

Simpel stoken op biogas



Datum: 2 februari 2021

Projectplan: KK/EM/190179/21.1032

Uitgebracht aan: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland
De heer Ing. A. Moerkerken
Croeselaan 15
3521 BJ UTRECHT

Opgesteld door: LTO Noord Programma's en Projecten
Postbus 240
8000 AE Zwolle

Contactpersoon: Kees Kroes
kkroes@ltonoord.nl
T 088 888 66 77

Inhoudsopgave

1. Achtergrond en inleiding	3
2. Mestopslag en biogas	4
2.1 Doelstelling.....	4
2.2 De werking.....	4
3. Van mest naar warmte	6
3.1 Biogas afvangen	6
3.2 Biogas behandelen.....	7
3.3 Biogas bufferen	7
3.4 Biogas verbranden	8
4. Verdienmodel	9
4.1 Verdienmodel energiebesparing.....	9
4.2 Verdienmodel CO ₂ reductie	9
5. Conclusies en aanbevelingen	11
5.1 Conclusies.....	11
5.2 Aanbevelingen	11

1. Achtergrond en inleiding

Een belangrijk aandachtspunt uit het klimaatakkoord is het vrijkomen van methaan op (rund)veebedrijven, onder andere bij de opslag van mest. Wanneer de mest in een gesloten opslag zit, kan het methaan in hoge concentratie (25-60%) worden afgevangen.

Voor veel kleine (melk)veehouders is het op dit moment niet rendabel om hiervoor een installatie op poten te zetten. (Mono)vergisting en benutting in een warmtekrachtkoppeling (WKK) of microturbine brengt hoge investeringskosten met zich mee, waardoor dit uitsluitend een optie zou kunnen zijn voor de grotere bedrijven.

Voor melkveebedrijven met toepassing van weidegang of minder dieren kan het nog steeds nuttig zijn om het methaan te benutten, omdat emissie van methaan relatief sterk bijdraagt aan de opwarming van de aarde (28x sterker broeikasgas dan CO₂). Echter gaat het hier om een zeer kleine flow (typisch <1 m³/uur), waardoor er behoefte is aan een simpele oplossing die niet te veel kost.

Het ontbreken van een rendabele en laagdrempelige oplossing voor de kleinere hoeveelheden is de reden om vanuit LTO Noord onderzoeksprojecten uit te voeren naar gemakkelijk in te passen systemen. De Rijksdienst voor Ondernemend Nederland heeft in het kader van het Agroconvenant 'Schoon en Zuinig' opdracht gegeven om een simpel en goedkoop systeem te maken wat afvang en benutting van methaan mogelijk maakt. In dit document leest u op welke manier dit kan en wordt daarbij een business case uitgewerkt om inzicht te verschaffen in de opbrengsten.

2. Mestopslag en biogas

2.1 Doelstelling

In lijn met de Agroconvenant 'Schoon en Zuinig' is er middels een praktische insteek onderzocht hoe op een goedkope manier methaan kan worden afgevangen en benut. Er is daarvoor een eenvoudige opstelling gebouwd bij een melkveebedrijf om het methaan uit de drijfmest af te vangen. Hoe dit in zijn werk gaat kunt u hieronder lezen bij paragraaf 2.2.

Er is gekozen voor een melkveebedrijf omdat binnen de agrarische sector melkveebedrijven de belangrijkste bron zijn van methaanemissies. Hoewel de voornaamste methaanproductie bij koeien plaatsvindt in de pens en wordt uitgestoten via de ademhaling (75%), focust deze proefopstelling zich op het afvangen van methaan uit de mest.

Hierbij is het doel: Een business case ontwikkelen, waarbij methaanemissies uit de mestopslag worden teruggedrongen en dit biogas in te zetten als energiebron binnen de bedrijfsvoering.

Er zijn verschillende opties waaraan gedacht kan worden. Zo kan methaan uit mestopslagen opgevangen worden in een kleine gasbuffer. De gasbuffer kan zo nodig gekoppeld worden aan een systeem voor lichte gasreiniging. Vervolgens kan een apparaat aangekoppeld worden voor energetische benutting van methaan, eventueel in combinatie met verbranding van andere gassen in de stal, zoals ammoniak. Ook is het denkbaar om een eenvoudige biogasketel, zoals die al bestaat in ontwikkelingslanden, in te zetten.

Een alternatieve oplossing is een hoogwaardigere benutting van methaan, zoals het te verbranden in een microgasturbine, waarbij methaan wordt benut voor opwekking van elektriciteit, waarbij de vrijkomende warmte tevens kan worden benut voor woonhuis en spoelwaterverwarming.

Binnen dit project is voor deze laatstgenoemde optie gekozen en dus voor een tweezijdig effect. Dus minder methaanemissie uit de mestopslag, maar ook een besparing op gasverbruik. Op deze manier bespaart de boer op zijn gasrekening, terwijl hij ook tegemoetkomt aan de klimaatdoelen.

2.2 De werking

Ontstaan van biogas in de mestkelder

Tijdens de opslag van mest gaat de vertering van organische stof (onverteerde voerresten) gewoon verder. De organische stof wordt deels verder verteerd. In de drijfmest heerst een zuurstofloos (anaeroob) milieu en vindt fermentatie plaats, waarbij organische stof wordt omgezet in biogas. Dit biogas bestaat vooral uit methaan en CO₂ en enkele spoorelementen. Dit biogas stijgt op naar het oppervlak en komt dan in de atmosfeer terecht. Het klimaatopwarmend vermogen van methaan is 28 keer hoger dan het klimaatopwarmend vermogen van CO₂.

(Mono)vergisting als optie

In een (mono)vergister worden de omstandigheden geoptimaliseerd voor de methaanvormende bacteriën. De mest wordt geroerd en verwarmd tot circa 38°C. De afbraak van organische stof gaat daardoor veel sneller en intensiever. Er kan dan wel 20-30 m³ biogas uit een ton mest gehaald worden. Dit biogas wordt gebruikt in een WKK voor warmte en elektriciteit of gezuiverd tot aardgaskwaliteit. Niet elke boer kan en wil investeren in een vergister. Een aantal redenen kunnen daaraan ten grondslag liggen:

- Een vergistingsinstallatie vraagt om een forse investering van meer dan €100.000 en het financieel rendement is beperkt;
- Vergisting verteert een deel van de organische stof (makkelijk afbreekbaar deel). Hoewel de invloed op de hoeveelheid effectieve organische stof klein is, zijn er boeren die ook de snel afbreekbare organische stof liever gebruiken om de bodemorganismen te voeden;
- Niet elk bedrijf heeft voldoende mest om de kosten van een vergister terug te kunnen verdienen. Vooral bedrijven met veel weidegang of met kleine dieraantallen hebben dit probleem.

Gebruik van biogas om te stoken

Het methaan kan op een goedkope manier als brandstof worden gebruikt in een gasketel. Gemiddeld komt er uit een ton drijfmest tijdens de opslagperiode in de stal of buitenopslag spontaan circa 2 m³ biogas vrij. Voor een bedrijf met 80 koeien en 2000 m³ mestproductie per jaar komt dit neer op 4000 m³ biogas per jaar. Dat is het equivalent van 2500 m³ aardgas, wat goed past bij het praktijkgebruik voor verwarming van spoelwater en woonhuis. Door dit methaan te verbranden wordt de emissie naar de omgeving fors verminderd en daalt de CO₂ footprint per kg vlees of melk.

Om het biogas uit de mestopslag af te vangen en te kunnen benutten, moet er een kleine installatie worden aangelegd. Hierbij wordt het biogas door een blower richting een verzamelvat gepompt.

3. Van mest naar warmte

Nu het methaan is afgevangen en opgeslagen dient het vervolgens geschikt gemaakt te worden voor verbranding.

3.1 Biogas afvangen

Hoe gaat het afvangen van methaan nu in zijn werk? Het methaan of biogas ontsnapt uit de mest aan het oppervlak. Daar kan het afgevangen worden. In stallen is dit meestal niet eenvoudig, vanwege de open ruimte. Vaak liggen er roostervloeren, waar buitenlucht door waait. De concentratie biogas is dan te laag. Bovendien kan het gevaarlijk zijn om de concentraties achteloos te verhogen, aangezien een biogasconcentratie tussen de 5% en 15% een reëel ontploffingsrisico met zich meebrengt.

Het is daarom aan te raden om biogas in een volledig gesloten ruimte af te vangen. Dit kan in een dichte mestopslag. Er zijn vier gangbare mestopslagtypes, waarop ieder een eigen afvang past:

- Mestbassin: In een mestbassin is een onderfolie en bovenfolie, waartussen de mest wordt opgeslagen. Op de bovenfolie zijn meestal een aantal ontluuchtingsopeningen gemaakt en een luik waar een mixer kan worden ingebracht (mixluik). Langs de folieranden aan de zijkanten kan soms ook gas ontsnappen. Bovendien is de bovenfolie langs randen en hoeken na enkele jaren al zo verweerd dat deze niet gasdicht meer is. Het is lastig om een bestaand bassin gasdicht te maken. Bij een bassin met goede bovenfolie is het wel mogelijk. De ontluuchtingsopeningen kunnen dan aan een gaslang (PE) worden gemaakt, waarna het gas naar de zijkant kan worden afgevoerd.
- Mestzak: De mestzak is relatief gemakkelijk dicht te maken. Een mestzak houdt zichzelf op spanning door de vloeistofdruk. Normaliter is de zak gasdicht op enkele ontluuchtingsopeningen na. Deze kunnen eenvoudig worden dichtgemaakt en worden aangesloten op een gaslang. Belangrijk is om ervoor te zorgen dat er geen grote gasdruk kan ontstaan bij verstopping van de gaslang. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren bij schuimende mest, waarbij het schuim de gaslang verstopt. Een overdrukbeveiliging met overloop van het schuim kan ongelukken voorkomen.
- Mestsilo met spankap: Een mestsilo kan worden afgedekt met een spankap. Deze dekt de mest af, en voorkomt grotendeels het contact met buitenlucht. De kap is echter niet gasdicht. De meeste kappen zijn ook niet gemakkelijk gasdicht te maken. Er zitten ventilatiesleuven in het doek en de randen zijn lek. Ook zit er vaak een mixluik in. Het gasdicht maken van een bestaande mestsilo betekent dan ook al snel investeren in een nieuwe afdekking. Te denken valt aan een enkel of dubbel membraan, zoals ook veel wordt gebruikt bij vergisters.
- Silo met drijfdek: Veel lagere mestsilo's werken met een drijfdek. Dit dek is voorzien van een ballastrand, waar het regenwater afgepompt kan worden. Het dek kan verder gesloten worden uitgevoerd, met een of meerdere EPS-drijfelementen. Op die plek kan een gasafvoer worden gemonteerd. Bij opbouw van overdruk zal het dek simpelweg iets omhoogkomen tot er gas kan ontsnappen langs de rand.

3.2 Biogas behandelen

Als het biogas onverdund is afgevangen kan het in een gasleiding worden getransporteerd. Voordat het gebruikt kan worden, moeten de ongewenste bestanddelen eruit gehaald worden. Het gaat hierbij met name om vocht en H₂S (di-waterstofsulfide).

Drogen

Als biogas aan het aardgasnet wordt geleverd, moet het aan strenge eisen voldoen, waaronder een laag vochtgehalte. Bij gebruik in een eigen biogasketel komt dit minder precies. De eenvoudigste manier van droging kan door middel van een grondbuis. Een stuk van de gasleiding wordt in de grond gelegd, waardoor het biogas gekoeld wordt naar de bodemtemperatuur van circa 12 graden. Daardoor condenseert het overtollige vocht. Het condens kan handmatig worden afgetapt, maar er kan ook een sifon worden aangelegd op het laagste punt in de gasleiding waar het condens kan ontsnappen. Door het waterslot in de sifon kan het biogas niet ontsnappen.

Ontzwavelen

Ruw biogas kan tot wel 5000 PPM (parts per million) H₂S bevatten. Dit ontstaat bij de afbraak van eiwitten. Het gas stinkt (rotte eierenlucht) en is al in lage concentraties (van 50 PPM) schadelijk. Blootstelling kan de geurzenuw verlammen, waardoor men het niet in de gaten heeft. Er zijn de afgelopen jaren meerdere dodelijke ongevallen geweest met dit mestgas. Bovendien is het erg corrosief, waardoor metalen onderdelen snel verroesten.

H₂S kan uit het biogas gefilterd worden met actief kool of ijzeroxidepellets (roest).

Actief kool is een speciaal behandelde koolstof die door adsorptie allerlei stoffen aan zich kan binden. Het H₂S wordt dan vrijwel volledig afgevangen. Enkele kilogrammen kunnen maandenlang gas filteren. Als het kool verzadigd is moeten de pellets worden vervangen.

Een alternatief is om het H₂S met ijzeroxidepellets te laten reageren. Het zwavel bindt zich dan aan het ijzer, waardoor het biogas ook gereinigd wordt. Er zit een risico aan deze laatste werkwijze omdat het ijzersulfide weer reageert met zuurstof. Bij afkoppelen van het filter of lekkage kan dan veel hitte ontstaan en zelfs brand uitbreken.



Figuur 1: Kleinschalig actief kool filter

3.3 Biogas bufferen

Omdat de productie van biogas spontaan gebeurt, zal de productie niet altijd aansluiten op de benodigde consumptie. Het is daarom nodig om een gasbuffer aan te leggen. Dit kan variëren van een kleine gaszak van bijvoorbeeld één m³, tot een grote buffer van meer dan 1.000 m³. Als er voor een kleine buffer gekozen wordt, moet de gasproductie dagelijks verbruikt worden om emissie van methaan te voorkomen. Op bedrijven waar dagelijks warm water nodig is of een buffervat voor warm water wordt gebruikt kan dit prima functioneren. Een alternatief is om voor een grotere gasopslag te gaan en een deel van de zomerse gasproductie te bufferen totdat deze in de winterperiode nodig is. De gasopslag kan in een losstaande ruimte plaatsvinden, maar het is ook mogelijk om de afdekking van de mestopslag hiervoor te gebruiken. Een membraanafdekking (PVC of EPDM), zoals bij vergisters veel wordt gebruikt, is hiervoor geschikt.

3.4 Biogas verbranden

Het gereinigde biogas kan in een simpele gasketel worden verbrand. Een standaard aardgasketel is meestal niet geschikt, omdat aardgas een hoger methaanpercentage bevat en dus een hogere verbrandingswaarde heeft. Een m³ aardgas bevat zo'n 10 kWh energie, terwijl biogas ongeveer 6 kWh bevat. Er zijn goedkope biogasketels te verkrijgen die gericht zijn op gebruik in ontwikkelingslanden. Deze zijn flexibel ten aanzien van de gaskwaliteit, maar voldoen niet altijd aan de Nederlandse kwaliteitsstandaarden. Zo zijn sommige ketels alleen uitgevoerd met een aan/uit-regeling en mist een nauwkeurige temperatuurregeling en CE keurmerk.

Industriële gasketels met CE keurmerk voor biogas bestaan vooral voor de wat grotere vermogens vanaf 40 kW.



Figuur 2: Low budget biogasketel van Puxin

4. Verdienmodel

Voor de berekening van een verdienmodel is gekeken naar een melkveebedrijf met 80 stuks koeien. Daarbij is uitgegaan van onderstaande parameters.

PARAMETERS

2	m ³ biogas/ton mest
55%	methaangehalte biogas
80	koeien
25	m ³ mest per koe per jaar
2.000	ton mest / jaar
4.000	m ³ biogas/jaar
2.500	m ³ aardgasequivalent/jaar
15	m ³ aardgasverbruik/dierplaats
1.200	m ³ aardgasverbruik
€0,20	per kWh elektriciteit
€0,75	per m ³ aardgas

Uit de gegevens blijkt dat de hoeveelheid methaanemissie ruim voldoende is om de jaarlijkse warmtevraag in de stal te dekken. Bij koppeling van de biogasketel aan het watersysteem van de centrale verwarming van de woning kan ook het overschot benut worden.

4.1 Verdienmodel energiebesparing

De geteste biogasketel vraagt inclusief aansluiten en voorbehandeling van het gas een investering van circa €1.600. Daarnaast wordt er jaarlijks circa €135 uitgegeven aan elektriciteit en actief kool. Voor de arbeid is uitgegaan van een uur werk per 2 maanden, waarmee de arbeidskosten €240 per jaar bedragen. Het vervangen van aardgas scheelt €0,75 per m³, waardoor er een besparing van €900 gerealiseerd kan worden. Het saldo van het geheel komt daarmee op €249 per jaar.

Kosten systeem		Baten systeem	
Afschrijvingen	€ 276	Vermeden kosten aardgas	€ 900
Operationele kosten	€ 135		
Arbeid	€ 240		
		Saldo	€ 249

4.2 Verdienmodel CO₂ reductie

Om het interessanter te maken kan ook de CO₂ winst van de methaan afvang en de energiebesparing berekend worden. De 4.000 m³ biogas bevat 2.530 kg methaan. 1 kg methaan geeft bij emissie een opwarmend effect van 28 kg CO₂-equivalenten. Door het af te vangen en te verbranden wordt deze emissie gereduceerd.

Dit levert 70.840 kg CO₂ reductie op.

Daarnaast wordt er met de warmte inkoop van aardgas voorkomen. Het verbranden van 1 m³ aardgas geeft een CO₂ emissie van 1.884 kg. Afhankelijk van de energetische benutting wordt minimaal 1.200 en maximaal 2500 m³ aardgas vervangen. Uitgaande van 1.200 m³ komt dit neer op 2.261 kg CO₂ reductie.

In totaal is dit 72.101 kg CO₂ reductie.

Als deze reductie kan worden vermarkt richting de industrie of afnemer van de melk kan dit significant bijdragen aan het verdienmodel. De marktprijzen voor industriële uitstoters van CO₂ bedragen in 2021 €30 per ton CO₂ en lopen daarna op. Dit zou een extra inkomstenbron kunnen vormen van €2.193 per jaar.

De vermarkting van de behaalde CO₂ reductie kan hiermee het verdienmodel enorm verbeteren.

5. Conclusies en aanbevelingen

5.1 Conclusies

- Het is mogelijk om een goede kwaliteit biogas te verkrijgen uit luchtdichte mestopslagen en deze energetisch te benutten.
- De benodigde componenten zijn internationaal tegen lage kosten commercieel beschikbaar, maar zijn erg op ontwikkelingslanden gericht, waarbij de nodige keurmerken ontbreken.
- Een biogaskachel heeft binnen dit praktische onderzoek het gas probleemloos kunnen verbranden, waarmee een verdienmodel ontstaat voor emissiereductie, door de besparing op ingekocht gas en vermeden CO₂ emissie. Zie voor een berekening hoofdstuk '4. Verdienmodel'.

5.2 Aanbevelingen

- Voor de adaptatie van deze route in de praktijk is het belangrijk dat er een goede supply chain voor de technologie komt in Nederland. Onderdelen van het systeem kunnen degelijker en veiliger worden uitgevoerd.
- Om het systeem echt interessant te maken moet de vermeden CO₂ emissie ten gelde worden gemaakt.

Veehouders moeten bij aanschaf of verbouw van een mestopslag rekening houden met een systeem wat gasdicht te maken is. Eventuele aanpassingen aan bestaande mestopslagen zijn lastig te implementeren.