



Economische haalbaarheid vergisting insecten frass op praktijkschaal

Een snelle verkenning

Auteurs | Stefan Hol en Rommie van der Weide

WPR-OT-945



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Economische haalbaarheid vergisting insecten frass op praktijkschaal

Een snelle verkenning

Stefan Hol en Rommie van der Weide

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van de PPS Biobased opwaarderen mest en digestaat AF-17052b uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten. Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, Juli 2022

Rapport WPR-OT 945

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/584608>

Binnen de PPS Biobased opwaarderen van mest en digestaat is een eerste verkenning gedaan naar de economische haalbaarheid van een frass (insectenmest) vergister op het eigen terrein van een BSF (black soldier fly) larven producent. Er is uitgegaan van mono-mestvergisting met een gecombineerde warmte en energie opwekking via een WKK. Door deze opwek hoeft er minder aardgas en elektra ingekocht te worden. Deze winst wordt toegeschreven aan de installatie en heeft met de gebruikte waarden in dit model een terugverdientijd van 10.8 jaar, een installatie heeft normaliter een afschrijftermijn van 20 jaar, hierdoor wordt er iets meer dan 9 jaar winst gemaakt. De winst kan oplopen tot bijna €55.000 euro per jaar, zonder gebruikmaking van subsidies. Echter zijn een aantal gebruikte waarden nog onzeker en is het verstandig dit nader te onderzoeken.

Trefwoorden: insectenfrass, vergisting, economische haalbaarheid, WKK, black soldier fly larven

© 2022 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit open teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 291 111; www.wur.nl/plant-research

KvK: 09098104 te Arnhem
VAT NL no. 8113.83.696.B07

Stichting Wageningen Research. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stichting Wageningen Research.

Stichting Wageningen Research is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Rapport WPR-OT 945

Tabel of Contents

Woord vooraf	4
1 Inleiding	5
2 Biogasproductie	6
3 Financieel	7
3.1 Kosten	7
3.2 Baten	7
3.3 Mogelijke extra baten	7
4 Gebruikte waarden	9
5 Resultaten	13
6 Discussie & aanbevelingen	14
6.1 Alternatief gebruik van biogas	14
6.2 Mogelijke subsidies	15
Literatuur	16

Woord vooraf

In Nederland zijn er overschotten aan mest en digestaten (vergiste mest en reststromen) waardoor deze een negatieve waarde vertegenwoordigen. Tegelijkertijd bevatten deze reststromen waardevolle ingrediënten voor de productie van biomassa (als grondstof voor food- en feed producten), voor verbetering van bodemkwaliteit en voor energieproductie. Het aantal haalbare businesscases waarbij de reststroom opgewaardeerd wordt is tot dusver beperkt. Dit heeft zowel te maken met het rendement van de gehanteerde technologieën als de wet- en regelgeving gerelateerd aan de reststromen.

Recente informatie uit onderzoek, wetenschappelijke literatuur en van de bedrijven geeft nieuwe aanknopingspunten voor een biobased opwaardering van mest/digestaat stromen en het verbeteren van het rendement van vergisting. Het vernieuwende aan ons onderzoek is het telen van alternatieve biomassa op de reststromen en het gebruik van omzettingsproducten voor het verbeteren van de vergisting. Het gaat hier om het gebruik van gescheiden mest en digestaat producten voor de teelt van paddenstoelen/schimmels, wormen, insecten, specifieke bacteriën en aquatische biomassa. De ontstane biomassa kan verder geraffineerd en vermarkt worden als food, feed en biobased grondstof. Ook resteren er bewerkte mest en digestaat producten die bovendien waarde hebben als bemestingsproducten voor bodem en plantengroei, als substraat voor verbetering van vergisting of voor export/gebruik buiten de landbouw. Dit geeft een nieuwe invulling aan de verplichte mestverwerking. Doel van dit project is om deze ideeën verder te exploreren en te onderbouwen/testen op lab- en praktijkschaal, leidend tot een proof of principle voor nieuwe biobased opwaarderingsmethoden van mest en digestaat die in samenhang ingezet kunnen worden om kringlopen beter te sluiten en/of buiten de reguliere landbouw af te zetten. Hierbij worden knelpunten in wet- en regelgeving verkend en geagendeerd. Tevens worden kengetallen berekend die nodig zijn voor beoordeling van de duurzaamheid (o.a. kosten, milieueffecten) en voor dossiervorming over regelgeving (o.a. mineralen, voedselveiligheid).

De veehouderijsector krijgt inzicht in de mogelijkheden van biobased verwaarden en beter afzetten van hun belangrijkste reststromen. Voor de betrokken MKB bedrijven levert dit onderzoek o.a. proof of principle voor hun technologie en input in hun business cases. De gecombineerde effecten van de technologieën levert nieuwe kennis, methodes en onderzoeksrichtingen voor de wetenschap. In maatschappelijke context draagt het ook op andere manieren gebruiken en opwaarderen van mest en digestaten bij aan de transitie naar een circulaire bio-economie met een efficiënte en duurzame agrifoodsector.

Meer informatie:

- http://www.acres.nl/projecten_acres/biobased-opwaarderen-mest-en-digestaat/
- Rommie van der Weide: rommie.vanderweide@wur.nl, +31320291631
- Hellen Elissen: hellen.elissen@wur.nl, +31320291223



1 Inleiding

Als alternatieve eiwitbron met extra waarde als veevoer worden er black soldier flies (BSF) larven geproduceerd op reststromen. Deze larven produceren feces, ook wel bekend als frass. Eén larve produceert niet heel veel, echter als men genoeg larven heeft wordt het een wezenlijke stroom frass. Momenteel wordt de frass gehygiëniseerd voordat het materiaal het eigen terrein verlaat. Het frass wordt bijvoorbeeld getransporteerd naar een boer met een vergister, waar het bijgemengd wordt. Vervolgens moet het geproduceerde digestaat nogmaals gehygiëniseerd worden. Of deze stap (minimaal 1 uur op 70°C) echt noodzakelijk is staat ter discussie, maar het is momenteel nog verankerd in de wetgeving en daarom geen onderdeel van deze verkenning. Binnen deze verkenning wordt gekeken naar de economische haalbaarheid van het vergisten van frass op eigen terrein.

Er zijn meerdere type vergisters beschikbaar: droogvergisters en natvergisters. In Nederland is de droogvergister niet heel bekend. Voor het EU-project Go-Grass wordt momenteel ervaring opgedaan door ACRRES met droogvergisting. Met natvergisting is wel al jarenlange ervaring opgebouwd. Het verschil tussen de typen vergisters in het kort:

Droogvergisting wordt gedaan met stro-achtig materiaal met een hoog droge stofgehalte, dat in een luchtdichte vergister besprenkeld wordt met een bacterie-oplossing. Deze oplossing sijpelt door de zwaartekracht naar beneden, waarna deze weer naar boven wordt gepompt om het materiaal opnieuw te besprenkelen. Een vergister van dit type ziet er vaak uit als een zeecontainer of op grotere schaal als een schuur. Meestal wordt deze ook volgens het batch principe gebruikt.

Natvergisting is de meer bekende vorm van vergisting waarbij het materiaal in een tank met vloeistof (bacterie-oplossing/ent) gepompt wordt. Om te zorgen dat alle materiaal in aanraking komt met de bacteriën wordt er geroerd, daarnaast voorkomt roeren drijfslagen en ophopingen die de systemen kunnen verstopen. Deze vergisters draaien continu en worden regelmatig gevoerd met nieuw materiaal. Wanneer de vergister te vol raakt wordt er materiaal uitgehaald, een soort overloopprincipe. Het materiaal heeft hierdoor geen vaste verblijftijd zoals bij de droogvergister maar een gemiddelde verblijftijd. In theorie kan ingaand materiaal er direct weer uit gaan of juist zeer lang in het systeem blijven.

Er wordt onderscheid gemaakt in wat er vergist wordt: mest en/of gewassen of gewasresten of zelfs slachtafval en GFT afval. Wanneer er alleen mest vergist wordt heet dit mono-mestvergisting, wanneer er meerdere verschillende stromen vergist kan worden heet het een alles-vergister. Een tussenvorm is de co-vergisting. Bij co-vergisting mag maximaal 50 % van het ingaande materiaal bestaan uit gewasstromen, het andere deel is mest.

Binnen deze verkenning is er uitgegaan van natte mono-mest vergisting. Met onderstaande formules en beschreven waarden is berekend hoeveel een vergister kost en hoeveel het oplevert. In dit rapport is uitgegaan van het gebruik van een verbrandingsmotor die het biogas gebruikt en er elektriciteit en warmte van maakt. Dit type verbrandingsmotor staat bekend als een warmtekrachtkoppeling (WKK).

2 Biogasproductie

Er is bekend hoeveel frass er geproduceerd wordt en per welke tijdsduur (dagen) dit is. Hiermee is te berekenen hoeveel frass er per jaar beschikbaar is:

$$frass.hoeveelheid = frass.productie / tijdsduur \cdot frassproductie \cdot 365 \quad [ton/year]$$

Daarnaast is in te stellen wat de gemiddelde verblijftijd (dagen) van het frass in de vergister is. Hiermee kan berekend worden hoeveel frass er in de vergister gaat.

$$frass.vergister = frass.hoeveelheid / 365 \cdot frass.gemiddelde.verblijfstijd \quad [ton]$$

Waarschijnlijk zal er verdund moeten worden met water om het roerbaar te houden; dit is meegenomen in het bepalen van het totale werkvolume van de vergister. Het aantal kg water dat toegevoegd moet worden per kg frass wordt bekend / meetbaar geacht:

$$\begin{aligned} vergister.werkvolume \\ &= frass.dichtheid \cdot frass.hoeveelheid + water.dichtheid \cdot water.hoeveelheid.per.frass \\ &\cdot frass.hoeveelheid \quad [m^3] \end{aligned}$$

Een vergister is vaak maar voor een bepaald percentage gevuld, hierdoor wordt het totale volume van de aan te schaffen vergister:

$$vergister.volume = vergister.werkvolume / vergister.fractie.gevuld \quad [m^3]$$

De hoeveelheid biogas die deze vergister produceert is te berekenen met:

$$\begin{aligned} biogas.productie &= biogas.potentie \cdot fractie.biogas.potentie.verblijfstijd \\ &\cdot frass.hoeveelheid \quad [(nm^3)/(year)] \end{aligned}$$

In een WKK kan hiermee zowel warmte als elektriciteit gemaakt worden:

$$\begin{aligned} elektriciteit.productie \\ &= biogas.productie \cdot biogas.fractie.CH4 \cdot (CH4.energie.inhoud) \\ &\cdot (omzetting.efficiency.biogas.elektriciteit) \cdot (conversie.MJ.kWh) \quad [kWh / year] \\ warmte.productie &= biogas.productie \cdot biogas.fractie.CH4 \\ &\cdot (CH4.energie.inhoud) / (omzetting.efficiency.biogas.warmte) \quad [MJ / year] \end{aligned}$$

Een deel van de warmte en elektriciteit is nodig om de het vergistingsproces in stand te houden. De rest kan worden gebruikt elders op het terrein. Hierdoor worden de formules:

$$\begin{aligned} elektriciteit.verbruik &= elektriciteit.productie \cdot fractie.eigenverbruik.elektra \quad [kWh / year] \\ warmte.verbruik &= warmte.productie \cdot fractie.eigenverbruik.warmte \quad [MJ / year] \end{aligned}$$

3 Financieel

Het financiële aspect is opgedeeld in kosten, baten en eventuele extra baten die vaak niet meegenomen worden.

3.1 Kosten

Aan een vergister zijn eenmalige kosten verbonden zoals de aanschaf van de vergister, de WKK en de extra buizen, softwaresystemen etc. Daarnaast zijn er de operationele kosten en onderhoud, die erg lastig in te schatten zijn. Hiervoor is een percentage van de totale aanschafkosten genomen als jaarlijks bedrag. Voor het voeren van de vergister zijn geen kosten opgenomen, aangezien momenteel het frass ook verplaatst moet worden vanuit de productieomgeving naar een opslagsysteem. Vanuit dit opslagsysteem kan er gevoerd worden (kosten infrastructuur).

$$\begin{aligned} \text{investering.kosten} &= \text{kosten.WKK} + \text{kosten.vergister} + \text{kosten.infrastructuur} \quad [\text{€}] \\ \text{investering.kosten.jaar} &= \text{investering.kosten} / \text{afschrijf.termijn} \quad [\text{€} / \text{year}] \\ \text{onderhoud.kosten} &= \text{investering.kosten} * \text{fractie.onderhoud.investering} \quad [\text{€} / \text{year}] \end{aligned}$$

Wel moet er rekening gehouden worden met iemand die dagelijks een controle doet en de apparaten kan bijsturen wanneer noodzakelijk.

$$\text{operationele.kosten} = \text{manuren.per.week} * \text{manuur.tarief} * 52 \quad [\text{€} / \text{year}]$$

3.2 Baten

De geproduceerde elektriciteit kan zonder echte extra kosten direct gebruikt worden in het productieproces: alles wat extra geproduceerd is hoeft niet ingekocht te worden.

$$\text{elektriciteit.financieel.baten} = (\text{elektriciteit.productie} - \text{elektriciteit.verbruik}) * \text{elektra.inkoopprijs} \quad [\text{€} / \text{year}]$$

Wellicht is het mogelijk om hierdoor naar een minder zware aansluiting van het terrein te gaan met minder vaste kosten, dit is niet meegenomen in deze verkenning.

De geproduceerde warmte kan ook in het productieproces gebruikt worden, waardoor geen aardgas ingekocht hoeft te worden. De efficiëntie van het gebruik van de proceswarmte is gelijkgesteld aan de efficiëntie van warmte verkrijgen uit aardgas en daarom niet meegenomen in het model.

$$\begin{aligned} \text{biogas.financieel.baten} \\ &= (\text{warmte.productie} - \text{warmte.verbruik}) / (\text{aardgas.energie.inhoud}) \\ &* \text{aardgas.inkoopprijs} \quad [\text{€} / \text{year}] \end{aligned}$$

3.3 Mogelijke extra baten

Er zijn baten die niet direct te maken hebben met minder inkoop (of verkoop) van de warmte of elektriciteit. Zoals bijvoorbeeld Garanties van Oorsprong (GvO's). Er zullen minder GvO's gekocht moeten worden wanneer er een WKK staat. Een GvO is een certificaat waarmee aangetoond wordt dat 1000 kWh groen op duurzame wijze geproduceerd is en er is een levendige handel in deze certificaten. €7 per GvO is een vaak gehoord bedrag en de totale opwekking van de WKK (inclusief eigen verbruik) kan hiervoor gebruikt worden. Natuurlijk kunnen ze ook verkocht worden, maar hoe dit geregeld dient te

worden en welke voorwaarden (en kosten) hieraan verbonden zijn is de auteurs niet volledig bekend (zie www.certiq.nl voor de uitgevende instantie). Naast GvO's voor stroom zijn deze er ook voor warmte, maar of hier ook een markt voor is, is de auteurs ook niet volledig bekend. De mogelijke GvO inkomsten zullen los weergegeven worden.

Wanneer mocht blijken dat hygiëniseren van het digestaat niet nodig is doordat het intern gebruikt wordt of wettelijk niet nodig is, zal dit ook een aanzienlijke hoeveelheid aardgas schelen. De soortelijke warmte van de frass zal wel nog vastgesteld moeten worden.

$$\begin{aligned} \text{aardgas.hygiëniseren} &= (\text{frass.hoeveelheid} * \text{soortelijke.warmte.frass} + \text{frass.hoeveelheid} \\ &\quad * \text{water.hoeveelheid.per.frass} * \text{soortelijke.warmte.water}) * (80 \\ &\quad - \text{vergister.temperatuur}) \quad [M] / \text{year} \\ \text{hygiëniseren.baten} &= \text{aardgas.hygiëniseren} / \text{aardgas.energie.inhoud} * \text{aardgas.inkoopprijs} \quad [€ / \text{year}] \end{aligned}$$

Aangezien onbekend is of dit niet nodig is worden deze baten los weergegeven.

Wellicht is digestaat na vergisting goedkoper af te voeren als meststof, omdat de nutriënten beschikbaarheid voor de gewassen van mest door vergisting wordt verbeterd ten opzichte van de oorspronkelijke mest (Foereid et al., 2021). Ook zou het digestaat geproduceerd uit frass minder geur kunnen produceren dan de frass waardoor vergisting ook leidt tot minder geuroverlast. Dit is dermate onzeker dat dit niet meegenomen is in deze studie.

4 Gebruikte waarden

In bovenstaande formules stonden alleen de parameters die gebruikt zijn, om daadwerkelijk te rekenen zijn de getallen nodig die in Tabel 1 weergegeven worden:

Tabel 1 Vaste waarden

Modelterm	Wat	Waarde	Eenheid	Opmerkingen
Frass.productie	Hoeveelheid frass geproduceerd	8	Ton	Thomas Arink
Tijdsduur.frass.productie	Tijdsduur waarin de frass-productie plaatsvindt	7	dagen	Thomas Arink
Water.dichtheid	Dichtheid water	998	Kg / m ³	Engineeringtoolbox.com Water, Density
Vergister.fractie.gevuld	Fractie van het totale volume van de vergister dat het frass inneemt	0.85	-	Ingestelde waarde
CH ₄ .energie.inhoud	Energie-inhoud van methaan	35.8	MJ / nm ³	Goldmeer, 2019
Conversie.MJ.kWh	Conversieterm om van MJ naar kWh te gaan	1 / 3.6	kWh / MJ	
Aardgas.energie.inhoud	Energie-inhoud van aardgas (calorische bovenwaarde)	35.17	MJ / nm ³	Dueck et al., 2004
Soortelijke.warmte.water	Soortelijke warmte water	4.187	MJ / ton K	Engineeringtoolbox.com, Water, Thermophysical Properties
Vergister.temperatuur	Temperatuur waarbij de vergister werkt	37	°C	Ingestelde waarde

Een groot aantal waarden die gebruikt zijn, zijn afhankelijk van keuzes in het ontwerpproces, of uit literatuur overgenomen. Deze waarden zijn 'educated guesses'. In Tabel 2 zijn deze vindbaar met een uitleg over hoe de waarde van deze parameter bepaald wordt.

Tabel 2 Gekozen waarden (educated guesses) die afhankelijk kunnen zijn van ontwerp keuzes

Modelterm	Wat	Waarde	Eenheid	Opmerkingen	Afhankelijk van
Biogas.fractie.CH ₄	Fractie CH ₄ in het biogas	0.58	-	Elissen et al., 2019 & Hol et al., 2021	Gebaseerd op een zeer klein experiment, verstandig om op grotere schaal te herhalen
Frass.gemiddelde.verblijfstijd	Gemiddelde tijd dat frass in de vergister zit	30	dagen		Ontwerpkeuzes. Bij een kortere verblijfstijd is een kleinere vergister nodig
fractie.biogas.potentie.gemiddelde.verblijfstijd	Hoeveelheid biogas gevormd gedurende de gemiddelde verblijfstijd in de vergister	0.85	-	Gebaseerd op data uit Elissen et al., 2019	Frass.gemiddelde.verblijfstijd ; bij een kortere verblijfstijd zal de waarde afnemen
Water.hoeveelheid.per.frass	Hoeveelheid water toe te voegen per ton frass om het goed roerbaar te houden	2	Ton / ton	Experimentele ervaring Ibe de Vries (ACRRES)	Kan afwijken door leeftijd frass (DM gehalte) en type vergister / mixer
Frass.dichtheid	Dichtheid frass	420	Kg / m ³	Bepaald door Niko Holstege	Droge stof gehalte varieert sterk adhv type voer, wellicht invloed op dichtheid
Omzetting.efficiency.biogas.elektriciteit	Omzettingsefficiëntie van biogas naar elektriciteit in een WKK	0.383	-	Clevering-Loeffen et al., 2011	Type WKK bepaalt de efficiëntie
Omzetting.efficiency.biogas.warmte	Omzetting efficiëntie van biogas naar warmte in een WKK	0.496	-	Clevering-Loeffen et al., 2011	Type WKK bepaalt de efficiëntie
Fractie.eigenverbruik.elektra	Fractie van het opgewekte elektrische vermogen wat gebruikt wordt om de vergister werkend te houden	0.06	-	Van der Voort & Stilma (2012)	Type roerwerk & verhoudingen vergister

Fractie.eigenverbruik.warmte	Fractie van de opgewekte warmte die gebruikt wordt om de vergister werkend te houden	0.06	-	Van der Voort & Stilma (2012)	Verhoudingen vergister, locatie m.b.t. wind, isolatie materiaal etc.
Investering.kosten	Investeringskosten vergistingsinstallatie 100 m ³	550.000	€	Snelle offerte van een bedrijf, geen rechten aan verbonden. (*)	Keuzes in ontwerpproces bepalen de kosten
Fractie.onderhoud.investering	Fractie van de investeringskosten benodigd voor het jaarlijkse onderhoud	0.043	-	Gemiddelde van Dobbelaere et al., 2015	Keuzes in ontwerpproces bepalen de kosten
Manuren.per.week	Benodigd aantal manuren per week om de vergister operationeel te houden	2.5	h / week	Ervaring ACRRES vergister	Type vergister en type voer systeem
Afschrijf.termijn	Afschrijftijd van de installaties	20	Jaar		Afhankelijk van hoe goed onderhoud gedaan wordt kan de installatie langer of korter mee

(*): de beschreven investeringskosten bevatten de materiaalkosten van documentatie, vergunningen, de vergister, WKK, voersysteem voor mest, veiligheid systemen, infrastructuur (bekabeling en buizen), procescontrole systemen en warmtewisselaars.

Een aantal waarden zijn onbekend. Hiervoor kunnen specifieke waarden vanuit bedrijven gebruikt worden of zal er een experiment gedaan moeten worden. Deze parameters en aangenomen waarden zijn te vinden in Tabel 3.

Tabel 3 nog te bepalen / meten waarden

Modelterm	Wat	Waarde	Eenheid	Opmerkingen
Manuur.tarief	Kosten van een manuur	22	€ / h	In te vullen door bedrijf
Elektra.inkoopprijs	Kosten van 1 kWh aan elektriciteit	0.154	€ / kWh	In te vullen door bedrijf
Aardgas.inkoopprijs	Kosten van 1 nm ³ aan aardgas	0.8121	€ / nm ³	In te vullen door bedrijf
Soortelijke.warmte.frass	Soortelijke warmte frass	4.187	MJ / ton K	Te bepalen, uitgegaan van die van water

De gebruikte waarden voor elektra en aardgas zijn afkomstig van het CBS (CBS statline 81309) en bevat de data van Q2 2020 voor een 500-2000 MWh contract en een 1-10TJ contract. Beide prijzen bestaan uit de totale prijs voor levering en netwerk.

Daarnaast zijn er nog waarden die waarschijnlijk een groot effect hebben op de biogasproductie en bijbehorende kosten, deze zijn gevarieerd om te bepalen wat het effect hiervan is (Tabel 4).

Tabel 4 Gevarieerde waarden

Modelterm	Wat	Waarde	Eenheid	Opmerkingen	Afhankelijk van
Biogas.potentie	Hoeveelheid biogas die maximaal gevormd kan worden	250-550	Nm ³ / ton	285 volgens Elissen et al., 2019 409 volgens Hol et al., 2021 & 464 wanneer niet gehygiëniseerd	Gebaseerd op kleinschalige experimenten, verstandig om op grotere schaal te herhalen

5 Resultaten

Wanneer er uitgegaan wordt van de laagst gemeten biogasproductie (285 Nm³/ton frass) dient het volume van de vergister 100 m³ te zijn en deze produceert gemiddeld 277 nm³ biogas per dag. Hiervoor is een prijs opgevraagd te zien in Tabel 2, verder uitgesplitst in Bijlage 1. Hiermee kan op jaarbasis 223.231 kWh aan stroom en 1.040.737 MJ-warmte geproduceerd worden. Doordat dit niet ingekocht hoeft te worden bespaart men €54.906 euro per jaar.

Wanneer GvO's verkocht worden komt hier voor de elektriciteit nog €1.561 euro (223 GvO's) bovenop, daarnaast kunnen er nog 1040 GvO's aan warmte verkocht worden.

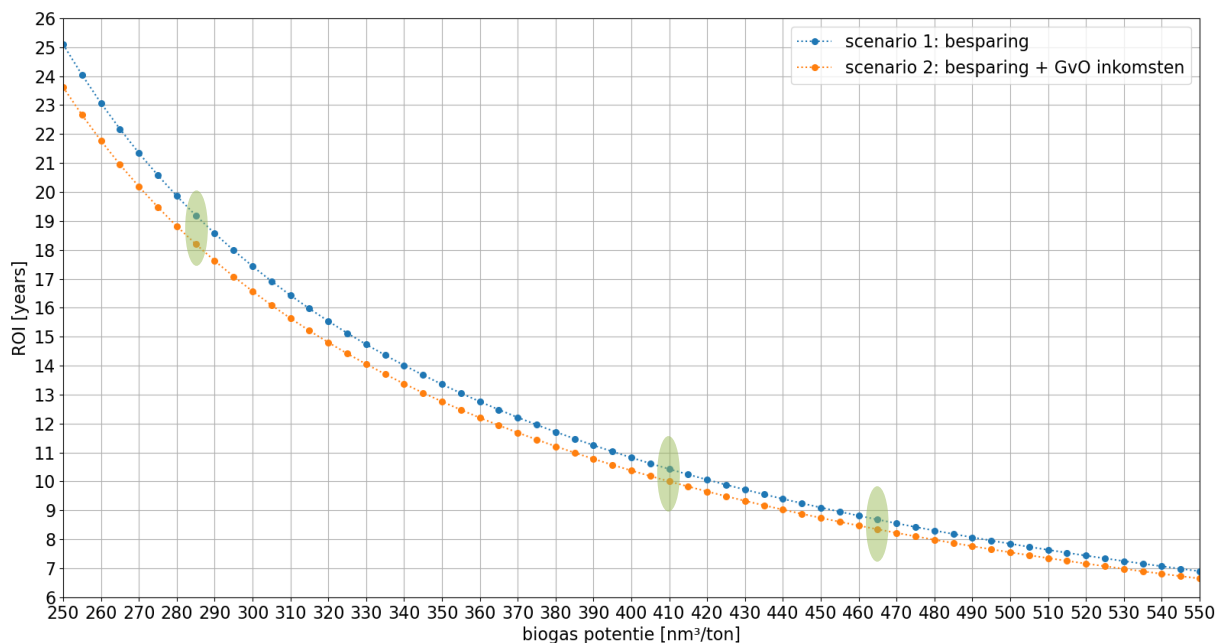
Mocht blijken dat de hygiëniserings stap overgeslagen kan worden dan resulteert dit in €5.203 euro winst door het overslaan van dit proces. Daarnaast hoeft er geen apparatuur voor dit proces aangeschaft te worden.

Met de gebruikte afschrijftermijn van de installatie, onderhoud en bediening is een kostenpost van €53.750 gemoeid.

Wanneer de afschrijftermijn niet meegenomen wordt kan de ROI-tijd (return of investment) berekend worden, dit is gedaan voor de situatie zonder GvO's, met GvO's en zonder/met de hygiëniserings stap (Tabel 5). Het effect van de biogasproductie ten opzichte van de ROI is weergegeven in Figuur 1.

Tabel 5 Return of investment (ROI) tijd voor een vergister met een biogasproductie van 285 nm³/ton frass

Scenario	1		2		3		4	
GvO Hygiëniserings	-	-	+	-	-	+	+	+
Baten (jaar)	€54.906		€56.467		€60.109		€61.670	
ROI (jaar)	19.2		18.2		16.2		15.5	



Figuur 1 ROI tijd ten opzichte van de biogas potentie (nm³/ton) voor een scenario (1) met alleen energiebesparing en een scenario (2) waarbij ook de GvO inkomsten meegenomen worden. In groen een wolk ter indicatie van de drie gemeten biogas potenties

6 Discussie & aanbevelingen

Bovenstaande berekeningen zijn uitgevoerd met verschillende aannames / educated guesses. Er is echter een hele belangrijke en bepalende aanname: de hoeveelheid geproduceerd biogas per ton vers materiaal. Deze data zijn verkregen van proeven op zeer kleine schaal en fluctueren sterk. Het is verstandig dit nogmaals te bepalen op grotere schaal. In de literatuur (zie discussie in Elissen et al., 2019) zijn overigens ook hoge waardes gevonden voor biogasproductie uit frass, maar dit zal ook bepaald worden door het type substraat voor de insectenkweek en het specifieke productieproces. Daarnaast zijn onderhoudskosten erg lastig in te schatten en kunnen sterk fluctueren. Het is mogelijk om een gevoeligheidsanalyse van deze twee parameters te doen met betrekking tot de ROI.

De gas en elektra prijs zijn erg flexibel, zoals in 2021 en 2022 gebleken. De gebruikte waarden zijn gebaseerd op de CBS prijzen Q2 2020 voor een 500-2000 MWh contract en een 1-10TJ contract, zoals vermeld in hoofdstuk 4. Zoals te zien in de formules in hoofdstuk 3.2 zijn de baten lineair afhankelijk van de gas en elektra prijzen. Wanneer de gas en elektra prijzen verdubbelen zullen de baten in scenario 1 ook verdubbelen. Dit halveert de terugverdientijd. De energieprijzen zijn een belangrijke parameter voor het wel of niet economisch rendabel zijn van een insectenfrass vergister.

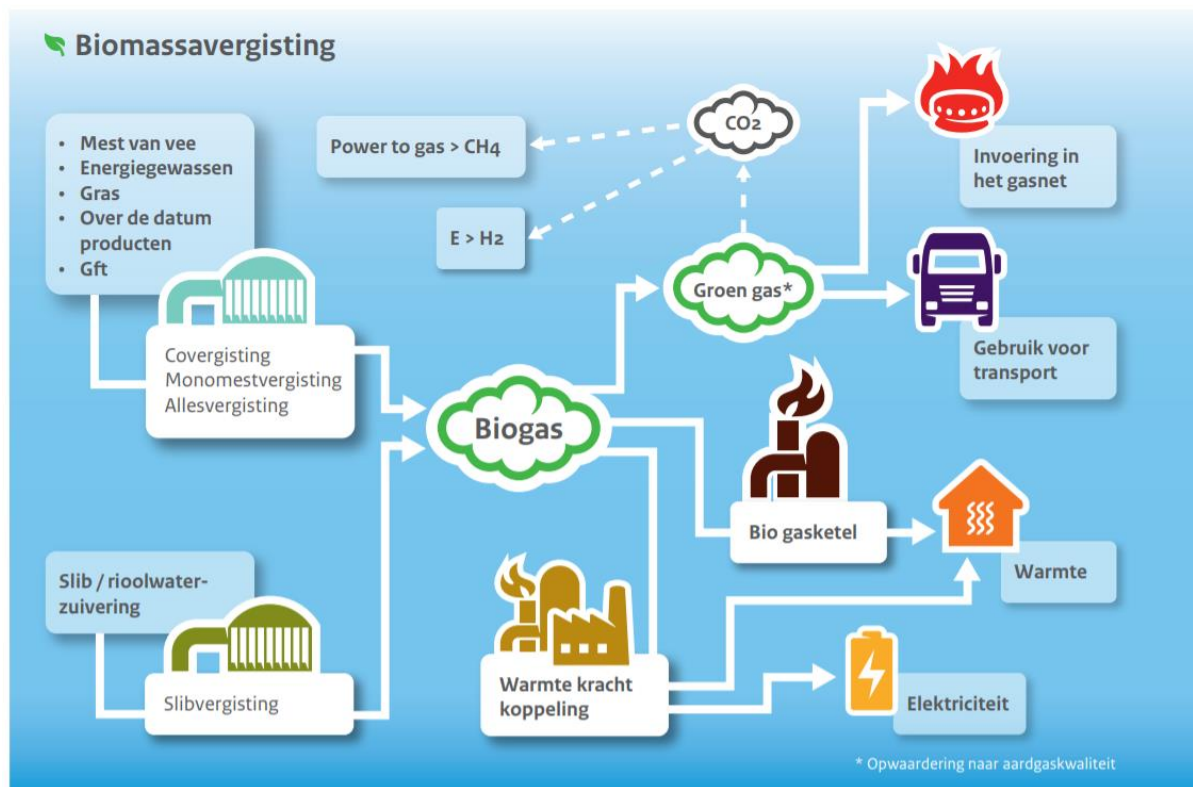
In Figuur 1 is duidelijk te zien dat de biogaspotentie van het materiaal een groot effect kan hebben op de ROI. Tussen gehygiëniseerd en niet-gehygiëniseerd frass zit al een verschil in biogaspotentie van 13 %. Echter, door het verschil in voeding gegeven aan de *H. illucens* larven (Elissen et al., 2019 & Hol et al., 2021) is er al een verschil gemeten van 44 %. De voeding van de larven heeft een groot effect op de samenstelling van de frass en dus de biogas potentie van het frass en kan daardoor interessant zijn om op te optimaliseren in combinatie met de groeisnelheid van de larven.

Een kleine installatie is per definitie duurder per m³ inhoud dan een grote installatie. 100 m³ is een voor praktijkschaal zeer kleine installatie. Wanneer ook andere reststromen in de vergister gaan zal het economisch gezien interessanter worden. Van veel reststromen is niet bekend hoeveel biogas deze opleveren. Dit is wel te bepalen en te verwerken in dit model. Let wel op, wanneer er mest vergist wordt moet dit minimaal 50 % van het materiaal vormen. In dit rapport is uitgegaan van insectenfrass als hoofdmateriaal voor de vergister, echter kan dit ook een stroom zijn die bijgemengd wordt in een bestaande mestvergistingsinstallatie. Hiervoor zullen eerst metingen gedaan moeten worden om de biogaspotentie te bepalen en vervolgens kunnen vergelijkbare berekeningen als in dit rapport gedaan worden.

6.1 Alternatief gebruik van biogas

Een WKK (~25 % van de investeringskosten) is een vrij dure optie. Naast een WKK is het ook mogelijk een groengas unit te gebruiken of het biogas direct in een ketel te gebruiken (Figuur 2). Wanneer groen gas gemaakt wordt is er een installatie nodig die CO₂ eruit filtert en daarmee de CH₄ concentratie verhoogt tot 88 %. Dit zal extra investeringskosten vergen, maar er is in dat geval ook geen WKK nodig. Naar verwachting is een groengas installatie wel duurder dan een WKK. Door groen gas te maken kan het gebruikt worden in het gasnet en wanneer het CH₄ gehalte nog hoger wordt kan het ook voor transport gebruikt worden.

Een simpelere oplossing is het direct gebruiken van het biogas in een gasketel voor warmteproductie. Een kleine voorbewerking is dan nodig. Met al het biogas kan 1.888.435 MJ aan warmte geproduceerd worden. Hiermee wordt €43.608 op jaarbasis bespaard aan aardgas. De relatief dure WKK hoeft dan niet aangeschaft te worden, maar wel een biogasketel. ATAG heeft deze in het verleden verkocht, het is onbekend of ze dit nog doen en tegen welke prijs.



www.rvo.nl/bio-energie

Figuur 2 mogelijke verwaardingsopties biogas

6.2 Mogelijke subsidies

Er zijn mogelijk subsidies die een voordeel kunnen opleveren, maar dit is bedrijfsspecifiek. Wel is het verstandig hier naar te kijken, enkele mogelijkheden zijn: de Energie-investeringsaftrek (EIA), Versnelde klimaatinvesteringen industrie of MIA en Vamil voor ondernemers. Vorig jaar was er een SDE-subsidie (RVO, 2020) op mono-mestvergisters en in het advies voor 2021 is deze wederom opgenomen (Boots et al., 2020). Er zijn subsidies voor grootschalige alles-vergisters en zowel kleine (<400 kW) als grote (>400 kW) mono-mestvergisters. De kleine mono-mestvergister komt in aanmerking voor de meeste subsidie, gevolgd door de grotere mono-mestvergister en de allesvergister met de minste subsidie. Let wel op, de bedragen in Boots (et al., 2020) zijn de basisbedragen. De subsidie wordt bepaald door het basisbedrag – marktwaarde van de geleverde energie. Dit wil zeggen dat er voor een bepaalde hoeveelheid geleverde energie een vastgesteld bedrag betaald wordt. Afhankelijk van het gekozen systeem en vermogen wordt bepaald hoeveel energie er in aanmerking komt voor subsidie. Bij eigen gebruik dient het bedrijf middels berekening en registratie de productie aan te tonen.

Een andere route die te bewandelen is de vermindering van de CO₂ uitstoot. Het gebruik van aardgas heeft een CO₂ equivalenten uitstoot van 1.884 kg CO₂ per nm³ (53.6 kg CO₂ per GJ), terwijl groengas uit (co)vergisting 1.039 kg CO₂ per nm³ (50.0 kg CO₂ per GJ) heeft. Voor elektra geldt: 0.556 kg CO₂ per kWh voor grijze stroom en slechts 0.075 kg CO₂ per kWh voor stroom uit biomassa (Milieucentraal & Stimular, 2021). Voor warmtevoorziening is de besparing op het eerste oog minimaal, echter produceert de installatie bijna 1.041 GJ per jaar. Voor de elektracomponent is het verschil duidelijk groter. Dit resulteert in een totale besparing van 111.048 kg CO₂ per jaar. De besparing van zoveel CO₂ kan gebruikt worden voor marketingtechnische doeleinden, maar kan ook helpen bij subsidieaanvragen. Daarnaast wordt er in de politiek gesproken over een CO₂ belasting, bedragen die hieraan gekoppeld worden fluctueren heel sterk, daarom vermijden we een uitspraak hierover. In het algemeen geldt echter hoe minder uitstoot hoe minder kosten.

Literatuur

Boots, M., Wolbers, P., Lensink, S., (2020). CONCEPTADVIES SDE++ 2021 VERGISTING VAN BIOMASSA

https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2020-conceptadvies-sde-plus-plus-2021-vergisting-van-biomassa_4108.pdf

CBS statline, Aardgas en elektriciteit, gemiddelde prijzen van eindverbruikers

<https://opendata.cbs.nl/statline/#/CBS/nl/dataset/81309NED/Tabel?fromstatweb> datum geopend: 13-1-2021

Clevering-Loeffen, P., Klaassens, N., Schelleman, F., & Geraats, B. (2011). Optimization cogeneration and use of biogas; Optimalisatie WKK en Biogasbenutting.

De Dobbelaere, A., De Mey, J., Lebuf, V., Ryckaert, B., Schollier, C., & Van Driessche, J. (2015). Kleinschalige vergisting: Praktijkvoorbeelden uit binnen- & buitenland.

Dueck, T. A., Elings, A., Kempkes, F. L. K., Knies, P., van de Braak, N. J., Victoria, N. G., ... & van Noort, F. R. (2004). Energie in kengetallen: op zoek naar een nieuwe balans: basisdocument (No. 312). Plant Research International.

Elissen, H., Hol, S., & van der Weide, R. (2019). Methane production from insect, worm and mushroom waste streams and combinations (No. 817). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business Unit Field Crops.

Engineeringtoolbox.com, Water, Density, Specific Weight and Thermal Expansion Coefficient,

https://www.engineeringtoolbox.com/water-density-specific-weight-d_595.html

last visited on 06-05-2020 16:50 h.

Engineeringtoolbox.com, Water, Thermophysical Properties,

https://www.engineeringtoolbox.com/water-thermal-properties-d_162.html

last visited on 21-06-2020 16:55 h

Foereid, B., Szocs, J., Patinvoh, R. J., & Horváth, I. S. (2021). Effect of anaerobic digestion of manure before application to soil—benefits for nitrogen utilisation?. International journal of recycling organic waste in agriculture, 10(1), 89-99.

Goldmeer, J., (2019). POWER TO GAS: HYDROGEN FOR POWER GENERATION. GEA33861

Hol, S., Elissen, H. & van der Weide, R. (2022). Combined digestion of insect frass and cow manure for biogas production (No. 944). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business Unit Field Crops.

Milieucentraal & Stimular, (2021). Notitie CO2-emissiefactoren. 23 januari 2021.

Rijksdienst voor Ondernemend Nederland, (2020). SDE+ voorjaar 2020 Zo vraagt u subsidie aan voor de productie van duurzame energie Openstelling: 17 maart - 2 april 2020

<https://www.rvo.nl/sites/default/files/2020/03/Brochure-SDE%20Voorjaar%202020-RVO%20NL.pdf>

van der Voort, M. P. J., & Stilma, E. S. C. (2012). Beschrijving meetlat Energieboerderij voor energiegebruik en broeikasgasemissies: Toelichting van gehanteerde opzet en rekenregels (No. 510). PPO AGV.

Bijlage 1 Aangevraagde prijspecificatie vergister-systeem

Bij een bedrijf waarmee vaker samengewerkt wordt is een snelle prijsopvraag gedaan voor de beschreven vergister. Hiervoor is een oude offerte voor een covergister aangepast voor een grotere WKK om voor dit rapport een goede indicatie te geven. Dit is GEEN officiële offerte en kan dus ook niet als zodanig gebruikt worden. De subtotalen van alle hoofdposten zijn hieronder weergegeven. Het solids feed in systeem is nodig wanneer het materiaal niet pompbaar is.

General (licences & documentation)	€ 34,550.00
Digester	€ 131,160.00
Manure feed-in system	€ 23,600.00
Co-Substrate feed-in system	€ 16,400.00
Biogas (safety)	€ 41,520.00
Process control	€ 29,382.00
Cabling and connection	€ 3,915.00
Others (heat exchanger, fences, water supply)	€ 111,810.00
CHP Container (WKK)	€ 156,265.00
Total	€ 548,602.00

Indien nodig:	
Solids feed-in system	€ 95,400.00

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 430
8200 AK Lelystad
T 0300 29 11 11
www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-OT 945

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



Economische haalbaarheid vergisting insecten frass op praktijkschaal

Een snelle verkenning

Stefan Hol en Rommie van der Weide

Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van de PPS Biobased opwaarderen mest en digestaat AF-17052b uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten. Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Wageningen, Juli 2022

Rapport WPR-OT 945

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Report WPR-OT 945

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
