



---

## Technische en economische haalbaarheidsstudie van mestvergisting in Noord-Holland

Auteurs | Harm Smit, Flavia Casu, Jos van Gastel, Gijs Hekkert, Sophie Veraa, Sofia Uyttendaele, Marieke de Haas, Eva van der Burgt, Rommie van de Weide, Coby van Dooremalen

Rapport WLR 1510



# Technische en economische haalbaarheidsstudie van mestvergisting in Noord-Holland

Beoordeling van de technische en economische haalbaarheid van monomestvergisters in de grondgebonden melkveehouderij, in combinatie met de opwaardering van biogas tot groengas in Noord-Holland (resultaten Werkpakket 1 & 2)

Harm Smit<sup>1</sup>, Flavia Casu<sup>2</sup>, Jos van Gastel<sup>3</sup>, Gijs Hekkert<sup>1</sup>, Sophie Veraa<sup>1</sup>, Sofia Uyttendaele<sup>4</sup>, Marieke de Haas<sup>4</sup>, Eva van der Burgt<sup>4</sup>, Rommie van de Weide<sup>4</sup>, Coby van Dooremalen<sup>4</sup>

1 ACRRES, Wageningen Livestock Research, Wageningen University & Research

2 Terra Nova

3 Promillicon

4 ACRRES, Wageningen Plant Research, Wageningen University & Research

Dit onderzoek is in opdracht van Provincie Noord-Holland uitgevoerd door ACRRES (Application Centre for Renewable Resources; een samenwerkingsverband tussen Wageningen Plant Research en Wageningen Livestock Research binnen Wageningen Research), Terra Nova, en Promillicon.

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

Wageningen, oktober 2024

---

Rapport 1510

---

Smit, H., F. Casu, J. van Gastel, G. Hekkert, S. Veraa, S. Uyttendaele, M. de Haas, E. van der Burgt, R. van de Weide, C. van Dooremalen, 2024. *Technische en economische haalbaarheidsstudie van mestvergisting in Noord-Holland*, Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1510.

De provincie Noord-Holland werkt aan verbeteringen voor het klimaat, water en de natuur. Technische innovatie als mono-mestvergisting kan een bijdrage leveren om deze doelstelling te halen. Deze studie verkent de praktische haalbaarheid van diverse scenario's voor mestvergisting en mestverwerking van melkveemest op bedrijfs- en gebiedsniveau in de provincie Noord-Holland. Daarnaast is een ruimtelijk verkenning gedaan waarin gevisualiseerd is waar welke scenario's voor mestvergisting in de provincie Noord-Holland de meeste potentie hebben. De studie laat zien dat de combinatie van dagontmesting en monomestvergisting op bedrijfsniveau en het opwerken van biogas in een kleine clusters (4-7 bedrijven) potentie heeft, maar vooral als het groene gas gebruikt wordt als brandstof in het vervoer (via HBE-certificaten). Wanneer het biogas direct aan een afnemer geleverd kan worden, biedt dat veel perspectief op een rendabele business case voor kleinere en grotere clusters van bedrijven. In de provincie Noord-Holland is er potentie om clusters van melkveebedrijven te vormen die biogas zouden kunnen leveren aan glastuinbouwbedrijven. Een voorwaarde is wel dat het patroon van afname van het biogas past bij het min of meer continue productievolume van de vergister, is dat niet het geval wordt de business-case snel minder. Een centrale vergister van mest met de productie van groengas en het strippen van stikstof uit het digestaat levert een positief exploitatieresultaat bij de aanvoer van mest van tenminste 3.000 melkkoeien. Ook hierbij is aantrekkelijker om groengas met HBE-certificaten te verhandelen dan gebruik te maken van de ondersteuning via de Subsidieregeling Duurzame Energie (SDE++) regeling. Het combineren van vergisting en strippen van mest kan voor een forse reductie van zowel ammoniak en methaan emissies uit de mestketen zorgen. De ruimtelijke analyse laat zien dat de meeste potentie voor monomestvergisting in de gebieden Laag-Holland en Kop van Noord-Holland liggen.

Trefwoorden: Mestvergisting, Mestverwerking, Gebiedsgericht, Emissies, Ammoniak, Methaan

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/673795> of op [www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research) (onder Wageningen Livestock Research publicaties).



Dit werk valt onder een Creative Commons Naamsvermelding-Niet Commercieel 4.0 Internationaal-licentie.

© Wageningen Livestock Research, onderdeel van Stichting Wageningen Research, 2024

De gebruiker mag het werk kopiëren, verspreiden en doorgeven en afgeleide werken maken. Materiaal van derden waarvan in het werk gebruik is gemaakt en waarop intellectuele eigendomsrechten berusten, mogen niet zonder voorafgaande toestemming van derden gebruikt worden. De gebruiker dient bij het werk de door de maker of de licentiegever aangegeven naam te vermelden, maar niet zodanig dat de indruk gewekt wordt dat zij daarmee instemmen met het werk van de gebruiker of het gebruik van het werk. De gebruiker mag het werk niet voor commerciële doeleinden gebruiken.

Wageningen Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Livestock Research is NEN-EN-ISO 9001:2015 gecertificeerd.

Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Openbaar Wageningen Livestock Research Rapport 1510

Foto omslag: Shutterstock

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel	9
1.3 Achtergrondinformatie	10
Melkveehouderij in Noord-Holland	10
Mestvergisting	11
Kunstmestbesparing	11
Technieken opwerken biogas tot groengas	12
<b>2 Methode</b>	<b>14</b>
2.1 Data Noord-Holland	14
2.2 Berekening emissies	14
2.3 Scenario's voor vergisting en kunstmestbesparing	15
2.4 Raming investeringskosten en exploitatie	19
2.5 Geografisch informatiesysteem (GIS) analyse	20
2.6 Afzetmogelijkheden van biogas en groengas	21
2.7 Praktijkcases	21
<b>3 Resultaten</b>	<b>23</b>
3.1 Structuur melkveesector Noord-Holland	23
3.2 Emissies	24
Ammoniakemissie	24
Broeikasgasemissie	25
Potentiële emissiereductie bij provincie-brede implementatie	26
3.3 Kosten-baten analyse	27
Bedrijfsniveau	27
Kleine clusters	29
Grootschalige vergisting	33
3.4 Ruimtelijke weergave van het potentieel voor productie van biogas en groengas	38
Ruimtelijke weergave van het technisch en economisch potentieel	38
3.5 Afzetmogelijkheden van biogas en groengas	45
Afzet op het gasleidingnet	45
Lokale afzet van biogas	47
3.6 Praktijkcases	48
Bovenkerkerpolder	49
Mineralencentrale	53
<b>4 Discussie &amp; conclusie</b>	<b>59</b>
4.1 Berekening biogasopbrengst	59
4.2 Effect subsidiemogelijkheden op financiële haalbaarheid	59
4.3 RENURE	59
4.4 Uitgangspunten kosten-batenanalyse	60
4.5 Conclusies	61
<b>Literatuur</b>	<b>63</b>
<b>Bijlage 1 Technische specificaties opwerken biogas naar groengas</b>	<b>65</b>

---

<b>Bijlage 2</b>	<b>Uitgangspunten modelstudie</b>	<b>66</b>
<b>Bijlage 3</b>	<b>RAV Stalsystemen</b>	<b>67</b>
<b>Bijlage 4</b>	<b>Uitgangspunten investeringskosten en exploitatieberekeningen</b>	<b>68</b>
<b>Bijlage 5</b>	<b>Resultatenberekening investeringen en exploitatie</b>	<b>71</b>
<b>Bijlage 6</b>	<b>Berekening besparing kosten aanwenden mest, mestafzet en besparing inkoop kunstmest</b>	<b>79</b>

---

# Afkortingen

ACRRES	Applied Centre for Renewable Sources. Onderdeel van WUR.
BAB	Basiskaart Agrarische Bedrijfsituatie
CBS	Centraal Bureau voor de Statistiek
CO <sub>2</sub> -eq	Broeikasgaswerking van de uitstoot van één kilogram koolstofdioxide
EBITDA	Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortisation
EU	Europese Unie
HBE	Hernieuwbare Brandstofeenheden (energie voor transport)
HUB	Lokaal biogas netwerk
INV <sub>sc</sub>	Investeringskosten voor de schaal van het scenario (euro)
INV <sub>ref</sub>	Investeringskosten voor de schaal van de referentie (euro)
GIS	Geografische Informatiesysteem
KLIC	Kabels en Leidingen Informatie Centrum
KWIN	Kwantitatieve Informatie Veehouderij
NEa	Nederlandse Emissie Autoriteit
NH	Noord-Holland
NPLG	Nationaal Programma Landelijk Gebied
NV-gebied	Nutriënt Verontreinigd gebied (ikv Nitraatrichtlijn)
OS	Organische Stof
PDOK	Publieke Dienstverlening Op de Kaart
PPLG	Provinciaal Programma Landelijk Gebied
REV	Register Energie voor Vervoer
RENURE	Herwonnen Stikstof uit Dierlijke Mest (Recovered Nitrogen from livestock Manure)
RVO	Rijksdienst Voor Ondernemend Nederland
Schaal <sub>sc</sub>	Schaalgrootte van het scenario
Schaal <sub>ref</sub>	Schaalgrootte van de referentie
SDE	Subsidieregeling Duurzame Energie
VGI	Voedings- en Genotsmiddelen Industrie
WFS	Web Feature Service
WKK	Warmte Kracht Koppeling
WLR	Wageningen Livestock Research. Onderdeel van WUR
WUR	Wageningen University and Research

## Eenheden

CO <sub>2</sub> -eq	CO <sub>2</sub> -equivalent (Broeikasgaswerking van de uitstoot van één kilogram koolstofdioxide)
fte	voltijdsequivalent
GJ	Gigajoule (10 <sup>9</sup> Joule)
H	uur
ha	hectare
keuro	1000 euro
kg	kilogram
km	kilometer
kW	kilowatt
kWh	kilowattuur
m <sup>3</sup>	Kubieke meter
Nm <sup>3</sup>	normale kubieke meter
TJ	Terajoule (10 <sup>12</sup> Joule)
€	euro





# Samenvatting

De provincie Noord-Holland werkt aan verbeteringen voor het klimaat, water en de natuur. De landbouw in Noord-Holland is voor Nederlandse begrippen extensief. Toch zal het behalen van de doelstellingen zoals verwoordt in het Provinciaal Plan voor het Landelijk Gebied: Gewoon Buitengewoon! voor veel landbouwbedrijven, en voor de melkveehouderij in het bijzonder, aanpassingen vergen. Deze studie verkent de praktische haalbaarheid van diverse scenario's voor mestvergistings en mestverwerking van melkveemest op bedrijfs- en gebiedsniveau in de provincie Noord-Holland. Hierbij wordt gekeken naar de technische aspecten, de potentiële emissiereductie van ammoniak en broeikasgassen en welke scenario's economisch rendabel zijn. Daarnaast brengt het in kaart in welke gebieden de potentie voor verschillende mestvergistingsinitiatieven het grootst is. Hierbij wordt gekeken naar waar het aanbod van de mest groot is, maar ook waar er potentiële afzetmogelijkheden van het geproduceerd groengas/biogas is. In de studie zijn diverse scenario's gezien, die de effecten van monomestvergistings in kaart brengen (tabel I). De scenario's grijpen aan op bedrijfsniveau, op een klein regionaal cluster of op vergisting op een centrale locatie. De technische aspecten zijn beschreven op basis van literatuur en interviews met experts, de milieukundige effecten zijn berekend met het zgn. Mest-emissiemodel, die de emissie van ammoniak en methaan uit mest berekend. De economische effecten zijn berekend op basis van de investeringskosten en exploitatieberekeningen, waarbij rekening is gehouden met verschillende stimuleringsinstrumenten als Subsidieregeling Duurzame Energie (SDE) en stimulering via Hernieuwbare Brandstofeenheden (HBE)-certificaten.

**Tabel I** Scenario's voor monomestvergistings.

Scenario	Toelichting
0a Referentie	<i>Geen maatregelen</i>
0b Referentie	<i>Geldende wet- en regelgeving</i>
1a Dagontmesting + vergisting	<i>Bedrijfsniveau: biogas WKK</i>
1b Dagontmesting + vergisting	<i>Bedrijfsniveau: biogas groengas</i>
2 Dagontmesting + vergisten	<i>Bedrijfsniveau + groengas HUB</i>
3a Dagontmesting + vergisten + strippen	<i>Klein cluster bedrijven: Biogas naar afnemer in de buurt</i>
3b Dagontmesting + vergisten + strippen	<i>Klein cluster bedrijven: Biogas opwaarderen naar groengas</i>
4 Dagontmesting + centrale vergisting	<i>Vergisting met capaciteit voor mestproductie van ca. 6000 melkkoeien. Biogas opwaarderen naar groengas</i>

Op basis van conclusies uit de economische analyse en informatie uit het Basiskaart Agrarische Bedrijfssituatie (BAB) is een geografische informatieanalyse gemaakt, die het aanbod van mest en de potentiële afzetmogelijkheden van het biogas of groen gas aangeeft. De informatie is gevisualiseerd in kaarten met 5x5 km hexagonalen, die voor de verschillende scenario's laten zien waar de potentie voor monomestvergistings het grootst is. De afzetmogelijkheden van biogas en groen gas zijn in beeld gebracht, op basis van interviews met biogas-experts van de provincie en de energiesector.

Tenslotte zijn twee praktijkcases uit de provincie Noord-Holland berekeningen uitgevoerd, als een eerste berekening van de milieukundige effecten en een economische doorrekening. Hierbij zijn dezelfde uitgangspunten gebruikt als in de scenario-studie.

Op basis van deze studie kan worden geconcludeerd dat de toepassing van dagontmesting in combinatie met monomestvergistings op bedrijfsniveau alleen perspectief biedt voor bedrijven met meer dan 200 melkkoeien. Er zijn slechts een paar van dergelijke bedrijven in de provincie Noord-Holland. Het opzetten van een mestvergister waarin de mest van meerdere melkveebedrijven wordt vergist kan perspectief bieden. Voor kleine clusters van 4 tot 7 bedrijven met gemiddeld 100 melkkoeien per bedrijf kan het interessant zijn om op bedrijfsniveau te vergisten en het geproduceerde biogas in een centrale hub op te waarderen naar groengas. Als op bedrijfsniveau ook stikstof wordt afgevangen met een stikstofstripper, reduceren zowel de

---

ammoniak- en broeikasgasemissies ten opzichte van het referentiescenario waarin mest niet verder wordt verwerkt met respectievelijk 24% en 79%. De economische analyse laat zien dat kleinere clusters vindt onvoldoende profijt plaats van de 'economy of scale' en bij grotere clusters valt de installatie in een andere SDE++-categorie waarvoor een lagere basisprijs voor de groengasproductie van toepassing is. Door het groengas te verwaarden met HBE-certificaten kan een beter exploitatieresultaat worden behaald en speelt de capaciteit geen rol zoals bij de SDE++.

Wanneer het biogas direct aan een afnemer geleverd kan worden, biedt dat veel perspectief op een rendabele business case voor kleinere en grotere clusters van bedrijven. Er zijn in de provincie Noord-Holland in veel gebieden clusters van melkveebedrijven te vormen die biogas zouden kunnen leveren aan glastuinbouwbedrijven. Een voorwaarde is wel dat het patroon van afname van het biogas past bij het min of meer continue productievolume van de vergister. De business case wordt snel minder interessant wanneer een beperkter deel van het geproduceerde biogas kan worden afgenomen. Ook zijn er mogelijkheden voor diverse clusters van melkveebedrijven om te leveren aan de zuivelindustrie. De afzetmogelijkheden van biogas bij overige voedings- en genotsmiddelenindustrie zijn beperkter vanwege de afstand tussen de clusters en de industriële afnemer.

Centrale vergisting van mest en productie van groengas levert een positief exploitatieresultaat bij de aanvoer van mest van 3.000 melkkoeien. Echter om voldoende rendement op de benodigde investering te kunnen realiseren moet gedacht worden aan grotere aanvoercapaciteiten. Het is hierbij aantrekkelijker om groengas met HBE-certificaten te verhandelen dan gebruik te maken van de ondersteuning via de SDE++ regeling. Centrale vergisting met stikstofverwijdering uit het digestaat via strippen en luchtwassen is een haalbare route wanneer de mest van een groot aantal melkveebedrijven kan worden aangevoerd. Ook voor deze optie geldt dat vanaf een aanvoercapaciteit van 3.000 melkkoeien een positief exploitatieresultaat kan worden gehaald en bij grotere installaties een beter rendement op het geïnvesteerd vermogen wordt gerealiseerd.

Uit de ruimtelijk analyse werd gevonden dat de hoogste concentraties van melk- en kalkoeien liggen in het gebied tussen Purmerend, Heerhugowaard, Middenmeer en Hoorn (Laag-Holland en Kop van Noord-Holland). Daardoor liggen daar de grootste kansen voor implementatie van grootschalige scenario's, waarbij meerdere clusters gecombineerd worden. Maar ook dan zal het deelnamepercentage van de bedrijven lokaal hoog moeten zijn.

Voor de praktijkcase Bovenkerkerpolder (415 melkkoeien) is mestvergisting met gecombineerde opwekking en stikstof strippen een haalbare business case. Voor groengasproductie is voor dit initiatief een grotere schaal nodig. Vergeleken met een scenario waarin mest niet verder wordt verwerkt, kan deze praktijkcase een ammoniak- en broeikasgasemissiereductie uit de mestketen van respectievelijk 28% en 65% realiseren.

Op basis van de huidige omvang van praktijkcase Mineralencentrale (1.789 melkkoeien) zijn opties voor centrale vergisting en strippen van het digestaat niet haalbaar. Bij verdere toename of opdeling in kleinere clusters (zie praktijkcase Bovenkerkerpolder) kan wel perspectief ontstaan. Wel kunnen emissies van ammoniak- en broeikasgassen uit de mestketen gereduceerd worden met respectievelijk 30% en 68%, wanneer dit initiatief gerealiseerd wordt.

---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

De natuur en kwaliteit van water staan onder druk en het klimaat verandert. Dat brengt schoon drinkwater, schone lucht en een gezonde bodem in gevaar. Daarom werken de provincies aan oplossingen per gebied en verwoorden deze in gebiedsplannen in het kader van het Nationaal Programma Landelijk Gebied (NPLG). Provinciaal Programma Landelijk Gebied: Buitengewoon Noord-Holland! (Provincie Noord-Holland, 2024) beschrijft deze plannen voor vijf gebieden in de provincie. Om de doelstellingen van het NPLG te bereiken en de economische duurzaamheid van de landbouwbedrijven te waarborgen, is het van belang om stikstof zo efficiënt mogelijk te gebruiken en daarmee de neerslag van stikstof in deze natuurgebieden fors te reduceren. Dit betekent dat nutriëntenkringlopen op bedrijfsniveau en op gebiedsniveau zoveel mogelijk moeten worden gesloten.

De provincie Noord-Holland kent een relatief extensieve en grondgebonden veehouderij. De mest wordt veelal op eigen grond aangewend. Op provinciaal niveau heeft de provincie Noord-Holland momenteel een nutriëntentekort (Gerritsen *et al.*, in druk). Het PPLG wijst erop dat in de stikstofaanpak van Noord-Holland de melkveehouderij een belangrijke sector is en vraagt om een flinke reductie van de stikstof verliezen uit de stal, opslag en van het veld. Daarnaast zijn er ook andere ontwikkelingen in het beleid en in de markt, die de melkveehouderij aangaan, zoals de derogatie die vanaf 2026 vervalt, de voorgenomen EU-regelgeving voor kunstmestvervangers (RENURE) en de prijzen van kunstmest stijgen vanwege de energiecrisis (LVVN, 2024). Deze ontwikkelingen geven boeren een stimulans om op zoek te gaan naar nieuwe wegen om de nutriëntenkringloop te sluiten.

Via onderzoek en innovatie zijn technische maatregelen ontwikkeld, zoals mestvergisting. Deze techniek gebruikt mest als grondstof om energie op te wekken, in de vorm van biogas of groen gas (aardgasvervanger). Daarnaast kan mest of digestaat (restproduct na vergisting) verder bewerkt worden tot aparte mestproducten. Door de mest op te werken naar producten, waar vraag naar is, zoals bijvoorbeeld kunstmestvervangers, is het mogelijk om mest daadwerkelijk te verwaarden (van Dijk *et al.*, 2020). In samenhang kunnen deze technieken de uitstoot van broeikasgassen en de ammoniakemissie reduceren en de landbouw een belangrijke rol geven in de circulaire economie (Gollenbeek *et al.*, 2020). De geproduceerde mestproducten kunnen op eigen erf worden gebruikt, of verkocht aan andere bedrijven in de buurt. Bovendien dragen de technieken ook bij tot de energietransitie en bodemverbetering. Deze technieken openen nieuwe bronnen van inkomsten voor melkveehouders, door de verkoop van energie, en de verkoop van kunstmest, allebei groen en regionaal geproduceerd. Er zijn al inspirerende voorbeelden in Noord-Holland.

De mestvergisting kan goed passen bij het Noord-Hollandse beleidsdoel van natuur-inclusieve landbouw als standaard tot 2030 (Regelink *et al.*, 2021). Om economisch en ecologisch doeltreffend te zijn, moeten de technieken echter nauwkeurig worden afgestemd op de Noord-Hollandse bedrijfstypen en de structuur van de landbouwgebieden aldaar. Van essentieel belang is dan ook dat deze technologieën leiden tot een goede business case. Als deze maatregelen worden geïmplementeerd kunnen deze innovaties op provinciaal niveau bijdragen aan de emissiereductie doelstellingen voor stikstof als voor broeikasgassen.

## 1.2 Doel

Het doel van dit onderzoek is om te bepalen wat de praktische haalbaarheid van verschillende scenario's en business cases van monomestvergisting van melkveemest op bedrijfs- en gebiedsniveau is. Hierbij is gekeken naar de potentiële emissiereductie van ammoniak- en broeikasgassen en welke scenario's economisch rendabel zijn. Implementatie van economisch rendabele scenario's zou potentieel een

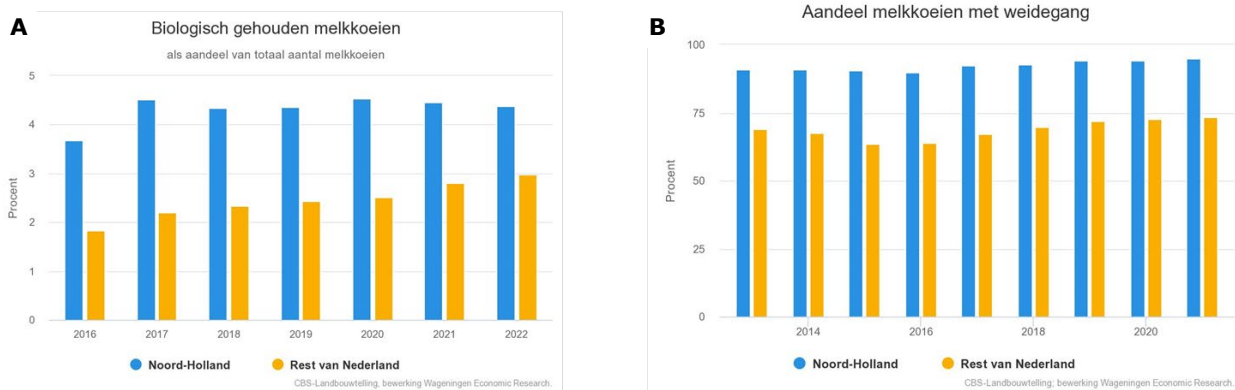
substantiële bijdrage kunnen leveren aan de stikstof- en klimaatopgave van de sector in de Provincie Noord-Holland.

Verder is ruimtelijk gekeken waar in de provincie de hoogste potentie is om mestverwerkingsinitiatieven te ontplooiën. Hierbij is gekeken naar waar het aanbod van de mest groot is, maar ook waar potentiële afzetmogelijkheden van het geproduceerd groengas/biogas zijn.

## 1.3 Achtergrondinformatie

### Melkveehouderij in Noord-Holland

In 2022 zijn er in Noord-Holland 849 bedrijven met melkkoeien. Van deze bedrijven is 95% een gespecialiseerd melkveebedrijf ([Bedrijven met melkkoeien - Agrifood Noord-Holland \(agrimatie.nl\)](#)). De melkveehouderij is een belangrijke landbouwsector in provincie Noord-Holland en komt in vrijwel elke gemeente voor. Daarnaast is melkveehouderij een sector die een groot beslag op de ruimte neemt. In 2022 werd 74.000 hectare gebruikt voor de teelt van gras of voedergewassen, wat bijna 60% van alle cultuurgrond in Noord-Holland is ([Oppervlakte cultuurgrond - Agrifood Noord-Holland \(agrimatie.nl\)](#)). Gemiddeld heeft een melkveebedrijf in Noord-Holland 106 melkkoeien in 2022, wat nagenoeg gelijk is aan het nationaal gemiddelde. Er is wel veel variatie, in 2022 heeft 44% van de melkveebedrijven in Noord-Holland meer dan 100 melkkoeien en 16% van de bedrijven maximaal 50 koeien.



**Figuur 1** A. Aandeel biologisch gehouden melkkoeien en B. aandeel melkkoeien met weidegang in de provincie Noord-Holland (bron: [Melkveehouderij - Agrifood Noord-Holland \(agrimatie.nl\)](#)).

In Noord-Holland zijn relatief veel biologische bedrijven 4,4% ten opzichte van het nationale gemiddelde van 3% (Figuur 1a). Daarnaast wordt er in de provincie Noord-Holland iets meer beweid. Het aandeel melkkoeien met weidegang is in Noord-Holland met 95% aanzienlijk hoger dan in de rest van Nederland (73%) (Figuur 1b). Dit wordt veroorzaakt doordat een belangrijke melkverwerker in deze provincie (CONO) weidegang verlangt door de koeien waarvan zij de melk verwerkt. Hiervoor krijgen de melkveehouders vanaf 2017 een extra bonus op de melkprijs.

Melkveebedrijven in de provincie Noord-Holland zijn relatief extensief. Ongeveer 56% van de melkveebedrijven in Noord-Holland heeft een mineralenoverschot in 2022 ([Melkveebedrijven met een mineralenoverschot - Agrifood Noord-Holland \(agrimatie.nl\)](#)). Daarmee is het de provincie met de minste bedrijven met een mineralenoverschot. Dit aandeel neemt echter de laatste jaren af en met de afbouw van de derogatie zal het aandeel bedrijven, dat niet alle mest op het eigen bedrijf kan plaatsen, snel groeien. Op gebiedsniveau zal het wegvallen van derogatie tot effect hebben dat in de PPLG gebieden Laag Holland en Gooi en Vechtstreken de plaatsingsruimte voor dierlijke mest zal dalen tot onder de totale hoeveelheid stikstof die momenteel geproduceerd wordt in dierlijke mest (Gerritsen *et al.*, in druk). Dit betekent dat er in deze twee PPLG gebieden dus mest zal moeten worden afgevoerd. In de overige drie PPLG-gebieden blijft na het vervallen van de derogatie de plaatsingsruimte voor dierlijke mest boven het niveau van de totale stikstofproductie in dierlijke mest, en mag dus alle dierlijke mest worden aangewend. Op provinciaal niveau

---

zal alle mest geplaatst kunnen blijven worden (Gerritsen et al, in druk). Wel zal dit er dan toe leiden dat een deel van de dierlijke mest die nu op grasland gebruikt vervangen zal worden door kunstmest, en dat de overschotsmest, die afgevoerd dient te worden uit de PPLG's Laag Holland en Gooi en Vechtstreken, kan worden benut in de andere drie PPLG's, waar het in de akkerbouw gebruikt zal worden.

Ruim 60% van de ammoniakemissie in Noord-Holland is in 2021 afkomstig van de melkveehouderij. De ammoniakemissie door de melkveehouderij is sinds 2015 redelijk stabiel (3 mln. kg). Iets meer dan de helft van de uitstoot wordt veroorzaakt door aanwending van dierlijke mest, gevolgd door emissie vanuit stallen en opslagen ([Ammoniakuitstoot uit de melkveehouderij - Agrifood Noord-Holland \(agrimatie.nl\)](#)). De uitstoot van methaan uit pens- en darmfermentatie, uit mest en uitstoot van lachgas uit de bodem leveren de grootste bijdrage (bijna twee derde) aan de uitstoot van broeikasgas in de melkveehouderij. Bedrijven in Noord-Holland passen daarentegen wel meer weidegang toe dan in de rest van Nederland, waardoor Noord-Hollandse melkveebedrijven een hoger aandeel gras in het rantsoen hebben, wat resulteert in een hogere uitstoot van methaan per kg melk. Uitstoot van lachgas uit de bodem vindt voornamelijk plaats op veengronden. In Noord-Holland zijn meer veengronden aanwezig dan in de rest van Nederland, waardoor de uitstoot van Noord-Holland structureel boven die van de rest van Nederland zit ([Broeikasgasuitstoot op melkveebedrijven - Agrifood Noord-Holland \(agrimatie.nl\)](#)).

## Mestvergisting

De melkveehouderij is op zoek naar mogelijkheden om emissies van ammoniak en broeikasgassen te beperken. Er worden momenteel verschillende technische innovaties om deze emissies te beperken aangeboden. Gollenbeek et al. (2022) hebben gekeken naar de effecten op de N-kringloop en op de emissies van ammoniak en broeikasgassen bij diverse mestverwerkingstechnieken. Uit deze studie bleek dat de toepassing van vergisting perspectief biedt ten aanzien van de verlaging van methaanemissies in de keten en daarmee ook verlaging van de CO<sub>2</sub>-equivalenten<sup>1</sup>. Dit perspectief is het grootst bij huisvestingssystemen met dagontmesting, waar mest direct uit de stal wordt weggehaald en in de vergister gebracht. Dagontmesting leidt ook tot hogere biogasopbrengsten bij het vergistingsproces. Uit deze studie bleek ook dat schaalgrootte en bedrijfsomvang grote effect kunnen hebben op de exploitatie van het mestverwerkingsinitiatief.

Mestvergisting of anaerobe vergisting is een biologisch proces waarbij micro-organismen organisch materiaal in afwezigheid van zuurstof omzetten in biogas wat bestaat uit methaan (CH<sub>4</sub>) en koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>). Het restproduct wordt digestaat genoemd. Bij monovergisting van mest wordt minimaal 95% mest gebruikt en maximaal 5% andere grondstoffen. Tijdens het proces wordt biogas gewonnen wat voor 55-60% uit methaan bestaat (Wikimest, 2024). Daarnaast kan digestaat verder verwerkt worden tot producten die kunstmest kunnen besparen.

## Kunstmestbesparing

De Nederlandse mestwetgeving, die gebaseerd is op de Europese Nitraatrichtlijn, stelt eisen aan het gebruik van stikstof uit dierlijke mest. Landbouwbedrijven mogen tot een niveau 170 kg N per hectare dierlijke mest gebruiken. Naast stikstof uit dierlijke mest kan kunstmeststikstof worden toegepast tot de stikstof totaal norm, deze is gewas-specifiek. Tot 2023 mochten melkveehouders in Nederland die meer dan 80% grasland hadden gebruikmaken van een nationale uitzondering op de Nitraatrichtlijn (derogatie). Zij mochten 250 kg N per hectare uit dierlijke mest gebruiken. Deze derogatie wordt afgebouwd en zal in 2026 niet meer bestaan. Dit betekent voor melkveehouders op bedrijfsniveau dat de plaatsingsruimte voor dierlijke mest met een derde krimpt. In de provincie Noord-Holland zijn diverse gebieden aangewezen als nutriënt verontreinigd (NV-gebied). In deze gebieden wordt de derogatie versneld afgebouwd en heeft men in 2025 al te maken met de generieke norm van 170 kg N per hectare uit dierlijke mest.

De Europese Commissie heeft recent een voorstel gedaan om mestverwerkingsproducten, die voldoen aan een aantal kwaliteitscriteria, te zien als kunstmestvervanger. Deze herwonnen stikstofmeststoffen uit dierlijke mest worden RENURE-producten genoemd. Een van de producten die aan alle criteria voldoet is ammoniumsulfaat. Ammoniumsulfaat kan worden gewonnen uit de dierlijke mest en kan dan binnen de

---

<sup>1</sup> Eén CO<sub>2</sub>-equivalent staat gelijk aan het effect dat de uitstoot van 1 kg CO<sub>2</sub> heeft.

stikstofruimte tussen de gebruiksnorm voor dierlijke mest en de stikstofgewasnorm worden toegepast. Hiervoor wordt een deel van de ammoniumstikstof uit de vergiste mest verwijderd met behulp van een stripproces. De uitgedreven stikstof wordt vervolgens afgevangen in een luchtwasser, waarbij onder toevoeging van zwavelzuur de uitgedreven ammoniak wordt vastgelegd is een ammoniumsulfaat oplossing.

De ammoniumsulfaat oplossing kan als een stikstofmeststof worden gebruikt, waardoor de melkveebedrijven minder stikstof kunstmest hoeven in te zetten. Omdat als gevolg van het afbouwen van de derogatie minder stikstof uit dierlijke mest op grasland mag worden aangewend, zorgt het verwijderen van stikstof ervoor dat minder mest van het bedrijf hoeft te worden afgevoerd.

Strippen is altijd maatwerk. Idealiter ontstaat bij het stripproces de juiste stikstof-fosfaat verhouding waarbij bij de aanwending van de gestripte mest de gebruikruimte voor dierlijke mest voor zowel fosfaat als stikstof zo optimaal mogelijk worden ingevuld. Wanneer te veel ammonium stikstof uit de mest wordt verwijderd resteert bij de invulling van de fosfaat gebruikruimte een deel van de stikstofgebruikruimte. Die zou dan vervolgens aangevuld kunnen worden.

## Technieken opwerken biogas tot groengas

Het proces van biogasopwaardering omvat de zuivering en omzetting van biogas naar groengas. Het groengas moet kwalitatief vergelijkbaar zijn met aardgas, en geschikt zijn voor invoering in het aardgasnet (Figuur 2). Er bestaan al een aantal praktijkvoorbeelden waarin opwaarderen gebeurt<sup>2</sup>.



**Figuur 2** Schematische weergave van de productie van groengas (Powerpeers, 2024).

Er zijn verschillende technologieën voor het opwaarderen van biogas naar groengas. In al deze technologieën is er een gemeenschappelijk proces van voorbehandeling: waterdamp en verontreinigingen zoals  $H_2S$  en  $NH_3$  uit het biogas verwijderen, om corrosie en schade aan de apparatuur te voorkomen. Na de opwaardering volgt vaak een nabehandeling om ervoor te zorgen dat het groengas voldoet aan de specificaties voor invoering in het aardgasnet. Ondanks de verschillende benaderingen en technieken, is het uiteindelijke doel hetzelfde: het efficiënt en effectief omzetten van biogas naar hoogwaardig groengas dat kan bijdragen aan een duurzamere energievoorziening.

Een van de meest gebruikte technologieën is **membraan technologie** (DMT, 2022). Bij membraansplitsing wordt biogas door deels-doorlaatbare membranen geleid. Deze membranen laten het  $CO_2$  en andere verontreinigingen door, terwijl methaan wordt geconcentreerd. Het proces is gebaseerd op de verschillen in doorlaatbaarheid van de gassen door het membraan. Membraansplitsing is een compacte en schaalbare technologie zonder de noodzaak van chemische middelen, maar membranen kunnen duur zijn en vereisen regelmatig onderhoud om vervuiling te voorkomen.

<sup>2</sup> Zie bijvoorbeeld de filmpjes [Hoe een waterschap groen gas kan produceren en invoeden op ons energienet](#) van Enexis of [Hoe produceren we groen gas in onze Groen Gas-installatie?](#) Van het Hoogheemraadschap van Delfland

---

Een andere technologie is chemische absorptie of **aminewassing** (Bio-Line, 2024), waarbij biogas door een kolom met een amine-oplossing wordt geleid (het biogas wordt 'gewassen' met een amine vloeistof). CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S reageren met de amine en blijven in de oplossing achter, terwijl het schone gas aan de andere kant opgevangen wordt. De verzadigde amine-oplossing wordt vervolgens weer opgeschoond (via een regeneratiekolom) door deze te verwarmen (en CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>S vrij te maken) en de amine-oplossing te regenereren voor hergebruik. Hoewel chemische absorptie zeer efficiënt is en het CO<sub>2</sub> tot zeer lage concentraties kan verwijderen, zijn de operationele kosten hoog omdat de amine-oplossing weer opgeschoond moet worden en er kans is op corrosie en chemische degradatie van de amine-oplossing.

Een extra toe te voegen technologie is het afvangen van CO<sub>2</sub>: carbon capture (HoSt, 2024). Het is mogelijk om de CO<sub>2</sub> die vrijkomt bij de opwaardering van biogas af te vangen en om te zetten in vloeibaar CO<sub>2</sub>. Bij het scheiden van CO<sub>2</sub> uit het biogas met chemische absorptie of membraanfiltratie kan de gezuiverde CO<sub>2</sub> vloeibaar worden gemaakt door het onder hoge druk en lage temperatuur te brengen. Het vloeibare CO<sub>2</sub> kan worden gebruikt in diverse industriële toepassingen, zoals de productie van chemicaliën of als koelmiddel. Op deze manier is het mogelijk CO<sub>2</sub> als waardevol product te hergebruiken.

Een overzicht van Nederlandse aanbieders van opwerkunits voor opwaardering van biogas naar groengas wordt gegeven in Bijlage 1. Dat overzicht geeft ook de technische specificaties van de verschillende beschikbare modellen (in 2024).

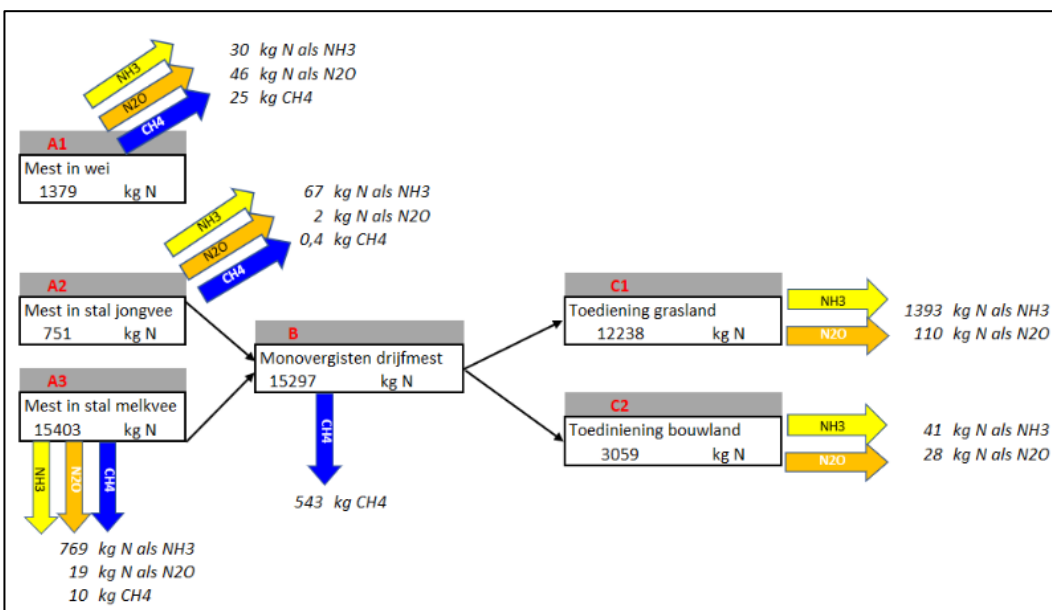
## 2 Methode

### 2.1 Data Noord-Holland

De bedrijfsspecifieke gegevens die gebruikt zijn in dit onderzoek zijn afkomstig uit CBS statline (2023) en de Basiskaart Agrarische Bedrijfsituatie (BAB), uitgegeven door de RVO, aangeleverd door de provincie Noord-Holland. Deze geodatabase bevat locaties en bedrijfsgegevens van het jaar 2021, onder anderen afkomstig en afgeleid van de landbouwtekening, van alle bedrijven die agrarisch actief waren op 1 april 2021. Vervolgens zijn alle bedrijven binnen Noord-Holland geselecteerd welke als melkveebedrijf staan geassocieerd in deze database. Het aantal melk- en kalfkoeien per bedrijf is de voornaamste variabele die is gebruikt voor het berekenen van emissies en voor het uitvoeren van kosten-baten analyses. Aanvullend is voor de uitgangspunten voor de gemiddelde bedrijfsituatie gebruikt gemaakt van gegevens uit CBS.

### 2.2 Berekening emissies

Om de massabalansen en emissies voor het gehele mestverwerkingsproces te bepalen, is gewerkt met een modelstudie waarin de hoeveelheden en samenstelling van de mestproducten worden weergegeven en bij elke stap in het mestverwerkingsproces de emissies berekend worden (zie Figuur 3). Het model is opgebouwd uit verschillende blokken, waarbij elk blok een (verwerkings)stap representeert (Gollenbeek et al., 2022). Het model start bij de uitscheiding van mest in de stal en eindigt met het moment dat mestproducten op het land worden aangewend. Bij deze laatste stap worden emissies tijdens toediening (op eigen land maar ook van afgevoerde mest) van mestproducten meegenomen, maar worden verdere bodemprocessen buiten beschouwing gelaten. In deze modelstudie zijn alleen de emissies die ontstaan uit de mest berekend. Emissies die ontstaan door enterische (pens- en darm) fermentatie, het gebruik van fossiele brandstoffen, elektriciteit of grondstoffen zijn niet meegenomen. Voor melkkoeien geldt dat de methaanemissie uit mest gemiddeld 30% van de totale methaanuitstoot van het dier betreft, waarbij de overige 70% uit pens- en darmfermentatie komt.



**Figuur 3** Voorbeeld schematische weergave voor berekening emissies.

Het startpunt van het model is de samenstelling van drijfmest 'onder de staart': de vrachten stikstof, fosfor fosfaat), koolstof en organische stof (respectievelijk N, P ( $P_2O_5$ ), C en OS) en de methaan- en stikstofhoudende emissies die hierbij vrijkomen. In Bijlage 2 zijn de uitgangspunten voor de modelstudie per



scenario beschreven. Voor alle scenario's zijn per stap in het mestverwerkingsproces de stikstofhoudende emissies berekend middels emissiefactoren. De ammoniakemissies die in dit rapport worden gepresenteerd geven de totale emissies tijdens aanwending, inclusief aanwending op land van derden (zie Bijlage 2 voor de gebruikte emissiefactoren). Voor de verschillende mestproducten zijn de emissiefactoren voor aanwenden van drijfmest en/of kunstmest als basis gebruikt. Voor berekening van deze emissies is voor gras- en bouwland gekozen voor de aanwendtechniek die het meeste voorkomt in Nederland op de verschillende gronden (Van Bruggen et al., 2022). De methaanemissie is berekend op basis van het OS-gehalte dat afhangt van de ouderdom van de mest. Om de totale uitstoot van broeikasgasemissies per scenario in kaart te brengen, zijn de methaan- en lachgasemissies omgerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten met de volgende rekenregels (Myhre et al., (2013):

- 1 kg methaan = 28 CO<sub>2</sub>-equivalenten
- 1 kg lachgas = 265 CO<sub>2</sub>-equivalenten

## 2.3 Scenario's voor vergisting en kunstmestbesparing

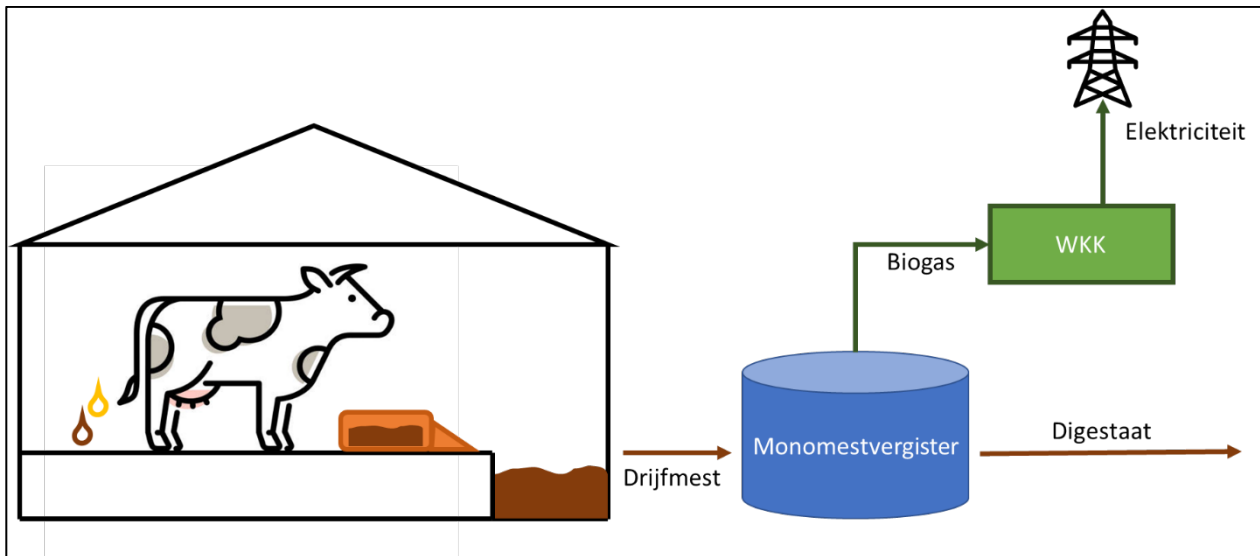
De scenario's van dit onderzoek zijn onderverdeeld in verschillende scenario's voor monomestvergisting op bedrijfsniveau en grootschalige centrale vergisting. Voor het vergisten op bedrijfsniveau is gekeken naar verschillende opties van (verdere) verwerking van de mest, waarbij als uitgangspunt een stalsysteem met mogelijkheid tot dagontmesting is genomen. Op deze manier kan de mest dagelijks uit de stal worden verwijderd en naar de vergister worden getransporteerd. In Tabel 1 zijn de scenario's weergegeven van monomestvergisten op bedrijfsniveau. De volledige beschrijving van scenario's en bijbehorende uitgangspunten zijn weergegeven in Bijlage 4.

**Tabel 1** Scenario's voor monomestvergisting op bedrijfsniveau.

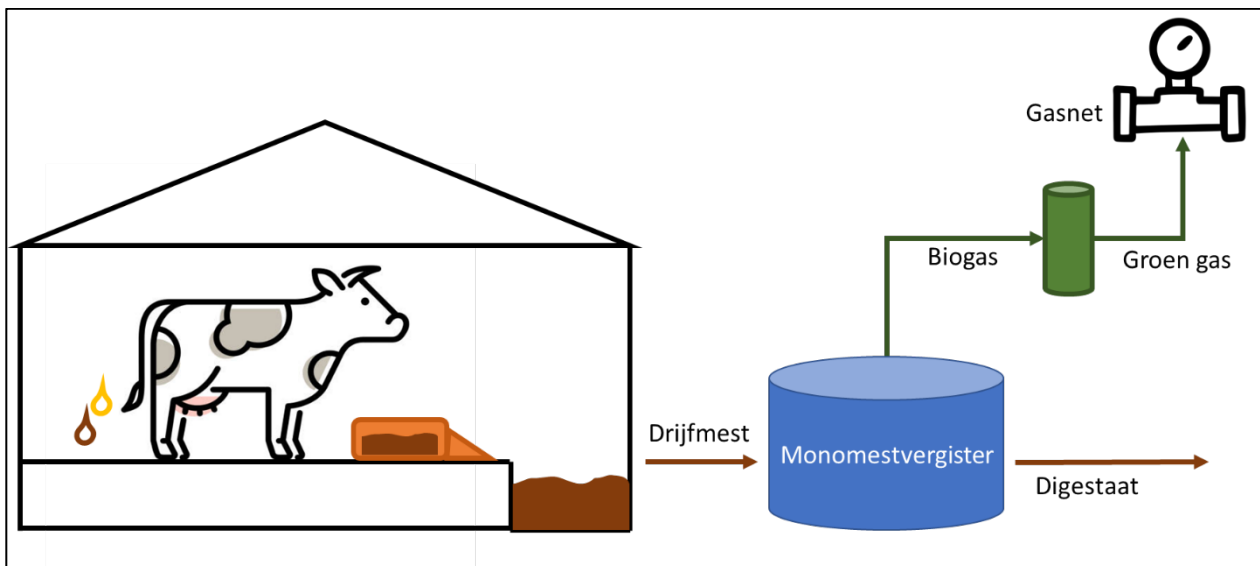
Scenario	
0a	Referentie <i>Geen maatregelen</i>
0b	Referentie <i>Geldende wet- en regelgeving</i>
1a	Dagontmesting + vergisting <i>Bedrijfsniveau: biogas WKK</i>
1b	Dagontmesting + vergisting <i>Bedrijfsniveau: biogas groengas</i>
2	Dagontmesting + vergisten <i>Bedrijfsniveau + groengas HUB</i>
3a	Dagontmesting + vergisten + strippen <i>Klein cluster bedrijven Biogas naar afnemer in de buurt</i>
3b	Dagontmesting + vergisten + strippen <i>Klein cluster bedrijven Biogas opwaarderen naar groengas</i>
4	Dagontmesting en centrale vergisting <i>Biogas opwaarderen naar groengas</i>

De economische haalbaarheid en het emissiereductiepotentieel van de scenario's zijn in deze studie vergeleken met referentiescenario 0a en 0b (zie Tabel 1). In scenario 0a wordt uitgegaan van een gangbare stal (RAV A1.100), waarbij drijfmest voor maximaal 6 maanden wordt opgeslagen in de kelder onder de roostervloer en als zodanig wordt aangewend. Scenario 0b gaat uit van dezelfde uitgangspunten als scenario 0a, echter is er een emissiereductie uit de stal doorgevoerd welke in lijn is met de nationaal opgestelde doelen van een ammoniakreductie op bedrijfsniveau gelijk aan 30%.

Scenario 1a en 1b hebben beiden dagontmesting en monomestvergisting op bedrijfsniveau als uitgangspunt. Bij scenario 1a wordt het geproduceerde biogas via een warmte-kracht-koppeling omgezet in elektriciteit en warmte. Bij scenario 1b wordt het geproduceerde biogas opgewerkt naar groengas. In beide scenario's wordt het digestaat wat overblijft na vergisting van de mest als zodanig aangewend op gras- en bouwland. Figuur 4 en 5 tonen een schematische voorstelling van respectievelijk scenario 1a en 1b.

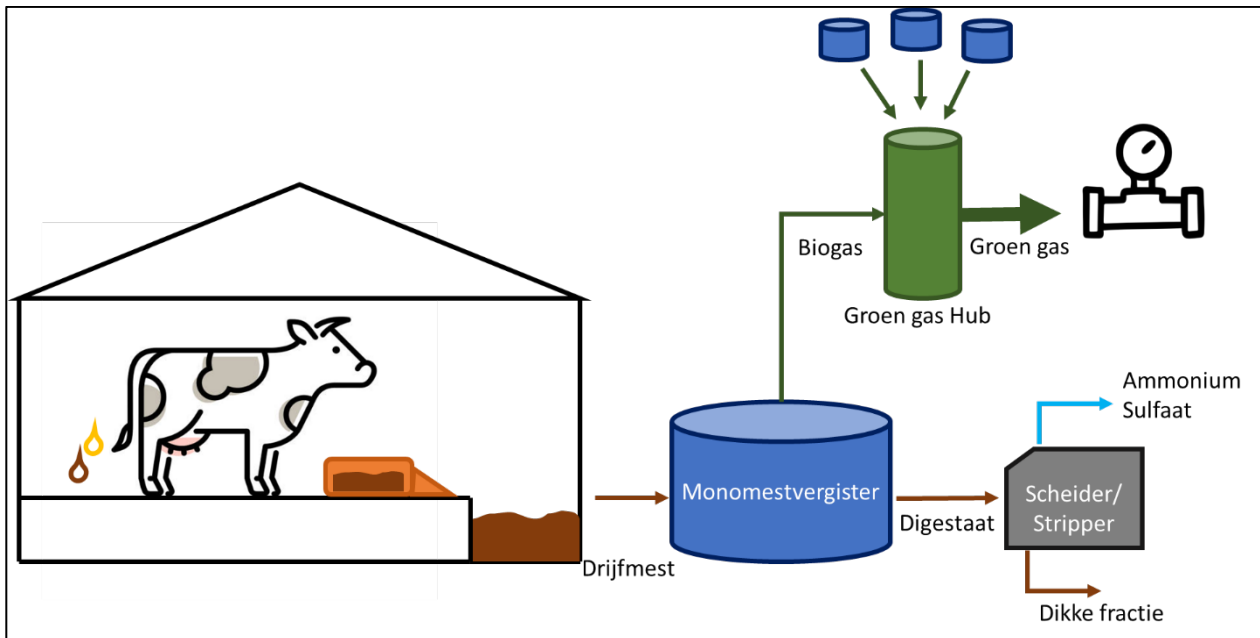


**Figuur 4** Schematische weergave scenario 1a. Dagontmesting + vergisting op bedrijfsniveau. Biogas WKK.



**Figuur 5** Schematische weergave scenario 1b. Dagontmesting + vergisting op bedrijfsniveau. Biogas wordt opgewerkt naar groengas.

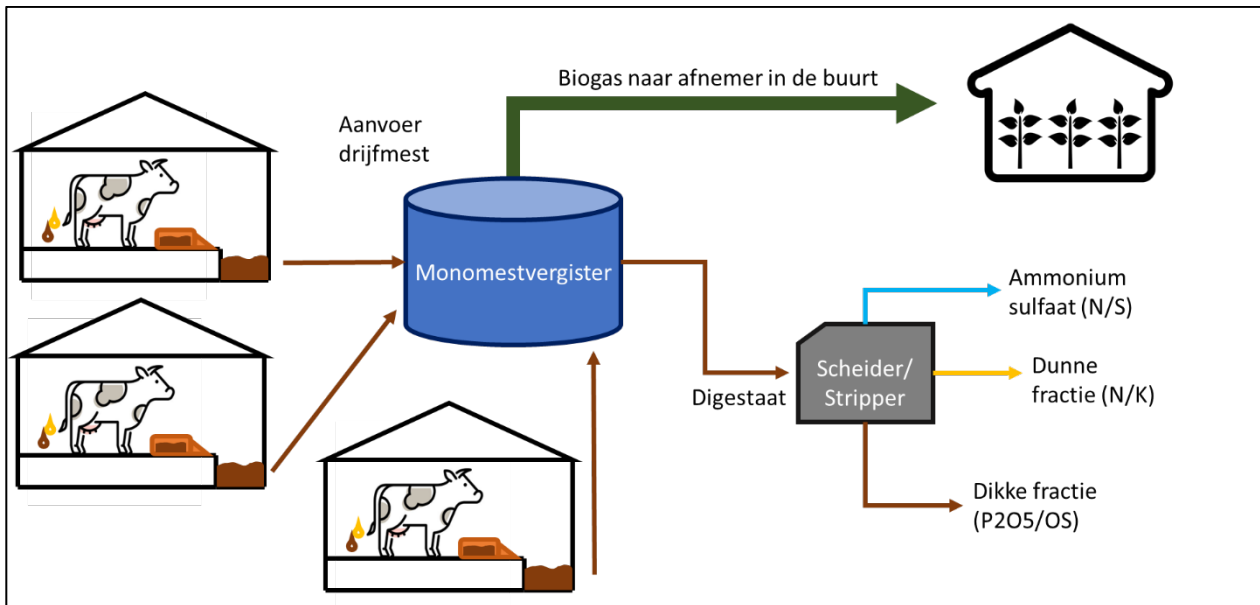
Bij scenario 2 is uitgegaan van dagontmesting met monomestvergisting op bedrijfsniveau. Het geproduceerde biogas wordt in een HUB opgewerkt naar groengas, waarbij meerdere bedrijven zijn aangesloten. Ook hier wordt het digestaat als zodanig aangewend op gras- en bouwland. Zie figuur 6.



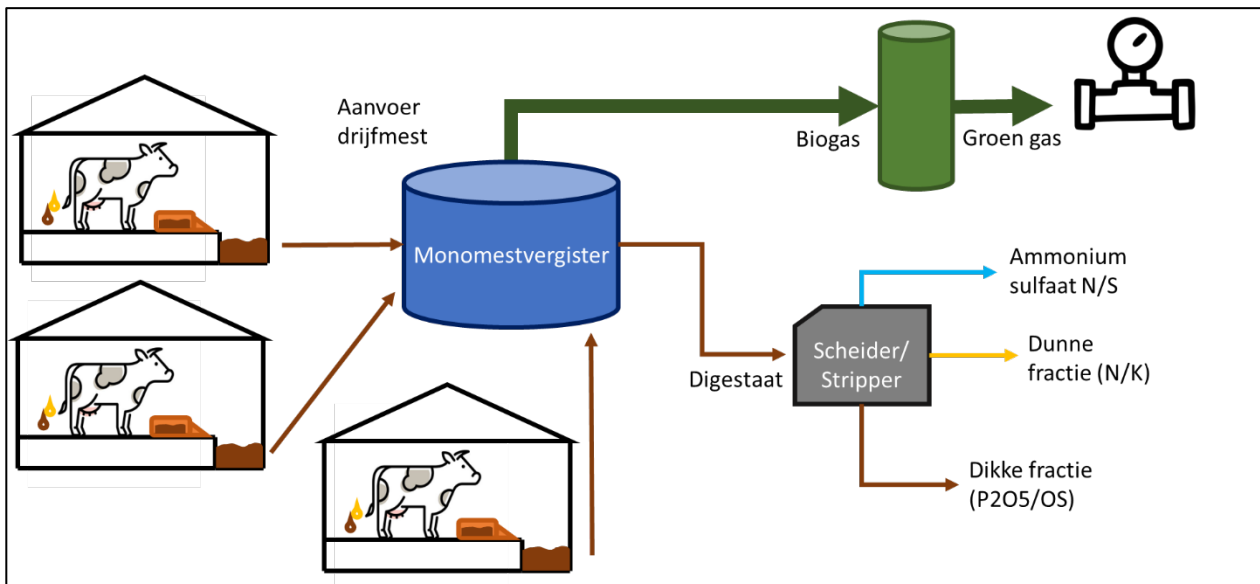
**Figuur 6** Schematische weergave scenario 2. Dagontmesting + vergisten op bedrijfsniveau. Biogas opwerking via een groengas HUB.

Scenario 3a en 3b gaan uit van samenwerking van een klein cluster van bedrijven welke gezamenlijk drijfmest vergisten. In beide scenario's wordt het digestaat gestript waarbij een mineralenconcentraat wordt geproduceerd (zie verder hieronder). In scenario 3a wordt het geproduceerde biogas geëxporteerd naar een afnemer in de buurt (Figuur 7) en in scenario 3b wordt het biogas opgewerkt naar groengas (Figuur 8). Op basis van de rendabiliteit van het scenario, en dus de resultaten van de exploitatieanalyse, is bepaald dat deze clusters uit (minimaal) 5 bedrijven moeten bestaan. Dit wordt verder toegelicht in hoofdstuk 3.

In de scenario's 3a en 3b wordt kunstmest bespaard door een deel van de ammoniumstikstof uit de vergiste mest te verwijderen met behulp van een stripproces. Bij de doorrekening van de scenario's waarbij strippen van stikstof is opgenomen is ervan uitgegaan dat precies zoveel ammoniumstikstof uit de mest wordt verwijderd zodat de juiste stikstof-fosfaat verhouding ontstaat waarbij bij de aanwending van de gestripte mest de gebruikruimte voor dierlijke mest voor zowel fosfaat als stikstof zo optimaal mogelijk worden ingevuld. In de praktijk kan het percentage stikstof dat uit de mest verwijderd dient te worden om zo min mogelijk mest af te hoeven voeren variëren, afhankelijk van de verhouding stikstof en fosfaat in de geproduceerde mest, de toegepaste weidegang en de aanwezige gebruikruimte dierlijke mest voor stikstof en fosfaat.



**Figuur 7** Schematische weergave scenario 3a. Dagontmesting + vergisten + strippen met een klein cluster bedrijven. Biogas wordt geleverd naar afnemer in de buurt.

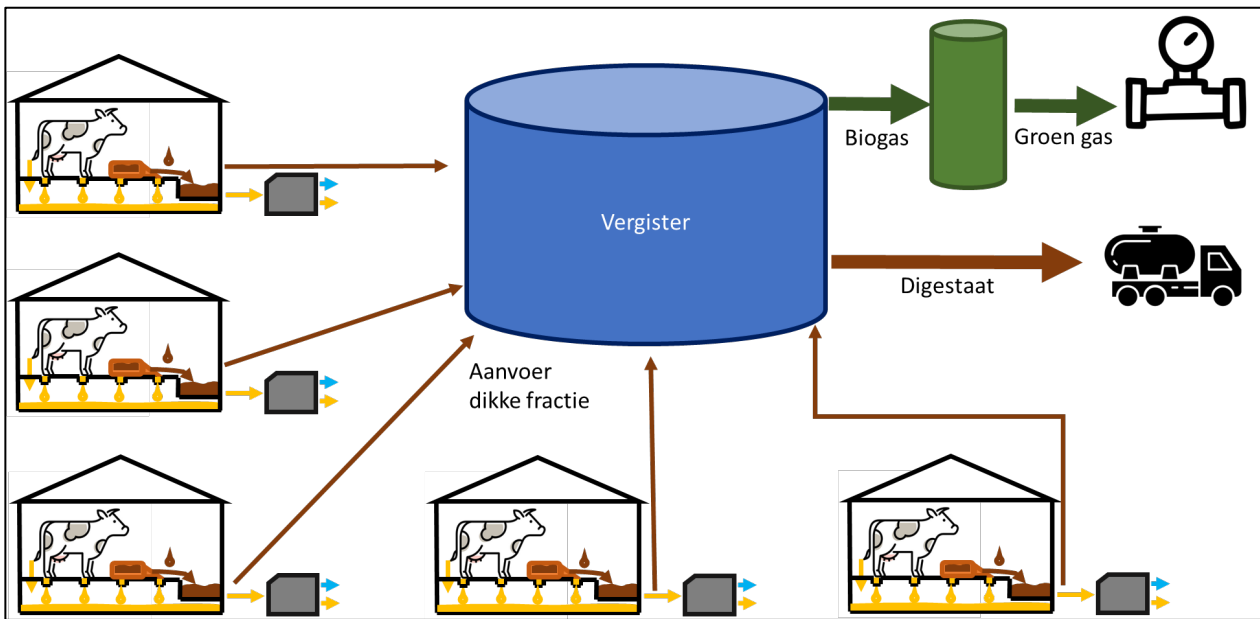


**Figuur 8** Schematische weergave scenario 3b. Dagontmesting + vergisten + strippen met een klein cluster bedrijven. Biogas wordt opgewaardeerd naar groengas.

Scenario 3b is gehanteerd bij de doorrekening van twee praktijkcases in Noord-Holland (zie paragraaf 2.7 en 3.6). Bij de doorrekening van de praktijkcases is niet alleen gekeken naar de productie van groengas, maar ook naar de toepassing van een warmtekrachtinstallatie (WKK) voor de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte uit biogas.

Nast monomestvergisting op bedrijfsniveau is er een scenario opgesteld voor het centraal vergisten van de mest (scenario 4). De emissies, investeringen en exploitatie zijn doorgerekend voor een aanvoercapaciteit van mest van 3.000 melkkoeien en van 6.000 melkkoeien (Figuur 9). Dit komt overeen met de aanvoer van mest van 30 tot 60 melkveebedrijven van gemiddelde omvang. In Noord-Holland bevinden zich gebieden, waarbij de mest van deze aantallen melkkoeien aangevoerd kan worden met een beperkte gemiddelde transportafstand van 10 km naar de centrale plant. Er is uitgegaan van toepassing van dagontmesting op de melkveebedrijven. De mest die dagelijks uit de stal wordt afgevoerd wordt verzameld gaat tijdelijk naar een afgesloten opslag tot voldoende mest is verzameld voor transport per tankwagen. De drijfmest wordt elke wekelijks opgehaald bij de aangesloten bedrijven, de mest wordt op de centrale plant vergist en het geproduceerde biogas wordt opgewerkt naar groengas. Het digestaat wordt terug geleverd aan de bedrijven

en als zodanig aangewend Wanneer scenario 4 wordt aangevuld met scheiden en strippen van het digestaat, komt scenario 4 overeen met 3b, met dien verstande dat in scenario 4 uitgaat van een grotere cluster van bedrijven. Het effect van de schaalgrootte op de exploitatie van scenario 3b bij grotere clusters komt aan de orde bij de doorrekening van de praktijkcases.



**Figuur 9** Schematische weergave van scenario 4. Dagontmesting en centrale vergisting. Biogas wordt opgewaardeerd naar groengas.

## 2.4 Raming investeringskosten en exploitatie

Als basis voor de berekening van de investeringskosten en exploitatieberekeningen zijn de modellen zoals deze voor Gollenbeek *et al.* (2020, 2021a en 2021b, 2022) zijn ontwikkeld gebruikt. Voor deze studie zijn de modellen omgebouwd naar de scenario's zoals beschreven in de voorgaande paragrafen.

Informatie van de investeringskosten van de stalsystemen en de benodigde uitrusting voor de behandeling van de meststromen is verkregen van de leveranciers van de systemen en van veehouders die dergelijke systemen in gebruik hebben. Daarnaast is voor mestopslagen en investeringen in bepaalde stalaanpassingen gebruikgemaakt van het handboek *Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2023-2024 (KWIN, 2023)*. Van de verschillende scenario's zijn steeds de extra investeringen bepaald ten opzichte van het reguliere stalsysteem (scenario 0a). In Bijlage 5 zijn de belangrijkste uitgangspunten voor de raming van de investeringskosten en de exploitatieberekeningen weergegeven.

Aan de hand van schaalfactoren (Bijlage 5) zijn de beschikbare investeringskosten van de procesonderdelen omgerekend naar de schaal van het betreffende scenario. In de meeste gevallen is een default schaalfactor van 0,67 aangehouden. De factor is ontleend aan Towler and Sinnott (2012). Grofweg komt de toepassing van deze factor neer op een verdubbeling van de investeringskosten bij een driemaal zo grote capaciteit van de installatie of procesonderdeel. De investeringskosten van de procesonderdelen van een scenario zijn berekend aan de hand van vergelijking 1.

$$(1) \quad INV_{sc} = INV_{ref} \times (Schaal_{sc} / Schaal_{ref})^{schaalfactor}$$

Waarbij:

$INV_{sc}$  = Investeringskosten voor de schaal van het scenario (euro)

$INV_{ref}$  = Investeringskosten voor de schaal van de referentie (euro)

$Schaal_{sc}$  = Schaalgrootte van het scenario (betreffende dimensie van schaal<sup>3</sup>)

<sup>3</sup> De dimensie kan variëren afhankelijk van de schaalfactor die bepalend is voor de prijs. Voorbeelden: m<sup>3</sup> voor silo's en tanks, kW voor een WKK installatie, m<sup>3</sup>/h voor groengasproductie etc.

---

Schaalref = Schaalgrootte van de referentie (betreffende dimensie van schaal)  
Schaalfactor = Schaalfactor (dimensieloos)

Prijsopgaven uit het verleden zijn gecorrigeerd naar een geschatte prijs van 2024 door middel van toepassing van een inflatiecorrectie van 2% per jaar.

Bij de berekening van de exploitatie van de verschillende scenario's zijn steeds de meer- of minderopbrengsten ten opzichte van de exploitatie van een regulier stalsysteem (scenario 0a) beschouwd. Met betrekking tot de exploitatie is rekening gehouden met kosten voor energie, verbruik van hulpstoffen, arbeid, onderhoud en overige bedrijfskosten zoals kantoorkosten, verzekeringen, kosten nutsvoorzieningen. Rente en aflossing/afschrijving zijn berekend op basis van een financiering van benodigde investeringsbedrag tegen een rentevoet van 3% en een aflossingstermijn van 12 jaar. De aflossingstermijn komt overeen met de periode van subsidiëring vanuit de regeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE). Er is in de exploitatieberekeningen niet gerekend met eventuele investeringssubsidies en/of voordelen uit fiscale regelingen.

Aan de opbrengstenkant is gekeken naar vermeden kosten voor mestafzet en vermeden kosten voor aankoop van kunstmest. In de scenario's waarin monovergisting is toegepast is daarnaast gerekend met opbrengsten uit vermeden energieverbruiken, verkoop van energie en inkomsten uit de subsidieregeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE).

## 2.5 Geografisch informatiesysteem (GIS) analyse

Nadat scenario's zijn doorgerekend en zijn beoordeeld op rendabiliteit middels een kosten-baten analyse, is er per scenario geanalyseerd op welke locaties in Noord-Holland wordt voldaan aan de randvoorwaarden voor een rendabel scenario. Deze GIS-analyse is uitgevoerd in QGIS (versie 3.22.5). Voor scenario's waarbij gekeken wordt naar een samenwerking tussen meerdere bedrijven, zijn clusters gemaakt met de *Density Analysis* plug-in van QGIS. Hiermee zijn clusters in de vorm van een zeshoek van 5 x 5 km gecreëerd waarin het totaal aantal melkkoeien per cluster wordt berekend. De afstand van 5 x 5 km is gekozen om inzicht te krijgen of voldoende mest op korte afstand van een te realiseren biogasplant in een bepaald gebied voorhanden is. De keuze voor 5 km is gedaan op basis van de optimale kaartresolutie (niet de maximale transportafstand, die is afhankelijk van het gekozen scenario).

Bronnen die zijn gebruikt voor de GIS-analyses zijn (uit de hierboven beschreven database):

- Locaties en aantallen van melk- en jongvee: Basiskaart Agrarische Bedrijfssituatie (BAB) uit 2021 (densitymap model)
- De PPLG-gebieden: PNH-dataportaal (15-02-2024 10:35:50)
- Provincie NH: PDOK (Thursday, 8 February 2024 02:06:48 PM (Noord\_Holland.shp))
- De achtergrond van Nederland: PDOK (een WFS) (pagingEnabled='true' restrict To Request BBOX= '1' srsname='EPSG:28992' typename=' bestuurlijkegebieden: Provinciegebied', version 2.0.0; url: [https://service.pdok.nl/kadaster/bestuurlijkegebieden/wfs/v1\\_0?request=GetCapabilities&service=WFS](https://service.pdok.nl/kadaster/bestuurlijkegebieden/wfs/v1_0?request=GetCapabilities&service=WFS))

In de modellen is gerekend met een bruto energieproductie van een 'melkkoe' van 20GJ per jaar. Met de bruto energieproductie is hier bedoeld de bovenste verbrandingswarmte van het biogas dat uit de mest gewonnen kan worden, bij toepassing van dagontmesting en de gekozen uitgangspunten van de scenario's in dit rapport ten aanzien van voerrantsoen en weidegang. De bruto energieproductie is alleen bij deze uitgangspunten van toepassing. Een ander rantsoen, andere weidegang en/of een andere wijze van ontmesting en opslagduur van de mest zijn van grote invloed om de bruto energieproductie per melkkoe. Ter illustratie: enkel de invloed van de ouderdom van mest levert in het gehanteerde rekenmodel bij een half jaar opslag 50% minder biogasproductie uit mest ten opzichte van de biogasproductie bij toepassing van dagontmesting. De netto energieproductie die in de praktijk geleverd kan worden aan het openbare net kan sterk afwijken van de bruto-energieproductie, afhankelijk van methaanverliezen, omzettingsverliezen en eventueel eigen verbruik van het geproduceerde biogas. De berekening van de bruto energie-inhoud is als volgt uitgevoerd: De biogasproductie in Nm<sup>3</sup> is omgerekend naar aardgas equivalent in Nm<sup>3</sup>, waarbij is gerekend met 58% methaan in biogas en 89% methaan in aardgas. De hoeveelheid aardgasequivalenten is

---

vervolgens omgezet in GJ per jaar uitgaande van de bovenste verbrandingswarmte van 35,17 MJ/Nm<sup>3</sup> aardgasequivalent.

De bruto energieproductie van 20 GJ per melkkoe per jaar is opgebouwd uit een standaard ratio (60:103) tussen jongvee (3,24 GJ per stuk jongvee per jaar) en melkkoeien (17,72GJ per melkkoe per jaar). Echter in de GIS-data wordt er gewerkt met de werkelijke hoeveelheid melkkoeien en jongvee op elk bedrijf. Om de ruimtelijke weergave aan te laten sluiten op de modellen, is daarom gekozen om de drempelwaarden om te rekenen naar de energiewaarde, en dat ook te doen voor de daadwerkelijke hoeveelheden melkkoeien en jongvee op de bedrijven. De bruto energieproductie houdt geen rekening met de eigen energiebehoefte van het vergistingsproces, verliezen bij de opslag en opwerking van het biogas en/of eventuele verbruiken bij de behandeling van de vergiste mest. De werkelijke hoeveelheid leverbare energie ligt dus zeker lager. De netto energie die geleverd kan worden, verschilt per scenario's. Daarom is ervoor gekozen om met de bruto-productie te werken. Hierdoor kunnen alle scenario's met dezelfde kaarten in beeld gebracht worden en is vergelijken makkelijker. Met bijvoorbeeld 306 melkkoeien en 192 stuks jongvee, heeft een bedrijf dus 6044,4 GJ potentiële bruto energieproductie (of 6,04 TJ). Mocht er uit een scenario berekend zijn dat er een minimale energiewaarde van 6 TJ nodig is voor een positief exploitatieresultaat, dan zou dit bedrijf daar (net) aan voldoen met hun bruto energieproductie. Voor de visualisatie op de kaarten (in de legenda's) is een bovengrens gekozen voor de locaties (5x5 km) van 61 TJ, dit getal is gebaseerd op het cluster met de meeste melk- en kalfkoeien en dus de hoogste bruto energieproductie (60.3 TJ).

## 2.6 Afzetmogelijkheden van biogas en groengas

Verschillende afzetmogelijkheden zijn verkend tijdens het project, namelijk afzet van groengas op het gasleidingnet en mogelijkheden voor afzet van biogas bij lokale bedrijven. Voor de afzet van groengas op het gasleidingnet is gebruik gemaakt van de dataset van de Provincie Noord Holland met leidinginformatie uit het kadastrale Kabels en Leidingen Informatie Centrum (KLIC). De afzet van groengas op het gasnet, heeft de voorkeur vanuit de provincie over andere afzetmogelijkheden.

Voor de afzet van biogas bij lokale bedrijven:

- Glastuinbouw gebruikt veel gas voor de verwarming van de kassen, vaak door middel van een Warmte Kracht Koppeling (WKK). WKKs functioneren ook op biogas. Voor de data over glastuinbouw in Noord-Holland is gebruik gemaakt van CBS-statline (2023) en de Basiskaart Agrarische Bedrijfssituatie (BAB), uitgegeven door de RVO, aangeleverd door de provincie Noord-Holland. Alleen kassen >1 hectare zijn opgenomen in de analyse (>0.3 mln m<sup>3</sup> gas/jaar).
- Voor de voedings- en genotmiddelenindustrie (VGI) is een lijst met potentiële afnemers opgesteld, grotendeels afkomstig uit een Toekomstverkenning *Mogelijkheden recycling reststromen uit voedselverwerkende industrie* (Welink, 2015). Hierin geeft de provincie Noord-Holland een overzicht van de VGI-bedrijven in de provincie (n.m., 2014). De reststromen zijn gezocht bij de grotere bedrijven (>30fte) in de VGI omdat deze bedrijven georganiseerde stromen hebben én nieuwe verwerkingstechnieken kunnen veroorloven. De kleinere bedrijven van minder dan 30 fte hebben vaak kleinere stromen in de orde grootte van maximaal 10 ton (Ibid.). Binnen de VGI vallen ook de zuivel- en kaasindustrie. Omdat deze industrie deel uitmaakt van de melkveehouderijketen, is er een additioneel interview afgenomen bij CONO over circulariteit en gebruik van biogas.

## 2.7 Praktijkcases

Voor deze haalbaarheidsstudie zijn ook twee casestudies uit Noord-Holland doorgerekend. Het betreffen twee groepen van melkveehouders, die op zoek zijn naar oplossingen om het stikstofoverschot uit dierlijke mest op bedrijfsniveau te beperken. Vergisten van de mest in combinatie met het strippen van stikstof uit het digestaat is daarvoor een optie. Het betreft een initiatief in regio Laag-Holland en regio Zuid-Kennemerland en Amstel-Meerlanden. Beide scenario's gaan uit van centrale monomestvergisting waarbij een cluster van bedrijven is aangesloten. Het geproduceerde biogas wordt opgewerkt naar groengas en het digestaat, waarbij een deel van de stikstof is met behulp van een stripproces is verwijderd, wordt terug geleverd aan de bedrijven. Bij de doorrekening van de praktijkcases is niet alleen gekeken naar de productie van groengas,

---

maar ook naar de toepassing van een warmtekrachtinstallatie (WKK) voor de gecombineerde productie van elektriciteit en warmte uit biogas. De warmteproductie van de WKK kan worden ingezet bij het strippen van stikstof. De bedrijfsgegevens van de aangesloten bedrijven zijn gebruikt als uitgangspunten voor de haalbaarheidsstudie. De emissies die bij deze scenario's vrijkomen zijn vergeleken met een referentiescenario. In het referentiescenario is uitgegaan van dezelfde clusters bedrijven waarbij geen monomestvergisting en verdere verwerking van de mest wordt toegepast.



# 3 Resultaten

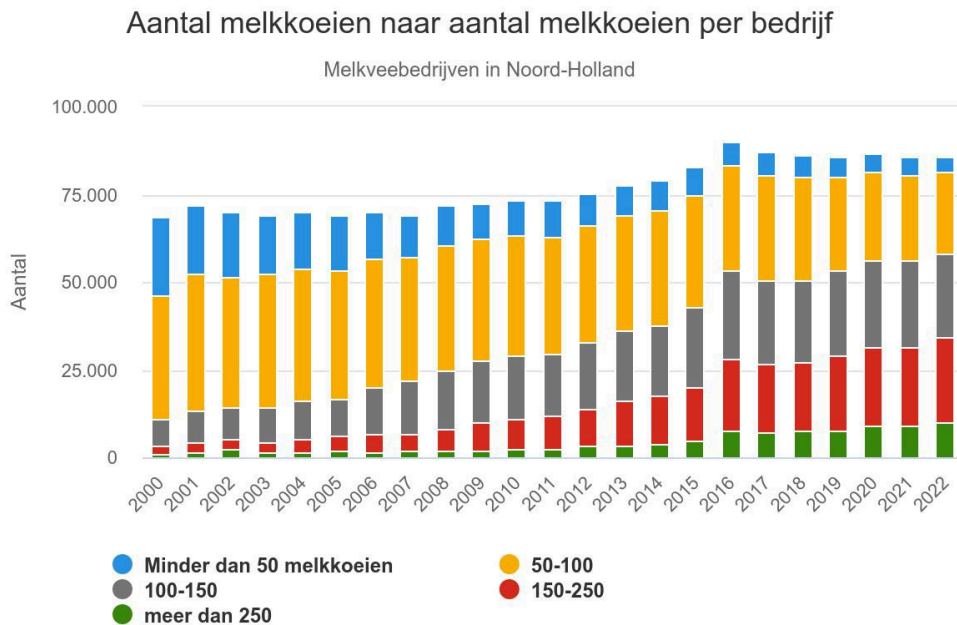
## 3.1 Structuur melkveesector Noord-Holland

Voor het opstellen van scenario's en het bepalen van de uitgangspunten van de modelstudie is gebruikt gemaakt van gemiddelde bedrijfsgegevens van melkveehouderijbedrijven in Noord-Holland uit CBS-statline, referentiejaar 2022. Tabel 2 geeft de hoofdelementen weer welke zijn gebruikt voor de haalbaarheidsstudie.

**Tabel 2** CBS-data voor gemiddelde bedrijfsdata Noord-Hollandse melkveehouderij (CBS, 2023).

Gemiddelde bedrijfsdata Noord-Hollandse melkveehouderij	
Gem. aantal melk- en kalfkoeien per bedrijf	100
Gem. aantal jongvee per bedrijf (pinken + kalveren)	60
Gem. hectare grond per bedrijf	84 ha
Waarvan grasland	77 ha (91,8%)
Waarvan voedergewassen	7 ha (8,2%)

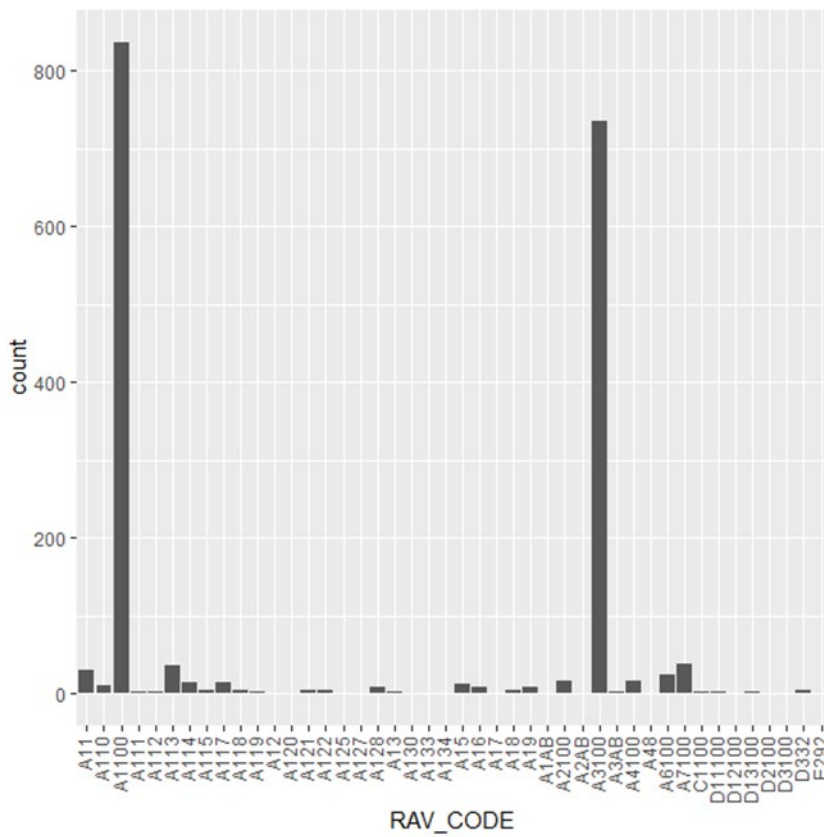
Op basis van Agrimatie zijn de volgende gegevens voor Noord-Holland in kaart gebracht: Totaal aantal melkveehouderijen in Noord-Holland is 849 bedrijven. Het meest voorkomende aantal melk- en kalfkoeien zit tussen de 50 en 75 dieren (22,6% van alle melkveehouderijbedrijven). Verder heeft 17% van de bedrijven meer dan 150 melk- en kalfkoeien (zie Figuur 10).



**Figuur 10** Aantal melk- en kalfkoeien per bedrijf in Noord-Holland over de periode 2000-2022 (bron: Agrimatie, 2023).

De meeste bedrijven hebben 2 stallen (53%) voor melk- en kalfkoeien. Bedrijven met 4 of meer stallen komen zelden voor (7,5%). Van de in totaal 849 bedrijven heeft 84,4% een gangbare stal met roostervloer (RAV type A1.100) en 73,2% een gangbare jongveestal (A3.100). Een gangbaar stalsysteem heeft een

roostervloer waarbij drijfmest in een kelder onder de roosters wordt opgeslagen totdat de mest kan worden uitgereden (maximale opslag van 6 maanden). Door de lange opslagduur in een open keldersysteem, heeft dit stalsysteem een relatief hoge ammoniak- en broeikasgasemissie. Andere staltypes (bijlage 3) komen relatief weinig voor (zie figuur 11).



referentiescenario 0a en 0b waardoor de reductie in stalemissies deels teniet wordt gedaan. In scenario's 3a en 3b neemt de ammoniakemissie tijdens aanwending met 32% af, doordat aanwending van ammoniumsulfaat significant minder ammoniak uitstoot dan het aanwenden van drijfmest of digestaat.

Bij centraal vergisten neemt de stalemissie met 30% af ten opzichte van het referentiescenario. Echter wordt deze reductie tenietgedaan door de stijging in emissies tijdens aanwending, waarbij aanwending van digestaat hogere emissies geeft dan het aanwenden van drijfmest. Hierdoor vindt over de gehele mestverwerkingsketen nauwelijks (< 1,5%) een reductie in ammoniakemissie plaats. Verdere verwerking van het digestaat zou deze stijging kunnen voorkomen.

**Tabel 3** Ammoniakemissies van melkveebedrijf bij de verschillende scenario's van mestbewerking (kg NH<sub>3</sub>/jaar).

Scenario	Stal	Wei	Externe opslag	Vergisting	Opslag na verwerking	Aanwending	Totaal
<b>VERGISTEN OP BEDRIJFSNIVEAU</b>							
Scenario 0a	1.877	35	18	0	0	1.687	3.616
Scenario 0b	1.338	35	19	0	0	1.774	3.166
Scenario 1a	1.157	35	104	0	124	1.956	3.376
Scenario 1b	1.255	35	103	0	129	2.044	3.567
Scenario 2	1.255	35	103	0	129	2.044	3.567
Scenario 3a	1.287	35	206	13	65	1.139	2.744
Scenario 3b	1.287	35	206	13	65	1.139	2.744
<b>CENTRAAL VERGISTEN</b>							
Scenario 4	1.287	35	103	0	232	2.008	3.664

## Broeikasgasemissie

De broeikasgasemissie uit mest over de totale mestbewerkingsketen is weergegeven in Tabel 4. Hierbij zijn de emissies van methaan en lachgas meegenomen en omgerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Methaanemissies uit pens- en darmfermentatie, welke gemiddeld 70% van de totale methaanemissie uit melkkoeien bedraagt, zijn hier niet meegenomen. De totale broeikasgasemissie van referentiescenario 0a en 0b verschillen nauwelijks. Om deze reden worden de resultaten van de overige scenario's alleen vergeleken met referentiescenario 0a.

Ten opzichte van dit referentiescenario, waarbij geen mestbewerking plaatsvindt en drijfmest in de kelder van een gangbare stal wordt opgeslagen, zorgen alle scenario's voor een substantiële emissiereductie van 74 tot 80%. De grootste emissiereductie is te zien in scenario's 3a en 3b, waarbij 79% minder broeikasgassen worden geëmitteerd. De grootste reductie vindt in de stal plaats, waarbij in alle (niet-referentie) scenario's is uitgegaan van stallen waar dagontmesting plaatsvindt. In de overige stappen van de mestbewerkingsketen zijn de broeikasgasemissies tussen referentie- en overige scenario's nagenoeg gelijk. Bij centraal vergisten nemen de broeikasgasemissies uit mest over de totale mestverwerkingsketen af met 67%. Ook hier draagt methaanemissie uit de stal het meeste bij aan de totale emissiereductie van de keten.

**Tabel 4** Broeikasgasemissies uit mest van melkveebedrijf bij de verschillende scenario's van mestbewerking (ton CO<sub>2</sub>-eq./jaar).

Scenario	Stal	Wei	Externe opslag	Vergisting	Opslag na verwerking	Aanwending	Totaal
<b>VERGISTEN OP BEDRIJFSNIVEAU</b>							
Scenario 0a	431	19	12	0	0	59	520
Scenario 0b	431	19	12	0	0	60	522
Scenario 1a	10	19	15	16	18	58	135
Scenario 1b	10	19	15	16	18	60	137
Scenario 2	10	19	15	16	18	60	137
Scenario 3a	10	19	16	16	38	14	112
Scenario 3b	10	19	16	16	38	14	112
<b>CENTRAAL VERGISTEN</b>							
Scenario 4	10	19	38	16	31	60	172

### Potentiële emissiereductie bij provincie-brede implementatie

De resultaten uit Tabel 3 en 4 geven de potentiële emissiereductie voor een gemiddeld melkveehouderijbedrijf uit Noord-Holland. Daadwerkelijke emissies op bedrijfsniveau zullen sterk verschillen tussen bedrijven, door het grote aantal factoren die een rol spelen bij vorming van stikstof- en methaan-emissies. Verder verschilt het aantal melkkoeien en jongvee, hoeveelheid weidegang, staltype en mestopslag tussen bedrijven in Noord-Holland. Als men echter het gemiddelde bedrijf, welke is gebruikt in deze modelstudie, zou gebruiken als uitgangspunt voor alle 849 bedrijven in Noord-Holland, kan worden berekend wat de emissiereductie is wanneer 100%, 50% of 33% van de melkveehouderijbedrijven mee zou doen in scenario 3a en 3b (overige scenario's zijn buiten beschouwing gelaten door de minimale reductie van ammoniakemissie). Het referentiescenario 0a geeft een totale ammoniakemissie van 3.616 kg/jaar. Wanneer dit wordt doorgetrokken tot de gehele Provincie Noord-Holland, is de totale ammoniakemissie 3.070 ton/jaar. Wanneer dezelfde berekening wordt aangehouden voor broeikasgassen, is de totale emissie in Provincie Noord-Holland 441.480 ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar.

Tabel 5 geeft weer wat het ammoniak emissiereductiepotentieel ten opzichte van 3.070 ton/jaar is voor de Provincie Noord-Holland wanneer 100%, 50% of 33% van de bedrijven scenario 3a-b zou doorvoeren. Tabel 6 geeft het emissiereductiepotentieel van de broeikasgasemissies uit mest weer, waarbij het referentiescenario 0a een totale broeikasgasemissie van 441.480 ton/jaar voor alle 849 bedrijven geeft.

**Tabel 5** Ammoniak emissiereductiepotentieel voor Provincie Noord-Holland.

	<b>Aandeel bedrijven in Noord-Holland wat scenario 3a-b doorvoert</b>					
	<b>0%</b>	<b>33%</b>		<b>50%</b>		<b>100%</b>
	S.0a (100%)	S.0a (67%)	S.3a-b (33%)	S.0a (50%)	S.3a-b (50%)	S.3a-b (100%)
Aantal bedrijven	849	569	280	425	425	849
NH <sub>3</sub> emissie (ton/jaar)	3.070	2.057	769	1.535	1.165	2.330
<b>Reductie</b>	<b>0%</b>	<b>8%</b>		<b>12%</b>		<b>24%</b>

**Tabel 6** Broeikasgas emissiereductiepotentieel voor Provincie Noord-Holland.

Aandeel bedrijven in Noord-Holland wat scenario 3a-b doorvoert						
	0%	33%	50%	50%	100%	100%
	S.0a (100%)	S.0a (67%)	S.3a-b (33%)	S.0a (50%)	S.3a-b (50%)	S.3a-b (100%)
Aantal bedrijven	849	569	280	425	425	849
BKG-emissie uit mest (ton/jaar)	441.480	295.792	31.379	220.740	47.544	95.088
<b>Reductie</b>	<b>0%</b>	<b>26%</b>		<b>39%</b>		<b>78%</b>

Wanneer 100% van de bedrijven scenario 3a of 3b doorvoert, kan er een ammoniak- en broeikasgasreductie van respectievelijk 24% en 78% worden behaald ten opzichte van het scenario waarbij 100% van de bedrijven het referentiescenario (scenario 0a) doorvoert. Wanneer 33% van de bedrijven scenario 3a-b doorvoert, geeft dit een ammoniak- en broeikasgasreductie van respectievelijk 8% en 26% en wanneer de helft van de bedrijven scenario 3a-b doorvoert is de reductie respectievelijk 12% en 39%.

### 3.3 Kosten-baten analyse

In deze paragraaf zijn de resultaten van de kosten-baten analyse beschreven. Per scenario zijn de benodigde investeringen berekend en het exploitatieresultaat. Met exploitatieresultaat is hier bedoeld: de opbrengsten minus de operationele kosten minus de afschrijvingen en rentelasten.

In alle scenario's wordt vergisting toegepast en vindt productie van duurzame energie plaats. De productie van duurzame energie kan worden gesubsidieerd via de regeling Stimulering Duurzame Energieproductie (SDE). Voor elk van de typen duurzame energieproductie in de hier beschreven scenario's kan een bijdrage worden ontvangen uit de SDE-regeling. De vergoedingen verschillen per productiecategorie. De SDE-basisbedragen die van toepassing zijn voor de verschillende scenario's zijn opgenomen in bijlage 4, tabel B4.3. De SDE-subsidie wordt bepaald door het basisbedrag te corrigeren voor de gemiddelde opbrengst van de energie bij verkoop. Het gehanteerde uitgangspunt voor de exploitatieberekeningen is dat het SDE-basisbedrag wordt verkregen uit SDE-subsidie en marktvergoeding.

Producenten van groengas en elektriciteit kunnen er ook voor kiezen om de energie (brandstof) te verkopen aan de transportsector met certificaten Hernieuwbare Brandstof Eenheden (HBE). Een HBE vertegenwoordigt een hoeveelheid van 1 GJ duurzaam geproduceerde energie. Met de certificaten kan worden aangetoond dat biobrandstof (bijvoorbeeld groengas) of elektriciteit is geleverd aan vervoer. Leveranciers van brandstoffen moeten kunnen aantonen dat zij het verplichte percentage van de verkoop aan vervoer duurzaam is geproduceerd. De HBE-certificaten worden aangemaakt wanneer deze worden ingeboekt in het Register Energie voor Vervoer (REV) van de Nederlandse Emissie Autoriteit (NEa). De certificaten zijn verhandelbaar. De waarde van een HBE-certificaat wordt bepaald door vraag en aanbod. Wanneer de HBE-certificaten worden aangemaakt en verhandeld wordt de groenwaarde door de markt betaald en vindt geen subsidiëring plaats. In de kosten-bate analyse zijn subsidiëring via de SDE-regeling en marktvergoeding via verkoop aan de transportsector met HBE-certificaten, met elkaar vergeleken. Hierbij is gerekend met een prijs voor de HBE-certificaten van 10 euro per GJ. Zie bijlage 4, tabel B4.3.

Bij de exploitatieberekeningen is behoudens de SDE-regeling geen rekening gehouden met eventuele investeringssubsidies. Indien in de praktijk aanvullende investeringssubsidies worden toegekend zullen de minimale schaalgrootten die in deze paragraaf zijn berekend waarbij een scenario haalbaar wordt afnemen.

#### Bedrijfsniveau

Tabel 7 toont de resultaten van de berekening van de investeringskosten en het exploitatieresultaat van de scenario's op bedrijfsniveau. In Bijlage 5 is de opbouw van de investeringskosten per scenario weergegeven en zijn de kosten en opbrengsten van het scenario getoond.

**Tabel 7** Resultaten berekening investeringen en exploitatie van scenario's dagontmesting en mestvergisting op bedrijfsniveau met toepassing van een warmtekrachtinstallatie (1a) en groengasproductie (1b) afgerond op 1.000 euro.

Scenario	Aantal melkkoeien	Investering kEuro	Exploitatie Euro/jaar
1a Dagontmesting + vergisten, WKK	100	397	-12.000
1b Dagontmesting + vergisten, groengas	100	853	-23.000

### Scenario 1a

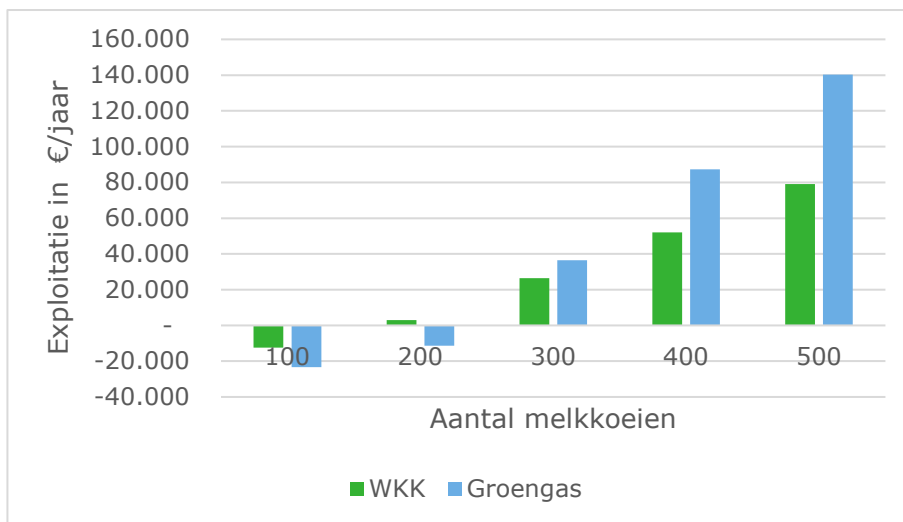
Scenario 1a betreft de toepassing van dagontmesting en monomestvergisting, waarbij uit het biogas elektriciteit en warmte worden geproduceerd met behulp van een warmtekrachtinstallatie. Voor een bedrijfsgrootte van 100 melkkoeien vraagt dit scenario een investering van circa 397.000 euro. Hierbij dient te worden opgemerkt dat voor de toepassing van dagontmesting de meerkosten zijn berekend ten opzichte van de referentiestal bij nieuwbouw. Ombouw van bestaande stallen vraagt een hogere investering. Het scenario leidt bij deze bedrijfsgrootte tot een verlaging van het exploitatieresultaat van circa 12.000 euro per jaar ten opzichte van de referentiesituatie zonder dagontmesting en monomestvergisting. Bij een bedrijfsgrootte van 100 melkkoeien is monomestvergisting niet haalbaar. Het grootste deel van de kosten (meer dan de helft) wordt bepaald door rente en afschrijving.

### Scenario 1b

Scenario 1b is gelijk aan 1a met uitzondering van de toepassing van het geproduceerde biogas. In scenario 1b wordt uit het biogas geen elektriciteit en warmte geproduceerd, maar groengas. Voor een bedrijfsgrootte van 100 melkkoeien vraagt scenario 1b een investering van circa 853.000 euro. Dat is fors meer dan scenario 1a en volgt uit de voor deze schaalgrootte relatief hoge investeringskosten voor groengas-unit. De toepassing van dit scenario leidt tot een verlaging van het exploitatieresultaat van circa 23.000 euro ten opzichte van de referentiesituatie zonder dagontmesting en monomestvergisting. In dit scenario bedragen de kosten voor rente en afschrijving ruim 60% van de totale kosten.

### Effect van schaalgrootte

Een productie-unit voor groengas met een hogere capaciteit kost relatief weinig meer ten opzichte van kleinere units. Figuur 12 laat dan ook een sterk schaafeffect zien bij de productie van groengas. Vanaf een bedrijfsgrootte van circa 200 melkkoeien zijn de jaarlijkse opbrengsten voor scenario 1a groter dan de kosten. In scenario 1b zijn vanaf een schaalgrootte van circa 250 melkkoeien de jaarlijkse opbrengsten groter dan de kosten. Figuur 12 toont het schaafeffect van scenario 1a (WKK) en 1b (Groengas) op de exploitatie. In 2024 is een schaalgroottecategorie toegevoegd aan de SDE++ regeling voor monomestvergisting voor installaties < 110 kW inputvermogen. Hierdoor wordt monomestvergisting bij een kleinere bedrijfsomvang rendabel dan in voorgaande jaren het geval was. Echter, het merendeel van melkveebedrijven in Noord-Holland en ook de rest van Nederland hebben niet de omvang waarbij monomestvergisting rendabel kan worden ingezet.



**Figuur 12** Schaafeffect van het aantal melkkoeien van het melkveebedrijf op het exploitatieresultaat in euro/jaar bij toepassing van dagontmesting met dichte vloer en mestschuif, monomestvergisting met warmtekrachtinstallatie (scenario 1a) en met groengasproductie (scenario 1b). Met exploitatieresultaat wordt hier bedoeld de jaarlijkse opbrengsten minus operationele kosten, afschrijving en rente.

### Kleine clusters

Wanneer melkveebedrijven niet de omvang hebben om mestvergisting op bedrijfsniveau rendabel te kunnen toepassen, zou samenwerking met andere melkveebedrijven gezocht kunnen worden om toch voldoende schaalgrootte te kunnen realiseren.

Tabel 8 toont de resultaten van de berekening van de investeringskosten en het exploitatieresultaat van de scenario's waarin kleine clusters van 5 melkveebedrijven samenwerken. In Bijlage 6 is de opbouw van de investeringskosten per scenario weergegeven en zijn de kosten en opbrengsten van het scenario getoond.

Een clustergrootte van 5 bedrijven is een aangenomen uitgangspunt voor de berekeningen. Per scenario is het effect van deelname van meer of minder bedrijven op het exploitatieresultaat onderzocht.

**Tabel 8** Resultaten berekening investeringen en exploitatieresultaat voor een clusters van 5 melkveebedrijven voor de scenario's: toepassing van dagontmesting, monomestvergisting per bedrijf en de gezamenlijke opwerking van biogas naar groengas (scenario 2), toepassing van dagontmesting en op één locatie vergisten en strippen van mest met rechtstreekse afzet van biogas (scenario 3a), en toepassing van dagontmesting en op één locatie vergisten en strippen van mest met productie van groengas. Bedragen zijn afgerond op 1.000 euro).

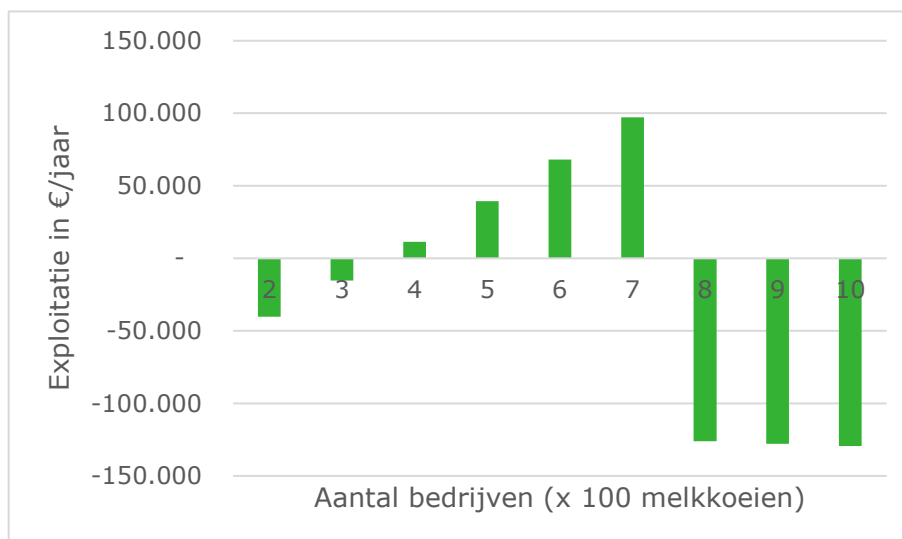
Scenario	Aantal melkkoeien	Investering kEuro	Exploitatie Euro/jaar	
2	5 bedrijven met 100 melkkoeien, dagontmesting en vergisten op elk bedrijf, groengas HUB één locatie	500	2.369	39.000
3a	5 bedrijven met 100 melkkoeien, dagontmesting op elk bedrijf, op één locatie gezamenlijk vergisten en stikstofstrippen, biogas rechtstreek naar afnemer	500	1.233	144.000
3b	5 bedrijven met 100 melkkoeien, dagontmesting op elk bedrijf, op één locatie gezamenlijk vergisten en stikstofstrippen, groengas	500	1.936	23.000

## Scenario 2

Scenario 2 is een variant op scenario 1b, waarbij de biogasproductie van 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien en een mestvergister wordt samengebracht in één groengas-unit op de locatie van één van de bedrijven.

Scenario 2 vraagt voor een cluster van 5 bedrijven, een investering van circa 2,4 miljoen euro, waarbij een jaarlijkse opbrengst na aftrek van de kosten van circa 39.000 euro wordt gerealiseerd. Figuur 13 toont het exploitatieresultaat als jaarlijkse opbrengsten minus kosten bij verschillende aantallen deelnemende melkveebedrijven met 100 melkkoeien. Vanaf 4 bedrijven zijn de jaarlijkse opbrengsten van dit scenario groter dan kosten. Echter, vanaf 8 bedrijven is dat niet meer het geval omdat de groengasproductie dan in een hogere capaciteitscategorie van de SDE++ regeling valt met een lager subsidiebedrag. Bij deelname van 4 tot en met 8 melkveebedrijven leidt dit scenario bij de gekozen uitgangspunten tot een positief exploitatieresultaat. Het haalbare positieve exploitatieresultaat is echter gering ten opzichte de benodigde investering.

Vanwege het schaafeffect van de groengasproductie kan de gecombineerde biogasstroom tegen lagere kosten worden opgewaarderd dan wanneer dat op de afzonderlijke melkveebedrijven zou plaatsvinden. Daartegenover staan in dit scenario echter extra investeringen voor het aanleggen van biogasleidingen van de melkveebedrijven naar de groengas-unit. Het is goedkoper om biogas naar een centrale gasopwerkingsunit te brengen dan om mest te transporteren naar een centrale verwerking. Anderzijds is het minder kostenefficiënt om op elk van de melkveebedrijven te investeren in een kleine vergister dan het bouwen een grotere centraal gelegen vergister. Kortom, de toepassing van een groengas-hub brengt zowel positieve als negatieve effecten voor de exploitatie met zich mee.



**Figuur 13** Schaafeffect van het aantal melkveebedrijven met 100 melkkoeien op het exploitatieresultaat in euro/jaar bij toepassing van dagontmesting met dichte vloer en mestschuif, monomestvergisting op het bedrijf en groengasproductie op een centrale groengas-hub. Met exploitatieresultaat is hier bedoeld jaarlijkse opbrengsten minus operationele kosten, afschrijving en rente.

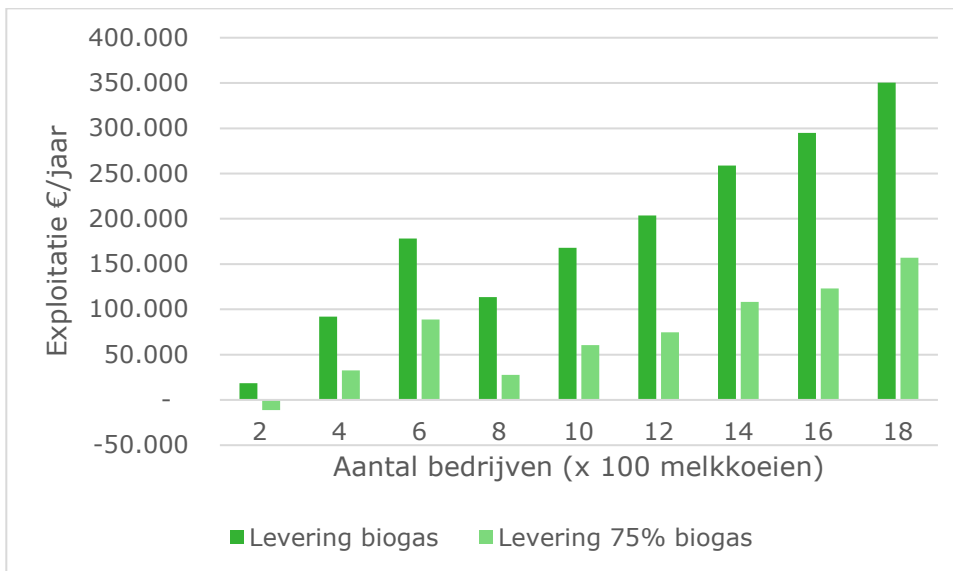
## Scenario 3a

Scenario 3a betreft de samenwerking van een kleine cluster van 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien waarbij dagontmesting in de stallen wordt toegepast. De bedrijven transporteren de mest naar een centrale vergister. Het geproduceerde biogas gaat rechtstreeks naar een afnemer in de buurt. Het digestaat uit de vergister wordt via een stripproces ontdaan van een deel van de ammoniak-stikstof, zodat een groter volume mest op het beschikbare land van de bedrijven kan worden aangewend. De gestripte stikstof wordt teruggewonnen met behulp van een luchtwasproces en vastgelegd in ammoniumsulfaat. Het ammoniumsulfaat wordt in de bemestingsruimte voor kunstmest van de bedrijven ingezet.



Scenario 3a vraagt een investering van circa 1,2 miljoen euro. Dit is een relatief laag investeringsbedrag omdat niet geïnvesteerd hoeft te worden in de omzetting van biogas in elektriciteit en/of warmte of in de opwerking van het biogas tot groengas. Daarentegen is wel rekening gehouden met de aanleg van een biogasleiding naar de afnemer. Het scenario levert na aftrek van kosten een jaarlijkse opbrengst van circa 144.000 euro voor de cluster van 5 bedrijven. (zie Bijlage 5). Hierbij dient te worden opgemerkt dat deze opbrengst van toepassing is wanneer 100% van het geproduceerde biogas dat resteert na invulling van de eigen warmtebehoefte van de vergister kan worden verkocht. Dit vereist een voldoende grote afnemer met een continue warmte vraag. Bij een discontinue warmtevraag of een sterke seizoensafhankelijke warmtevraag ligt het minder voor de hand dat 100% van het leverbare biogas ook daadwerkelijk afgenomen wordt.

Figuur 14 toont het exploitatieresultaat bij 100% en bij 75% levering van het leverbare biogasvolume bij verschillende aantallen deelnemende melkveebedrijven. De figuur laat zien dat het aandeel van het biogas dat geleverd wordt een sterke invloed heeft op het exploitatieresultaat. Rechtstreekse levering van biogas lijkt tot een interessante business cases te kunnen leiden, indien een afnemer gevonden kan worden met een continue warmtevraag die past bij de continue productie van het biogas. Het exploitatieresultaat in Figuur 14 is bij 6 melkveebedrijven hoger dan bij 8 melkveebedrijven. Dat komt omdat bij de kleinere omvang een gunstiger SDE++ tarief van toepassing is.



**Figuur 14** *Schaaleffect van het aantal melkveebedrijven met 100 melkkoeien op het exploitatieresultaat in euro/jaar bij toepassing van dagontmesting met dichte vloer en mestschuif, monomestvergisting en strippen van stikstof van de gezamenlijke mestproductie op één locatie en levering van biogas (100% en 75%). Met exploitatieresultaat is hier bedoeld jaarlijkse opbrengsten minus operationele kosten, afschrijving en rente.*

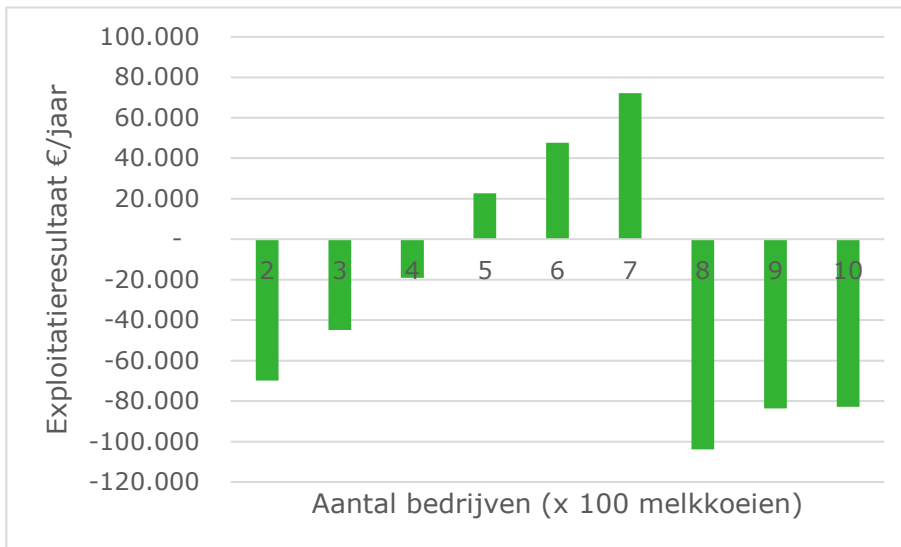
### Scenario 3b

Scenario 3b komt overeen met scenario 3a met uitzondering van de toepassing van het geproduceerde biogas. In scenario 3b wordt groengas geproduceerd en ingevoerd op het aardgasnetwerk. Ten opzichte van scenario 3a dient extra te worden geïnvesteerd in een groengas productie-unit, maar vervalt de investering voor de biogasleiding naar de afnemer.

De totale investering van scenario 3b is geraamd op ruim 1,9 miljoen euro. Hierbij is uitgegaan van de raming op basis van de uitgangspunten in Tabel B4.1 in Bijlage 4. Bij deelname van 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien leidt dit tot een exploitatieresultaat van circa 23.000 euro per jaar. De berekening van het exploitatieresultaat is opgenomen in bijlage 5, Tabel B5.10. Verreweg het grootste deel van de opbrengsten, circa 85%, komt voort uit de marktvergoeding voor de verkoop van groengas en de SDE-subsidie. De vermeden inkoop van kunstmest en de vermeden mestafzetkosten leveren het overige deel van de besparingen ten opzichte van het referentiescenario.

Aan de kostenzijde van de exploitatie is rekening gehouden met kosten voor aan- en afvoer van mest van de melkveebedrijven naar de installatie, het eigen energieverbruik en de arbeids- en onderhoudskosten. Daarnaast is het verbruik van hulpstoffen voor onder meer het invangen van ammoniak in de luchtwasser van de stipinstallatie, voor de reiniging van het biogas en voor het toevoegen van geurstof aan het groengas meegenomen. De kosten voor afschrijving en financiering bedragen circa de helft van de totale kosten.

In Figuur 15 is het exploitatieresultaat uitgezet tegen het aantal melkveebedrijven in de cluster. Bij 5 tot en met 7 bedrijven (500-700 melkkoeien) wordt een positief exploitatieresultaat berekend. Bij grotere clusters valt het project in een andere SDE-vermogenscategorie waarbij een lager basistarief van toepassing is.



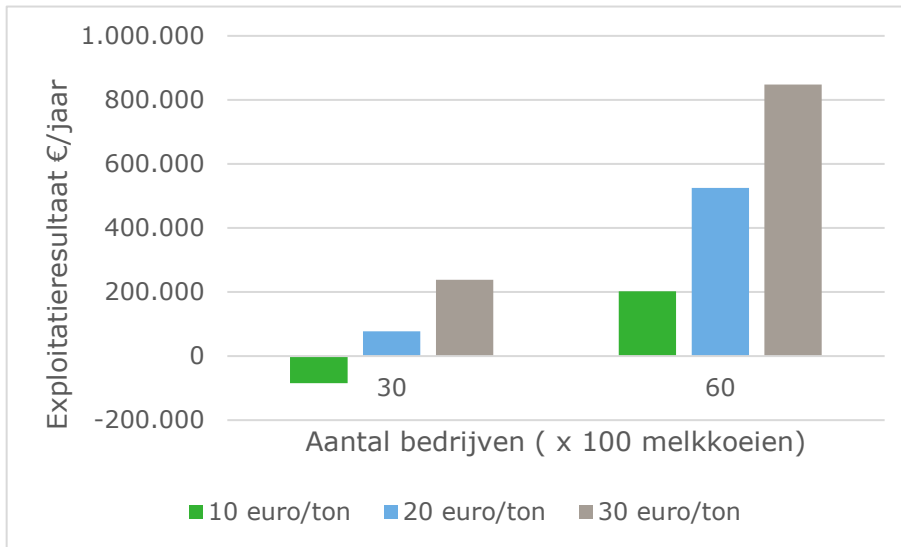
**Figuur 15** Invloed van het aantal bedrijven waarvan de mest wordt aangevoerd op het exploitatieresultaat van het scenario toepassing van dagontmesting met dichte vloer en mestschuif bij melkveebedrijven met 100 melkkoeien, monomestvergisting en strippen van stikstof van de gezamenlijke mestproductie op één locatie en productie van groengas. Met exploitatieresultaat is hier bedoeld jaarlijkse opbrengsten minus operationele kosten, afschrijving en rente.

Voor scenario 3b kan bij het lagere SDE-basistarief door bij een aanzienlijk grotere schaal van toepassing toch een positief exploitatieresultaat worden berekend. Er kan dan niet meer worden gesproken over een 'klein cluster' van melkveebedrijven (zie Figuur 16). Opgemerkt dient te worden dat voor de grotere clusters bij de berekening van de jaarkosten voor onderhoud, rente en afschrijving de uitgangspunten zijn gehanteerd voor centrale behandeling van mest (Tabel B4.2 in Bijlage 4). Voor de centrale vergisting is uitgegaan van een kwalitatief hoger uitvoeringsniveau dan voor de vergisters op boerderijschaal.

In de scenario's 3a en 3b wordt een deel van de ammoniumstikstof uit de vergiste mest verwijderd met behulp van een stripproces. Door de afschaffing van de derogatie kunnen melkveehouders minder stikstof uit dierlijke mest op het land brengen. Voor het gebruik van dierlijke mest is bij de scenario's uitgegaan van de gebruiksnorm van 170 kg N per hectare die van toepassing zonder derogatie. Voor de uitgangspunten van scenario 3a en 3b kan alle digestaat binnen de gebruiksruijme dierlijke mest worden geplaatst wanneer circa 28% van de stikstof in de vergiste mest wordt verwijderd. De stikstofgebruiksruijme voor dierlijke mest wordt dan volledig ingevuld. De fosfaatgebruiksruijme wordt daarbij voor 85% ingevuld. Uit de mest van de cluster van 5 melkveebedrijven wordt circa 15.000 kg N in de vorm van ammoniumsulfaat herwonnen. Per melkveebedrijf hoeft circa 3.000 kg N kunstmest te worden ingekocht. Dit komt overeen met 35 kg N/ha vermeden inkoop kunstmest.

De actuele mestafzetprijs (zomer 2024) ligt rond 30 euro per ton. De actueel hoge mestafzet is sterk beïnvloed door de natte omstandigheden in het voorjaar van 2024, waardoor het niet mogelijk was om met zware machines het land op te gaan. In de uitgangspunten is niet gerekend met de actuele mestafzet prijs maar een geschatte langjarig gemiddelde prijs van 20 euro per ton. Figuur 16 toont de invloed van de mestafzetprijs op het exploitatieresultaat van scenario 3b. Bij een hogere mestafzetprijs neemt de besparing op mestafzetkosten toe ten opzichte van de referentiesituatie zonder vergisten en strippen Bij een

mestafzetprijs van 20 euro per ton mest (blauwe balken in figuur 9) bedraagt het exploitatieresultaat van scenario 3b bij een schaalgrootte van 30 bedrijven met 100 melkkoeien in totaal circa 77.000 euro. Bij 60 deelnemende bedrijven bedraagt het exploitatieresultaat circa 526.000 euro/jaar bij een mestafzetprijs van 20 euro per ton.



**Figuur 16** Invloed van het aantal bedrijven waarvan de mest wordt aangevoerd en de mestafzetprijs op het exploitatieresultaat van het scenario toepassing van dagontmesting met dichte vloer en mestschuif bij melkveebedrijven met 100 melkkoeien, monomestvergisting en strippen van stikstof van de gezamenlijke mestproductie op één locatie en productie van groengas. Met exploitatieresultaat is hier bedoeld jaarlijkse opbrengsten minus operationele kosten, afschrijving en rente.

## Grootschalige vergisting

### Scenario 4

Scenario 4 betreft de realisatie van een mestvergister voor de productie van groengas met een aanvoercapaciteit van 100.000 tot 200.000 ton mest per jaar. De aanvoer van mest is afkomstig van respectievelijk circa 3.000 en circa 6.000 melkkoeien inclusief jongvee. De mest wordt aangevoerd vanuit het gebied rondom de installatie. In paragraaf 3.5 wordt duidelijk gemaakt in welke gebieden deze mestaanvoer gerealiseerd kan worden bij verschillende percentage deelname van de melkveehouderijbedrijven. De vergiste mest, het digestaat, wordt als zodanig voor bemesting in de landbouw toegepast. In dit scenario vindt geen behandeling van digestaat plaats. Dit scenario geeft inzicht in de mogelijkheden voor de exploitatie van monomestvergisting puur vanuit het perspectief van groengasproductie. Het scenario waarbij centrale mestvergisting wordt toegepast in combinatie met het verwijderen van stikstof uit het digestaat met behulp van stripproces komt aan de orde bij de uitwerking van de praktijkcases. (zie paragraaf 3.6). Ook bij scenario 3b is een doorkijk gemaakt van het effect van opschaling van naar grootschalige vergisting inclusief strippen van het digestaat (Figuur 9). In de scenario's waarbij ammoniak uit het digestaat wordt gestript wordt een deel van de energieproductie ingezet om de warmte voor het stripproces te leveren. Dit gaat ten koste van de hoeveelheid biogas die voor groengasproductie kan worden ingezet.

Bij grootschalige vergisting zonder stikstofverwijdering kan dus een grotere hoeveelheid biogas worden ingezet voor groengasproductie, maar wordt geen oplossing geboden aan de melkveehouders om te anticiperen op de afname van de stikstofgebruiksruimte als gevolg van de afschaffing van de derogatie.

De kosten-batenanalyse is uitgevoerd voor de situatie waarbij subsidiëring plaatsvindt vanuit SDE++-regeling en voor de situatie waarbij het groengas wordt ingezet voor de transportsector en inkomsten worden gegenereerd uit verkoop van groengas en de verkoop van de groenwaarde in de vorm van Hernieuwbare Brandstof Eenheden (HBE).

## Investeringsen

De investeringskosten voor de realisatie van een plant voor de vergisting van mest met een aanvoercapaciteit van 100.000 ton zijn geraamd op 5,2-5,5 miljoen euro. In Bijlage 5 is een nadere specificatie opgenomen van de verschillende investeringsposten.

Bij de aanvoer van 100.000 ton mest kan per jaar circa 2,6 miljoen m<sup>3</sup> biogas worden geproduceerd. De biogasopbrengst is berekend op basis van de ouderdom van de mest bij invoer in de vergistingsinstallatie. Hierbij is aangenomen dat de mest wekelijks wordt opgehaald bij de melkveebedrijven en dat de ontvangstbuffer een korte opslagcapaciteit heeft van 4 dagen. Verder is bij de berekening van de biogasproductie rekening gehouden met een totale verblijftijd van de mest in het vergistingsproces van 50 dagen (inclusief opslag in navergister).

Voor de productie van groengas uit biogas zijn twee technieken beschouwd: aminewassing en membraantechnologie. De technische achtergrond van deze technieken wordt uitgelegd in Bijlage 1. Bij aminewassing is rekening gehouden met de inzet van 8% van het geproduceerde biogas voor het verwarmen en regenereren van de amine houdende vloeistof. Dit is bij toepassing van de membraantechnologie niet aan de orde en om die reden is de groengasproductie bij inzet van deze techniek iets hoger dan bij aminewassing.

Voor de verwarming van de vergister is geen biogas ingezet maar is gebruik gemaakt van warmtepompen. Uit het biogas kan per jaar circa 1,6 miljoen m<sup>3</sup> groengas worden geproduceerd (zie Tabel 9). Er bestaan meerdere mogelijkheden om de eigen elektriciteits- en warmtebehoefte van de plant in te vullen. Eén van de mogelijkheden is om daarvoor een kleine warmtekrachtinstallatie in te zetten en die te voeden met biogas of aardgas. Deze varianten zijn in het kader van deze studie niet verder onderzocht, maar kunnen afhankelijk van de schaalgrootte eventueel bijdragen aan optimalisaties van de business case.

**Tabel 9** Raming van de investeringskosten voor een plant voor de vergisting van mest bij een aanvoercapaciteit van 100.000 en 200.000 ton mest van melkveebedrijven.

Plant	Aanvoer ton/jaar	Biogas productie x 1.000.000 m <sup>3</sup>	Groengas productie x 1.000.000 m <sup>3</sup>	Investing x 1.000.000 euro
Aminewassing				
Mestvergister	100.000	2,6	1,6	5,6
Mestvergister	200.000	5,2	3,2	8,3
Membraan technologie				
Mestvergister	100.000	2,6	1,7	5,4
Mestvergister	200.000	5,2	3,5	8,0

De benodigde investeringen bij inzet van aminewassing of membraantechnologie lopen voor de onderzochte schaalgrootten niet ver uiteen (5,4 – 8,3 mln. euro).

## Exploitatie

In de exploitatie van de centrale vergistingsplant is ervan uitgegaan dat de melkveehouders de mest laten afvoeren naar de plant tegen de mestafzetprijs. De centrale plant ontvangt de mestafzetprijs minus de transportkosten naar de plant, maar betaalt ook weer de mestafzetprijs voor de afzet van de vergiste mest. De veehouders hebben geen voordeel in mestafzetkosten, maar kunnen bij een positief exploitatieresultaat van de plant wel een financieel voordeel behalen. In dit scenario wordt op de melkveebedrijven geen voordeel op aankoop van kunstmest gerealiseerd.

Tabel 10 toont de resultaten van de exploitatieberekeningen van een centrale plant voor de productie van groengas uit dierlijke mest, zonder verwerking van het digestaat. In Bijlage 5 zijn de verschillende kosten- en opbrengstenposten van de exploitatieberekening weergegeven. Tabel 10 laat een duidelijk schaafeffect zien in het exploitatieresultaat van een centrale plant voor groengasproductie uit dierlijke mest. Bij subsidiëring van de groengasproductie via de SDE++ regeling wordt een aanvoercapaciteit van 100.000 ton

mest per jaar een negatief exploitatieresultaat berekend. Bij een schaalgrootte van 200.000 ton mest per jaar is het exploitatieresultaat wel positief en bedraagt 230 tot 358 duizend euro afhankelijk van de gekozen productietechniek. Het exploitatieresultaat bij deze aanvoercapaciteit is in verhouding tot de benodigde investering van 8-8,3 miljoen euro echter gering.

Op basis van de in deze studie gehanteerde uitgangspunten geeft groengasproductie met behulp van membraantechnologie een beter exploitatieresultaat dan aminewassing. Het is mogelijk dat onder andere omstandigheden de aminewassing gunstiger uitpakt. Een hogere elektriciteitsprijs pakt bijvoorbeeld ongunstiger uit voor de membraantechnologie. Als (goedkope) restwarmte beschikbaar is, is dat voordelig voor de aminewassing omdat dan minder biogas ingezet hoeft te worden voor de regeneratie van de aminehoudende wasvloeistof.

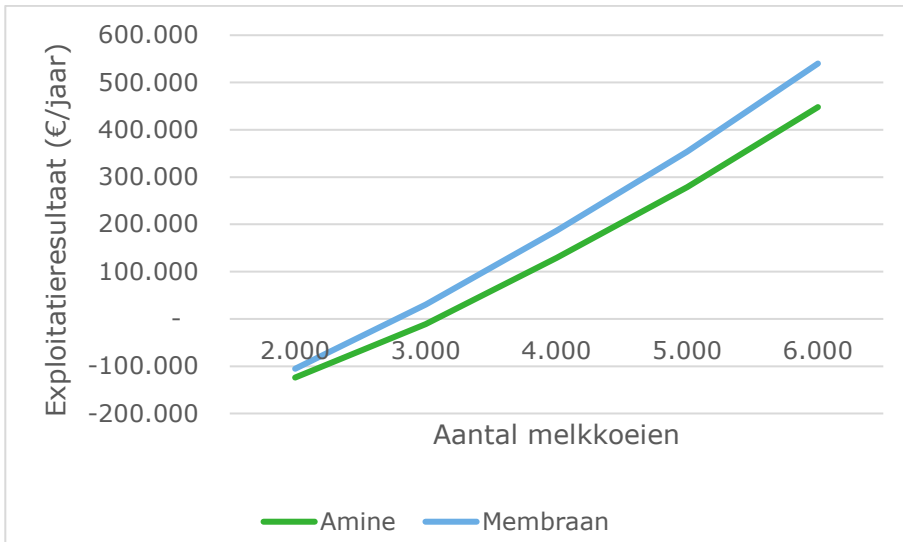
Verkoop van groengas met HBE-certificaten leidt tot een aanzienlijk hoger exploitatieresultaat dan subsidiëring vanuit de SDE++ regeling. Voor de HBE-route is gerekend met een verkoopprijs van 0,40 euro per m3 groengas en een opbrengst van 10 euro per GJ voor de HBE-certificaten.

**Tabel 10** *Exploitatieresultaat van centrale vergisting bij aanvoer van 100.000 en 200.000 ton mest per jaar bij toepassing van groengasproductie met behulp van amine wassing of met behulp van membraantechnologie en vergoeding van de groenwaarde van groengas via de SDE++ regeling of via Hernieuwbare Brandstofeenheden (HBE). Exploitatieresultaat is weergegeven in euro/jaar x 1.000. Met exploitatieresultaat is hier bedoeld jaarlijkse opbrengsten minus kosten.*

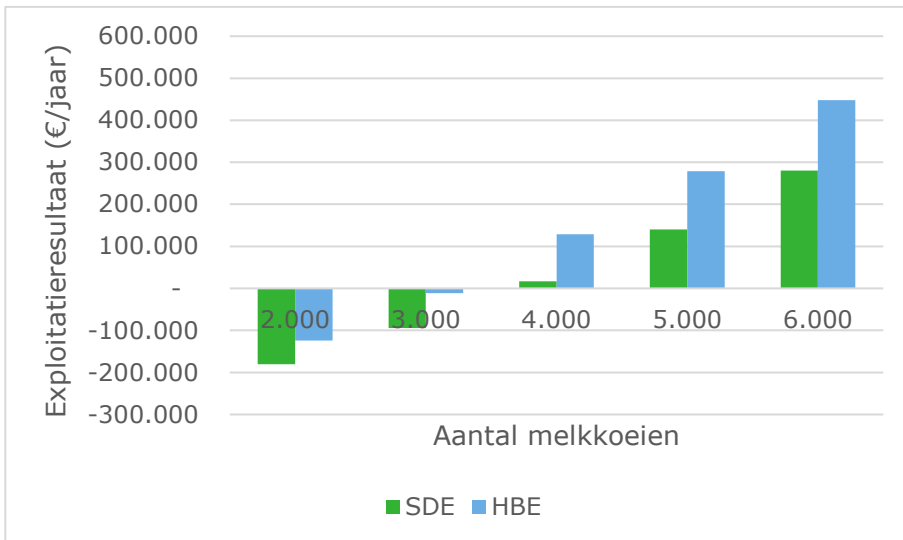
Aanvoer	100.000 ton/jaar		200.000 ton/jaar	
	SDE	HBE	SDE	HBE
SDE/HBE				
Amine wassing	-94	-11	280	448
Membraantechnologie	-60	31	358	540

Figuur 17 toont de invloed van de omvang van de installatie uitgedrukt in het aantal melkkoeien waarvan de mest kan worden ontvangen op het exploitatieresultaat van de centrale mestvergisting. Bij verkoop van het groengas met HBE-certificaten ontstaat een positief exploitatieresultaat bij een aanvoercapaciteit van meer dan 3.000 melkkoeien. Bij de SDE-variant ontstaat een positief exploitatieresultaat bij vanaf circa 4.000 melkkoeien.

Figuur 18 illustreert het schaafeffect van het exploitatieresultaat van groengasproductie via aminewassing en via membraantechnologie in relatie tot het aantal melkkoeien waarvan de mest wordt aangevoerd (3.000 melkkoeien komt overeen met de aanvoer van circa 100.000 ton mest per jaar). Getoond worden de exploitatieresultaten in de situatie waarbij het groengas verkocht wordt met HBE-certificaten. Het schaafeffect is voor beide processen relatief sterk.

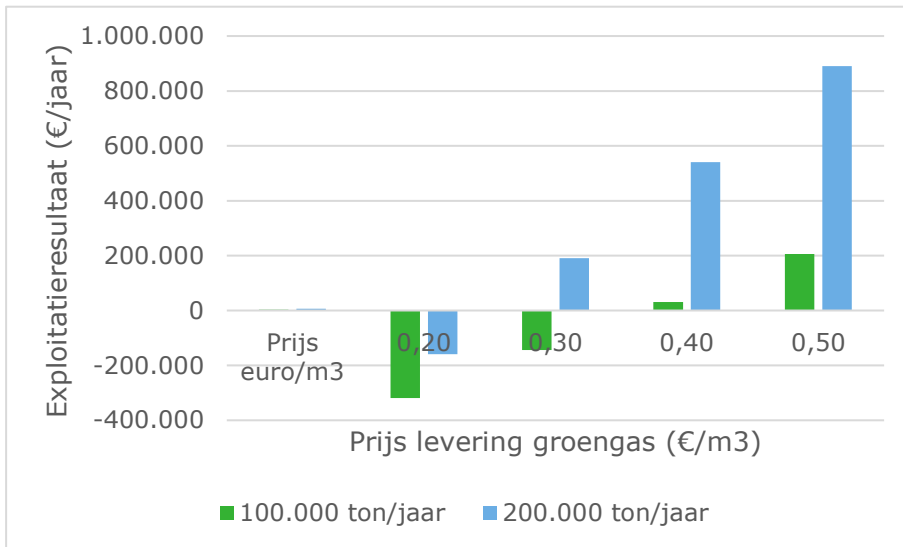


**Figuur 17** Exploitatieresultaat van een centrale plant voor mestvergisting en productie van groengas via aminewassing bij verkoop van groengas met HBE-certificaten en bij ondersteuning via de SDE-regeling in relatie tot het aantal melkkoeien waarvan de mest wordt vergist.



**Figuur 18** Exploitatieresultaat van een centrale plant voor mestvergisting en productie van groengas via aminewassing en via membraantechnologie en verkoop van groengas met HBE-certificaten in relatie tot het aantal melkkoeien waarvan de mest wordt vergist.

Figuur 19 toont het exploitatieresultaat van de groengasproductie bij verschillende opbrengstprijzen bij verkoop van het geproduceerde groengas. De Figuur heeft betrekking op de productie van groengas met behulp van membraantechnologie en verkoop van groengas met HBE-certificaten. Uit Figuur 8 kan worden opgemaakt dat bij een schaalgrootte van 100.000 ton aanvoer van mest per jaar vanaf een verkoopprijs van circa 0,40 euro per m<sup>3</sup> groengas een positief exploitatieresultaat wordt behaald. Bij een schaalgrootte van 200.000 ton per jaar is dat vanaf een verkoopprijs van circa 0,25 euro per m<sup>3</sup> groengas. Bij dalende marktprijzen voor gas geeft een grotere schaalgrootte langer zekerheid op een positief exploitatieresultaat.



**Figuur 19** Exploitatieresultaat van een centrale plant voor mestvergisting en productie van groengas met behulp van membraantechnologie en verkoop van groengas met HBE-certificaten bij een schaalgrootte van 100.000 en 200.000 ton/jaar aanvoer van mest en verkoopprijzen van het groengas van 0,20 – 0,50 euro per m<sup>3</sup>.

### 3.4 Ruimtelijke weergave van het potentieel voor productie van biogas en groengas

Uitgaande van een totaal aantal van 87.514 melk- en kalfkoeien in de provincie Noord-Holland is het biogaspotentieel in de provincie Noord-Holland 70 miljoen kuub biogas of ruim 47 miljoen kuub groengas. Bij een deelname van 33% van de bedrijven kan er potentieel 17,6 miljoen kuub biogas of bijna 12 miljoen kuub groengas per jaar geproduceerd worden op provincieniveau (Tabel 11).

**Tabel 11** Gasproductie potentie op basis van het totaal aantal melk- en kalfkoeien in de provincie bij 100%, 50% of 33% deelname.

Melkveebedrijven die mest (laten) vergisten	Bron	Eenheid	100%	50%	33%
Aantal melk- en kalfkoeien >2jaar	CBS (2023)	Aantal dieren	87.514	43.757	21.879
Beschikbare mest voor vergisting (melkveehouderijbedrijf)	CBS (2023)	Ton/jaar	2.661.000	1.330.500	665.250
Biogasproductie	Deze studie	Nm <sup>3</sup> /ton mest	26.4	26.4	26.4
Biogasproductie		m <sup>3</sup> /jaar	70.300.000	35.100.000	17.600.000
Groengasproductie		m <sup>3</sup> /jaar	47.400.000	23.700.000	11.900.000

In dit hoofdstuk wordt eerst ruimtelijk weergegeven waar het economische potentieel zit in de provincie, uitgaande van het aantal melk- en kalfkoeien en het biogas en groengaspotentieel. Hiervoor maken we gebruik van de scenario's zoals beschreven in Tabel 1 en doorgerekend in Hoofdstuk 3.1 t/m 3.3. Tabel 12 geeft een samenvatting van de drempelwaarden (uit Hoofdstuk 3.3) waarbij de scenario's technisch en economisch haalbaar zijn. Om de ruimtelijke weergave van de werkelijke hoeveelheden melk- en kalfkoeien op Noord-Hollandse melkveebedrijven aan te laten sluiten op de gestandaardiseerde hoeveelheden melk- en kalfkoeien in de modellen, is gekozen om beide om te rekenen naar de energiewaarde die de koe maximaal kan produceren. De kaarten worden daarom weergegeven in Energie (TJ, waarbij 1 koe = 20 GJ = 0,02 TJ). De ruimtelijk weergave is gebaseerd op een situatie waarin 100%, 50% of 33% van de melkveebedrijven binnen een cluster of gebied deelnemen aan een scenario.

**Tabel 12** Samenvatting van de drempelwaarden aan melk- en kalfkoeien of energie (TJ) waarbij het model (Hoofdstuk 3.3) een positief exploitatieresultaat liet zien (opbrengsten min kosten). De energie is uitgerekend vanuit het aantal koeien en 20 GJ/koe. Alle scenario's gaan uit van dagontmesting en monomestvergisting.

Scenario	Strippen	Biogas toepassing	Schaal	Aantal koeien voor een positief exploitatieresultaat	Energie (TJ)
1a	nee	WKK (biogas)	Bedrijf	>200	4
1b	nee	Groengas	Bedrijf	>250	5
2	nee	Groengas-HUB	Cluster	400-700	8-14
3a	Ja	Biogas levering (100% afzet)	Cluster	>300	6
3b	Ja	Groengas	Cluster	500-700	10-14
4	Nee	Groengas HBE	Gebied	>3.000	60
4	Nee	Groengas SDE	Gebied	>4.000	80

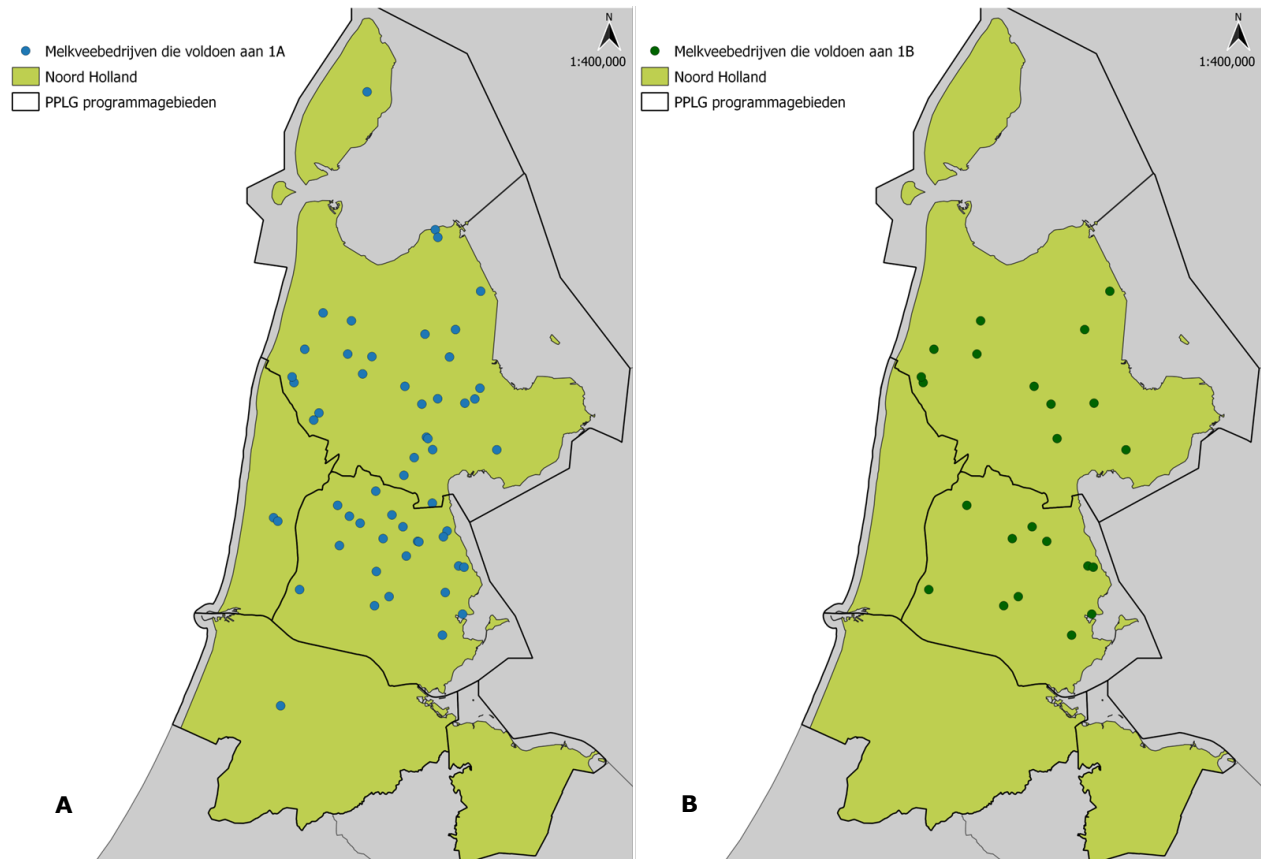
#### Ruimtelijke weergave van het technisch en economisch potentieel

In dit hoofdstuk geven we aan waar in de provincie de bedrijven, clusters, of gebieden gesitueerd zijn in een technisch en economisch haalbaar scenario.



### Scenario 1a en 1b

In scenario 1a en 1b is gekeken naar vergisting op bedrijfsniveau. Scenario 1a betreft de toepassing van dagontmesting en monomestvergisting, waarbij uit het biogas elektriciteit en warmte worden geproduceerd met behulp van een warmtekrachtinstallatie. Scenario 1b is gelijk aan 1a maar hierbij wordt het geproduceerde biogas opgewaardeerd tot groengas. Voor scenario 1a liet het model een positief exploitatieresultaat zien vanaf circa 200 melkkoeien (Tabel 12). In de provincie Noord-Holland voldoen 55 bedrijven hier aan (100% deelname). Deze bedrijven zijn met name te vinden in Laag-Holland en de Kop van Noord-Holland. Op Texel, Noord en Zuid-Kennemerland zijn ook enkele bedrijven van deze omvang gesitueerd (Figuur 20A). Als 50% van de bedrijven meedoen in dit scenario gaat het om 28 bedrijven en 18 bedrijven indien 33% deelneemt. Voor scenario 1b zijn de jaarlijkse opbrengsten groter dan de kosten vanaf circa 250 melkkoeien (Tabel 12). In de provincie Noord-Holland voldoen 23 bedrijven hieraan. Deze zijn allemaal gevestigd in Laag-Holland en de Kop van Noord-Holland (Figuur 20B). Als 50% van de bedrijven meedoen dan gaat het om 12 bedrijven en 8 bedrijven indien 33% deelneemt.



**Figuur 20** Locatie van bedrijven die voldoen aan scenario 1a (A: biogas naar warmtekrachtinstallatie, blauw, bedrijven groter dan >200 melkkoeien) en scenario 1b (B: biogas opwerken tot groengas, donkergroen, bedrijven >250 melkkoeien).

---

## Scenario 2

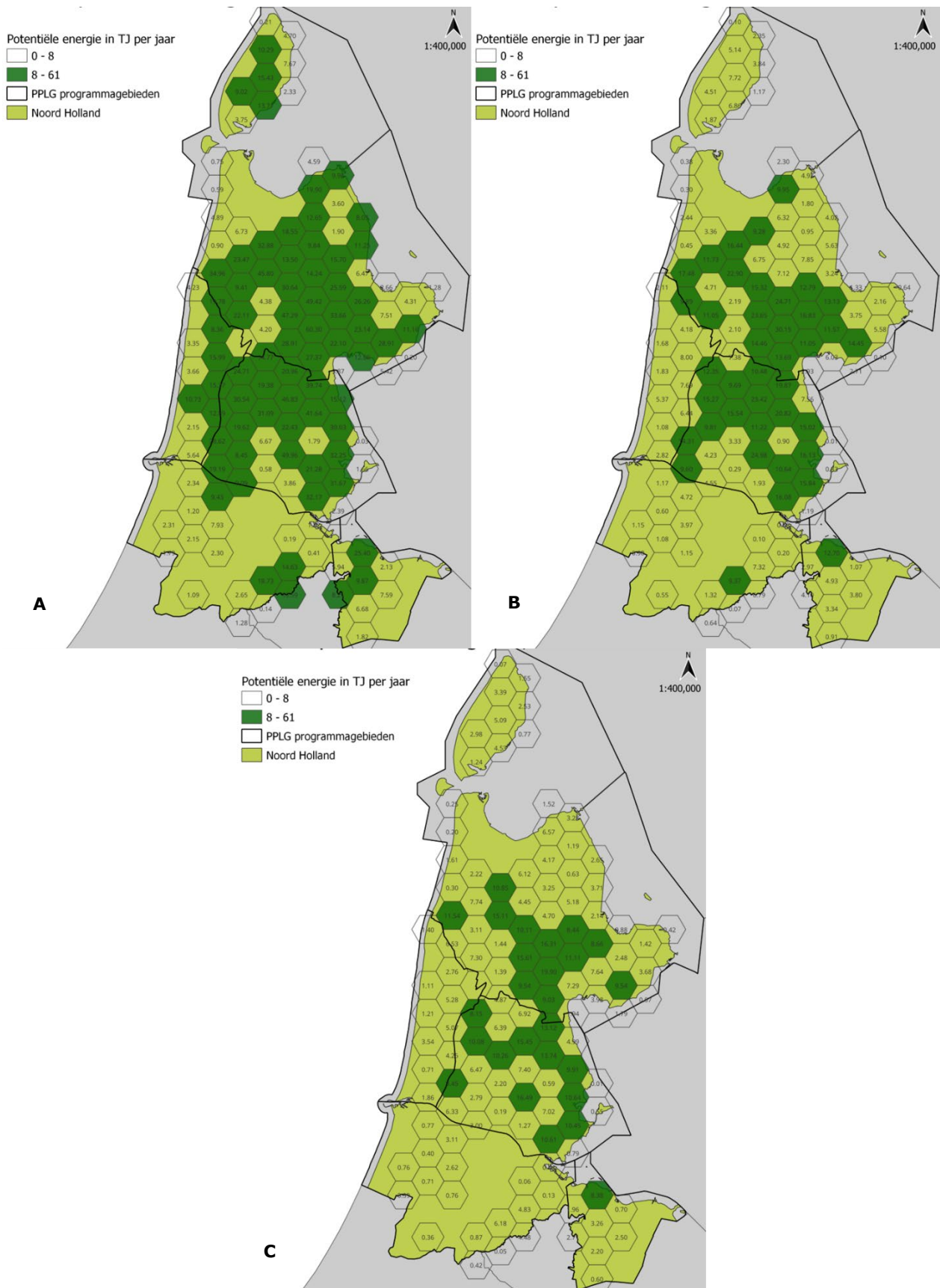
Scenario 2 is een variant op scenario 1b, waarbij de biogasproductie van een aantal melkveebedrijven met 100 melkkoeien en een mestvergister wordt samengebracht in één groengas-unit op de locatie van één van de bedrijven. Tussen 400 en 700 koeien (8-14 TJ) zijn de jaarlijkse opbrengsten van dit scenario groter dan kosten. Er zijn ruim voldoende clusters (5x5km) in de provincie waar dit scenario een positief exploitatieresultaat laten zien, zowel bij 100%, 50% en 33% deelname van bedrijven (Figuur 21). Bij 100% deelname van de bedrijven in een cluster komen er in elke regio van de provincie Noord-Holland clusters voor die voldoen. Bij 33% deelname zijn deze clusters met name te vinden in Laag-Holland en de Kop van Noord-Holland. Bij het uitwerken van business cases is het goed te realiseren dat in clusters met een bruto energieproductie >14 TJ, mogelijk niet alle bedrijven mee kunnen doen. Dit om te voorkomen dat de groengasproductie in een hogere SDE++ capaciteitscategorie valt, met een lager subsidiebedrag. Daarom zal gestreefd moeten worden naar twee kleinschalige vergisters in dezelfde regio.

## Scenario 3a

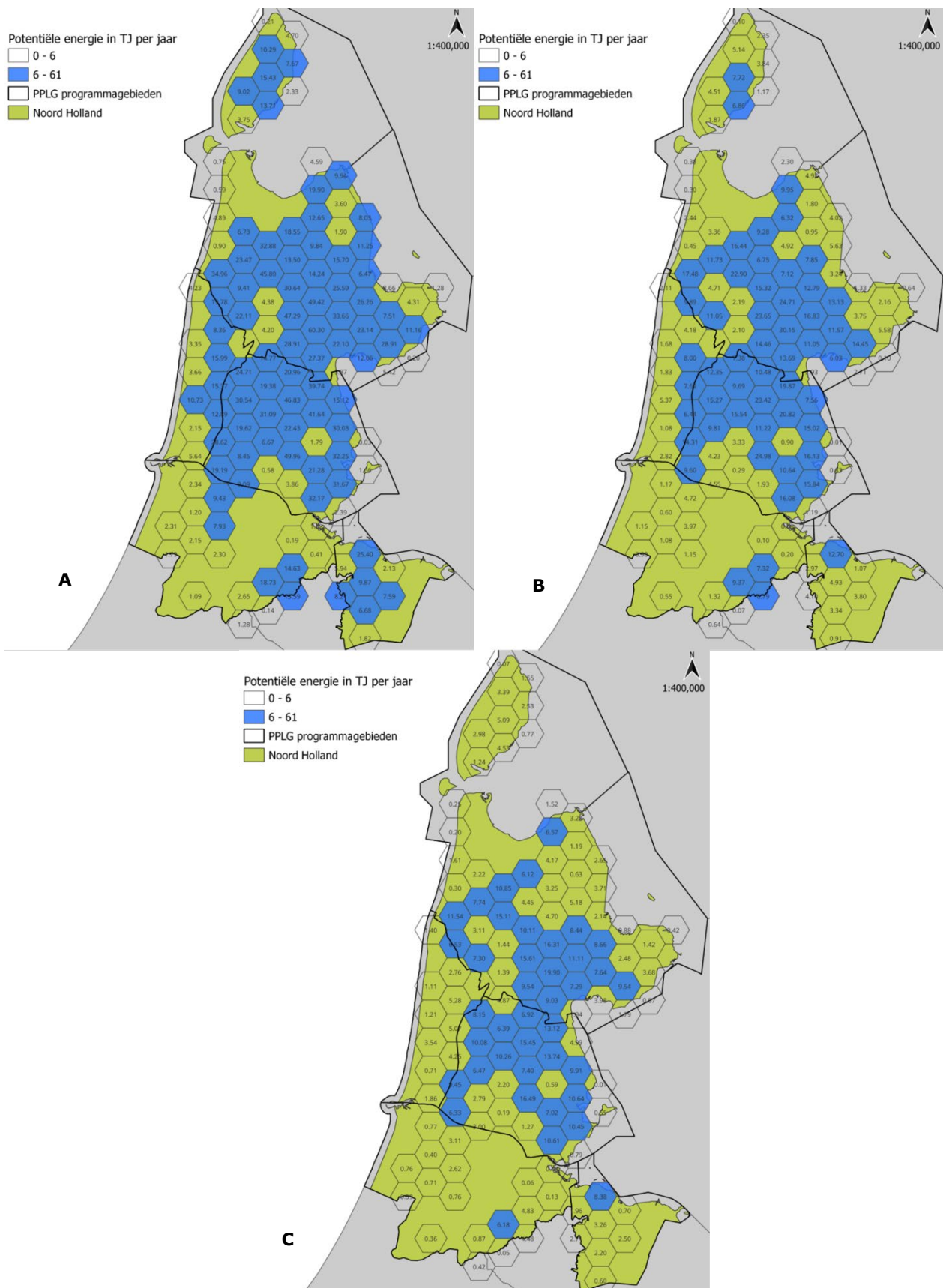
Scenario 3a betreft de samenwerking van een kleine cluster van een aantal melkveebedrijven met 100 melkkoeien, waarbij dagontmesting in de stallen wordt toegepast. De bedrijven transporteren de mest naar een kleinschalige centrale vergister die op een van deelnemende bedrijven staat. Het geproduceerde biogas gaat rechtstreeks naar een afnemer in de buurt. Boven de 300 koeien (6 TJ) zijn de jaarlijkse opbrengsten van dit scenario groter dan kosten. Er zijn ruim voldoende clusters (5x5km) in de provincie waar de bruto energieproductie een positief exploitatieresultaat zou kunnen laten zien, zowel bij 100%, 50% en 33% deelname van bedrijven (Figuur 22). Opnieuw zijn deze clusters bij 100% deelname van alle bedrijven in een 5x5 cluster in alle regio's van de provincie Noord-Holland te vinden. Bij 33% deelname zijn deze clusters met name te vinden in Laag-Holland en de Kop van Noord-Holland.

## Scenario 3b

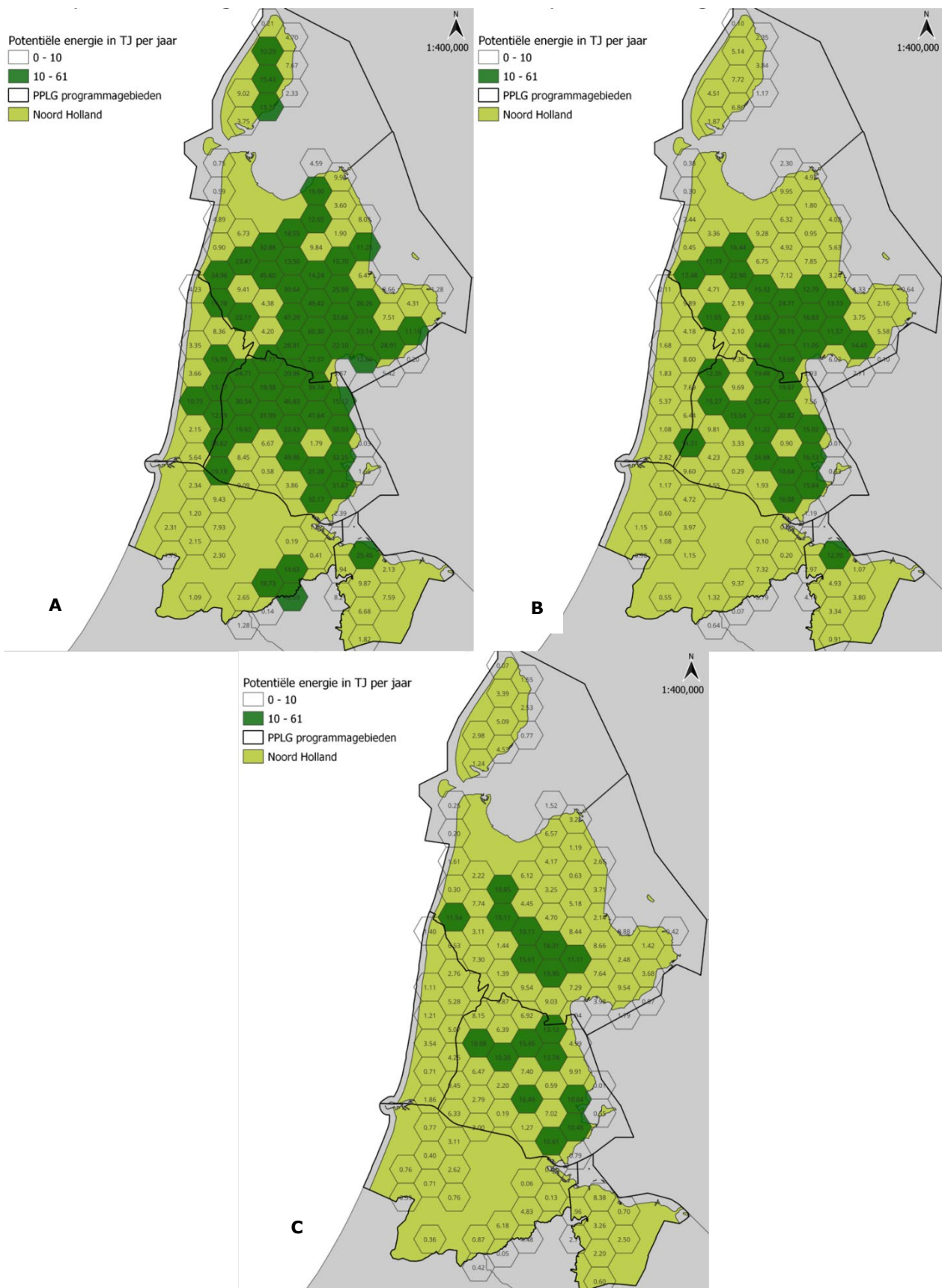
Scenario 3b komt overeen met scenario 3a met uitzondering van de toepassing van het geproduceerde biogas. In scenario 3b wordt het biogas op het bedrijf opgewaardeerd en groengas geproduceerd en ingevoerd op het aardgasnetwerk. Bij 500 tot 700 melkkoeien (10-14 TJ) wordt een positief exploitatieresultaat berekend. Ook voor dit scenario zijn er ruim voldoende clusters (5 x 5km) in de provincie die een positief exploitatieresultaat laten zien, zowel bij 100%, 50% en 33% deelname van bedrijven (Figuur 23). Dit is het scenario waarbij de meeste clusters gevonden zijn waar een potentiële businesscase voor mestvergisting mogelijk is. Bij 100% deelname van de bedrijven binnen een cluster van 5x5 km zijn dergelijke clusters in de hele provincie te vinden. Zelfs bij 33% zijn er in elke regio van de provincie potentiële clusters te vinden, maar hier ligt de nadruk op Laag Holland en de Kop van Noord-Holland. Ook hier is het bij het uitwerken van business cases, belangrijk om te realiseren dat in clusters met een bruto energieproductie >14 TJ, mogelijk niet alle bedrijven mee kunnen doen. Dit om te voorkomen dat het project in een andere SDE++ subsidiecategorie valt, waarbij een lager basistarief van toepassing is, en dus het exploitatieresultaat tegenvalt.



**Figuur 21** Ruimtelijke resultaten voor scenario 2 (Groengas-HUB) bij 100% deelname van bedrijven (A), 50% deelname (B), en 33% deelname (C). De kaarten laten alle clusters (5 x 5km) zien met > 400 melkkoeien (energiewaarde > 8 TJ, groen). Bij een bruto energieproductie > 14 TJ, dan is het waarschijnlijk dat het exploitatieresultaat negatief wordt, door een verschuiving naar een hogere SDE++ subsidie categorie. De zwarte labels geven de energiewaarde weer per cluster.



**Figuur 22** Ruimtelijke resultaten voor scenario 3a (Biogas levering met 100% afzet) bij 100% deelname van bedrijven (A), 50% deelname (B), en 33% deelname (C). De kaarten laten alle clusters (5 x 5 km) zien met >300 melkkoeien (> 6 TJ, blauw). De zwarte labels geven de energiewaarde weer per cluster.

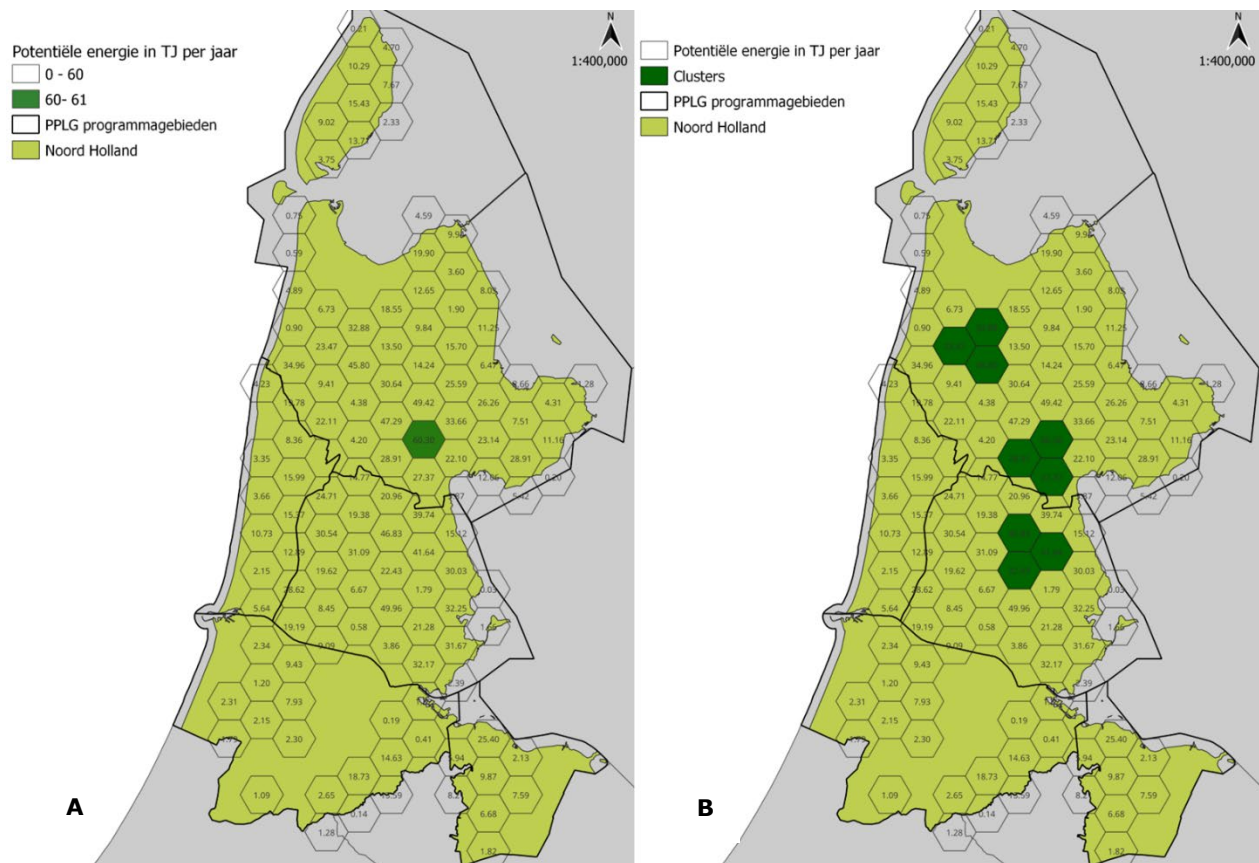


**Figuur 23** Ruimtelijke resultaten voor scenario 3b (Groengas) bij 100% deelname van bedrijven (A), 50% deelname (B), en 33% deelname (C). De kaarten laten alle clusters (5 x 5km) zien met >500 melkkoeien (>10 TJ, groen). Bij een bruto energieproductie > 14 TJ, dan is het waarschijnlijk dat het exploitatieresultaat negatief wordt, door een verschuiving naar een hogere SDE++ subsidie categorie. De zwarte labels geven de energiewaarde weer per cluster.

#### Scenario 4

Scenario 4 betreft de realisatie van een grootschalige mestvergister voor de productie van groengas met een aanvoercapaciteit van 100.000 tot 200.000 ton mest per jaar. Voor de aanvoer van die hoeveelheden mest zijn respectievelijk circa 3.000 en circa 6.000 melkkoeien inclusief jongvee nodig. Bij verkoop van het groengas met HBE-certificaten ontstaat een positief exploitatieresultaat bij een aanvoercapaciteit van meer dan 3.000 melkkoeien (energiewaarde >60 TJ). Er is in de provincie echter maar 1 cluster met een bruto energieproductie van 60.3 TJ, als 100% van de bedrijven deelneemt aan het project (Figuur 24A).

Bij de SDE-variant ontstaat een positief exploitatieresultaat vanaf circa 4.000 melkkoeien (energiewaarde >80 TJ). Voor een positief exploitatieresultaat van de SDE-variant, volstaat het niet om binnen een cluster van 5 x 5 km te werken. Voor dit scenario, zou een gebied gealloceerd kunnen worden, waarbij meerdere clusters gecombineerd worden tot een gezamenlijke bruto energieproductie >80 TJ. In Figuur 24B zijn handmatig drie gebieden geselecteerd op basis van 3 clusters die samen > 80TJ aan energie omvatten. In de 5 x 5 km clusters werd al gerekend met 10 km transportkosten, dus dat volstaat voor deze clusters mogelijk ook bij een slimme keuze van de locatie van de vergister. Naarmate minder bedrijven meedoen met het project, zal het gebied groter moeten worden (let dan op de impact op de transportkosten). Opschalen van een cluster naar een gebied is ook een mogelijkheid voor de HBE-variant, als niet alle bedrijven in de cluster mee willen doen.



**Figuur 24** Ruimtelijke resultaten voor scenario 4 (Groengas) bij 100% deelname van bedrijven, voor een HBE-variant (A; >3000 koeien, energiewaarde >60 TJ), en een SDE-variant (B; >4000 koeien, energiewaarde >80 TJ). Voor de SDE-variant is een gebied met meerdere aangrenzende clusters nodig voor een positief exploitatieresultaat. Een aantal (handmatig geselecteerde) voorbeelden van gecombineerde clusters zijn gegeven. De zwarte labels geven de energiewaarde weer per cluster.

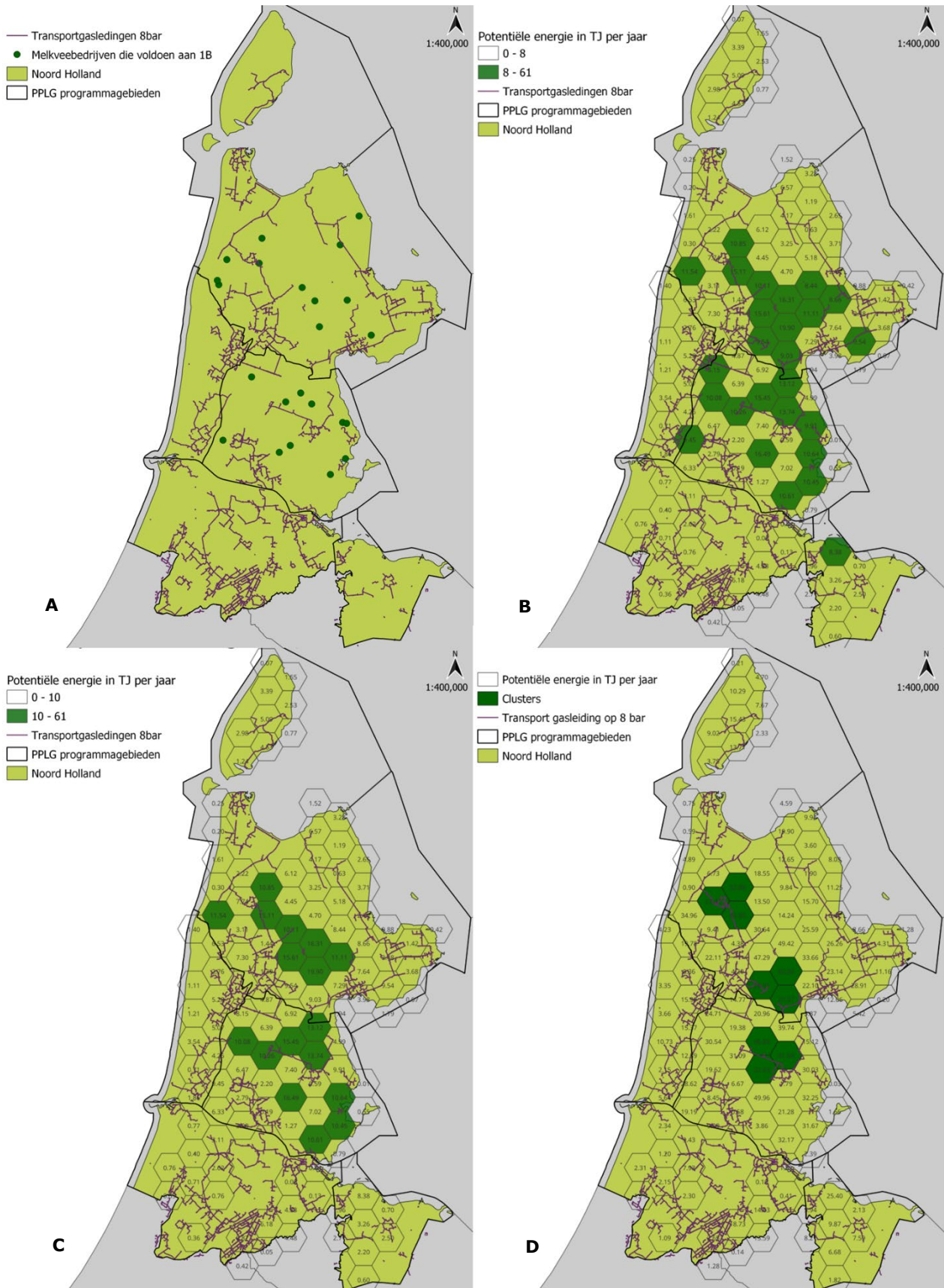
---

## 3.5 Afzetmogelijkheden van biogas en groengas

In de ruimtelijke weergave van het technisch en economisch potentieel is alleen gekeken naar het productiepotentieel van biogas of groengas met behulp van de aanwezige mest. Daarnaast is ook gekeken naar de afzetmogelijkheden van biogas en groengas. Hierbij is voor de scenario's die opwerken naar groengas, gekozen voor een inschatting van de afstand naar het (8 bar) gasleidingnet. Voor de scenario's die opwerken tot biogas, is gekozen voor lokale afzetmogelijkheden.

### Afzet op het gasleidingnet

Figuur 25 laat de GIS-kaarten zien voor die scenario's (hoofdstuk 3.4) waarbij biogas wordt opgewaardeerd naar groengas en waarbij de afzet gebeurt op het gasleidingnet (8 bar). Hoe meer leidingnet er in een cluster of gebied ligt, hoe groter de kans op afzetmogelijkheden voor groengas op het net. In scenario 1b, ligt bij tenminste 5 bedrijven het 8 bar netwerk zeer dichtbij. Voor zowel scenario 2 en 3b is het 8 bar netwerk in het merendeel van de clusters met voldoende bruto energieproductie aanwezig. Voor scenario 2 en 3b is gekozen om de kaarten te gebruiken met 33% deelname, omdat dat dit deelnamepercentage het meest conservatieve beeld geeft (in andere woorden: de kans dat 33% van de bedrijven mee wil doen, groter is dan 50% of 100%). Voor scenario 4 (SDE++ variant) zijn voorbeeldgebieden aangewezen, waarin het 8 bar netwerk, in tenminste 1 van de clusters in het gebied ligt. In het cluster voor de HBE-variant van scenario 4 ligt geen 8 bar netwerk. De HBE-variant valt op de scenario 4 kaart van Figuur 25D, in het middelste geselecteerde gebied van de SDE++ variant. Voor afzet van groengas ten gunste van HBE-certificaten, zou van dat gebied gebruik gemaakt kunnen worden, met een vergister in een aangrenzende cluster (dichter bij het 8 bar gasleidingnet)



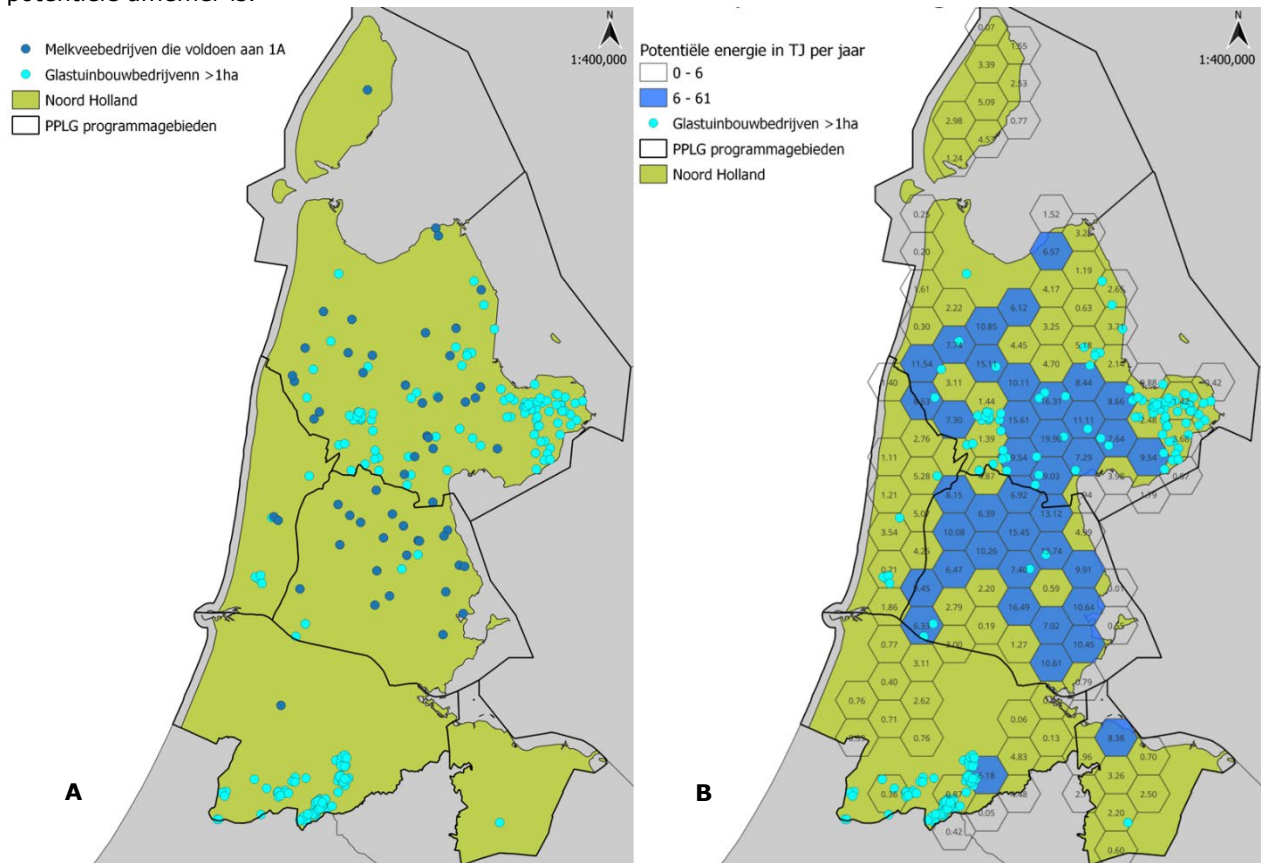
**Figuur 25** Potentiële afzetmogelijkheden voor groengas op het 8 bar gasleiding netwerk voor scenario 1b (A), scenario 2 (B), scenario 3b (C), en scenario 4 SDE++ (D). Voor scenario 2 en 3b is gekozen om de kaarten te gebruiken met 33% deelname.



**Afzet biogas naar glastuinbouw**

De glastuinbouw heeft behoefte aan warmte om in de koude periode van het jaar de kassen op te warmen. Kassen maken doorgaans gebruik van een Warmte-Kracht-Koppeling (WKK) om deze warmte te produceren. Een WKK gebruikt aardgas, wat wordt omgezet in warmte, stroom en CO<sub>2</sub>. De warmte wordt gebruikt voor het verwarmen van kassen, de geproduceerde stroom wordt plaatselijk (gedeeltelijk) gebruikt, en de rest wordt terug geleverd aan het openbaar elektriciteitsnet. Het voordeel van een WKK is dat de uitlaatgassen die worden geproduceerd, gezuiverd worden en vervolgens als CO<sub>2</sub> worden toegediend aan de planten in de kassen om groei te stimuleren. Figuur 26A laat een ruimtelijke analyse zien van de melkveebedrijven die potentieel een mestvergister op het bedrijf zouden kunnen exploiteren en de glastuinbouwbedrijven met een oppervlakte groter dan 1 hectare. Hieruit blijkt dat maar een beperkt aantal kassen in de buurt van de individuele bedrijven uit scenario 1a liggen, met voldoende bruto energieproductie. De meeste glastuinbouwbedrijven zijn geclusterd in West-Friesland en Meerlanden, waar nauwelijks melkveebedrijven van voldoende omvang zijn. Wel zijn enkele kansrijke combinaties mogelijk in de Kop van Noord-Holland en Laag-Holland.

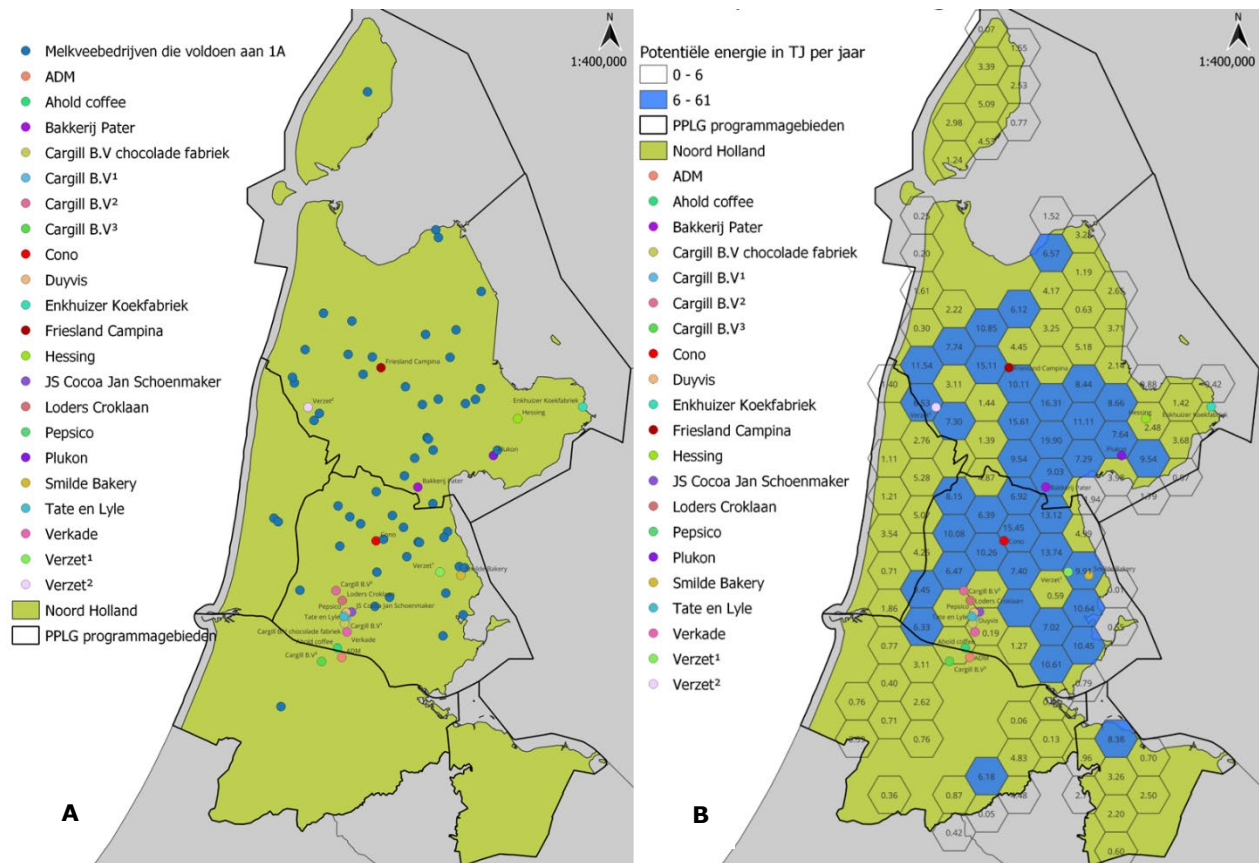
Bij de clusters met voldoende bruto energieproductie uit scenario 3a (Figuur 26B), liggen wel een behoorlijk aantal kassen in de clusters of in de nabijheid van een cluster. Deze combinaties zijn in alle regio's van de provincie Noord-Holland te maken. Voor dit scenario ligt het voor de hand om strategisch te kiezen bij welk melkveebedrijf van het bedrijvencluster de vergister komt te staan, zodat dit zo dicht mogelijk bij de potentiële afnemer is.



**Figuur 26** Kassen met een oppervlakte >1 hectare in relatie tot melkveebedrijven (scenario 1a, A) of clusters (scenario 3a, B) met voldoende bruto energieproductie voor een positief exploitatieresultaat. De zwarte labels geven de energiewaarde weer per cluster.

## Afstanden tot potentiële biogas gebruikers in voedings- en genotsindustrie

In Noord-Holland zijn ook bedrijven gesitueerd in de voedings- en genotsindustrie die mogelijk biogas zouden willen afnemen, bijvoorbeeld kaas- en zuivelfabrikanten (Figuur 27A en B). Kaas- en zuivelfabrikanten behoren tot dezelfde keten als de melkveebedrijven, waardoor hier een synergie gecreëerd zou kunnen worden. Door gebruik te maken van reststromen binnen dezelfde keten kan vraag en aanbod natuurlijker op elkaar worden afgestemd. De twee grotere bedrijven in de zuivelindustrie zijn Cono en Friesland-Campina. Beide bedrijven produceren in de provincie Noord-Holland kaas. Cono gaf in het interview aan dat zij werken aan circulariteit en het biogas kunnen invoeden op het bedrijf. Naast de zuivelindustrie is gekeken naar de grotere bedrijven (>30 fte) uit de voedings- en genotmiddelenindustrie. Helaas liggen maar enkele van de gevonden potentiële afzetmogelijkheden in de buurt van melkveebedrijven (zowel voor scenario 1a als 3a). De enige bedrijven die dicht bij de potentiële melkveebedrijven of clusters liggen, zijn de bedrijven Bakkerij Pater, Smilde Bakery, Plukon, Verzet (2x).



**Figuur 27** Potentiële bedrijven die biogas zouden kunnen afnemen, in relatie tot de bedrijven (scenario 1a, A) of clusters (scenario 3a, B) met voldoende bruto energieproductie voor een positief exploitatieresultaat. De zwarte labels geven de energiewaarde weer per cluster.

## 3.6 Praktijkcases

In het kader van deze studie zijn van twee praktijkcases vanuit de provincie Noord-Holland, die zich oriënteren op het realiseren van een mestvergister doorgerekend. De berekeningen zijn uitgevoerd op basis van de door de projecten aangeleverde informatie met betrekking tot de deelnemende melkveebedrijven. Er is een economische doorrekening gedaan waarbij de investeringskosten geraamd zijn. Ook zijn de te verwachten jaarlijkse kosten en opbrengsten in kaart gebracht. Daarnaast is een berekening gemaakt van de emissies van ammoniak en broeikasgassen uit de mestketen.

---

## Bovenkerkerpolder

De praktijkcase Bovenkerkerpolder bestaat uit een groep van 5 melkveebedrijven met in totaal 415 stuks melkkoeien en 448 stuks jongvee. In totaal behoort een areaal van 285 ha landbouwgrond tot de bedrijven, waarvan circa 80% bestaat uit grasland en 20% uit maïsland. De bedrijven hanteren een weidegang van gemiddeld 1.637 uur per jaar. Zie Tabel 13. Verdere uitgangspunten voor wat betreft de emissieberekeningen zijn opgenomen in Bijlage 2. Voor wat betreft de kosten-batenanalyse zijn de verdere uitgangspunten opgenomen in Bijlage 4, Tabel 4.1 en Tabel 4.3.

**Tabel 13** Aantallen melkvee, jongvee en hectaren grond praktijkcase Bovenkerkerpolder.

Totaal aantal melk- en kalfkoeien	415
Aantal jongvee per bedrijf (pinken + kalveren)	448
Hectare grond totaal melkveebedrijven	285 ha
Waarvan grasland	228 ha (80%)
Waarvan voedergewassen	60 ha (20%)
Weidegang (gemiddeld)	1637 uur/jaar

Het collectief gaat in een cluster van bedrijven mest vergisten, om vervolgens de stikstof uit het digestaat te strippen. Omdat de herwonnen stikstof uit het stripproces in de toekomst mogelijk als kunstmestvervanger mag worden gebruikt, kan een groter deel van de mest op het beschikbare areaal geplaatst worden en hoeft er minder mest te worden afgevoerd wanneer de derogatie wordt afgebouwd.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat de herwonnen stikstof uit het stripproces als kunstmest kan worden benut. Bij de aanwending van het digestaat en de herwonnen stikstof is de bemestingsruimte van de groep als geheel beschouwd.

Bij de kosten-baten analyse zijn twee varianten beschouwd ten aanzien van het gebruik van het geproduceerde biogas, te weten:

- Productie van elektriciteit en warmte met een warmtekrachtinstallatie (gecombineerde opwekking);
- Productie van groengas.

### **Gecombineerde opwekking**

Realisatie van de praktijkcase Bovenkerkerpolder vraagt bij een toepassing van gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte een investering van circa 970.000 euro (zie Tabel 14). Het exploitatieresultaat bedraagt circa 116.000 euro per jaar. (zie Tabel 15). Voor de raming van de investeringskosten is uitgegaan van Tabel B4.1 in Bijlage 4. De praktijkcase Bovenkerkerpolder lijkt perspectiefvol bij toepassing van gecombineerde opwekking.

**Tabel 14** Investerings praktijkcase Bovenkerkerpolder voor realisatie van een plant voor vergisting en stikstofstrippen en opwekking van elektriciteit en warmte met behulp van een warmtekrachtinstallatie.

Onderdeel	Investering (Euro)
Ontvangstbuffer	30.000
Vergister	260.000
WKK + container	250.000
Opslag digestaat	110.000
Mestscheider	30.000
Stikstofstripper + luchtwasser	160.000
Overige projectkosten	130.000
<b>Totaal</b>	<b>970.000</b>

**Tabel 15** **Exploitatieresultaat**<sup>1</sup> van praktijkcase Bovenkerkerpolder voor vergisting en stikstofstrippen en opwekking van elektriciteit en warmte met behulp van een warmtekrachtinstallatie.

Onderdeel	€/jaar	€/ton mest	€/melkkoe
<b>Opbrengsten</b>			
Vermeden elektriciteitskosten	10.031	0,77	6
Vermeden warmtekosten	56.601	4,37	32
Levering stroom +SDE	166.825	12,87	93
Levering warmte+SDE	112.498	8,68	63
Besparing mestafzetkosten	68.665	5,30	38
Besparing kunstmestkosten	<u>24.118</u>	<u>1,86</u>	<u>13</u>
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>438.738</b>	<b>33,85</b>	<b>245</b>
<b>Kosten</b>			
Aan -afvoer mest	42.768	3,30	24
Electriciteit	10.031	0,77	6
Warmte	56.601	4,37	32
Hulpstoffen	13.380	1,03	7
Arbeid	59.400	4,58	33
Onderhoud	28.130	1,99	14
Overige kosten	<u>9.700</u>	<u>0,69</u>	<u>5</u>
<b>Totaal kosten</b>	<b>220.010</b>	<b>16,74</b>	<b>121</b>
<b>EBITDA</b> <sup>2</sup>	<b>218.728</b>	<b>17,12</b>	<b>124</b>
Rente en afschrijving	<u>102.526</u>	<u>7,26</u>	<u>53</u>
<b>Exploitatieresultaat</b>	<b>116.202</b>	<b>9,86</b>	<b>71</b>

<sup>1</sup> Met exploitatieresultaat is hier bedoeld jaarlijkse opbrengsten minus kosten.

<sup>2</sup> EBITDA = Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortisation

## Productie van groengas

De optie voor de case Bovenkerkerpolder om groengas te produceren vraagt een investering van circa 1,7 miljoen euro (zie Tabel 16). Groengasproductie is voor de schaalgrootte van het project echter niet rendabel. Rekening dient te worden gehouden met een verlies van circa 127.000 euro per jaar (Tabel 17). Bij de exploitatieberekening is uitgegaan van de SDE++ basisbedragen van 2024.

**Tabel 16** Investerings praktijkcase Bovenkerkerpolder voor realisatie van een plant voor vergisting en stikstofstrippen en productie van groengas.

Onderdeel	Investering (Euro)
Ontvangstsilo	30.000
Vergisters	250.000
Opslag digestaat + spankap	110.000
Warmtepompen verwarming vergisters	210.000
Groengas installatie	640.000
Groengas invoeding + leiding	50.000
Mestscheiding	30.000
Strippen + luchtwassen	160.000
Overige projectkosten	220.000
<b>Totaal</b>	<b>1.700.000</b>

**Tabel 17** Exploitatieresultaat<sup>1</sup> van praktijkcase Bovenkerkerpolder voor vergisting en stikstofstrippen en productie van groengas.

Onderdeel	€/jaar	€/ton mest	€/melkkoe
<b>Opbrengsten</b>			
Levering groengas+subsidie	205.184	15,83	494,42
Besparing mestafzetkosten	68.665	5,30	165,46
Besparing kunstmestkosten	<u>24.118</u>	<u>1,86</u>	<u>58,12</u>
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>297.966</b>	<b>22,99</b>	<b>717,99</b>
<b>Kosten</b>			
Aan -afvoer mest	42.768	3,30	103,06
Energie	59.720	4,61	143,90
Hulpstoffen	17.171	1,32	41,38
Arbeid	59.400	4,58	143,13
Onderhoud	49.300	3,80	118,80
Overige kosten	<u>17.000</u>	<u>1,31</u>	<u>40,96</u>
<b>Totaal kosten</b>	<b>245.360</b>	<b>18,93</b>	<b>591,23</b>
<b>EBITDA<sup>2</sup></b>	<b>52.606</b>	<b>4,06</b>	<b>126,76</b>
Rente en afschrijving	<u>179.685</u>	<u>13,86</u>	<u>432,98</u>
<b>Exploitatieresultaat</b>	<b>-127.078</b>	<b>-9,81</b>	<b>-306,21</b>

<sup>1</sup> Met exploitatieresultaat is hier bedoeld jaarlijkse opbrengsten minus kosten.

<sup>2</sup> EBITDA = Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortisation

### Bemesting

Bij het strippen van stikstof is ervan uitgegaan dat precies zoveel stikstof wordt verwijderd dat met de aanwending van het digestaat zowel de gebruiksruimte van fosfaat als stikstof bij benadering voor 100% ingevuld kunnen worden. Voor de bemesting is uitgegaan van de situatie na afbouw van de derogatie, waarbij de gebruiksnorm voor dierlijke mest van 170 kg stikstof per hectare van toepassing is voor zowel grasland als bouwland.

De besparingen voor aanwenden van mest, afzet van mest en inkoop van kunstmest zijn vergeleken met de situatie waarbij geen vergisting en strippen van stikstof zou plaatsvinden. De berekening is opgenomen in Bijlage 7.

Bij toepassing van vergisting en strippen van stikstof hoeft door de groep ondernemers in totaal circa 4.700 ton minder mest te worden afgevoerd en wordt circa 24.000 kg N in de vorm van ammoniumsulfaat uit mest gewonnen. Omdat een groter volume mest op eigen land kan worden uitgereden nemen de kosten voor aanwending toe, maar dalen de kosten voor de afzet van mest. In totaal wordt door de groep bijna 69.000 euro bespaard op mestafzetkosten. De besparing op inkoop van kunstmest bedraagt circa 24.000 euro. Zie Bijlage 7 (Tabel B7.1 t/m B7.3).

### Emissies

Tabel 18 geeft de ammoniakemissie voor de praktijkcase van de Bovenkerkerpolder weer. Ten opzichte van het referentiescenario neemt de totale ammoniakemissie af met 28%. De stalemissies nemen af met 20% en bij aanwending kan een reductie van 46% worden gerealiseerd.

**Tabel 18** Ammoniakemissie case studie Bovenkerkerpolder (kg NH<sub>3</sub>/jaar)

Scenario	Stal	Wei	Externe opslag	Productie mestproducten	Aanwending	Totaal
Referentiescenario	6788	249	49		4920	12006
Bovenkerkerpolder	5433	249	17	249	2674	8622

Tabel 19 geeft de broeikasgasemissies uit de mestketen weer. Ten opzichte van het referentiescenario nemen de broeikasgasemissies met 65% af. Dit komt door de substantiële reductie van de methaanemissie in de stal wanneer mest dagelijks wordt verwijderd en snel naar een vergister wordt getransporteerd. De methaan die vrijkomt bij het vergisten en de lichte toename in emissie tijdens aanwending worden tenietgedaan door de emissiereductie in de stal.

**Tabel 19** Broeikasgasemissie case studie Bovenkerkerpolder (ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar)

Scenario	Stal	Wei	Externe opslag	Vergisting	Aanwending	Totaal
Referentiescenario	1670	162	40		230	2103
Bovenkerkerpolder	235	162	9	55	275	736

### Samenvattend

Voor de omvang van de praktijkcase Bovenkerkerpolder lijkt de combinatie vergisten met gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte en het strippen van stikstof uit het digestaat een perspectiefvolle optie, waarbij de stikstofemissies en broeikasgasemissies met respectievelijk 28% en 65% afnemen. Daarnaast biedt de businesscase een oplossing voor de melkveehouders voor de afname van de stikstofgebruiksruimte als gevolg van de afbouw van de derogatie.

De productie van groengas is voor deze praktijkcase niet rendabel. Voor een rendabele business case voor de productie van groengas is een grotere schaal benodigd en/of aanvullende ondersteuning via investeringsbijdragen en/of fiscale regelingen. De mogelijkheden daartoe zijn in de exploitatieberekeningen niet meegenomen.

## Mineralencentrale

De praktijkcase Mineralencentrale bestaat uit een groep van 18 melkveebedrijven uit Laag-Holland met in totaal 1.789 stuks melkkoeien en 731 stuks jongvee. In totaal behoort een areaal van 895 ha landbouwgrond tot de groep bedrijven. Hierbij is aangenomen dat circa 80% bestaat uit grasland en 20% uit maaisland. De bedrijven hanteren een weidegang van gemiddeld 840 uur per jaar. Zie Tabel 20. Verdere uitgangspunten voor wat betreft de emissieberekeningen zijn opgenomen in Bijlage 2. Voor wat betreft de kosten-batenanalyse zijn de verdere uitgangspunten opgenomen in Bijlage 4, Tabel 4.1 en Tabel 4.3.

**Tabel 20** Aantallen melkvee, jongvee en hectaren grond praktijkcase Mineralencentrale.

Totaal aantal melk- en kalfkoeien	1.789
Aantal jongvee per bedrijf (pinken + kalveren)	731
Hectare grond totaal melkveebedrijven	895 ha
Waarvan grasland	716 ha (80%)
Waarvan voedergewassen	179 ha (20%)
Weidegang (gemiddeld)	840 uur/jaar

Praktijkcase Mineralencentrale gaat evenals Bovenkerkerpolder mest vergisten in een cluster van de bedrijven om vervolgens uit het digestaat stikstof te strippen. Omdat de herwonnen stikstof uit het stripproces in de toekomst mogelijk als kunstmestvervanger mag worden gebruikt, kan een groter deel van de mest op het beschikbare areaal geplaatst kan worden en hoeft er minder mest te worden afgevoerd wanneer de derogatie wordt afgebouwd.

Bij de berekeningen is ervan uitgegaan dat de herwonnen stikstof uit het stripproces als kunstmest kan worden benut. Bij de aanwending van het digestaat en de herwonnen stikstof is de bemestingsruimte van de groep als geheel beschouwd.

Bij de kosten-baten analyse zijn twee varianten beschouwd ten aanzien van het gebruik van het geproduceerde biogas, te weten:

- Productie van elektriciteit en warmte met een warmtekrachtinstallatie (gecombineerde opwekking);
- Productie van groengas.

### Gecombineerde opwekking

Realisatie van de praktijkcase Mineralencentrale vraagt bij een toepassing van gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte een investering van circa 3,6 miljoen euro (Tabel 21). Voor de raming van de investeringskosten is uitgegaan van Tabel B4.2 in Bijlage 4. Het exploitatieresultaat bedraagt een verlies van circa 34.000 euro per jaar (Tabel 22).

De praktijkcase Mineralencentrale valt in de SDE++ regeling in de categorie Mestvergisting met gecombineerde opwekking  $\geq 450$  kW. Bij deze schaalgrootte bedraagt het SDE-basisbedrag 0,1355 euro per kWh. De praktijkcase Bovenkerkerpolder valt in de categorie 110-450 kW, waarbij een aanzienlijk hoger basisbedrag van toepassing is namelijk, 0,2473 euro per kWh. Om die reden biedt de toepassing van gecombineerde opwekking voor de praktijkcase Bovenkerkerpolder perspectief en valt voor de Mineralencentrale het exploitatieresultaat negatief uit. Wanneer de praktijkcase Mineralencentrale verder opgeschaald zou kunnen worden naar >2500 melkkoeien, is wel een positief exploitatieresultaat mogelijk. Zie Figuur 28.

**Tabel 21** Investerings praktijkcase Mineralencentrale voor realisatie van een plant voor vergisting en stikstofstrippen en opwekking van elektriciteit en warmte met behulp van een warmtekrachtinstallatie.

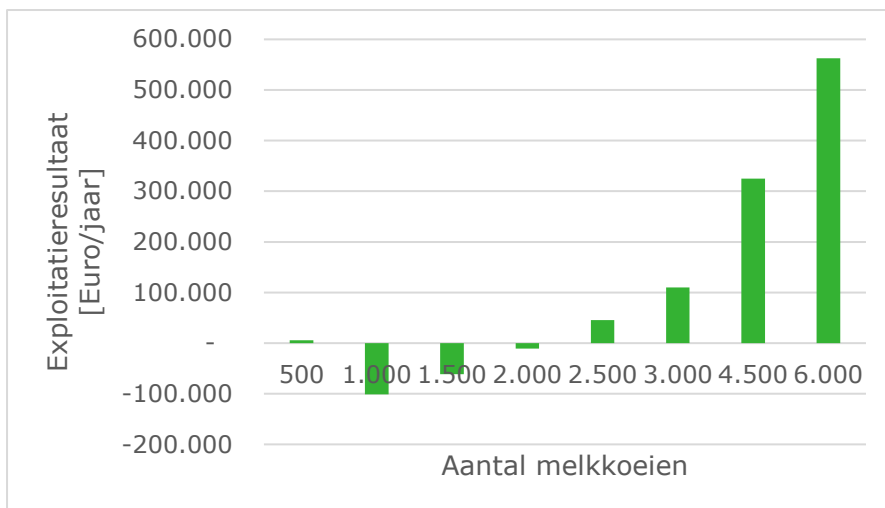
Onderdeel	Investering (Euro)
Ontvangstbuffer	80.000
Vergister	1.800.000
WKK + container	440.000
Opslag digestaat	290.000
Stikstofstripper + luchtwasser	420.000
Ontsluiting terrein, voorzieningen, voorbereidingen	600.000
<b>Totaal</b>	<b>3.630.000</b>

**Tabel 22** Exploitatieresultaat<sup>1</sup> van praktijkcase Mineralencentrale voor vergisting en stikstofstrippen en opwekking van elektriciteit en warmte met behulp van een warmtekrachtinstallatie.

Onderdeel	€/jaar	€/ton mest	€/melkkoe
<b>Opbrengsten</b>			
Vermeden elektriciteitskosten	40.000	0,77	22
Vermeden warmtekosten	275.000	5,34	154
Levering stroom +SDE	374.000	7,26	209
Levering warmte+SDE	56.000	1,09	31
Besparing mestafzetkosten	226.000	4,38	126
Besparing kunstmestkosten	93.000	1,80	52
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>1.063.000</b>	<b>20,64</b>	<b>594</b>
<b>Kosten</b>			
Aan -afvoer mest	170.000	3,30	95
Elektriciteit	40.000	0,77	22
Warmte	275.000	5,34	154
Hulpstoffen	52.000	1,02	29
Arbeid	64.000	1,25	36
Onderhoud	99.000	1,93	55
Overige kosten	<u>34.000</u>	<u>0,66</u>	<u>19</u>
<b>Totaal kosten</b>	<b>735.000</b>	<b>14,27</b>	<b>411</b>
<b>EBITDA<sup>1</sup></b>	<b>328.000</b>	<b>6,36</b>	<b>183</b>
Rente en afschrijving	362.000	7,02	202
<b>Exploitatieresultaat</b>	<b>-34.000</b>	<b>-0,66</b>	<b>-19</b>

<sup>1</sup> EBITDA = Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortisation





**Figuur 28** Exploitatieresultaat praktijkcase Mineralencentrale in euro per jaar bij toepassing van een warmtekrachtinstallatie voor gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte in relatie tot de schaalgrootte uitgedrukt in aantallen melkkoeien waarvan de mest wordt vergist.

### Productie van groengas

De optie voor de case Mineralencentrale om groengas te produceren vraagt een investering van circa 4,3 miljoen euro (Tabel 23). Groengasproductie is voor de schaalgrootte van het project echter niet rendabel. Rekening dient te worden gehouden met een verlies van circa 230.000 euro per jaar. Bij de exploitatieberekening is uitgegaan van de SDE++ basisbedragen van 2024 (zie Tabel 24). Het gebruik van biogas voor de warmtevoorziening van het strippen van stikstof gaat ten koste van de groengasproductie. Om deze reden zijn de inkomsten uit de verkoop van groengas relatief beperkt.

**Tabel 23** Investerings praktijkcase Mineralencentrale voor realisatie van een plant voor vergisting en stikstofstrippen en productie van groengas.

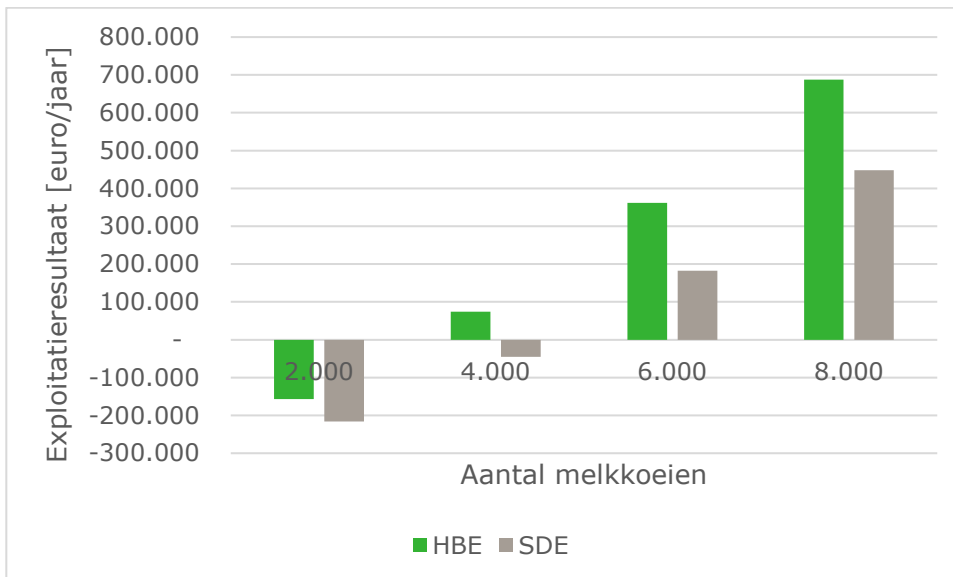
Onderdeel	Investering (Euro)
Ontvangstsilo	80.000
Vergisters	1.800.000
Warmtepompen verwarming vergisters	180.000
Opslag digestaat + spankap	290.000
Groengas installatie	980.000
Groengas invoeding	50.000
Strippen Scrubben	420.000
Ontsluiting en voorzieningen	300.000
Vorbereidingen	190.000
<b>Totaal</b>	<b>4.290.000</b>

**Tabel 24** Exploitatieresultaat<sup>1</sup> van praktijkcase Mineralencentrale voor vergisting en stikstofstrippen en productie van groengas met SDE++ subsidie.

Onderdeel	€/jaar	€/ton mest	€/melkkoe
<b>Opbrengsten</b>			
Levering groengas+subsidie	612.000	11,90	342
Besparing mestafzetkosten	226.000	4,38	126
Besparing kunstmestkosten	93.000	1,80	52
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>931.000</b>	<b>18,07</b>	<b>520</b>
<b>Kosten</b>			
Aan -afvoer mest	170.000	3,30	95
Energie	237.000	4,61	133
Hulpstoffen	68.000	1,32	38
Arbeid	64.000	1,25	36
Onderhoud	124.000	2,42	70
Overige kosten	43.000	0,83	24
<b>Totaal kosten</b>	<b>707.000</b>	<b>13,73</b>	<b>395</b>
<b>EBITDA<sup>1</sup></b>	<b>224.000</b>	<b>4,35</b>	<b>125</b>
Rente en afschrijving	453.000	8,81	253
<b>Exploitatieresultaat</b>	<b>-230.000</b>	<b>-4,46</b>	<b>-128</b>

<sup>1</sup> EBITDA = Earnings Before Interest, Tax, Depreciation and Amortisation

Figuur 29 laat zien dat voor de praktijkcase Mineralencentrale bij aanzienlijk grotere schaalgrootte er business cases ontstaan met een positief exploitatieresultaat. Indicatief moet hierbij gedacht worden aan een 2 tot 3 maal grotere aanvoercapaciteit. De optie om het groengas te verkopen met HBE-certificaten is daarbij aantrekkelijker dan subsidiëring via de SDE-regeling.



**Figuur 29** Exploitatieresultaat praktijkcase Mineralencentrale in euro per jaar bij productie van groengas met SDE-subsidie en bij productie en verkoop van groengas met HBE-certificaten in relatie tot de schaalgrootte uitgedrukt in aantallen melkkoeien waarvan de mest wordt vergist.

## Bemesting

Bij het strippen van stikstof is ervan uitgegaan dat zoveel stikstof wordt verwijderd dat met de aanwending van het digestaat zowel de gebruiksruimte van fosfaat als stikstof zo optimaal mogelijk ingevuld worden. Voor de bemesting is uitgegaan van de situatie na afbouw van de derogatie, waarbij de gebruiksnorm voor dierlijke mest van 170 kg stikstof per hectare van toepassing is voor zowel grasland als bouwland.

De besparingen voor aanwenden van mest, afzet van mest en inkoop van kunstmest zijn vergeleken met de situatie waarbij geen vergisting en strippen van stikstof zou plaatsvinden. De berekening is opgenomen in Bijlage 6. (Tabel B6.4 t/m B6.6).

Bij toepassing van vergisting en strippen van stikstof hoeft door de groep ondernemers in totaal circa 15.000 ton minder mest te worden afgevoerd en wordt circa 93.000 kg N in de vorm van ammoniumsulfaat uit mest gewonnen. Omdat een groter volume mest op eigen land kan worden uitgereden nemen de kosten voor aanwending toe, maar dalen de kosten voor de afzet van mest. In totaal wordt door de groep ruim 225.000 euro bespaard op mestafzetkosten. De besparing op inkoop van kunstmest bedraagt circa 93.000 euro. Zie Tabel 24.

## Emissies

Tabel 25 geeft de ammoniakemissie voor de praktijkcase van de Mineralencentrale weer. Ten opzichte van het referentiescenario neemt de totale ammoniakemissie af met 30%. De stalemissies nemen af met 23% en bij aanwending kan een reductie van 45% worden gerealiseerd.

**Tabel 25** Ammoniakemissie case studie Mineralencentrale (kg NH<sub>3</sub>/jaar).

Scenario	Stal	Wei	Externe opslag	Productie mestproducten	Aanwending	Totaal
Referentiescenario	29724	670	291		23313	53.997
Mineralencentrale	22945	670	61	1184	12729	37.589

Tabel 26 geeft de broeikasgasemissies weer. Ten opzichte van het referentiescenario nemen de broeikasgasemissies uit de mestketen af met 68%. Dit is te wijden aan de substantiële reductie van de methaanemissie in de stal wanneer mest dagelijks wordt verwijderd en naar een vergister wordt getransporteerd. De methaan die vrijkomt bij het vergisten en de lichte toename in emissie tijdens aanwending worden tenietgedaan door de emissiereductie in de stal.

**Tabel 26** Broeikasgasemissie case studie Mineralencentrale (ton CO<sub>2</sub>-equivalenten/jaar).

Scenario	Stal	Wei	Externe opslag	Vergisting	Aanwending	Totaal
Referentiescenario	6807	359	192		912	8.269
Mineralencentrale	944	359	37	223	1089	2.652

---

## Samenvattend

Voor de omvang van de praktijkcase Mineralencentrale is de businesscase vergisten en strippen van digestaat zowel voor gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte als voor de productie van groengas niet rendabel. De beperktere subsidiebedragen van de SDE-regeling bij grotere productievermogens zorgen ervoor dat een flinke vergroting van de schaal nodig is voor een positief exploitatieresultaat. Een rendabele business case kan ontstaan bij een grotere schaal en/of bij aanvullende ondersteuning via investeringsbijdragen en/of fiscale regelingen. De mogelijkheden daartoe zijn in de exploitatieberekeningen niet meegenomen.

De praktijkcase resulteert in een reductie van de stikstofemissies en broeikasgasemissies met respectievelijk 30% en 68%. Daarnaast biedt de businesscase een oplossing voor de melkveehouders voor de afname van de stikstofgebruiksruimte als gevolg van de afbouw van de derogatie.

---

## 4 Discussie & conclusie

### 4.1 Berekening biogasopbrengst

De mogelijke biogasopbrengst uit dierlijke mest speelt een belangrijke rol bij de bepaling van de haalbaarheid van de verschillende scenario's die in deze studie zijn belicht. De berekening van de biogasproductie is uitgevoerd volgens de berekeningswijze zoals beschreven in het rapport van Gollenbeek et al. (2022). De auteurs geven in dit rapport aan dat de berekeningswijze een redelijk goede voorspelling geeft van de gemiddelde biogasopbrengsten bij vergisting van rundveemest die in de literatuur wordt vermeld. Echter, de haalbare biogasproductie uit mest van een individueel bedrijf kan sterk afwijken van de berekende biogasproductie op basis van de uitgangspunten van het rekenmodel, afhankelijk van onder andere het in de praktijk toegepaste rantsoen, stalsysteem en wijze van mestopslag. Dit betekent dat de uitkomsten van de modelberekeningen met name voor scenario's voor vergisting op bedrijfsniveau en kleine clusters zowel in positieve als negatieve zin kunnen afwijken van de hier gepresenteerde resultaten.

### 4.2 Effect subsidiemogelijkheden op financiële haalbaarheid

Bij de kosten-batenanalyse is geen rekening gehouden met eventuele investeringssubsidies en/of fiscale regelingen. Wel is er rekening gehouden met het verkrijgen van de Subsidieregeling Duurzame Energie (SDE). Wanneer gebruikgemaakt kan worden van investeringssubsidies en/of fiscale regelingen kan de ondergrens voor een haalbare business case in de praktijk lager liggen dan de ondergrenzen die in dit rapport zijn berekend. De opbrengsten die kunnen worden gegenereerd door de productie van groengas in te zetten voor het vergroenen van transportbrandstoffen zijn op dit moment hoger dan de vergoedingen uit de SDE (2024) regeling. De prijs van Hernieuwbrandstof Eenheden (HBE's) wordt bepaald door vraag en aanbod en is daarom niet langjarig gegarandeerd. Afhankelijk van hoe vraag en aanbod zich in de loop van de jaren ontwikkelen kan de prijs stijgen of dalen. Van invloed op de HBE-prijs zijn ook de prijsontwikkelingen van fossiele brandstoffen en biobrandstoffen. Voor de financiering van de productieplaat kan de onzekerheid ten aanzien van de prijs van de HBE's een aandachtspunt vormen. De SDE-regeling biedt 12 jaar zekerheid met betrekking tot de prijs voor de geproduceerde duurzame energie. Indien gewisseld kan worden tussen gebruik van de SDE-regeling en het aanmaken van HBE's, brengt de SDE-regeling een ondergrens in het vergoedingenniveau. Voor de productieplaat geeft deze ondergrens een belangrijke zekerheid op basis waarvan de financiering kan worden ingericht. Let op: in dit rapport hebben we in scenario 3b alleen de SDE-route uitgewerkt. Bij de praktijkcase Mineralencentrale (is feitelijk 3b voor een praktijksituatie) hebben we ook de HBE-route bekeken. In scenario 4, hebben de SDE en HBE-variant vergeleken voor grootschalige centrale vergisting.

### 4.3 RENURE

Het ammoniumsulfaat dat wordt geproduceerd bij het strippen van ammoniak uit digestaat en vervolgens het wassen van de striplucht (scrubben) met een zwavelzure oplossing wordt op dit moment wettelijk gezien als dierlijke mest. Er zijn uitzonderingen waarbij ammoniumsulfaat met stikstof uit dierlijke mest als overige anorganische meststof verhandeld mag worden. Dit geldt voor de ammoniumsulfaat houdende reststromen die vermeld staan in Bijlage Aa van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet. Op deze lijst staan vermeld

---

ammoniumsulfaat houdend spuiwater van chemische luchtwassers van lucht uit een bedrijfshal met tunnels waarin pluimveemest wordt gecomposteerd, gedroogd en gepelleteerd en ammoniumsulfaat dat ontstaat bij de chemische reiniging van stallucht. Hoewel het ammoniumsulfaat dat ontstaat bij het strippen en scrubben (luchtwassen) van digestaat hetzelfde product betreft, is de reststroom van het strippen en scrubben van digestaat niet als zodanig opgenomen op Bijlage Aa van de uitvoeringsregeling. Momenteel is een voorstel van de Europese Commissie in behandeling dat het mogelijk moet maken om RENURE-meststoffen boven de gebruiksnorm voor dierlijke mest te gebruiken. Ammoniumsulfaat is één van de producten die in het voorstel zijn opgenomen. Er worden voorbereiding getroffen om de toepassing van RENURE-meststoffen in de Nederlandse wet- en regelgeving mogelijk te maken, zodra het voorstel van de Europese Commissie in werking treedt. Tot die tijd kan het ammoniumsulfaat dat vrijkomt bij het strippen en scrubben van digestaat niet als kunstmest(vervanger) worden ingezet.

## 4.4 Uitgangspunten kosten-batenanalyse

In dit rapport zijn de investeringskosten en de exploitatieresultaten vergeleken van groengasproductie met behulp van membraantechnologie en via wassing van het biogas met een amine houdende vloeistof. Het schaafeffect is afgeleid op basis van twee prijsopgaven van installaties van verschillende schaalgrootten van elk van de beide type processen. Op basis van de beschikbare informatie lijken de investeringskosten van deze wijzen van groengasproductie niet ver uiteen te lopen en lijken de processen wat betreft de investeringshoogte in vergelijkbare mate op- en af te schalen met de capaciteit. Gezien het beperkte aantal prijsopgaven en bronnen van informatie dienen de resultaten van het vergelijk van de productieprocessen als indicatief te worden beschouwd.

Biogasininstallaties met gecombineerde opwekking (WKK-toepassing) leiden voor de hier doorgerekende scenario's tot een relatief gunstige exploitatie ten opzichte van groengasproductie. Voor wat betreft de mogelijkheden voor invoeding van elektriciteit op het elektriciteitsnet speelt netcongestie in de Provincie Noord-Holland parten. De capaciteitskaart van Netbeheer Nederland voor teruglevering van elektriciteit kleurt in Noord-Holland voor een groot deel rood. Dat wil zeggen dat er geen transportcapaciteit is voor extra transportvermogen en dat congestiemanagement geen of onvoldoende oplossing biedt. Hoewel de gecombineerd opwekking vanuit de exploitatie gezien perspectief biedt, is de realisatie afhankelijk van snelheid waarmee extra transportcapaciteit op het net aangelegd wordt.

In de ruimtelijk analyse is gebruik gemaakt van zeshoeken van 5 x 5 km. Afhankelijk van de precieze locaties van de bedrijven binnen het cluster (de zeshoek) en bijvoorbeeld afstanden tot afzetmogelijkheden, is het van belang bij uitwerking van toekomstige business cases binnen een cluster, na te gaan of bedrijven die er net buiten vallen ook mee willen doen. In de modellen werd gewerkt met 10 km transportafstand gerekend voor alle mest, welke wekelijks wordt opgehaald in het scenario waarbij drijfmest centraal wordt vergist. Dat is een relatief hoge afstand voor een 5 x 5 km hexagoon, ook met de aanname dat een deel van de mest van verder weg wordt aangevoerd. De haalbaarheid van praktijkscenario's zal grotendeels afhangen van de afstanden ten opzichte van de vergister (binnen of buiten hetzelfde cluster), het deelnamepercentage van bedrijven dicht bij de vergister, en de afstand van de vergister tot de meest optimale afzetmogelijkheid binnen (of net buiten) het cluster. Met uitzondering van een vergister, met of zonder opwerk unit, op individuele bedrijven (scenario 1), zal in alle scenario's mest getransporteerd moeten worden.

In relatie tot de afzet van gas waren grenswaarden voor een positief exploitatieresultaat van scenario's die opwerken tot biogas in het algemeen lager dan wanneer er in het scenario opgewerkt werd tot groengas (verschil in investeringen). Leveren van biogas aan lokale industrie heeft als voordeel dat niet opgewerkt

---

hoeft te worden tot aardgaskwaliteit. Hoewel het daarmee in theorie makkelijker zou kunnen zijn om een business case voor biogas rond te krijgen, zal het werkelijke resultaat sterk afhangen van de betreffende lokale biogasafnemer. Er kleven altijd risico's aan afspraken met individuele afnemers, bijvoorbeeld een faillissement. Daarnaast zijn de gasprofielen in een land als Nederland, helemaal in de agri-sector, in het algemeen matig tot sterk seizoensgebonden. Idealiter sluit het seizoen profiel van de aanbieder precies aan bij het profiel van de afnemer. Gezien het feit dat de koeien doorgaans in de winter op stal staan en in de zomermaanden meer weidegang zouden hebben zouden deze regelmatige schommelingen juist mooi op elkaar kunnen inspelen als een afnemer in de winter een grotere gasbehoefte heeft. Sluiten de profielen niet aan, dan moet zocht worden naar alternatieve afzetmogelijkheden (of affakkelen). De volumes gas zijn te groot voor tijdelijke opslag, binnen de hier gepresenteerde business cases.

## 4.5 Conclusies

De toepassing van dagontmesting in combinatie met monomestvergisting op bedrijfsniveau biedt perspectief voor bedrijven met meer dan 200 melkkoeien. Hierbij is de toepassing van een warmtekrachtinstallatie eerder rendabel dan opwaardering van biogas naar groengas (>250 melkkoeien). Emissies van ammoniak reduceren over de gehele keten niet of nauwelijks wanneer digestaat niet verder wordt verwerkt. De methaanemissie neemt bij dagontmesting wel aanzienlijk af. Er zijn in Noord-Holland enkele bedrijven met de schaalgrootte om een dergelijke installatie neer te zetten, maar omdat de meeste melkveebedrijven in Noord-Holland minder dan 100 melkkoeien hebben, betekent dit dat vergisting op bedrijfsniveau voor de meeste melkveebedrijven niet rendabel is.

Het opzetten van een mestvergister waarin de mest van meerdere melkveebedrijven wordt vergist kan perspectief bieden. Voor kleine clusters van 4 tot 7 bedrijven met gemiddeld 100 melkkoeien per bedrijf kan het interessant zijn om op bedrijfsniveau te vergisten en het geproduceerde biogas in een centrale HUB op te waarderen naar groengas. Hier reduceren zowel de ammoniak- en broeikasgasemissies ten opzichte van het referentiescenario waarin mest niet verder wordt verwerkt met respectievelijk 24% en 79%. Het betreft maatwerk binnen de SDE++-regeling. Bij kleinere clusters vindt onvoldoende profijt plaats van de 'economy of scale' en bij grotere clusters valt de installatie in een andere SDE++-categorie waarvoor een lagere basisprijs voor de groengasproductie van toepassing is. Bij verkoop van het groengas met HBE-certificaten kan een beter exploitatieresultaat worden behaald en speelt de capaciteit geen rol zoals bij de SDE++.

Wanneer het biogas direct aan een afnemer geleverd kan worden, biedt dat veel perspectief op een rendabele business case voor kleinere en grotere clusters van bedrijven. Er zijn in de provincie Noord-Holland in veel gebieden met clusters van melkveebedrijven te vormen die biogas zouden kunnen leveren aan glastuinbouwbedrijven. Een voorwaarde is wel dat het patroon van afname van het biogas past bij het min of meer continue productievolume van de vergister. De business case wordt snel minder interessant wanneer een beperkter deel van het geproduceerde biogas kan worden afgenomen. Ook zijn er mogelijkheden voor diverse clusters van melkveebedrijven om te leveren aan de zuivelindustrie. De afzetmogelijkheden van biogas bij overige voedings- en genotsmiddelenindustrie zijn beperkter vanwege de afstand tussen de clusters en de industriële afnemer.

Centrale vergisting van mest en productie van groengas levert een positief exploitatieresultaat bij de aanvoer van mest van ten minste 3.000 melkkoeien. Echter om voldoende rendement op de benodigde investering te kunnen realiseren moet gedacht worden aan grotere aanvoercapaciteiten. Het is hierbij aantrekkelijker om groengas met HBE-certificaten te verhandelen dan gebruik te maken van de ondersteuning via de SDE++-regeling. Centrale vergisting met stikstofverwijdering uit het digestaat via strippen en luchtwassen is een

---

haalbare route wanneer de mest van een groot aantal melkveebedrijven kan worden aangevoerd. Ook voor deze optie geldt dat vanaf een aanvoercapaciteit van 3.000 melkkoeien een positief exploitatieresultaat kan worden gehaald en bij grotere installaties een beter rendement op het geïnvesteerd vermogen wordt gerealiseerd.

Wanneer bij het strippen van het digestaat biogas wordt ingezet voor het verwarmen van het digestaat gaat dat ten koste van de hoeveelheid groengas dat geproduceerd kan worden. Vanwege de benodigde warmte is bij toepassing van stikstofstrippen gecombineerde opwekking van warmte en elektriciteit met een warmtekrachtinstallatie eerder interessant dan groengasproductie.

Uit de ruimtelijk analyse werd gevonden dat de hoogste concentraties van melk- en kalfkoeien liggen in het gebied tussen Purmerend, Heerhugowaard, Middenmeer en Hoorn (Laag-Holland en Kop van Noord-Holland). Daardoor liggen daar de grootste kansen voor implementatie van grootschalige scenario's, waarbij meerdere clusters gecombineerd worden. Maar ook dan zal het deelnamepercentage van de bedrijven lokaal hoog moeten zijn.

Voor de praktijkcase Bovenkerkerpolder (415 melkkoeien) is mestvergisting met gecombineerde opwekking en stikstof stippen een haalbare business case. Voor groengasproductie is voor dit initiatief een grotere schaal nodig. Vergeleken met een scenario waarin mest niet verder wordt verwerkt, kan deze praktijkcase een ammoniak- en broeikasgasemissiereductie uit de mestketen van respectievelijk 28% en 65% realiseren.

Op basis van de huidige omvang van praktijkcase Mineralencentrale (1.789 melkkoeien) zijn opties voor centrale vergisting en strippen van het digestaat niet haalbaar. Bij verdere toename of opdeling in kleinere clusters (zie praktijkcase Bovenkerkerpolder) kan wel perspectief ontstaan. Wel kunnen emissies van ammoniak- en broeikasgassen uit de mestketen gereduceerd worden met respectievelijk 30% en 68%, wanneer dit initiatief gerealiseerd wordt.



---

# Literatuur

- C. van Bruggen, A. Bannink, A. Bleeker, D.W. Bussink, H.J.C. van Dooren, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, J. Kros, L.A. Lagerwerf, K. Oltmer, M.B.H. Ros, M.W. van Schijndel, L. Schulte-Uebbing, G.L. Velthof, T.C. van der Zee, 2023. Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2021. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 242. <https://doi.org/10.18174/629673>
- Bio-Line. 2024. Van biogas naar groen gas. Opgehaald van Bio-Line: <https://www.bio-line.nl/groen-gas/>
- Bruggen, C. van, A. Bannink, C.M. Groenestein, J.F.M. Huijsmans, L.A. Lagerwerf, H.H. Luesink, M.B.H. Ros, G.L. Velthof, J. Vonk en T. van der Zee. 2021. Emissies naar lucht uit de landbouw berekend met NEMA voor 1990-2019. Wageningen, WOT Natuur & Milieu, WOt-technical report 203. <https://doi.org/10.18174/544296>
- Dijk Van, W. van, R. Postma en J. Roefs. 2020. Landbouwkundige waarde mestbewerkingsproducten; Aanvoer van nutriënten en organische stof met geselecteerde product-markt-combinaties. Wageningen Research, Rapport WPR-1012. <https://doi.org/10.18174/528799>
- DMT. 2022. Innovatie lage druk PSA te St. Nicolaasga. Joure: DMT Environmental Technology. Opgehaald van <https://projecten.topsectorenergie.nl/storage/app/uploads/public/654/3a1/b96/6543a1b960d02834153850.pdf>
- Gerritsen, S.A., G.G.A. Hekkert, S.A.L. Uyttendaele, A.J.G. Dekking, W. van Dijk, L.M. Fuchs, T.V. Vellinga, in publicatie. Agrarische nutriënten-kringlopen in Noord-Holland; Wageningen Research, Rapport WPR-OT-1049.
- Gollenbeek L.R., J.P.B.F. van Gastel, F.A.M. Casu, N. Verdoes, 2022. Emissies en kosten van verschillende scenario's voor verwaarding van rundveemest; NL Next Level Mestverwaarden. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1372. <https://doi.org/10.18174/569408>
- Gollenbeek L.R., J.P.B.F. van Gastel, P.J.T.H. Bussmann, R.W. Melse, N. Verdoes. 2020. Verkenning mogelijke mestverwerkingsroutes en duurzaamheidsaspecten; NL Next Level Mestverwaarden WP2. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1270. <https://doi.org/10.18174/530720>
- Gollenbeek L.R., J.P.B.F. van Gastel, F.A.M. Casu, N. Verdoes, 2021. Emissies en kosten van verschillende scenario's voor verwaarding van varkensmest; NL Next Level Mestverwaarden. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1331. <https://doi.org/10.18174/550823>
- Gollenbeek L.R., J.P.B.F. van Gastel, F. Casu, N. Verdoes. 2021b. Emissies en kosten van verschillende scenario's voor de verwaarding van kalvermest; NL Next level mestverwaarden. Wageningen Livestock Research, Openbaar Rapport 1340. <https://doi.org/10.18174/555424>
- Groenestein, C.M., J. Mosquera, R.W. Melse. 2016. Methaanemissie uit mest; Schatters voor biochemisch methaan potentieel (BMP) en methaanconversiefactor (MCF). Wageningen Livestock Research, Rapport 961. <https://doi.org/10.18174/401705>
- Groenestein, K., R.W. Melse, J. Mosquera, M. Timmermans. 2020. Effect mestvergisting op de emissies van broeikasgassen uit mest van melkvee: een literatuur- en scenariostudie. Wageningen, Rapport 1235. <https://doi.org/10.18174/515098>

---

HoSt. 2024, September. Carbon capture. Opgehaald van host-bioenergy: <https://www.host-bioenergy.com/nl/technologie/carbon-capture/>

KWIN, 2023. Handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij 2023-2024. Handboek Kwantitatieve Informatie Veehouderij - WUR.

LVVN, 2024. Kamerbrief betreffende Aanpak mestmarkt. Minister van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, september 2024. <https://open.overheid.nl/documenten/acdfa628-5fd0-4681-8c35-4378408f1d1b/file>

Myhre, G., D. Shindell, F.-M. Bréon, W. Collins, J. Fuglestedt, J. Huang, D. Koch, J.-F. Lamarque, D. Lee, B. Mendoza, T. Nakajima, A. Robock, G. Stephens, T. Takemura and H. Zhang, 2013: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. WG1AR5\_Chapter08\_FINAL.pdf (ipcc.ch)

Polen, S. van. 2021. Ontwikkelingen in de energierekening tot en met 2030. Achtergrond document bij de Klimaat- en Energieverkenning 2020. PBL, Rapport 4306. <https://www.pbl.nl/uploads/default/downloads/pbl-2021-ontwikkelingen-in-de-energierekening-tot-en-met-2030-4731.pdf>

Powerpeers. 2024, Mei 24. Hoe duurzaam is groen gas? Opgehaald van Powerpeers: <https://powerpeers.nl/nieuws/over-groene-energie/hoe-duurzaam-is-groen-gas/>

Provincie Noord-Holland, 2024. Buitengewoon Noord-Holland! Startversie Provinciaal Programma Landelijk Gebied. Provinciaal Programma Landelijk Gebied (PPLG) - Provincie Noord-Holland

Regelink, I.C., van Puffelen, J.L., Ehlert, P.A.I., Schoumans, O.F., 2021. Evaluatie van verwerkingsinstallaties voor mest en co-vergiste mest. Wageningen, Rapport Wageningen Environmental Research 3120. <https://doi.org/10.18174/554452>

Towler, G., and Sinnott, R. (2012). Principles, practice and economics of plant and process design, 2nd edition ISBN 978-0-08-096659-5.

Welink, J. H. (2015). Meer waarde uit de reststromen - Toekomstverkenning van mogelijkheden recycling reststromen uit de voeding- en genotsmiddelenindustrie Delft, TU Delft.

Wikimest, 2024. Factsheet anaerobe vergisting. Mestvergisting/ Anaerobe vergisting - Wiki Mestverwaarding - Wikimest

# Bijlage 1 Technische specificaties opwerken biogas naar groengas

In Nederland worden door HoSt, Biogas Plus, Bio-line en DMT opwaarderingsunits aangeboden. In Tabel B1.1 staan deze uiteengezet met de technieken die zij aanbieden. HoSt, Biogas Plus en DMT maken gebruik van de membraanseparatie technologie; Bio-line maakt gebruik van chemische absorptie van de aminewasser. Alle bedrijven maken gebruik van een carbonfilter. Informatiebronnen zijn hun websites en persoonlijke interviews die zijn gehouden.

**Tabel B1.1** Technische specificaties van opwaardeerunits van Nederlandse aanbieders

Aanbieder	Aantal Modellen	Techniek
HoSt	4	Biogas upgrading system: Active carbonfilter, membraansysteem (scheiding tussen methaanrijk en CO <sub>2</sub> -rijk gas)
Biogas Plus	2	Biogas opwaarderingsysteem: wastoren (alle water oplosbare verontreinigingen verwijderd) en carbonfilter (H <sub>2</sub> S en VOC's verwijderd), 3-traps membraantechnologie
Bio-line	1	Biogas productie, carbonfilter (reiniging H <sub>2</sub> S), Aminewasser (opnemen van CO <sub>2</sub> )
DMT	1	Carbon filter, Polymeermembranen (CO <sub>2</sub> uit biogas), Meertraps-membraanscheiding

Model	HoSt / Bright PurePac Mini	HoSt / Bright PurePac Compact	HoSt / Bright PurePac Medium	HoSt / Bright PurePac Grand	Biogas Plus Methanet Mars	Biogas Plus Methanet Saturnus	Bioline Bio-up (Bio-hub)	DMT Carborex@MS
Verwerking Kg biogas (Nm <sup>3</sup> /uur)	30-60	100-750	750-1300	1300-2500	400-600	>600	-	-
Pre-treatment inbegrepen	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
CO <sub>2</sub> vervloeien mogelijk	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Chemische toevoegingen	Nee	Nee	Nee	Nee	-	-	-	Nee
Effectieve methaan extractie (%)	>99.5	>99.5	>99.5	>99.5	99.5	99.5	-	>99.5
Bedrijf kan ook vergisten	HoSt*	HoSt*	HoSt*	HoSt*	Ja	Ja	Ja	Ja
Optie produceren bio-LNG	Nee	Ja	Ja	Ja	-	-	-	Ja
Aandachtspunten							Ja**	

\* HoSt kan ook vergisten, Bright kan dat niet

\*\* Samenwerkingsverband; biogas productie inbegrepen tussen de 14.000 en 20.000 m<sup>3</sup> aan mest nodig voor 40m<sup>3</sup> groengasproductie

# Bijlage 2 Uitgangspunten modelstudie

**Tabel B2.1** Uitgangspunten modelstudie voor alle mestverwerkingsscenario's.

<b>Weide</b>	
BMP = 0.22 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS	
MCF = 0.01	
Verhouding volume % CH <sub>4</sub> -CO <sub>2</sub> = 60-40	Groenestein et al., 2020
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 4,1% van TAN	Van Bruggen et al., 2022
N <sub>2</sub> O-N = 3,3% van N-totaal	Van Bruggen et al., 2022
<b>BMP &amp; Afbraakconstante (Kh)</b>	
BMP stal & opslag = 0,2942 m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS aanwezig	Massabalansmodel
Kh stal en opslag = 0,0060	Massabalansmodel
Kh vergisting = 0,15	Massabalansmodel
Verhouding volume % CH <sub>4</sub> -CO <sub>2</sub> = 85-15	Groenestein et al., 2020
<b>Mest in stal &amp; opslag melkvee</b>	
Gemiddelde opslagtermijn mest = 0,08 dag	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0,01%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 15,0% van TAN	Van Bruggen et al., 2022
N <sub>2</sub> O-N = 0,2% van N-totaal	Van Bruggen et al., 2022
<b>Mest in stal &amp; opslag jongvee</b>	
Gemiddelde opslagtermijn mest = 0,08 dag	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0,01%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 14,3% van TAN	Bruggen et al., 2022
N <sub>2</sub> O-N = 0,2% van N-totaal	Bruggen et al., 2022
<b>Mest in opslag op bedrijf</b>	
Gemiddelde opslagtermijn = 0,5 dagen	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0,1%	
<i>Emissies</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 1,0% van TAN	Bruggen et al., 2022
N <sub>2</sub> O-N = 0,2% van N-totaal	Bruggen et al., 2022
<b>Toediening mestproducten</b>	
Omzetting N-org in N-NH <sub>4</sub> = 0%	Aanname dat alle mineralisatie is opgetreden na vergisting
<i>Emissies digestaat, dunne fracties</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 17% van TAN	Van Bruggen et al., 2022 (zodenbemester grasland)
NH <sub>3</sub> -N = 2% van TAN	Van Bruggen et al., 2022 (diepe injectie bouwland)
N <sub>2</sub> O-N = 0,9% van N-totaal	Van Bruggen et al., 2022
<i>Emissies N-concentraat</i>	
NH <sub>3</sub> -N = 1,5% van N-totaal	Van Bruggen et al., 2022
N <sub>2</sub> O-N = 1,3% van N-totaal	Van Bruggen et al., 2022

## Bijlage 3 RAV Stalsystemen

In Tabel B3.1 zijn de stalsystemen weergegeven die voldoen aan de criteria (1) dichte vloer, (2) mogelijkheid tot dagontmesting en/of (3) gebruik mestschuif of robot. De beschreven stalsystemen komen voor op de bijlage V van de omgevingsregeling (vroeger RAV-lijst)<sup>4</sup> en hebben een definitieve emissiefactor voor ammoniak toegekend gekregen.

**Tabel B3.1** Selectie van stalsystemen uit de RAV lijst welke voldoen aan voorgestelde criteria.

Code	Beschrijving	EF <sup>5</sup>	Reductie <sup>6</sup>
A 1.6	Ligboxenstal met dichte hellende vloer, met profilering, met snelle gierafvoer met mestschuif	11	15%
A 1.7	Ligboxenstal met dichte hellende vloer, met rubbertoplaag, met snelle gierafvoer met mestschuif	11	15%
A 1.21	Ligboxenstal met vlakke vloerplaten met tegelprofiel, hellende sleuven en regelmatige mestafstorten voorzien van afdichtflappen of -kleppen en mestschuif.	7	46%
A 1.23	Ligboxenstal met geprofileerde vloerplaten met sterk hellende langssleuven met urineafvoergat en hellende dwarsgroeven, aangesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van afdichtkleppen, met mestschuif.	6	54%
A 1.24	Ligboxenstal met vloer met sterk hellende langssleuven, de vloerplaten aaneengesloten gelegd of gescheiden door mestafstorten voorzien van afdichtflappen, met mestschuif.	7	46%
A 1.25	Ligboxenstal met vlakke vloer, voorzien van geprofileerde rubber matten met een hellend profiel naar regelmatige mestafstorten voorzien van afdichtflappen, met mestschuif.	10,3	21%
A 1.26	Ligboxenstal met hellende v-vormige vloer, voorzien van geprofileerde rubber matten, met centrale giergeot en mestschuif.	8	38%
A 1.31	Ligboxenstal met sleufvloer met dichte hellende vloer met geprofileerde rubber tegels, met mestschuif.	8,1	38%
A 1.32	Ligboxenstal met vlakke betonnen vloerplaten met sleuven, voorzien van profiel met 1% hellende groeven richting een centrale giergeot met giegaten en mestverwijdering.	9,1	30%
A 1.33	Ligboxenstal met vlakke vloer, voorzien van rubberen sleufvloer met 3% hellende langssleuven en geprofileerd rubber (hellende v-vorm) met groeven en nopjes tussen de langssleuven, met mestschuif.	7,1	45%
A 1.34	Ligboxenstal met dichte gegroefde vloer met rubber matten met een hellend profiel, aangebrachte composietnokken met vingermestschuif.	9,0	31%
A 1.35	Ligboxenstal met vlakke vloer voorzien van rubberen sleufvloer, met vlakke langssleuven en geprofileerd rubber (hellende v-vorm) met groeven en nopjes tussen de langssleuven, met vingermestschuif.	8,3	36%
A 1.38	Ligboxenstal voorzien van geprofileerde rubberen oplegmatten met ruitprofiel onder 2% afschot naar een centrale giergeot en frequente mestverwijdering met vaste mestschuif.	8,9	32%
A 1.40	Ligboxenstal met v-vormige vloer van geprofileerde vloerelementen in een helling van 3,5% in combinatie met een gierafvoerbuiss en mestschuif.	6,2	52%

<sup>4</sup> <https://www.infomil.nl/onderwerpen/landbouw/emissiearme-stalsystemen/emissiefactoren-per/map-staltypen/hoofdcategorie/>

<sup>5</sup> Emissie in kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar

<sup>6</sup> Ten opzichte van gangbaar stalstelsel (RAV A1.100) met EF = 13,0 kg NH<sub>3</sub>/dierplaats/jaar

# Bijlage 4 Uitgangspunten investeringskosten en exploitatieberekeningen

**Tabel B4.1** *Uitgangspunten investeringen behandeling van mest op bedrijfsniveau en kleine clusters.*

Onderdeel	Waarde	Eenheid	Referentie/ opmerking
<b>Mono mestvergisting, scheiden en strippen boerderijschaal</b>			
Biogasinstallatie, 590 m3 inhoud	120.000	€	Bioelectric (2020)
WKK 44 KWe	66.000	€	Biogas-E (2020)
Container tbv WKK en warmtevoorziening	111.000	€	Bioelectric (2020)
Vijzelpers	31.500	€	Fabiton (2020)
Stripper + luchtwater, 0,5-1,5 l/h	140.000	€	Askove, (2020)
Gasdicht maken bestaande opslag, 700 m3	33.400	€	Info Jumpstart (2020)
Biogasleiding naar HUB (1.000 m)	80.000	€	CCS (2023)
Meerinvestering dagontmesting	567	€/melkkoe	KWIN Veehouderij (2023)
Bijkomende investeringskosten	15	%	Deelnemer Jumpstart (2020)
<b>Groengas productie</b>			
Groengas unit (60 m3/h)	740.000	€	CCS (2023)
Aanvullend leidingwerk en invoeding	50.000	€	CCS (2023)
<b>Schaalfactoren</b>			
Container tbv WKK en warmtevoorziening	0,25		Schatting
Vijzelpers	-		Unit per 40.000 ton/jaar
Groengas unit	0,2		Berekende waarde op basis van offertes
Overige (default)	0,67		Sinott and Towler, fluid processing

**Tabel B4.2** Uitgangspunten investeringen behandeling mest op centrale locatie.

Onderdeel	Waarde	Eenheid	Referentie/ opmerking
<b>Mono mestvergisting</b>			
Ontvangst silo's met spankap (1.500 m3)	150.000	€	Host
Vergisters (3.000 m3)	997.860	€	CCS
Opslag digestaat + spankap (1.500 m3)	150.000	€	Host
Warmtepomp verwarming vergisters (130 kW)	100.000	€	CCS
<b>Groengas productie</b>			
Groengas installatie (200 m3 groengas/h)	1.200.000	€	CCS (amine wassing)
Groengas installatie (74 m3 groengas/h)	950.000	€	Host (membraanscheiding)
Aanvullend leidingwerk en invoeding	50.000	€	CCS (2023)
<b>Ontsluiting en voorzieningen</b>			
Nutsvoorzieningen Hekwerken, verhardingen Riolering Beveiliging terrein Voorzieningen brandbestrijding Noodvoorzieningen Kantoor, bedrijfsruimten Personeelsvoorzieningen	8	%	Host (percentage van investeringen)
<b>Engineering en vergunningen</b>	5	%	Aanname (percentage van investeringen)
<b>Schaalfactoren</b>			
Groengasinstallatie (aminewassing)	0,32		Schatting <sup>1</sup>
Groengasinstallatie (membraantechnologie)	0,17		Schatting <sup>1</sup>
Overige (default)	0,67		Sinott and Towler, fluid processing

1. De schaalfactor betreft een berekende waarde op basis van prijsopgave van 2 schaalgrootten en dient als indicatief te worden beschouwd.

**Tabel B4.3** Uitgangspunten exploitatieberekeningen.

Toelichting	Waarde	Eenheid	Referentie/ opmerking
<b>Installatie gerelateerde kosten</b>			
Onderhoud	2,9%	van investering	Sinott and Towler, fluid processing
Verzekeringen, kosten nutsvoorzieningen, belastingen (bij mestbehandeling bedrijfsniveau)	0,72	€/ ton	Deelnemer Jumpstart (2020)
Verzekeringen, kosten nutsvoorzieningen, belastingen (bij centrale mestbehandeling)	1	%	Van investeringsbedrag Aanname
<b>Energie</b>			
Tarief elektriciteit	180	€/MWh	PBL (2020), ontwikkeling 2030
Verbruik elektriciteit vergister	4	kWh/ton	Deelnemer Jumpstart
Verbruik elektriciteit vijzelpers	1	kWh/ton	Deelnemer Jumpstart
Verbruik elektriciteit stripper+luchtwater	2	kWh/ton	Deelnemer Jumpstart
Tarief aardgas (bij vermeden inkoop)	0,83	€/m3	PBL (2020), ontwikkeling 2030
Aandeel benutbare warmte WKK	30	%	Aanname
Waarde verkoop warmte	50	% van aardgasprijs	Aanname
Verbruik warmte vergister	18%	van biogasproductie	Eindadvies SDE++
	21	kWh/ton	
Verbruik warmte stripper	48	kWh/ton	Berekende waarde
<b>SDE basisbedragen monomestvergisting<sup>1</sup></b>			
Gecombineerde opwekking <110 kW	0,2903	€/kWh	RVO, 2024
Gecombineerde opwekking 110-450 kW	0,2473	€/kWh	RVO, 2024
Gecombineerde opwekking >450 kW	0,1355	€/kWh	RVO, 2024
Groengas <110 kW	0,2187	€/kWh	RVO, 2024
Groengas 110-450 kW	0,1588	€/kWh	RVO, 2024
Groengas >450 kW	0,1001	€/kWh	RVO, 2024
Warmte <110 kW	0,2249	€/kWh	RVO, 2024
Warmte 110-450 kW	0,1765	€/kWh	RVO, 2024
Warmte >450 kW	0,1274	€/kWh	RVO, 2024
HBE prijs	10	€/GJ	8-12 €/GJ (2024)
Opbrengst verkoop groengas	0,4	€/m3	Gemiddelde TFF prijs '22-'24
<b>Hulpstoffen</b>			
Hulpstoffen groengasproductie	0,0125	€/m3 biogas	CCS (actief kool, amine wasvloeistof, THT - geurstof)
Zwavelzuur (96%)	0,15	€/kg	Hofmans, Upcycling. (2024).
Zwavelzuurverbruik	3,5	kg H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / kg NH <sub>3</sub> -N	Berekende waarde
<b>Arbeid</b>			
Beheer installatie	3.000	€/jaar	Schatting
Administratieve werkzaamheden	1.200	€/jaar	Schatting
Inhuur expertise (alleen bij verwerking mest)	5.000	€/jaar	Schatting
<b>Mest</b>			
Tarief aanwenden mest (zodebemester)	5,85	€/ton	KWIN Veehouderij 2023-2024
Tarief mestafzet rundveemest (langjarig) <sup>2</sup>	20	€/ton	Schatting
Besparing inkoop kunstmest	1	€/kg N	Van Dijk et al.
Besparing inkoop kunstmest	0,85	€/kg N	Van Dijk et al.

1. Aangenomen is dat het SDE basisbedrag (inkomsten uit markt en subsidie) ontvangen wordt.

2. Het actuele tarief voor mestafzet bedroeg zomer 2024 circa 30 €/ton.



# Bijlage 5 Resultatenberekening investeringen en exploitatie

**Scenario 1a** Dagontmesting, monomestvergisting, gecombineerde opwekking wwk, geen behandeling digestaat.

**Tabel B5.1** Investering scenario 1a: Toepassing dagontmesting en monomestvergisting op een melkveebedrijf met 100 melkkoeien. Gecombineerde opwekking elektriciteit en warmte met WKK. Geen behandeling van het digestaat.

Investerings	Euro
Stalaanpassingen (meerkosten tov regulier)	€ 60.000
Vergister	€ 122.000
WKK + container	€ 136.000
Gasdicht maken bestaande mestopslag	€ 34.000
Behandeling digestaat	€ 0
Overige projectkosten	€ 45.000
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€ 397.000</b>

**Tabel B5.2** Exploitatieresultaat scenario 1a: Toepassing dagontmesting en monomestvergisting met gecombineerde opwekking van elektriciteit en warmte met een WKK op een melkveebedrijf met 100 melkkoeien. Geen behandeling van het digestaat.

Exploitatie	€/jaar	€/ton	€/Melkcoe
<b>Kosten</b>			
Energie	9.013	2,75	90,13
Hulpstoffen	-	0,00	0,00
Arbeid	9.200	2,80	92,00
Onderhoud en overige bedrijfskosten	13.482	4,11	134,82
Afschrijving en financiering	39.952	12,18	399,52
<b>Totaal kosten</b>	<b>71.648</b>	<b>21,84</b>	<b>716,48</b>
<b>Opbrengsten</b>			
Vermeden inkoop warmte	6.652	2,03	66,52
Vermeden inkoop stroom	2.362	0,72	23,62
Afzet energie (SDE + vergoeding markt)	49.221	15,01	492,21
Vermeden inkoop kunstmest	-	0,00	0,00
Vermeden mestafzetkosten	1.054	0,32	10,54
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>59.289</b>	<b>18,08</b>	<b>592,89</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>-12.359</b>	<b>-3,77</b>	<b>-123,59</b>

**Scenario 1b.** Dagontmesting, monomestvergisting, groengasproductie, geen behandeling digestaat.

**Tabel B5.3** *Investering scenario 1b: Toepassing dagontmesting en monomestvergisting met groengasproductie op een melkveebedrijf met 100 melkkoeien. Geen behandeling van het digestaat.*

Investeringen	Euro
Stalaanpassingen	€ 60.000
Vergisten	€ 122.000
Groengas productie en invoeding	€ 529.000
Gasdicht maken bestaande mestopslag	€ 34.000
Behandeling digestaat	€ 0
Overige projectkosten	€ 108.000
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€ 853.000</b>

**Tabel B5.4** *Exploitatieresultaat scenario 1b: Toepassing dagontmesting en monomestvergisting met groengasproductie op een melkveebedrijf met 100 melkkoeien. Geen behandeling van het digestaat.*

Exploitatie	€/jaar	€/ton	€/Melkkoe
<b>Kosten</b>			
Energie (elektriciteit)	15.705	4,79	157,05
Hulpstoffen	1.107	0,34	11,07
Arbeid	9.200	2,80	92,00
Onderhoud en overige bedrijfskosten	26.702	8,14	267,02
Afschrijving en financiering	88.134	26,87	881,34
<b>Totaal kosten</b>	<b>140.848</b>	<b>42,94</b>	<b>1408,48</b>
<b>Opbrengsten</b>			
Afzet energie (SDE + vergoeding markt)	117.734	35,89	1177,34
Vermeden inkoop kunstmest	-100	-0,03	-1,00
Vermeden mestafzetkosten	-39	-0,01	-0,39
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>117.596</b>	<b>35,85</b>	<b>1175,96</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>-23.252</b>	<b>-7,09</b>	<b>-232,52</b>

**Scenario 2.** Dagontmesting, monomestvergisting, gezamenlijke groengasproductie op HUB, geen behandeling digestaat.

**Tabel B5.5** Investering scenario 2: Toepassing dagontmesting en monomestvergisting op 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien met gezamenlijke groengasproductie op één locatie. Geen behandeling van het digestaat.

Investerings	Euro
Stalaanpassingen	€ 301.000
Vergisters	€ 612.000
Gasdicht maken bestaande opslagen	€ 170.000
Biogasleidingen naar HUB	€ 251.000
Groengas HUB locatie + invoeding	€ 721.000
Overige projectkosten	€ 314.000
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€ 2.369.000</b>

**Tabel B5.6** Exploitatieresultaat scenario 2: Toepassing dagontmesting en monomestvergisting op 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien met gezamenlijke groengasproductie op één locatie. Geen behandeling van het digestaat.

Exploitatie	€/jaar	€/ton	€/Melkkoe
<b>Kosten</b>			
Energie	74.689	4,55	149,38
Hulpstoffen	5.536	0,34	11,07
Arbeid	21.200	1,29	42,40
Onderhoud en overige bedrijfskosten	73.207	4,46	146,41
<b>Afschrijving en financiering</b>	<b>212.662</b>	<b>12,97</b>	<b>425,32</b>
<b>Totaal kosten</b>	<b>387.292</b>	<b>23,61</b>	<b>774,58</b>
<b>Opbrengsten</b>			
Afzet energie (SDE + vergoeding markt)	427.439	26,06	854,88
Vermeden inkoop kunstmest	-587	-0,04	-1,17
Vermeden mestafzetkosten	-194	-0,01	-0,39
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>426.659</b>	<b>26,01</b>	<b>853,32</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>39.366</b>	<b>2,40</b>	<b>78,73</b>

**Scenario 3a** Dagontmesting, gezamenlijke monomestvergisting op één locatie van kleine cluster bedrijven, biogaslevering rechtstreeks naar afnemer, stikstofstrippen digestaat.

**Tabel B5.7** Investering scenario 3a: Cluster van 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien met toepassing dagontmesting en toepassing monomestvergisting en rechtstreekse levering van biogas aan afnemer. Via strippen en luchtwassen wordt stikstof uit het digestaat verwijderd.

Investerings	Project
Stalaanpassingen	€ 307.000
Vergisten + biogas leiding naar afnemer	€ 616.000
Groengasproductie	€ 0
Strippen en luchtwassen	179.000
Overige projectkosten	€ 131.000
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€ 1.233.000</b>

**Tabel B5.8** Exploitatieresultaat scenario 3a: Cluster van 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien met toepassing dagontmesting en toepassing monomestvergisting en rechtstreekse levering van biogas aan afnemer. Via strippen en luchtwassen wordt stikstof uit het digestaat verwijderd.

Exploitatie			
Kosten	€/jaar	€/ton	€/Melkkoe
Aan-/afvoer mest	43.462	2,65	86,92
Energie	15.646	0,95	31,29
Hulpstoffen	8.004	0,49	16,01
Arbeid	9.200	0,56	18,40
Onderhoud en overige bedrijfskosten	38.297	2,34	76,59
Afschrijving en financiering	98.742	6,02	197,48
<b>Totaal kosten</b>	<b>213.351</b>	<b>13,01</b>	<b>426,70</b>
<b>Opbrengsten</b>			
Afzet energie (SDE + vergoeding markt)	297.871	18,16	595,74
Vermeden inkoop kunstmest	18.694	1,14	37,39
Vermeden mestafzetkosten	41.262	2,52	82,52
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>357.827</b>	<b>21,82</b>	<b>715,65</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>144.475</b>	<b>8,81</b>	<b>188,95</b>

**Scenario 3b** Dagontmesting, gezamenlijke monomestvergisting op één locatie van kleine cluster bedrijven, groengasproductie, stikstofstrippen digestaat.

**Tabel B5.9** Investering scenario 3b: Cluster van 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien met toepassing dagontmesting en toepassing monomestvergisting met groengasproductie. Via strippen en luchtwassen wordt stikstof uit het digestaat verwijderd.

Investerings	Project
Stalaanpassingen	€ 307.000
Vergisten	€ 511.000
Groengasproductie + invoeding	€ 717.000
Strippen en luchtwassen	€ 179.000
Overige	€ 222.000
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€ 1.936.000</b>

**Tabel B5.10** Exploitatieresultaat scenario 3b: Cluster van 5 melkveebedrijven met 100 melkkoeien met toepassing dagontmesting en toepassing monomestvergisting met groengasproductie. Via strippen en luchtwassen wordt stikstof uit het digestaat verwijderd.

Exploitatie			
Kosten	€/jaar	€/ton	€/Melkcoe
Aan-/afvoer mest	43.462	2,65	86,92
Energie	78.526	4,79	157,05
Hulpstoffen	13.410	0,82	26,82
Arbeid	9.200	0,56	18,40
Onderhoud en overige bedrijfskosten	58.106	3,54	116,21
Afschrijving en financiering	176.633	10,77	353,27
<b>Totaal kosten</b>	<b>379.337</b>	<b>23,13</b>	<b>758,67</b>
<b>Opbrengsten</b>			
Afzet energie (SDE + vergoeding markt)	342.119	20,86	684,24
Vermeden inkoop kunstmest	18.694	1,14	37,39
Vermeden mestafzetkosten	41.262	2,52	82,52
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>402.075</b>	<b>24,52</b>	<b>804,15</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>22.738</b>	<b>1,39</b>	<b>45,48</b>

#### Scenario 4 Grootschalige vergisting.

**Tabel B5.11** Investerings realisatie plant voor vergisting van mest en productie van groengas op basis van aminewassing bij een aanvoercapaciteit van 100.000 en 200.000 ton mest per jaar.

<b>Investerings</b>	<b>100.000 ton/jaar</b>	<b>200.000 ton/jaar</b>
Ontvangstsilo	€ 120.000	€ 190.000
Vergisters	€ 2.800.000	€ 4.430.000
Opslag digestaat	€ 430.000	€ 690.000
Warmtepompen verwarming vergisters	€ 280.000	€ 440.000
Groengasinstallatie	€ 1.220.000	€ 1.530.000
Groengas leidingen en invoeding	€ 60.000	€ 60.000
Ontsluiting en voorzieningen	€ 390.000	€ 590.000
Voorbereidingen, vergunningen, engineering	€ 250.000	€ 370.000
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€ 5.550.000</b>	<b>€ 8.300.000</b>

**Tabel B5.12** Investerings realisatie plant voor vergisting van mest en productie van groengas op basis van membraantechnologie bij een aanvoercapaciteit van 100.000 en 200.000 ton mest per jaar.

<b>Investerings</b>	<b>100.000 ton/jaar</b>	<b>200.000 ton/jaar</b>
Ontvangstsilo	€ 120.000	€ 190.000
Vergisters	€ 2.800.000	€ 4.430.000
Opslag digestaat	€ 430.000	€ 690.000
Warmtepompen verwarming vergisters	€ 280.000	€ 440.000
Groengasinstallatie	€ 1.120.000	€ 1.270.000
Groengas leidingen en invoeding	€ 60.000	€ 60.000
Ontsluiting en voorzieningen	€ 380.000	€ 570.000
Voorbereidingen, vergunningen, engineering	€ 240.000	€ 350.000
<b>Totaal investeringen</b>	<b>€ 5.430.000</b>	<b>€ 8.000.000</b>

**Tabel B5.13** Exploitatieresultaat scenario 4: plant voor vergisting van mest en productie van groengas op basis van aminewassing bij een aanvoercapaciteit van 100.000 en 200.000 ton mest per jaar. Verkoop HBES.

<b>Exploitatie</b>	100.000 ton/jaar €/jaar	200.000 ton/jaar €/jaar
<b>Kosten</b>		
Aan-/afvoer mest	325.000	649.000
Energie	438.000	872.000
Hulpstoffen	32.000	65.000
Arbeid	74.000	89.000
Onderhoud	161.000	241.000
Overige kosten	56.000	83.000
Afschrijving en financiering	587.000	877.000
<b>Totaal kosten</b>	<b>1.673.000</b>	<b>2.877.000</b>
<b>Opbrengsten</b>		
Levering groengas	644.000	1.287.000
Groenwaarde HBES	1.019.000	2.037.000
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>1.662.000</b>	<b>3.325.000</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>-11.000</b>	<b>448.000</b>

**Tabel B5.14** Exploitatieresultaat scenario 4: plant voor vergisting van mest en productie van groengas op basis van aminewassing bij een aanvoercapaciteit van 100.000 en 200.000 ton mest per jaar. SDE++ subsidie.

<b>Exploitatie</b>	100.000 ton/jaar €/jaar	200.000 ton/jaar €/jaar
<b>Kosten</b>		
Aan-/afvoer mest	325.000	649.000
Energie	438.000	872.000
Hulpstoffen	32.000	65.000
Arbeid	74.000	89.000
Onderhoud	161.000	241.000
Overige kosten	56.000	83.000
Afschrijving en financiering	587.000	877.000
<b>Totaal kosten</b>	<b>1.673.000</b>	<b>2.877.000</b>
<b>Opbrengsten</b>		
Levering groengas + SDE	1.579.000	3.157.000
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>1.579.000</b>	<b>3.157.000</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>-94.000</b>	<b>280.000</b>

**Tabel B5.15** Exploitatieresultaat scenario 4: plant voor vergisting van mest en productie van groengas op basis van membraantechnologie bij een aanvoercapaciteit van 100.000 en 200.000 ton mest per jaar. Verkoop HBEs.

<b>Exploitatie</b>	100.000 ton/jaar €/jaar	200.000 ton/jaar €/jaar
<b>Kosten</b>		
Aan-/afvoer mest	325.000	649.000
Energie	560.000	1.113.000
Hulpstoffen	32.000	64.000
Arbeid	74.000	89.000
Onderhoud	157.000	232.000
Overige kosten	54.000	80.000
Afschrijving en financiering	574.000	846.000
<b>Totaal kosten</b>	<b>1.776.000</b>	<b>3.074.000</b>
<b>Opbrengsten</b>		
Levering groengas	700.000	1.399.000
Groenwaarde HBEs	1.107.000	2.215.000
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>1.807.000</b>	<b>3.614.000</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>23.000</b>	<b>540.000</b>

**Tabel B5.16** Exploitatieresultaat scenario 4: plant voor vergisting van mest en productie van groengas op basis van membraantechnologie bij een aanvoercapaciteit van 100.000 en 200.000 ton mest per jaar. SDE++ subsidie.

<b>Exploitatie</b>	100.000 ton/jaar €/jaar	200.000 ton/jaar €/jaar
<b>Kosten</b>		
Aan-/afvoer mest	325.000	649.000
Energie	560.000	1.113.000
Hulpstoffen	32.000	64.000
Arbeid	74.000	89.000
Onderhoud	157.000	232.000
Overige kosten	54.000	80.000
Afschrijving en financiering	574.000	846.000
<b>Totaal kosten</b>	<b>1.776.000</b>	<b>3.074.000</b>
<b>Opbrengsten</b>		
Levering groengas + SDE	1.716.000	3.432.000
<b>Totaal opbrengsten</b>	<b>1.1716.000</b>	<b>3.432.000</b>
<b>Opbrengsten minus kosten</b>	<b>-60.000</b>	<b>358.000</b>



# Bijlage 6 Berekening besparing kosten aanwenden mest, mestafzet en besparing inkoop kunstmest

## Praktijkcase Bovenkerkerpolder

**Tabel B6.1** Referentie situatie praktijkcase Bovenkerkerpolder aanwending dierlijke mest op beschikbare grond bij gebruiksnorm van 170 kg N per hectare zonder mestbehandeling.

<b>Onderdeel</b>	<b>Tonnage</b>	<b>Gehalte</b>		<b>Vracht</b>	
<b>Beschikbaar</b>		<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ton/jaar</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	2.206	5,2	1,5	11.401	3.308
Drijfmest	12.960	4,7	1,5	61.370	19.907
<b>Totaal beschikbaar</b>	<b>15.166</b>			<b>72.770</b>	<b>23.215</b>
<b>Gebruiksruimte</b>	<b>Oppervlakte</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Grasland	227,6	170	85	38.698	19.349
Bouwland	56,9	170	55	9.674	3.130
<b>Totaal gebruiksruimte</b>	<b>284,5</b>			<b>48.372</b>	<b>22.479</b>
<b>Invulling ruimte dierlijke mest</b>	Limiterend	Stikstof		<b>N</b>	<b>P205</b>
	ton/jaar			<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	2.206			11.401	3.308
Drijfmest	7.808			36.972	11.992
<b>Aanwending</b>	<b>10.013</b>			<b>48.372</b>	<b>15.301</b>
Percentage van gebruiksruimte				100%	68%
<b>Afvoeren</b>	<b>5.152</b>			<b>24.398</b>	<b>7.914</b>

**Tabel B6.2** Bemesting praktijkcase Bovenkerkerpolder bij toepassing vergisten en strippen van stikstof bij gebruiksnorm van 170 kg N per hectare.

<b>Onderdeel</b>	<b>Tonnage</b>	<b>Gehalte</b>		<b>Vracht</b>	
<b>Beschikbaar</b>		<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ton/jaar</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	2.206	5,2	1,5	11.401	3.308
Digestaat	12.562	3,0	1,6	38.030	19.907
Ammoniumsulfaat	489	50	0	24.466	0
<b>Totaal beschikbaar</b>				<b>73.896</b>	<b>23.215</b>

<b>Gebruiksruimte</b>	<b>Oppervlakte</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Grasland	227,6	170	85	38.698	19.349
Bouwland	56,9	170	55	9.674	3.130
<b>Totaal gebruiksruimte</b>	<b>284,5</b>			<b>48.372</b>	<b>22.479</b>

<b>Invulling ruimte dierlijke mest</b>	Limiterend	fosfaat	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ton/jaar</b>		<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	2.206		11.401	3.308
Digestaat	12097		36.624	19.171
Ammoniumsulfaat	7		348	0
<b>Totaal aanwenden</b>			<b>48.372</b>	<b>22.479</b>
Percentage van gebruiksruimte			100%	100%

<b>Afvoeren</b>				
Digestaat	464		1.406	736

**Tabel B6.3** Besparing kosten aanwending, afzet van mest en inkoop kunstmest praktijkcase  
 Bovenkerkerpolder bij toepassing vergisten en strippen van stikstof ten opzichte van de situatie  
 zonder vergisten en strippen van stikstof.

<b>Onderdeel</b>				
<b>Vervanging kunstmest</b>				
	<b>ton/jaar</b>			
Aanwenden ammoniumsulfaat	482		24.118	<b>kgN/jaar</b>
<b>Vermeden kunstmest inkoop</b>	<b>1</b>	<b>€/kgN</b>	<b>24.118</b>	<b>€/jaar</b>
<b>Mestafzetkosten</b>				
		<b>Tonnage</b>	<b>Tarief</b>	<b>Jaarkosten</b>
		<b>ton/jaar</b>	<b>€/ton</b>	<b>€/jaar</b>
Huidige situatie	Afvoeren	5.152	20	103.048
Huidige situatie	Aanwenden	7.808	5,85	<u>45.675</u>
<b>Totaal mestkosten</b>				<b>148.723</b>
<b>Vergisten en strippen</b>				
Digestaat afvoeren	Afvoeren	464	20	9.289
Digestaat aanwenden	Aanwenden	12.097	5,85	70.769
				-
Totaal mestkosten vergisten en strippen				<b>80.058</b>
<b>Minderkosten mestafzet</b>			<b>5,30</b>	<b>68.665</b>

## Praktijkcase Mineralencentrale

**Tabel B6.4** Referentie situatie praktijkcase Mineralencentrale aanwending dierlijke mest op beschikbare grond bij gebruiksnorm van 170 kg N per hectare, zonder mestbehandeling.

<b>Onderdeel</b>	<b>Tonnage</b>	<b>Gehalte</b>		<b>Vracht</b>	
<b>Beschikbaar</b>		<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ton/jaar</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	4.879	5,2	1,5	25.219	7.318
Drijfmest	51.486	4,7	1,5	243.247	77.990
<b>Totaal beschikbaar</b>	<b>56.365</b>			<b>268.465</b>	<b>85.309</b>
<b>Gebruiksruimte</b>	<b>Oppervlakte</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Grasland	715,6	170	85	121.652	60.826
Bouwland	178,9	170	55	30.413	9.840
<b>Totaal gebruiksruimte</b>	<b>894,5</b>			<b>152.065</b>	<b>70.666</b>
<b>Invulling ruimte dierlijke mest</b>	Limiterend	Stikstof		<b>N</b>	<b>P205</b>
	ton/jaar			<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	4.879			25.219	7.318
Drijfmest	26.849			126.846	40.670
<b>Aanwending</b>	<b>31.727</b>			<b>152.065</b>	<b>47.988</b>
Percentage van gebruiksruimte				100%	68%
<b>Afvoeren</b>	<b>24.638</b>			<b>116.400</b>	<b>37.321</b>

**Tabel B6.5** Bemesting praktijkcase Mineralencentrale bij toepassing vergisten en strippen van stikstof bij gebruiksnorm van 170 kg N per hectare.

<b>Onderdeel</b>	<b>Tonnage</b>	<b>Gehalte</b>		<b>Vracht</b>	
<b>Beschikbaar</b>		<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ton/jaar</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/ton</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	4.879	5,2	1,5	25.219	7.318
Digestaat	49.866	3,0	1,6	152.019	77.990
Ammoniumsulfaat	1.919	50	0	95.926	0
<b>Totaal beschikbaar</b>	<b>56.663</b>			<b>273.165</b>	<b>85.309</b>

<b>Gebruiksruimte</b>	<b>Oppervlakte</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/ha</b>	<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Grasland	715,6	170	85	121.652	60.826
Bouwland	178,9	170	55	30.413	9.840
<b>Totaal gebruiksruimte</b>	<b>894,5</b>			<b>152.065</b>	<b>70.666</b>

<b>Invulling ruimte dierlijke mest</b>	Limiterend	fosfaat	<b>N</b>	<b>P205</b>
	<b>ton/jaar</b>		<b>kg/jaar</b>	<b>kg/jaar</b>
Weidemest	4.879		25.219	7.318
Digestaat	40503		123.477	63.347
Ammoniumsulfaat	67		3.369	0
<b>Totaal aanwenden</b>			<b>152.065</b>	<b>70.666</b>
Percentage van gebruiksruimte			100%	100%

<b>Afvoeren</b>				
Digestaat	9.363		28.542	14.643

**Tabel B6.6** Besparing kosten aanwending, afzet van mest en inkoop kunstmest praktijkcase Mineralencentrale bij toepassing vergisten en strippen van stikstof ten opzichte van de situatie zonder vergisten en strippen van stikstof.

<b>Onderdeel</b>			
<b>Vervanging kunstmest</b>	<b>ton/jaar</b>		
Aanwenden ammoniumsulfaat	1.851	92.557	<b>kgN/jaar</b>
<b>Vermeden kunstmest inkoop</b>		<b>1 € /kgN</b>	<b>92.557 € /jaar</b>
<hr/>			
<b>Mestafzetkosten</b>		<b>Tonnage</b>	<b>Tarief</b>
		<b>ton/jaar</b>	<b>€/ton</b>
Huidige situatie	Afvoeren	24.638	20
Huidige situatie	Aanwenden	26.849	5,85
<b>Totaal mestkosten</b>			<b>649.818</b>
<hr/>			
<b>Vergisten en strippen</b>			
Digestaat afvoeren	Afvoeren	9.363	20
Digestaat aanwenden	Aanwenden	40.503	5,85
			-
Totaal mestkosten vergisten en strippen			<b>424.195</b>
<hr/>			
<b>Minderkosten mestafzet</b>			<b>4,38</b>
			<b>225.623</b>



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



---

Wageningen Livestock Research / Acres  
Postbus 338  
6700 AH Wageningen  
T 0317 48 39 53  
E [info.livestockresearch@wur.nl](mailto:info.livestockresearch@wur.nl)  
[www.wur.nl/livestock-research](http://www.wur.nl/livestock-research)

Wageningen Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research en Wageningen University 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 en 10.000 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.

