 minuten met een deeltjesgrootte van 12 mm

Op 21 oktober 2009 is deze verordening komen te vervallen en is Verordening (EG) nr. 1069/2009 van kracht gegaan. Hierin staat praktisch hetzelfde, alleen is deze anders ingedeeld en zijn zaken (niet van toepassing voor biogas) toegevoegd.

7.3 MILIEU EFFECT RAPPORTAGE

Wet milieubeheer stelt dat projecten waarbij een milieuvergunning (na inwerkingtreding van de Wabo onderdeel van de omgevingsvergunning) aangevraagd wordt. Er ook een beperkte procedure gevolgd moet worden van de m.e.r. (milieu effect rapportage) met als uitkomst het Milieueffectrapport (MER). Door het maken van een MER wordt er tijdens de vergunningaanvraag al gekeken naar de milieugevolgen en de alternatieven. Bij een vergunningaanvraag van biogasinstallaties met een productie groter dan 36.000 ton per jaar is een uitgebreide procedure van de m.e.r. verplicht, want deze kan verplicht worden gesteld bij grootschalige agrarische projecten. Bij kleine biogasinstallaties als toevoeging bij een boerenbedrijf, wordt deze stap vaak overgeslagen, toch kan de gemeente verzoeken tot een beperkte procedure van de m.e.r. de volgende onderdelen zijn volgens de wet milieubeheer verplicht in het milieueffectrapport:

- de voorgenomen activiteit, de alternatieven en de te nemen besluiten;
- de milieugevolgen van de voorgenomen activiteit en alternatieven en de vergelijking daarvan. De gevolgen van de ingreep worden vergeleken met de "autonome ontwikkelingen", dat is de situatie in de toekomst zonder de ingreep.

7.3.1 UITGEBREIDE PROCEDURE

Fase 1: voorbereiding

In deze fase maakt de initiatiefnemer een startnotitie en overhandigt deze aan het bevoegd gezag, die het vergunningsverzoek bekend maakt door advertenties in de plaatselijke bladen en bijvoorbeeld de Staatscourant. De startnotitie is een voorbereidende tekst waarin de vooringenomen activiteit wordt uitgelegd.

Nadat het verzoek is toegekend, geeft het bevoegd gezag advies over de MER. Het adviseert over de reikwijdte en in hoeverre de details uitgewerkt moeten worden.

Fase 2: opstellen van de MER

In deze fase wordt de MER opgesteld. Dit kan door de initiatiefnemer zelf, maar deze mag ook een adviesbureau inschakelen. De initiatiefnemer mag zelf bepalen hoe lang hij hier over doet.

Fase 3: toetsing milieueffectrapport en besluitvorming

Wanneer de MER gereed is dient de initiatiefnemer deze in met de vergunningaanvraag. Hierna ligt het rapport en de vergunningaanvraag ter inzage bij het bevoegd gezag, zodat iedereen kan reageren op deze plannen. Tevens toets het bevoegd gezag de juistheid van de MER, door toetsingsadvies van de Commissie voor de m.e.r. te vragen. Wanneer dit is afgerond, zal het bevoegd gezag een besluit nemen.

Fase 4: evaluatie

Het bevoegd gezag stelt een evaluatieprogramma op. Hierin staat op welke manier de optredende gevolgen zullen worden onderzocht en deze worden vergeleken met de voorspellingen in de MER. Aan de hand van de uitkomsten van dit programma kan het bevoegd gezag aanvullende maatregelen treffen.

7.3.2 BEPERKTE PROCEDURE:

Deze procedure verschilt alleen bij fae 1 en 3 met de uitgebreide procedure.

Fase 1: voorbereidende fase

De initiatiefnemer moet in deze fase wel kenbaar maken het voornemen te hebben om een MER te maken, maar de openbaarmaking en ter inzagelegging is niet verplicht in deze fase (maar mag wel). Ook hoeft het bevoegd gezag de initiatiefnemer niet te adviseren over de reikwijdte en detailniveau.

Fase 3: toetsing MER en besluitvorming

Deze fase verloopt hetzelfde als bij de uitgebreide procedure, alleen is het bevoegd gezag niet verplicht om toetsingsadvies van de Commissie voor de m.e.r. te vragen.

7.4 WETTELIJKE EISEN AAN DE INSTALLATIE EN HET GEBRUIK

Met de installatie wordt bedoeld: vergister, opslag, WKK en alle bijbehorende leidingen en voorzieningen. De installatie dient gebouwd te worden door een deskundige die met de juiste en meest veilige materialen werkt. Voor de bedrijfsvoering zijn een aantal algemene eisen die niet per direct terug te koppelen zijn aan een bepaalde wetgeving, maar die wel gehanteerd dienen te worden.

- zo dient de bouw te worden voldoen door een deskundig bedrijf en dient de vergunningshouder een onderhoudscontract af te sluiten met een onderhoudsbedrijf;
- tijdens de opstartprocedure dient er extra aandacht te zijn voor explosiegevaar, waardoor hier ook een deskundige partij bij aanwezig moet zijn;
- tevens dient de onderhoudspartij bij een storing deze directe verhelpen of iemand moet ter plaatse zijn binnen 8 uur;
- er moeten noodprocedures opgesteld worden waarin in ieder geval situaties stroomuitval en storing van de WKK dienen beschreven te worden;
- er moeten noodvoorzieningen aanwezig zijn voor de ontzwaveling en affakkeling. Ten tijde van stroomuitval moeten deze blijven werken. Deze noodprocedures moeten zichtbaar zijn opgehangen en behoren up-to-date te zijn;
- cosubstraten mogen alleen voor het vergisten toegevoegd worden. Wordt dit erna gedaan, dan is er een mogelijkheid dat er materialen in het digestaat zitten die niet volledig zijn vergist en mag deze dus niet worden uitgereden;

het digestaat moet na vergisting eerst opgeslagen worden in een nagistingstank. In deze tank wordt het afgekoeld en gestabiliseerd waarna het verwerkt kan worden.

7.5 ADMINISTRATIE EISEN

In de Wet milieubeheer staat het beginsel dat afvalstoffen alleen afgeleverd worden aan vergunningshouders die een vergunning hebben voor die betreffende afvalstof (artikel 10.37)

Hier onder staat (ontleend uit Handreiking (co-) vergisting van mest Infomil) welke gegevens er volgens de Meststoffenwet de administratie-eisen, wanneer er dierlijke mest vergist wordt op een bedrijf:

- de methode van bewerking of verwerking;
- de hoeveelheid bewerkte of verwerkte dierlijke meststoffen;
- de hoeveelheid, de aard en de samenstelling van de samen met de dierlijke meststoffen bewerkte of verwerkte stoffen en
- de hoeveelheid en de samenstelling van de eindproducten van de bewerking of verwerking.

Voor de samenstelling onder punt 3 geldt in ieder geval dat het stikstof- en fosfaatgehalte van de cosubstraten moet worden bijgehouden. Per gebruikt co-product moeten er de volgende gegevens bijhouden:

- het nummer met de bijbehorende omschrijving waaronder het co-product, is opgenomen in bijlage Aa (bijvoorbeeld A2: 1 Energiemaïs);
- gegevens waaruit blijkt op welk bedrijf het co-product als reststof is vrijgekomen.

Op grond van de meld- en registratieplicht van artikel 10.40, het Besluit melden bedrijfsafvalstoffen en gevaarlijke afvalstoffen moet de inrichting houder de volgende gegevens bijhouden van iedere afgifte van de cosubstraten (voor zover dit tevens afvalstoffen zijn):

- de datum van afgifte,
- de naam en adres van degene van wie de afvalstoffen afkomstig zijn,
- de gebruikelijke benaming en de hoeveelheid van de afvalstoffen,
- de plaats waar en de wijze waarop de afvalstoffen worden afgegeven,
- als een transporteur de afgifte doet, tevens de naam en adres van de transporteur en de opdrachtgever voor het transport.

7.6 BRZO

In het Besluit Risico's Zware Ongevallen worden zaken geregeld op het gebied van externe veiligheid, arbeidsveiligheid en rampbestrijding. Hiermee wil men zware ongevallen, waarbij gevaarlijke stoffen betrokken zijn, beperken. Het gaat hierbij alleen om de meest risicovolle bedrijven, waarbij in het BRZO geregeld wordt wat de drempelwaarden zijn om onder dit besluit te vallen.

Voor het onderzoek 'veiligheid grootschalige producties van biogas' van RIVM heeft het Stoffen Expertise Centrum (SEC) een classificatie uitgevoerd. Uit deze classificatie komt naar voren dat een biogasmengsel met een H₂S-gehalte vanaf 0,2 tot 1 vol% H₂S moet worden aangemerkt als toxisch (T) en vanaf 1 vol% H₂S als zeer toxisch (T+). Wanneer een biogasinstallatie in totaal opslag heeft van 4.000m³ of meer en het biogasmengsel meer van 1 vol% H₂S gehalte heeft, wordt de onderste drempelhoeveelheid van de Seveso-regelgeving haalt en daarmee dus valt onder het Besluit Risico's Zware Ongevallen.

Echter in de meeste gevallen wordt het geproduceerde biogas direct na productie verwerkt in een WKK-installatie, hierdoor vindt er weinig opslag plaats en is de aanwezige hoeveelheid biogas in de installatie dus beperkt, waardoor er weinig biogasinstallaties onder het BRZO vallen. Toch blijft het voor grote installaties van belang om te controleren of de onderste drempelhoeveelheid overschreden wordt.

7.7 BRAND

In het gebruiksbesluit staat regelgeving betreffende brandveilig gebruik van bouwwerken. In hoofdstuk 2 staan een aantal belangrijke eisen die betrekking hebben op een biogas installatie:

- Artikel 2.1.1: de eisen aan de ruimte waar de WKK staat opgesteld
- Artikel 2.1.2: de aanwezigheid van veiligheidstekens
- paragraaf 2.4: de aanwezigheid en keuring van blusmiddelen

7.8 EXPLOSIE

Biogas bevat methaan en dit heeft explosieve eigenschappen. De explosiegrenzen van methaan zijn 4.4%(LEL) en 16%(UEL), wanneer er dus een mengverhouding is van $\pm 10\%$ methaan en $\pm 90\%$ lucht is er een explosie mogelijk wanneer er een ontstekingsbron zich in de buurt bevindt. Biogas zelf bestaat voor 55-60% uit methaan.

Sinds 1 juli 2003 is de ATEX 137 richtlijn van kracht. Hierin worden Europese richtlijnen beschreven voor de minimale veiligheidseisen die gelden voor werkgevers om hun werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen te garanderen om in een gezonde en veilige werkomgeving te werken. De ATEX 137 richtlijn is in Nederland opgenomen in de ARBO wet- en regelgeving.

Door deze nieuwe richtlijn moeten bedrijven sinds 1 juli 2006 een goed en onderbouwd beleid voeren wat betreft gevaren omtrent explosies en de bijbehorende maatregelen. De opslagvoorzieningen moeten voldoen aan de genoemde regelgeving en aan de hand van de richtlijn is een gevarenzone indeling te maken. De gebieden waar het explosiegevaar aanwezig is kunnen worden ingedeeld in zones, oplopend van 0 tot 2. Zone 0 bevat een gebied waar een voortdurende of langdurige kans aanwezig is op een explosief mengsel. Zone 1 is de zone waar incidenteel de

7.9 WETTELIJKE EISEN DIGESTAAT

In de meststoffenwet staan regels die betrekking hebben op digestaat. Zo staat er onder welke voorwaarden digestaat de stempel dierlijke mest meekrijgt. Wanneer digestaat aangemerkt is als dierlijke mest dan mag het worden vervoerd, verhandeld en gebruikt worden. Een van de voorwaarden is dat het digestaat voor ten minste 50% (gewicht) moet bestaan uit mest. Ook mogen er alleen producten aan toegevoegd worden die staan op de positieve lijst. Deze lijst is te vinden in bijlage Aa onderdeel IV van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (zie bijlage 6). Er moet aan beide voorwaarden voldaan worden. Gebeurt dit niet dan wordt het digestaat als afvalstof aangemerkt.

7.10 WETTELIJKE EISEN OUTPUT (GAS)

Om biogas om te zetten in groen gas moet de kwaliteit van het methaangehalte opgeschroefd worden en moeten er schadelijke stoffen verwijderd worden uit het biogas. Voor de bewerking is de samenstelling van biogas als volgt:

- Methaan 50-65%
- Kooldioxide 35 tot 45%
- Waterstofsulfide <1%
- Stikstof <10%

Overige stoffen die voorkomen in biogas zijn zuurstof, koolwaterstoffen, ammonia, halogenen en siloxanen. Aardgas daarentegen bestaat voor 80-90% uit methaan, 14% uit stikstof en andere stoffen als helium en ethaan.

Om biogas in het aardgasnetwerk toe te voegen zijn er minimale gaskwaliteitseisen, deze zijn te vinden in de Gaswet. In het hoofdstuk Aansluit- en transportvoorwaarden staan de precieze eisen. Daarnaast kunnen netwerkbeheerders extra voorwaarden eisen.

7.11 HANDHAVING

Om de verschillende instellingen een vergunning te geven en deze te handhaven zijn er instanties die bevoegd zijn om deze vergunningen en of regelgeving te handhaven. Hieronder staan de vijf belangrijkste instanties die zich met dit onderwerp bezig houden.

nVWA

de voedsel en waren autoriteit is belast met het controleren van de verschillende instellingen op het gebruik van dierlijke bijproducten en toe te voegen voedingsmiddelen. Jaarlijks vinden er één of twee bezoeken plaats, waarbij de Nvwa monsters neemt van het digestaat en deze controleert. De nVWA controleert tevens of de erkenningseisen na geleefd worden en dan met name naar:

- het in de handel brengen en gebruik van het digestaat;
- identificatie, handelsdocumenten en gezondheidscertificaten van zendingen dierlijke bijproducten en verwerkte producten;
- administratie en vervoer van zendingen dierlijke bijproducten en verwerkte producten. Verder neemt de VWA op biogasinstallaties waarvan het digestaat als verwerkt materiaal wordt beschouwd enkele keren per jaar monsters. Daarmee wordt geverifieerd of het digestaat voldoet aan de microbiologische normen uit Verordening (EG) nr. 1774/2002. Monsternamen worden zoveel mogelijk gecombineerd met bezoeken in het kader van de erkennings- of handelseisen (nVWA, 2009).

Gemeente & Provincie

De gemeente en provincie zijn in hun taak verantwoordelijk voor de afgifte en handhaving van de vergunning van de instelling

De algemene inspectie dienst controleert het digestaat dat als restproduct wordt uitgereden op het land of wordt getransporteerd naar derden.

Vrom-inspectie

De Vrom-inspectie(ministerie van infrastructuur en milieu) is verantwoordelijk voor de veiligheid van de installatie die bij de instelling op het terrein aanwezig is. Dit is voornamelijk 2^e-lijn handhaving.

7.10 CONCLUSIE

Na het uiteenzetten van alle wet en regelgeving kan er geconcludeerd worden dat het erg versnipperd is. Er zijn verschillende bronnen waar men relevante wet- en regelgeving kan vinden als het gaat om biogas en biogasinstallaties, maar nergens staat een totaal overzicht. Hierdoor is het voor de eigenaar van de biogasinstallatie moeilijk te achterhalen aan welke wetgeving en regels hij precies moet voldoen.

Tevens valt er te concluderen dat kleine vergisters vaak tussen wal en schip eindigen. Veel wetgeving gaat uit van drempelwaarden, waar de kleine vergisters (on)bewust onder zitten. Hierdoor worden sommige risico's niet gewaarborgd.

Ook is er geen wetgeving te vinden op het gebied van dierenwelzijn. Verder dan een ongedierte bestrijdingsprogramma komt de wetgever niet. Vaak bevinden de vergisters zich op boerenbedrijven, waar tevens ook vee staat. Deze dieren worden niet beschermd door wetgeving.

Wat betreft het risico 'brand'. Kan men in het gebruiksbesluit enkele artikelen vinden. Deze gaan over ruimtes en de aanwezigheid van blusmiddelen. Als het gaat om het risico 'explosie' deze is uitvoerig beschreven in de richtlijn ATEX 137. Hier komt de zonering en de daarbij behorende maatregelen aan de orde. Over de samenstelling van het biogas staat wettelijk niks anders geschreven dan de eisen vanuit de Gaswet. Hierin staat beschreven aan welke eisen het gas moet voldoen voor het in het aardgasnetwerk geïnjecteerd mag worden.

H8: VERZEKERINGSMAATSCHAPPIJEN

8.1 INLEIDING

Verzekeringsmaatschappijen hebben ook net als de agrariër of operator belang bij een goede preventie. Om premies niet onbetaalbaar te laten worden moeten de gebruikers van de installaties voldoen aan verschillende voorwaarden. Deze voorwaarden worden gesteld door de verzekeringsmaatschappij om er zo voor te zorgen dat de eventuele schadelast beperkt blijft.

Om de bedrijven met biogasinstallatie het hoofd te kunnen bieden heeft het FOV, ofwel de Federatie van Onderlinge Verzekeringsmaatschappijen in Nederland een document laten opstellen door experts met veiligheidstechnische maatregelen/hulp bij de bouw en het gebruik van biogasinstallaties.

8.2 BOUWELEMENTEN

Eisen die worden gesteld door de FOV in het algemeen:

Boven de grond en in de open lucht opgestelde delen van de biogasinstallatie moeten zijn voorzien van een goede fundering. Ze moeten zodanig opgesteld worden dat ze goed toegankelijk zijn. Voldoende stabiliteit moet eveneens zijn gewaarborgd.

Teneinde het optreden van potentiaalverschillen te voorkomen, moeten alle elektrische geleidende delen van de installatie deugdelijk met elkaar (equipotentiaalvereffening) en met een gemeenschappelijke aardleiding worden verbonden.

Gastransporterende delen van de biogasinstallatie moeten tegen chemische invloeden en mechanische beschadiging worden beschermd (preventiedocument mestvergisting)

Vergistingstank

De thermische isolatie van vergistingstanks moet vervaardigd zijn van ontbrandbaar materiaal.

Mangaten dienen afmetingen te hebben conform de geldende voorschriften:

NEN-EN 547-1.:1997

Veiligheid van machines. Menselijke lichaamsafmetingen.

Deel 1: Principes voor de bepaling van de vereiste afmetingen van toegangsopeningen in machines voor het gehele lichaam.

NEN-EN 547-2.:1997

Veiligheid van machines. Menselijke lichaamsafmetingen.

Deel 2: Principes voor de bepaling van de vereiste afmetingen van toegangsopeningen.

Moet de opslagruimte voor onderhoud en reparatiewerkzaamheden toegankelijk zijn, dan moet voor voldoende ventilatie worden gezorgd.

Elektrische installaties in vergistingstanks zijn niet toegestaan.

Vergistingstanks moeten zijn uitgerust met een drukbeveiliging die voorkomt dat de binnendruk ontoelaatbaar verandert. In de vergistingstanks moet ervoor worden gezorgd dat de vulstand niet wordt overschreden, waarbij bijvoorbeeld vergiste mest via een overloop vorstvrij naar de mestopslag wordt teruggeleid(FOV,2005).

Gashouders

Lage-drukhouder (druk tot 0.1 bar)

Gashouders moeten in overeenstemming met de onderstaande vereisten gasdicht zijn, tegen druk bestand, biogas-, UV- en temperatuurbestendig zijn.

Bij keuze van materialen moet – met name met betrekking tot kunststoffen folies- aan de volgende eisen worden voldaan:

- *Scheurvastheid minimaal 50N / 5 cm.*
- *Gasdoorlaatbaarheid, toegespitst op methaan: 1.000 cm³ / m² / d / bar (de folie mag 1 liter glas doorlaten per vierkante meter, per dag en per bar druk)*
- *Temperatuurbestendigheid van -30 graden Celsius tot + 50 graden Celsius.*

Veiligheidsvoorzieningen

Door middel van continu werkzame veiligheidsvoorzieningen moet worden voorkomen dat de binnendruk ontoelaatbaar verandert.

Gasopslagruimtes

Gasopslag moet altijd buiten plaatsvinden en mag nooit in een gebouw.

8.2 VEILIGHEIDSZONES

Aangezien in de nabijheid van gashouders en gistingstanks rekening moet worden gehouden met explosiegevaar van gas-/luchtmengsels, dienen veiligheidszones in acht te worden genomen. In de veiligheidszones moeten maatregelen worden getroffen tegen vonkvorming en moet een verbod op vuur en roken worden ingesteld(FOV,2005)

De veiligheidszones worden in de volgende schema's weergegeven. Hier wordt onderscheidt gemaakt in: vaste tanks boven de grond, onderaardse tanks, ballon- en kussenreservoirs en folietanks in de gistingstank.

Gasvolume in m ³ per tank	tot 10	meer dan 10 tot 100	meer dan 100 tot 500	meer dan 500 tot 5.000
Veiligheidszone in meter	1,5	3	5	10

TABEL 8: VEILIGHEIDSZONES ONDERAARDSE TANK (FOV, 2005)

Gasvolume in m ³ per tank	tot 10	meer dan 10 tot 100	meer dan 100 tot 500	meer dan 500 tot 1.000	meer dan 1.000 tot 2.000
Veiligheidszone in meter	3	6	10	15	20

TABEL 9: VRIJLIGGENDE BALLON- EN KUSSENRESERVOIRS UIT KUNSTSTOFFEN FOLIES (FOV, 2005)

Gasvolume in m ³ per tank	tot 100	meer dan 100 tot 500	meer dan 500 tot 1.000	meer dan 1.000 – 5.000
Veiligheidszone in meter	2	3	5	10

TABEL 80: FOLIETANKS IN DE GISTINGTANK (FOV, 2005)

Ook wordt er door de verzekeringsmaatschappijen een gebruiksaanwijzing voor een biogasinstallatie aangereikt. Hierin wordt omschreven wat er dagelijks dient te gebeuren. Los van deze handleiding dient men ook de instructies van de fabrikant in acht te nemen.

8.3 CONCLUSIE

Uit dit hoofdstuk valt op te maken dat de regelgeving omtrent biogasinstallaties niet alleen opgelegd wordt door de gemeente en of provincie. De verzekering is hierin ook een erg belangrijke speler. De verzekering huurt kennis in om tot haar beleid te komen en is zelf geen kennisdrager. Eisen van de verzekeraar dienen in acht te worden genomen zodat in geval van falen van de vergister de verzekerde een beroep kan doen op de verzekeraar.

H9: CONCLUSIE

De probleemstelling van dit onderzoek luidt als volgt:

“Op welke manier en onder welke omstandigheden wordt er in Nederland biogas geproduceerd en toegepast? Welke risico's brengen de productie en toepassingen van biogas met zich mee? In hoeverre is de huidige Nederlandse wet- en regelgeving up to date om de gevaren en risico's te beperken bij het gebruik van biogas?”.

In Nederland wordt op verschillende manieren biogas geproduceerd. Maar in wezen zijn alle installaties gelijk aan een aantal basisprincipes, op deze basisprincipes bestaan tal van variaties. De productie vindt op verschillende manieren plaats. Men vindt dergelijke installaties bij grote bedrijven zoals afvalverwerkers, producenten van voedsel en grote waterzuiveringsinstallaties. Daarnaast vindt er ook productie op kleinere schaal plaats. Dit gebeurt vooral op boerderijen doormiddel van zogenaamde co-vergisters. Deze installaties brengen tal van risico's met zich mee, zowel voor het bedrijf zelf als ook voor de omgeving. Hierbij gaat het vooral om de risico's: explosiegevaar, brandgevaar en toxiciteit van het biogas. Dit heeft te maken met de eigenschappen die het biogas heeft. Door tal van ontwikkelingen en vooral de schaalvergroting van de productie loopt de huidige wet- en regelgeving niet altijd samen met de praktijk. Dit komt met name voor bij de vergistingsinstallaties op de boerderijen. Door deze schaalvergroting nemen de risico's toe waarbij dezelfde eisen niet meer gelden voor deze installaties, zoals deze destijds zijn aangegeven in de vergunning. Daarbij komt dat de agrariër steeds meer de rol van procesoperator moet gaan spelen, maar hiertoe niet de gewenste scholing en opleiding heeft genoten. Uit het onderzoek blijkt dat dit ernstige gevolgen kan hebben voor de installaties zelf en in zekere mate ook voor de omgeving. Daarnaast zijn niet alle mogelijke veiligheidsvoorziening zoals noodfakkels en noodstroomvoorzieningen verankerd in de wet. Hiervoor gelden wel normen maar deze zijn onduidelijk als het gaat om de toepassing. Uit het beroepsbeeld worden wel richtwaarden gegeven maar deze zijn niet verplicht. Ook over de levensduur van het polyesterdoek bestaat onduidelijkheid. Daarnaast is alle wet- en regelgeving versnipperd over nationale en internationale regelgeving en normen. Er bestaat geen eenduidige handleiding voor vergunningverleners en producenten waarin alle relevante regelgeving staat beschreven. Voor kleinere installaties is het vaak onduidelijk aan welke wetgeving voldaan moet worden, dit komt omdat drempelwaarden dan niet gelden maar de risico's wel even groot kunnen zijn. In het BEVI en de BRZO wordt geen aandacht geschonken aan biogasinstallaties. Het RIVM heeft hier wel onderzoek naar gedaan maar de betreffende risicoafstanden zijn slechts richtwaarden en geen harde normen. Op dat gebied is nader onderzoek nodig. Het lastige van duidelijke normen is wel dat er geen eenduidige classificatie kan worden gegeven aan het biogas. Omdat er in de stoffen grote schommelingen zitten wat betreft de verhoudingen methaan en kooldioxide. Deze twee variabelen zijn van groot belang als het gaat om de risico's die aanwezig zijn bij een installatie.

Uit deze informatie en de overige informatie uit het rapport kan worden geconcludeerd dat de huidige wet- en regelgeving uit ons onderzoek niet up to date is als het gaat om de beperking van de veiligheidsrisico's.

Op basis van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Er is geen of in beperkte mate aandacht voor het dierenwelzijn. Dit blijkt uit eerdere onderzoeken waarin geen aandacht wordt geschonken aan het welzijn van dieren. Het gaat dan om onderzoeken in opdracht van de rijksoverheid.
- Geen duidelijke en eenduidige normen voor de materialen waarmee gewerkt moet worden tijdens de bouw. De geldende normen zijn versnipperd over verschillende wetten en regels. Dit is ook hinderlijk voor vergunningverleners want hierdoor kunnen zij lastig uitzoeken welke regels gelden voor de betreffende installatie. Onze aanbeveling is dan ook om een eenduidig document op te stellen met daarin alle wet- en regelgeving die gelden voor biogasinstallaties. Daarnaast zijn vergunningverleners vaak niet op de hoogte van de risico's die een installatie met zich meebrengt, dus schenken zij hier in mindere mate aandacht aan.
- Er is geen eenduidige procedure waarin staat beschreven hoe de installatie opgestart en onderhouden moet worden. Dit wel noodzakelijk aangezien er een aantal ongelukken zijn gebeurd tijdens het opstarten of het onderhouden van een installatie
- Voor grote installaties vanaf 5000m³ zijn geen aanvullende eisen gevonden als het gaat om de installatie zelf en het aanbrengen van veiligheidsvoorzieningen. Ook hiervoor zijn wel aanbevelingen gedaan maar deze zijn niet verankerd in de wet.
- Opleiding en scholing van de operator staan nog onvoldoende centraal voor het bevoegd gezag. In veel gevallen leert met spelende wijs met de installatie omgaan en wordt men ondersteund door de installateurs. Als de schaalvergroting op boerderijschaal blijft voortzetten is professionalisering van deze beroepsgroep noodzakelijk en is het dus van belang dat de overheid zich hiermee bemoeit.
- Biogasproductie wordt gedaan door verschillende bedrijven. De risico's zoals die zijn genoemd zijn met name aanwezig bij co-vergisters op de boerderij. Dit blijkt ook uit onderzoeken van het RIVM, want zij schenken in die rapportages alleen aandacht aan co-vergisters. Onze indruk is dan ook dat voor grote bedrijven zoals afvalverwerkers of voedselproducenten de zaken beter voor elkaar hebben dan de agrariërs op de co-vergisters.

H10: AANBEVELINGEN

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kunnen de volgende aanbevelingen worden gedaan voor vervolg onderzoek:

- Kwantitatief onderzoek naar het aantal ongevallen betreffende biogasinstallaties
- Onderzoek naar een eenduidig document voor het aanvragen en opstarten van een biogasinstallatie.
Uit ons onderzoek blijkt dat de provincie en gemeente verschillende documenten nodig heeft om tot regelgeving te komen. Dit vertraagd de procedure en de wetgever kan elke aanvraag anders behandelen.
- Onderzoek naar het belang van wet- en regelgeving omtrent dierenwelzijn.
Bijna elke co-vergister staat op een boeren erf. De installatie staat in veel gevallen direct naast de schuur waar men de koeien, varkens of ander soort dieren houdt. In een enkel document wordt er iets gezegd over het welzijn van dieren. Dieren dienen ook beschermt te worden, ook tegen biogasinstallaties.
- Onderzoek naar eisen rondom de LOD's
In de gevonden literatuur worden er geen eisen aan de verschillende lines of defence gesteld. Deze kunnen echter ook falen.
- Onderzoek naar best beschikbare technieken voor biogasinstallaties. Het is niet duidelijk welke materialen gebruikt moeten worden voor de bouw van een biogasinstallatie. Er wordt alleen gesproken over de best beschikbare technieken.
- Wij zijn er niet aan toe gekomen om een vergunning door te nemen op punten als veiligheidsrisico's en veiligheidsvoorzieningen. Om hier inzicht in te krijgen is het wellicht een idee om een aantal vergunningen door te nemen.
- In dit onderzoek is de behandeling van groen gas niet uitgebreid aan de orde gekomen. Uit het gesprek met de heer Wempe kwam naar voren dat er een aantal risico's zijn als het gaat om de opwerking naar groen gas. Naar deze risico's van opwerking en transport is mogelijk nader onderzoek nodig aangezien er over die risico's niet veel bekend is.

Literatuurlijst

- Al Seadi, T., Rutz, D., Prassl, H. (2008). *EU biogas handbook*. Esbjerg, Denemarken: University of Southern Denmark Esbjerg
- Delsinne, S. e.a. (2010). *Biogas Safety & Regulation*. Parijs: Ineris project 12055
- DHV B.V. (2009). *Veiligheidsfactoren bij (grootschalige) biogasinstallaties*. Amersfoort: DHV B.V.
- Ehlert, P.A.I., Hotsma, P.H., Jansen, J.W.M. (2004). *Positieve lijst covergistingsmaterialen*. Ede: Expertisecentrum LNV
- Edelmann, W. (2001). *Biogaserzeugung und -Nutzung*. Springer Verlag
- FNR (2004). *Handreichung Biogasgewinnung und -nutzung*. Gülzow, Duitsland
- FOV (2005). *Veiligheidsregels en technische preventierichtlijnen bij de bouw en het gebruik van agrarische biogasinstallaties*. Bunnink: Federatie onderlinge verzekeringsmaatschappijen
- InfoMil (2009). *Handreiking (co-) vergisting van mest*. Den Haag: Agentschap NL
- Heezen, P.A.M., Mahesh, S (2010). *Veiligheid grootschalige productie van biogas*. Bilthoven: VROM-inspectie, Centrum Externe Veiligheid
- Henk Welink, e.a. (2007). *Haalbaarheid Groen Gas uit Bio-restromen in Zeeland*. Vlissingen: Hogeschool Zeeland
- Kleinschmidt, C.P. (2010). *Statusoverzicht en impactanalyse van torrefactie in Nederland*. Arnhem: KEMA Nederland B.V
- Linde gas (2005) Veiligheidsinformatieblad Kooldioxide.
- Kool, Anton. Timmerman, Maikel. De Boer, Herman. e.a. (2005) *Kennisbundeling covergisting*. Culemborg: CLM Onderzoek en Advies BV
- nVWA. (2009). *Co-vergisting & de dierlijke bijproducten verordening*. Den Haag: Infoblad 82 VWA
- PGS 6 (2009). *Aanwijzingen voor implementatie van Brzo 1999*. Den Haag: VROM
- RIVM 1 (2008). *Effect- en risicoafstanden bij de opslag van biogas*. Den Haag: Centrum Externe Veiligheid
- RIVM 2 (2009) *Handleiding risicoberekening Bevi Module B algemeen*. Bilthoven: Centrum Externe Veiligheid
- Rodenhuis W. Smeitink. W, (2011). *Basisboek integrale veiligheid (hoofdstuk 22)*. Den Haag: Boom Lemma uitgevers
- SenterNovem (2009). *Literatuuronderzoek digestaat en vergistingsystemen*. Deventer: Projecten LTO Noord

Suiker Unie (2010). *Natuurlijk duurzaam, duurzaamheidsverslag 2010*. Dinteloord: Suiker Unie

Van Ewijk, H. (2008). *Milieuanalyse vergisten GFT-afval*. Amsterdam: IVAM

Van Vliet, A.A.C. e.a. (2005). *Groepsrisico en gebiedsgerichte benadering. Oriënterend onderzoek gebaseerd op lokale risico's van industrie, transport en luchtvaart*. Den Haag: RIVM

Westfalen (2003). *Veiligheidsinformatieblad (VIB) Methaan*.

Wempe, J., Dumont, M., Groeneveld, M., (2010). *Vol gas vooruit! De rol van groen gas in de Nederlandse energiehuishouding*. Platform groen gas

Artikel

Velghe, F. Mattheeuws, B. (2007). *Digestaat, een nobele onbekende*. Varkensbedrijf nr. 8 augustus 2007, pagina nr. 16 & 17

Bio Energie Noord. (2007). *Co-vergisting*. Informatieblad, 29 mei 2007

BIJLAGEN

Bijlage 1: Plan van Aanpak

Bijlage 2: Bow tie analyse

Bijlage 3: Bijlage 2 rapport “Veiligheid grootschalige productie biogas”

Bijlage 4: Effect- en risicoafstanden

Bijlage 5: Stroomschema’s vergunningaanvraag

Bijlage 6: Positieve lijst dierlijke bijproducten

Bijlage 7: Verklaring eigen werk

Bijlage 1: Plan van Aanpak

Bijlage 2: Bow tie analyse

Bijlage 3: Bijlage 2 rapport “Veiligheid grootschalige productie biogas”

Bijlage 4: Effect- en risicoafstanden

Bijlage 5: Stroonschema's vergunningaanvraag

Bijlage 6: Positieve lijst dierlijke bijproducten

Positieve lijst co-vergisting per 18 maart 2011

bijlage Aa . , behorende bij artikel 4 van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet

IV. Eindproducten van bewerkingsprocédés die als meststof kunnen worden verhandeld.

A Stoffen van plantaardige herkomst afkomstig van een landbouwbedrijf A1 Gewas(-producten) voor humane consumptie of diervoeders

1. Weidegras, weidekuilgras, snijmaïs, kuilmaïs/maïssilage, korrelmaïs, corn cob mix (CCM), gerstkorrels, haverkorrels, roggekorrels, tarwekorrels, aardappelen, suikerbieten, voederbieten, uien, witlofpennen, zaad van erwten, zaad van lupinen, bonen/peulen van veldbonen, zonnebloempitten, zaad van kool- of raapzaad, zaad van olievlas, zaad van vezelvlas, groente en fruit behorend tot de in bijlage A opgenomen bladgewassen, koolgewassen, kruiden, vruchtgewassen, stengel-/knol-/wortelgewassen en fruitteeltgewassen.

A2 Gewas(-producten) voor de biogasproductie

1 Energiemaïs

B Stoffen van plantaardige herkomst afkomstig van natuurterrein als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onderdeel e, van het Besluit gebruik meststoffen

B1 Weidegras afkomstig van grasland als bedoeld in artikel 1, eerste lid, onderdeel c, van het Besluit gebruik meststoffen.

C Stoffen afkomstig uit de voedings- en genotmiddelenindustrie

C1 Stoffen van plantaardige herkomst

1. Reststof die is vrijgekomen bij het fabrieksmatig verwerken van aardappelen tot zetmeel, vezels en eiwit en die bestaat uit ingedikt onteiwit aardappelvruchtwater met een droge stofpercentage van minimaal 50% (protamylasse).
2. Reststof die is vrijgekomen bij het fabrieksmatig verwerken van aardappelen tot zetmeel, vezels en eiwit en die bestaat uit resten aardappelzetmeel die met een bezinker zijn afgescheiden uit het vrijkomende afvalwater (primair aardappelzetmeelslib).
3. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige vergisting van tarwezetmeel ten behoeve van alcoholproductie (tarwegistconcentraat).
4. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige verwijdering van schillen met behulp van stoom van vooraf gewassen aardappelen en die bestaat uit aardappelschillen in water (aardappelstoomschillen).
5. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige verwijdering van schillen met behulp van stoom van vooraf gewassen wortelen en die bestaat uit wortelschillen in water (wortelstoomschillen).
6. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige winning van zetmeel, eiwit, kiemen en vezel van maïs en die bestaat uit ingedampt (geconcentreerd) weekwater met een drogestofgehalte van minimaal 50% (geconcentreerd maïsweekwater).
7. Reststof die als mengsel is vrijgekomen bij het fabrieksmatig uitpakken door een daartoe gespecialiseerd bedrijf van uitsluitend verpakte frisdranken of licht alcoholische dranken die afkomstig zijn van detailhandel, groothandel of producenten en uitsluitend wegens overschrijding van de houdbaarheidsdatum, verpakkingsfouten of verkeerde bewaring ongeschikt zijn geworden voor humane consumptie. Het mengsel bestaat uit uitgepakte

frisdranken of licht-alcoholische dranken en is vrij van verpakkingsmateriaal (vloeibaar mengsel van frisdranken en licht alcoholische dranken).

8. Reststof die met behulp van water en fysische processen al dan niet als ingedikte vloeibare reststroom is vrijgekomen bij de fabrieksmatige scheiding van tarwebloem in tarwezetmeel en tarwe-eiwit (gluten) bestemd voor de levensmiddelenindustrie (tarwezetmeel).
9. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige productie van conserven en die bestaat uit een mengsel van uitgeselecteerde droge witte bonen of uitgeselecteerde geweekte geblancheerde witte bonen die ongeschikt zijn voor humane consumptie (mengsel van witte bonen).
10. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige bewerking van tarwebloem tot gluten, zemelen en zetmeel bestemd voor de levensmiddelenindustrie en die bestaat uit een geconcentreerde suikerrijke deelstroom (tarweindampconcentraat).
11. Reststof die is vrijgekomen bij het fabrieksmatig mechanisch schillen van gewassen sinaasappelen voor de productie van sinaasappelsap bestemd voor menselijke consumptie (schilresten van sinaasappelen).
12. Reststof die is vrijgekomen bij het fabrieksmatig ontslijmen van ruwe, niet ontslijmde, plantaardige olie – uitsluitend afkomstig van zaden van koolzaad, rapenzaad, sojaboon of zonnebloem – door middel van fysische scheiding en waarbij het hydrofiel gedeelte van de olie in water oplost dan wel een zwak zure oplossing vormt en die bestaat uit fosfolipiden, wateroplosbare vetten, olie en eventueel zuurresten in water (waterig lecithine-oliemengsel).
13. Reststof die is vrijgekomen bij het filteren door mechanische scheiding van zuiver plantaardige olie, waarin voorgesneden en geblancheerde patat van aardappelen met vooraf aangebracht beslag, battermix of kruiden is voorgebakken en die bestaat uit resten beslag/battermix met zetmeel- en olieresten. (aardappelvetkruid).
14. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige productie van sojadranken door verwerking van ontpelde sojabonen en die bestaat uit een mengsel van kookvocht en de afgescheiden slecht oplosbare fractie (mengsel van okara en kookvocht).
15. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige verwerking van vooraf gewassen aardappelen, gele koolraap, witte koolraap, witte bieten en knolselderij tot luchtgedroogde groenten waarbij deze met een stoomschiller worden geschild, afgeborsteld en met water afgespoeld en vervolgens gedroogd met lucht. De reststof bestaat uit de vaste delen die met een zeefbocht zijn afgescheiden van de afvalwaterstroom die uit de stoomschiller komt en uit de knollen die na het schillen vanwege rot of kleurafwijking zijn uitgesorteerd. (stoomschillen van knolgewassen).
16. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige verwerking van suikerbieten en die bestaat uit gereinigde brokstukken van de biet, met name de dunne uiteinden, en delen van bietenbladeren, al dan niet ingekuuld. (bietenpunten).

C2 Stoffen van dierlijke herkomst al dan niet gecombineerd met stoffen van plantaardige herkomst

1. Reststof die is vrijgekomen bij het fabrieksmatig uitpakken door een daartoe gespecialiseerd bedrijf van uitsluitend verpakte vloeibare zuivelproducten die afkomstig zijn van detailhandel, groothandel of producenten en uitsluitend wegens overschrijding van de houdbaarheidsdatum, verpakkingsfouten of verkeerde bewaring ongeschikt zijn geworden voor humane consumptie. De reststof bestaat uit uitgepakte vloeibare zuivelproducten of mengsels daarvan en is vrij van verpakkingsmateriaal en reinigingswater (uitgepakte vloeibare zuivelproducten en mengsels daarvan).
2. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige bereiding van consumptie-ijs en die bestaat uit grondstofresten, ijsmixresten en afgekeurde ijsproducten en vrij is van verpakkingsmateriaal en reinigingswater (ijsafval).

3. Reststof die als mengsel is vrijgekomen bij het fabrieksmatig uitpakken door een daartoe gespecialiseerd bedrijf van uitsluitend verpakte voedingsmiddelen die afkomstig zijn van detailhandel, groothandel of producenten en uitsluitend wegens overschrijding van de houdbaarheidsdatum, verpakkingsfouten of verkeerde bewaring ongeschikt zijn geworden voor humane consumptie. Het mengsel bestaat uit uitgepakte voedingsmiddelen die oorspronkelijk bestemd waren voor humane consumptie en is vrij van verpakkingsmateriaal en reinigingswater (uitgepakte voedingsmiddelen voor humane consumptie).
4. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige verwijdering van lactose door scheiding uit het permeaat dat is verkregen door ultrafiltratie van zoete kaaswei (delactosed permeate liquid).

D Stoffen afkomstig uit de diervoederindustrie

Er zijn uit de diervoeder industrie geen stoffen die gebruikt mogen worden.

E Stoffen afkomstig uit andere industrieën

1. Reststof die is vrijgekomen bij de fabrieksmatige winning van biodiesel uit raapzaadolie of koolzaadolie door omestering met methanol en scheiding onder invloed van de zwaartekracht (glycerine).

F Hulpstoffen of toevoegmiddelen

1. Slib of steekvast slib dat vrijkomt bij de bereiding van drinkwater uit grondwater of oppervlaktewater en dat bestaat uit ijzer(III)hydroxide en water (ijzerwater).

Categorie 2

Product dat verkregen is door vergisting van uitsluitend plantaardige stoffen vermeld onder categorie 1 (digestaat van plantaardige covergistingsmaterialen).

Categorie 3

Verpompbaar product dat verkregen is na mechanische scheiding van de door vergisting verkregen digestaat van uitsluitend plantaardige stoffen vermeld onder categorie 1 (dunne fractie uit digestaat van plantaardige covergistingsmaterialen).

Categorie 4

Niet verpompbaar product dat verkregen is na mechanische scheiding van de door vergisting verkregen digestaat van uitsluitend plantaardige stoffen vermeld categorie onder 1 (dikke fractie uit digestaat van plantaardige covergistingsmaterialen).

Bijlage 7: Verklaring eigen werk

Verklaring eigen werk

Hierbij verklaar ik, dat ik het voor u liggende werkstuk/project zelfstandig en zonder gebruik van andere dan de aangegeven hulpmiddelen geschreven heb; De uit andere bronnen direct of indirect overgenomen teksten zijn op enigerlei wijze in de door mij geschreven tekst expliciet met bronvermelding verantwoord. Het werkstuk werd tot nu toe nog niet in dezelfde of in vergelijkbare vorm aan een examinerator of examencommissie voorgelegd. Ook is het werkstuk niet eerder in het openbaar verschenen.

Plaats, datum: Enschede, 31 januari 2012

Handtekening:

Aafke Doorn

Maurits Overweg

Michel Schipper