



**Optimizing Pathways and Market Systems for Enhanced  
Competitiveness of Sustainable Bioenergy and Technologies in  
Europe**

BIOTEAM Discussion Paper  
*(in Dutch)*

**INTEGRAAL DUURZAAM MESTBEHEER IN DE  
CIRCULAIRE ECONOMIE  
IN  
NEDERLAND**



Maart 2016

(blank page)

## Document control sheet

### Project reference

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel van het Project</b>       | Optimizing pathways and market systems for enhanced competitiveness of sustainable bioenergy and technologies in Europe                                                                                                                                                |
| <b>Acroniem</b>                    | BIOTEAM                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Contract No.</b>                | IEE/12/842/SI2.645699                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Looptijd project</b>            | 36 maanden (1.4.2013 – 31.3.2016)                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>Project website</b>             | <a href="http://www.sustainable-biomass.eu">www.sustainable-biomass.eu</a>                                                                                                                                                                                             |
| <b>Coördinator BIOTEAM-project</b> | Stichting Joint Implementation Network<br>Laan Corpus den Hoorn 300<br>9728 JT Groningen<br>The Netherlands<br>tel.: +31 (0) 50 524 8430<br>fax: +31 (0) 50 789 0019<br><a href="http://www.jin.ngo">www.jin.ngo</a><br><a href="mailto:eise@jin.ngo">eise@jin.ngo</a> |

### Document details

|                               |                                                                                                                                 |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Titel van het document</b> | De Rol van Duurzaam Mestbeheer in de Circulaire Economie in Nederland                                                           |
| <b>Werk Pakket</b>            | WP4                                                                                                                             |
| <b>Rapport code</b>           | D4.2 - extra                                                                                                                    |
| <b>Datum laatste versie</b>   | 31.03.2016                                                                                                                      |
| <b>Status</b>                 | Eindversie                                                                                                                      |
| <b>Document versie</b>        | 1.0                                                                                                                             |
| <b>Bestandsnaam</b>           | Mestbeheer_Circulaire_Economie_NL_BIOTEAM.docx                                                                                  |
| <b>Aantal pagina's</b>        | 71                                                                                                                              |
| <b>Disseminatie status</b>    | Publiek                                                                                                                         |
| <b>Auteur</b>                 | Eise Spijker, Joint Implementation Network, the Netherlands                                                                     |
| <b>Co-auteurs</b>             | Dr. Johan Sanders, Wageningen University, the Netherlands<br>Ton Voncken, Groen Gas Nederland en Innovatielink, the Netherlands |
| <b>Projectcoördinator</b>     | Stichting Joint Implementation Network                                                                                          |

*The sole responsibility for the content of this publication lies with the authors. It does not necessarily reflect the opinion of the European Union. Neither the EASME nor the European Commission are responsible for any use that may be made of the information contained therein.*

## Informatie voor de lezer

In deze rapportage worden de volgende onderwerpen besproken:

1. De positieve en negatieve milieueffecten die samenhangen met het beheer van dierlijke mest,
2. De verschillende milieu- en energiedoelen die een invloed hebben op het mestbeheer,
3. Gegevens over de officiële ambities omtrent het vergisten van dierlijke mest,
4. Hoe kan de 'kosteneffectiviteit' van mestvergisting bepaald worden en wat houdt dat in voor het 'nieuwe' milieubeleidskader dat we nodig hebben om de circulaire economie te stimuleren?
5. De onzekerheden ten aanzien van de kwantificering van de methaan-emissies uit mestopslagen wordt besproken en geïllustreerd aan de hand van rekenvoorbeelden.

Deze rapportage beoogt de (beleids)discussie op voorgenoemde onderwerpen te voeden binnen het kader van de (verdere) ontwikkeling beleid op het gebied van onder andere:

- De Circulaire Economie
- De Bio-based economy en/ of bio-economie
- Het gebruik van biomassa in Nederland
- De Stimulering van duurzame energie
- Climate Smart Agriculture
- Klimaat- en overig milieubeleid (vb. Lucht, Bodem)

De rapportage is nadrukkelijk een discussiestuk. Daarbij worden verschillende groepen lezers aangemoedigd tot het stellen van vragen ter verdieping, validatie en/of verbetering. De verschillende onderdelen en concepten in deze rapportage zijn reeds gepresenteerd tijdens onder andere de volgende bijeenkomsten:

- Side-event, Netherlands Klimaat Paviljoen tijdens COP21, Parijs (Frankrijk), 7 December 2015, over: *'Green Growth and Bioenergy: The risks of NOT integrating climate strategies with other development objectives'*
- Expert Workshop 'on the environmental impacts of biogas produced from animal manure' – Organisatie: JIN Climate & Sustainability in samenwerking met Stichting Groen Gas Nederland – 9 December, 2015 Utrecht,
- Presentatie tijdens workshop van het EU-project BIOTEAM – 'Removing barriers for biogas in a circular agro-economy', 16 Februari 2016, Brussel (België),
- Presentatie Ledenbijeenkomst Nutriënt Platform, 25 Februari 2016 te Groenlo,
- Presentatie Partner Platformbijeenkomst Stichting Groen Gas Nederland, 9 Maart 2016 te Amersfoort,
- Presentatie tijdens conferentie 'Biomass: what are the best ways to use it?'. Organisatie: Autonome Provincie Vojvodina en de 'Assembly of European Regions' (AER), 15 maart 2016 te Novi Sad (Servië),

De snelle lezer wordt geadviseerd de uitgebreide samenvatting (Hoofdstuk 1) te lezen in combinatie met de bovengenoemde presentatie gehouden tijdens de Partner Platformbijeenkomst van Stichting Groen Gas Nederland (9 maart 2016). Deze presentatie is verkrijgbaar via:

- Link: <https://groengas.nl/wp-content/uploads/2016/03/JIN-Van-enkelvoudige-verwaarding-naar-integrale-waardering-van-mest-Presentatie-Eise-Spijker.pdf>
- E-mail: Dhr. E. Spijker via [eise@jin.ngo](mailto:eise@jin.ngo)

(blank page)

# Inhoudsopgave

|     |                                                                                               |    |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Uitgebreide samenvatting .....                                                                | 6  |
| 1.1 | Dierlijke mest als bron van .....                                                             | 6  |
| 1.2 | De potentiële bijdrage van duurzaam mestbeheer aan ... ..                                     | 6  |
| 1.3 | Status integraal mestbeheer in Nederland .....                                                | 8  |
| 1.4 | Verschillende snelheden beleidsurgentie duurzaam mestbeheer .....                             | 9  |
| 1.5 | Ambities en subsidiekosten mestvergisting voor energie en/of klimaat .....                    | 9  |
| 1.6 | Enkelvoudige kosteneffectiviteit: EUR per kWh of EUR per ton vermeden CO <sub>2</sub> ? ..... | 10 |
| 1.7 | Van enkelvoudige kosteneffectiviteit naar meervoudige waardering? .....                       | 12 |
| 2   | Positieve en negatieve effecten mestbeheer .....                                              | 15 |
| 3   | Relevante beleidsdoelen duurzaam mestbeheer in circulaire economie .....                      | 20 |
| 3.1 | Methaan (CH <sub>4</sub> ) emissies - nationaal .....                                         | 20 |
| 3.2 | Niet CO <sub>2</sub> -emissies (CH <sub>4</sub> & N <sub>2</sub> O) in landbouw .....         | 22 |
| 3.3 | Hernieuwbare energie .....                                                                    | 24 |
| 3.4 | Fosfaatexcretie .....                                                                         | 25 |
| 3.5 | Ammoniakemissies .....                                                                        | 28 |
| 3.6 | Milieudoelen relevant voor duurzaam mestbeheer in Nederland .....                             | 29 |
| 4   | Hoeveel mest vergisten? Officiële ambities .....                                              | 31 |
| 4.1 | Klimaat ambities: bijdrage mono mestvergisting .....                                          | 31 |
| 4.2 | Ambities hernieuwbare energie: bijdrage mono mestvergisting .....                             | 33 |
| 4.3 | Indicatieve kosten mono mestvergisting in SDE+ .....                                          | 34 |
| 5   | Kosteneffectiviteit mestvergisting .....                                                      | 36 |
| 5.1 | Enkelvoudige kosteneffectiviteit; de laagste kosten per kWh .....                             | 36 |
| 5.2 | Enkelvoudige kosteneffectiviteit; de laagste kosten per ton CO <sub>2</sub> .....             | 37 |
| 5.3 | Integrale kosteneffectiviteit; meervoudige verwaardering .....                                | 42 |
|     | Annex I: Milieueffecten mest (officiële cijfers) .....                                        | 46 |
|     | Annex II: Het klimaateffect van mestvergisting .....                                          | 49 |

# 1 Uitgebreide samenvatting

## 1.1 Dierlijke mest als bron van ...

De lancering van het EU-actieplan voor een circulaire economie (COM(2015) 614 final)<sup>1</sup> biedt kansen voor marktinitiatieven die er op gericht zijn om uiteenlopende productieprocessen verder te verduurzamen. Zo zijn er binnen de landbouw in Nederland ook kansen voor de terugwinning, en hergebruik van waardevolle nutriënten uit dierlijke mest, zoals fosfaten (Staatsecretaris Dijkma, 2016).<sup>2</sup> Een 'circulaire agro-economie' richt zich niet alleen op **1)** het (her)gebruik van natuurlijke hulpbronnen/grondstoffen en **2)** de productie van hernieuwbare energie (biogas), maar ook **3)** op het terugdringen van milieuvervuilende emissies, zoals methaan en ammoniak. In de sector landbouw is een duurzamer beheer en gebruik van dierlijke mest nodig om de negatieve effecten op het milieu en leefomgeving terug te dringen en beheersbaar te maken (Hoofdstuk 2). Figuur 1 geeft aan dat dierlijke mest een (potentiële) bron is van diverse herbruikbare grondstoffen en schadelijke milieueffecten.



Figuur 1: Dierlijke mest als bron van ...

## 1.2 De potentiële bijdrage van duurzaam mestbeheer aan ...

Vergisting van dierlijke mest gecombineerd met ver- en of bewerking van mest (recycling van bodem nutriënten) kan een aanzienlijke bijdrage aan een aantal nationale en/of sectorale doelen op het gebied van milieu en energie (Hoofdstuk 3), waaronder:

- **Hernieuwbare energie** (*mest als grondstof voor energieproductie*)
  - o Doel: aandeel hernieuwbare energie in bruto finaal eindgebruik (nationaal)
- **Broeikasgassen** (*mest als bron van emissies*)
  - o Doel: reductie CO<sub>2</sub>-eq. emissies in niet EU ETS sectoren (nationaal)

<sup>1</sup>[http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0010.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:8a8ef5e8-99a0-11e5-b3b7-01aa75ed71a1.0010.02/DOC_1&format=PDF)

<sup>2</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/toespraken/2016/01/25/toespraak-staatssecretaris-dijkma-bij-de-bijeenkomst-circulaire-economie>

- Doel: reductie methaan emissies (nationaal)
- Doel: lachgas en methaan emissies N<sub>2</sub>O-CH<sub>4</sub> landbouw (sector)
- **Luchtkwaliteit** (*mest als bron van emissies*)
  - Doel: reductie ammoniakemissies (nationaal)
- **Fosfaatexcretie** (*mest als bron van nutriënten*)
  - Doel: beperking productie fosfaat dierlijke mest (nationaal)
  - Doel: beperking productie fosfaat dierlijke mest melkveehouderij (sector)

Om het duurzame potentieel van gecombineerde mestvergisting en mestverwerking (*‘meervoudige verwaarding van mest’*) in Nederland goed te benutten is er op alle - voor mestbeheer - relevante milieubeleid dossiers de juiste urgentie, ambitie en stimulans nodig. Tabel 1 laat zien dat voor de verschillende beleidsdoelen er niet altijd een vergelijkbare urgentie en/of prikkel is tot het nemen van aanvullende maatregelen. Het desbetreffende doel kan bijvoorbeeld al gehaald zijn en/of het nu ‘over presteren’ kan later mogelijk voor problemen zorgen om het nieuwe doel in de opvolgende verplichtingenperiode te kunnen realiseren. Het ‘opsparen’ van reductiepotentieel kan uitkomst bieden indien het nieuwe beleidsraamwerk onvoldoende rekening houdt met de extra prestaties die geleverd zijn in het verleden (meer hierover in Hoofdstuk 3).

| Beleidsdoel t.a.v. ...                            | Huidige realisatie* | Doel 2020 | Doel 2030 | Eenheid                        | Beleidsinstrument                                                |
|---------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Hernieuwbare energie                              | 5,60%               | 14%       | -         | Bruto energetisch eindverbruik | EU Richtlijn Hernieuwbare Energie                                |
| Niet ETS-sectoren                                 | 97,9                | 111,6     | -         | Mton CO <sub>2</sub> -eq.      | Besluit inspanning lidstaten verminderen uitstoot broeikasgassen |
| Niet CO <sub>2</sub> -emissies in landbouw        | 19                  | 16        | -         | Mton CO <sub>2</sub> -eq.      | Agro Convenant                                                   |
| Nationaal doel ammoniakemissies                   | 138                 | 139,2     | 120       | Kton NH <sub>3</sub>           | EU Richtlijn Luchtkwaliteit                                      |
| Nationaal doel methaan emissies                   | 19                  | -         | 13,4      | Mton CO <sub>2</sub> -eq.      | EU Richtlijn Luchtkwaliteit                                      |
| Nationaal plafond fosfaatproductie                | 176,3               | 172,9     | -         | Miljoen kg P                   | EU Nitraat Richtlijn                                             |
| Sector plafond fosfaatproductie (melkveehouderij) | 86,1                | 84,9      | -         | Miljoen kg P                   | Convenant ‘Sturen op mineralenefficiëntie’                       |

\*Meest recente jaar waarvoor cijfers beschikbaar waren (zie ook Tabel 9, Hoofdstuk 3)

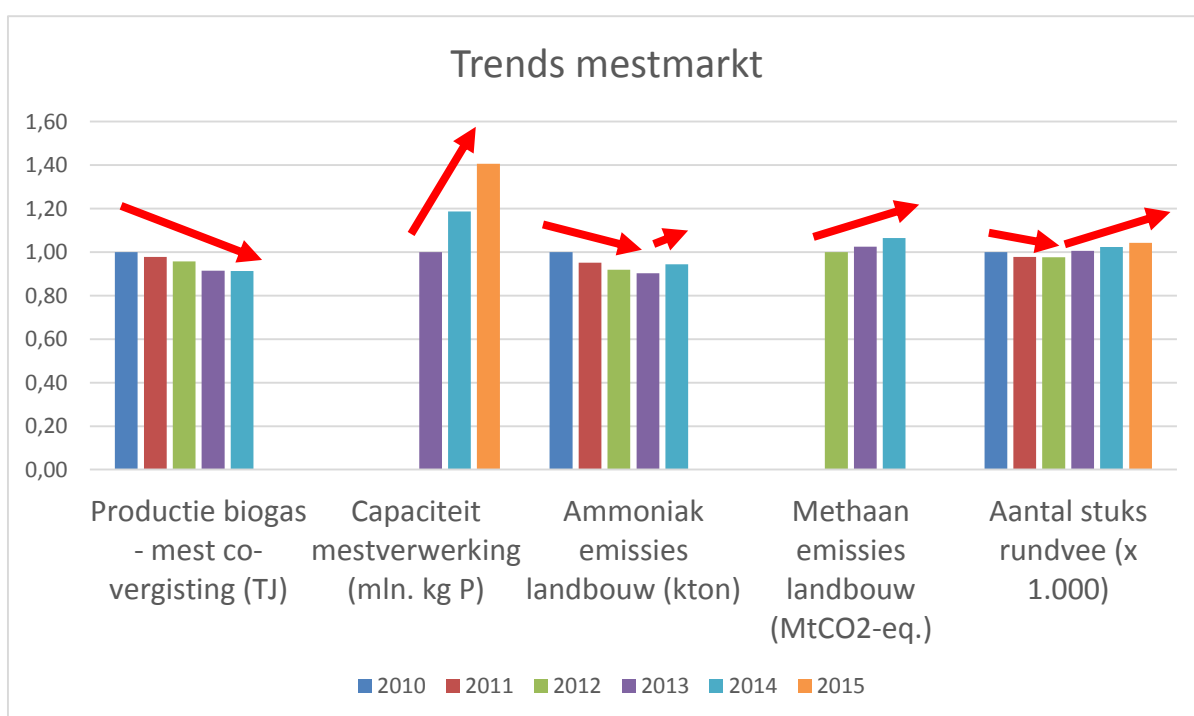
**Tabel 1: Milieu- en energiedoelen Nederland en huidige realisatie**

Zonder een goede samenhang tussen milieu- en hernieuwbaar energiebeleid en zonder een gebalanceerde combinatie van prikkels (verplichtingen, subsidies, e.d.) is er een risico dat de noodzakelijke verduurzaming van mestbeheer niet of slechts gedeeltelijk tot ontwikkeling zal komen (Zie Hoofdstuk 3.6). Bovendien is er dan een risico dat de totale ‘integrale kosten’ van het milieu- en energiebeleid hoger zullen zijn.



### 1.3 Status integraal mestbeheer in Nederland

**Ter illustratie:** Men produceert momenteel biogas op basis van dierlijke mest als vorm van hernieuwbare energie (mest co-vergisting), maar de praktijk laat zien dat het energierendement uit dierlijke mest nog te laag is ten opzichte van het technische potentieel. Deze opbrengst zou aanzienlijk hoger kunnen zijn indien de mest zo vers mogelijk wordt vergist. In dat geval worden ook tegelijkertijd de emissies van methaan en ammoniak uit mestopslagen verder teruggedrongen. Omdat de huidige dominante praktijk van mestvergisting in Nederland, mest co-vergisting betreft (met energierijke cosubstraten), is er tot op heden nooit een sterke financiële prikkel geweest om de invoeding van mest te optimaliseren. Immers de bulk van de energieopbrengst kwam uit de cosubstraten, zoals maïs. Een veel kortere verblijftijd van mest in mestopslag resulteert in lagere methaan emissies, maar ook in een hogere energieopbrengst per ton mest. De SDE+ regeling (en haar voorlopers) sturen primair op maximalisatie van het energierendement en niet zozeer op het klimaatrendement.



**Figuur 2: Selectie relevante trends 'mestmarkt' in Nederland t.a.v. vergisting, verwerking, emissies en dieraantallen (noot: Y-as toont geïndexeerde resultaten om trends zichtbaar te maken)**

Als we meer specifiek kijken naar de categorie mest co-vergisting, valt op dat de laatste jaren de geïnstalleerde capaciteit nog wel toeneemt, maar dat de totale energieopbrengst afneemt (Figuur 2). In tegenstelling daarop is er de laatste jaren wel sprake van een forse toename van de verwerkingscapaciteit voor dierlijke mest (Figuur 2). Bij het overgrote deel van de initiatieven wordt er gebruik gemaakt van een reeks aan technieken die voornamelijk als doel hebben om de dierlijke mest te prepareren voor export naar het buitenland ('wegwerken van het mestoverschot'). Slechts bij een beperkt aantal mestverwerkings-initiatieven is er ook sprake van integratie met mestvergisting. Door deze 'werkwijze' (geen integratie mestvergisting en mestverwerking en waarbij met name de

mestvergisting achterblijft in de ontwikkeling) zien we dat er geen milieuwinsten worden gerealiseerd op het vlak van het beheersen van ongecontroleerde emissies naar de lucht en atmosfeer (Figuur 2 laat een stijging van methaan en ammoniakemissies in landbouw zien).

Een meer integrale en samenhangende benadering vanuit het beleid kan ervoor zorgen dat geïntegreerde mestinitiatieven, waarbij mest wordt vergist en wordt verwerkt en waarbij ook milieuvervuilende emissies worden vermeden, wel (op grotere schaal) van de grond komen dan nu het geval is.

## 1.4 Verschillende snelheden beleidsurgentie duurzaam mestbeheer

Twee voor mest relevante mestmilieudossiers die momenteel de hoogste politieke en maatschappelijke urgentie genieten, betreffen de fosfaatexcretie en de productie van hernieuwbare energie. De nationale fosfaatproductie (afkomstig uit dierlijke mest) is in 2015 door het met de Europese Commissie afgesproken fosfaatplafond geschoten. De nationale fosfaatproductie lijkt in 2016 nog verder toe te gaan nemen als gevolg van de verdergaande groei van de melkveehouderij. Daarnaast zal Nederland, alle zeilen bij moeten zetten om het (bindende) nationale doel voor 14% hernieuwbare energie in 2020 te halen. Op beide urgente beleidsdossiers worden of zijn reeds de inspanningen vanuit het beleid opgevoerd. Zo wordt er in 2016 in de melkveehouderij een systeem van verhandelbare fosfaatproductie rechten ingevoerd<sup>3</sup>, en is er sinds 2014 een mestverwerkingsplicht, waarbij tot dusver elk jaar de percentages te verwerken mest zijn verhoogd.<sup>4</sup> Op het gebied van hernieuwbare energie zijn de SDE+ budgetten (en budgetten voor wind op zee) voor 2016 fors opgehoogd tot ongekend hoge niveaus.<sup>5</sup> Meer afstemming en samenhang tussen de genomen beleidsmaatregelen in beide ‘urgente’, maar ook de andere relevante milieudossiers had waarschijnlijk een meer robuuste stimulans kunnen geven aan het verduurzamen van het mestbeheer in Nederland (lage emissies, hernieuwbare energie en mestverwerking).

## 1.5 Ambities en subsidiekosten mestvergisting voor energie en/of klimaat

Gezien de noodzaak en ambities omtrent het verduurzamen van mestbeheer geven de huidige marktomstandigheden voor mestverwerking en mestvergisting momenteel niet de juiste combinatie van prikkels aan investeerders in zowel veeteelt als akkerbouw.<sup>6</sup> Als de markt daarin faalt is er een rol weggelegd voor de overheid om via beleidsmaatregelen de juiste combinatie van prikkels/ signalen aan de markt te geven. Een goed op elkaar afgestemde mix van beleidsprijken zal nodig zijn om gecombineerde mestvergisting – mestverwerkingsprojecten op grote schaal in Nederland uit te rollen.

<sup>3</sup><https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2015/07/02/kamerbrief-productiebegrenzende-maatregelen-in-de-melkveehouderij>

<sup>4</sup><https://zoek.officielebekendmakingen.nl/dossier/33037/kst-33037-169?resultIndex=5&sorttype=1&sortorder=4>

<sup>5</sup><http://www.rvo.nl/actueel/nieuws/8-miljard-voor-stimulering-duurzame-energieproductie-2016>

<sup>6</sup> De Nederlandse akkerbouw is veruit de grootste ‘afnemer’ van dierlijke mest en is in de loop der jaren gewend geraakt aan een mestoverschot situatie waar dierlijke mest (lees: waardevolle nutriënten voor de productiviteit van de akkerbouw) tegen negatieve prijzen beschikbaar is. Daarmee ‘concurrereert’ mestverwerking en –verwaarding ten alle tijden met het goedkopere uitrijden van onbewerkte dierlijke mest op land.

Een aantal officieuze ambities op het gebied van energie en klimaat laten zien dat - indien men een grote rol ziet weggelegd voor mono mestvergisting voor de realisatie daarvan - een groot aandeel van de totale, jaarlijkse, nationale productie van dierlijke mest vergist zal moeten worden (zie Hoofdstuk 4). Deze officieuze ambities zijn afgeleid van schattingen en ramingen gemaakt door verschillende partijen (PBL, Groen Gas NL, Algemene Rekenkamer).

Aannemende dat mono mestvergisting dé belangrijkste optie wordt om biogas te maken en als dé belangrijkste methode zal gelden voor het terugdringen van methaanemissies uit de sector landbouw, dan zal er tegen het jaar 2030 grofweg 25-30% van de totale jaarlijkse mestproductie vergist moeten worden.<sup>7</sup> Dit komt neer op het vergisten van ca. 21 mld. kg dierlijke mest. Ter vergelijking: In 2014 werd er in Nederland ca. 1,51 mld. kg dierlijke mest vergist, wat gelijk staat aan ca. 2% van totale jaarlijkse productie. Dit geeft aan dat er op het gebied van mestvergisting behoorlijk 'opgeschaald' zal moeten worden om dergelijke doelen te realiseren. Opschaling kan bijv. via mestvergisting op boerderijschaal, maar ook op industriële schaal. In beide gevallen zal er goed nagedacht moeten worden over de wijze van technische, logistieke, ecologische en economische koppeling met mestverwerking.

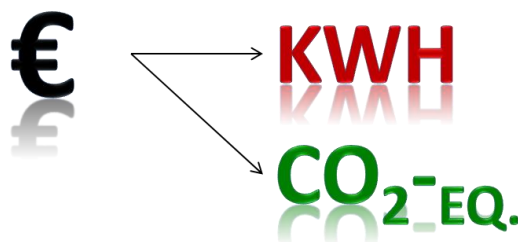
Het realiseren van een aanzienlijk deel van de officieuze energie-klimaat ambitie middels mono mestvergisting zal een grote claim leggen op de beschikbare SDE+ middelen. Op basis van een eigen berekening (Hoofdstuk 4) wordt ingeschat dat er voor het vergisten van ca. 30% van de Nederlandse totale mestproductie, er in totaal ongeveer 2,2 tot 3,6 miljard aan SDE+ subsidiegelden nodig zijn. De uiteindelijke hoogte van dit bedrag is onder meer afhankelijk van in welke fase het project is 'ingestapt' en dus wat de netto subsidievergoeding per kWh (of per ton vermeden CO<sub>2</sub>-emissies) zal zijn.

## 1.6 Enkelvoudige kosteneffectiviteit: EUR per kWh of EUR per ton vermeden CO<sub>2</sub>?

Mestvergisting kan ervoor zorgen dat het proces van mestverwerking energieneutraal of -positief wordt uitgevoerd. De dominante praktijk van mestverwerking vraagt juist externe energie. Ook zal er bij mestvergisting in toenemende mate een prikkel zijn om de mest zo snel mogelijk te vergisten. Er worden immers geen cosubstraten meer mee-vergist en het maximaliseren van de biogasopbrengst uit (verse) mest is dan cruciaal voor de economische haalbaarheid. Als 'bijvangst' van het snel vergisten van dierlijke mest, kunnen methaan en ammoniak emissies uit mestopslag fors teruggedrongen worden. Ook biedt gecombineerde mestvergisting en mestverwerking kansen voor het strippen van ammoniak, de productie van organische meststoffen, en daarmee voor het effectieve hergebruik van die grondstoffen in de akkerbouw.

---

<sup>7</sup> Uiteraard zijn er ook alternatieven die kunnen voorzien in de productie van biogas (vb. allesvergisting, vergassing), en ook zijn er alternatieve methoden voor het terugdringen van methaan emissies uit mestopslag. Deze aanname is gemaakt om een gevoel te krijgen bij de mogelijke schaal en impact van een dergelijk scenario.



**Figuur 3: Twee methoden voor uitdrukken van ‘enkelvoudige kosteneffectiviteit’ hernieuwbare energie opties**

Bij elkaar opgeteld leveren de vermeden methaan emissies en de vermeden CO<sub>2</sub>-emissies (als gevolg van vermeden gebruik fossiele energie) een forse bijdrage aan het terugdringen van de broeikasgasemissies. Eigen berekeningen laten zien dat mestvergisting qua kosteneffectiviteit vergelijkbaar of zelfs veel beter presteert dan andere hernieuwbare energieopties, wanneer men primair kijkt naar de laagst mogelijke kosten subsidiekosten per ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq. emissies in plaats van EUR subsidie per kWh geproduceerde energie, zie Figuur 3 (meer hierover in Hoofdstuk 5).

Zo kan mono mestvergisting voor de productie van groen gas<sup>8</sup> - waarbij een hoog percentage (95%) van de geschatte methaan emissies uit mestopslag wordt vermeden – op basis van CO<sub>2</sub>-kosten efficiëntie goed concurreren met hernieuwbare energie-opties zoals, i) bestaande capaciteit bij- en meestook, ii) wind op land, iii) wind op zee, iv) zon pv en v) zon thermisch (Zie Tabel 2).

| Vergelijking kosteneffectiviteit diverse hernieuwbare energieopties | Kosten per ton CO <sub>2</sub> | Kosten per ton CO <sub>2</sub> |
|---------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                                                                     | EUR / tCO <sub>2</sub>         | EUR / tCO <sub>2</sub>         |
| Percentage ‘afgevangen’ (vermeden) methaan                          | 50%                            | 95%                            |
| Mono mestvergisting groen gas (nieuwe emissiefactor varkensmest) *  | -                              | 36                             |
| Mono mestvergisting groen gas (nieuwe emissiefactor varkensmest) *  | 63                             | -                              |
| Wind op land                                                        | 65 – 112                       | 65 – 112                       |
| Meestook biomassa (bestaand)                                        | 89                             | 89                             |
| Zon PV                                                              | 150                            | 150                            |
| Wind op zee                                                         | 209                            | 209                            |
| Mono mestvergisting groen gas (zonder CH <sub>4</sub> -effect) *    | 370                            | 370                            |
| Zon thermisch                                                       | 370                            | 370                            |

**Tabel 2: Geschatte kosteneffectiviteit mono mestvergisting voor groen gas productie in vergelijking met een aantal andere hernieuwbare energieopties (indicatief)**

Bron: Eigen berekeningen (zie Hoofdstuk 5)

<sup>8</sup> De kosteneffectiviteit mono mestvergisting voor de productie van warmte zal nog beter zijn dan groen gas, terwijl de kosteneffectiviteit voor mono mestvergisting – wkk slechter zal scoren vanwege de hogere benodigde subsidie.

Voor mestvergisting speelt met name het ‘methaan-effect’ een bepalende rol in hoe kosteneffectief mono mestvergisting is in termen van EUR/tCO<sub>2</sub>-eq. (i.p.v. EUR/kWh). Belangrijke onderzoeksvragen hierbij zijn:

- 1) Hoeveel methaan emissies komen er vrij uit de mestopslag?
- 2) Welk deel daarvan wordt afgevangen/vermeden? En,
- 3) Welke kosten worden er toegerekend aan de reductie optie?

In Annex II worden de voornaamste onzekerheden ten aanzien van de huidige manier van meten en kwantificeren van de methaanemissies uit mestopslag besproken. De wetenschappelijke literatuur geeft aan dat er nog grote onzekerheden zitten in de rekenwaarden en schattingen ten aanzien van de methaan emissiefactoren voor dierlijke mest in opslag. In het National Inventory Report, 2014 voor Nederland wordt die onzekerheid voor het jaar 2012 geschat op 100%. Annex II toont ook een uitvoerige alternatieve berekening voor de methaanemissies uit mestopslag. Deze berekening werd gedreven door inzichten over het ‘verloren’ biogasproductiepotentieel uit dierlijke mest. Er zijn inmiddels al voldoende wetenschappelijke studies en praktijkinzichten die aangeven dat er al binnen een paar weken na mestopslag al 30-50% van het biogasproductie potentieel verloren kan gaan. Dit kan een verschil uitmaken tussen een biogasopbrengst van bijv. 45 m<sup>3</sup> biogas per ton mest of 22,5 m<sup>3</sup> per ton mest. Een belangrijke onderzoeksvraag is, waar is dat biogaspotentieel gebleven? Op welke wijze is de verloren organische stof afgebroken en welk deel daarvan is omgezet naar CH<sub>4</sub> en geëmitteerd naar de atmosfeer?

Op bovengenoemde punten lijkt vervolgonderzoek noodzakelijk, niet alleen vanuit het oogpunt van milieubescherming, maar ook vanuit het oogpunt van het vaststellen van het daadwerkelijke klimaatrendement (en daarmee de kosteneffectiviteit) van mono mestvergisting. Binnen dit kader is het door het Planbureau voor de Leefomgeving (PBL) uitgevoerde Interdepartementale Beleidsonderzoek Kostenefficiëntie CO<sub>2</sub>-reductie maatregelen (IBO-CO<sub>2</sub>)<sup>9</sup> een belangrijke eerste stap in het proces om het belang van betrouwbaar ‘meten en weten’ van de prestaties van CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen op een hoger platform te tillen.

## 1.7 Van enkelvoudige kosteneffectiviteit naar meervoudige waardering?

Binnen de huidige marktomstandigheden en geldende beleidsraamwerk voor de mestbeheer in Nederland geven marktpartijen momenteel de voorkeur aan investeringen in mestverwerking. Extra investeringen in het ‘voorschakelen’ van mestvergisting brengen mogelijk te hoge financiële en operationele risico’s met zich mee. Een belangrijke horde voor dergelijke geïntegreerde projecten is dat er geen garantie is voor het verkrijgen van een SDE+ subsidie (Hoofdstuk 3.3) voor mest-vergisting. Hierdoor kunnen gecombineerde projecten vertraging oplopen terwijl er veelal wel een directe urgentie is om het mestoverschot nu aan te pakken. Dat mono mestvergistingsprojecten zo moeilijk tot stand komen in Nederland heeft onder meer te maken met de manier waarop de SDE+ subsidies worden toegekend (concurrentie op basis van laagste productiekosten per eenheid energie). Gezien

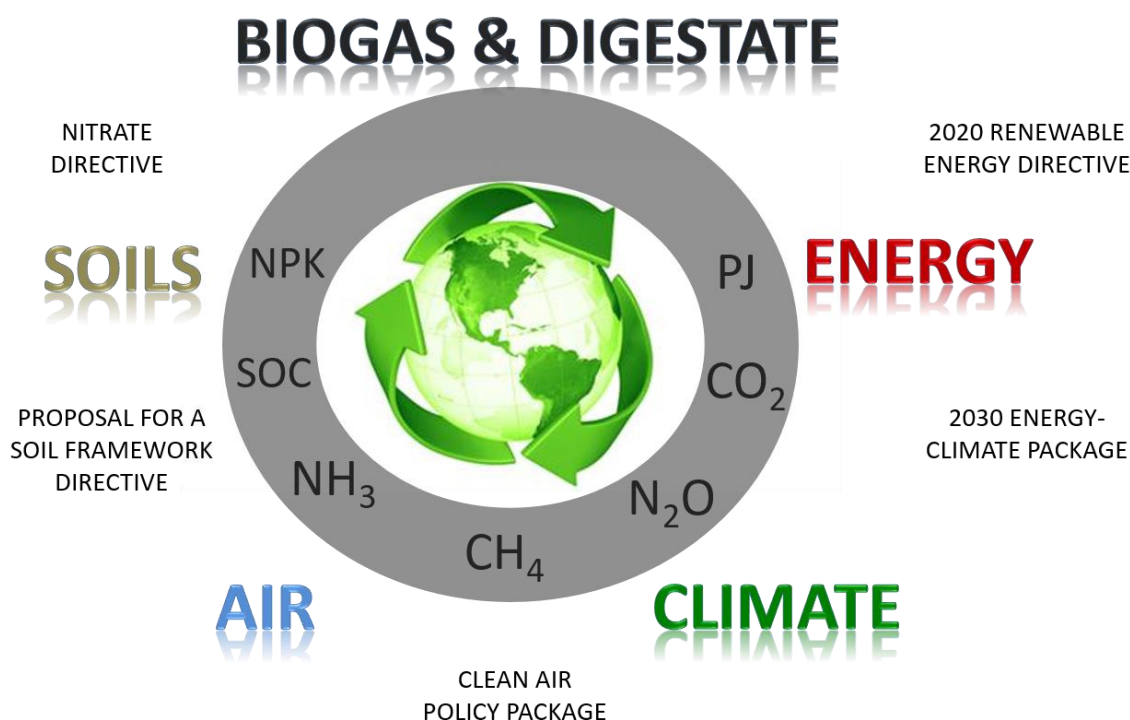
---

9

<http://www.rijksbegroting.nl/system/files/10/taakopdracht-ibo-kostenefficiëntie-co2-reductie-maatregelen.pdf>

het relatief lage energierendement van mestvergisting is deze optie, in EUR/kWh niet bijzonder concurrerend ten opzichte van een groot aantal andere hernieuwbare energieopties (Hoofdstuk 5). Het uitsluitend 'sturen' op de klimaat-effectiviteit (EUR per ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq.) is daarbij ook niet zaligmakend omdat dan andere synergie-effecten mogelijk niet gerealiseerd worden. Denk hierbij aan de meervoudige verwaarding van dierlijke mest waarbij er naast de productie van biogas en het recyclen van nutriënten (zoals fosfaten en stikstof) ook de milieuvervuilende emissies uit mestopslagen kunnen worden teruggedrongen. Dergelijke concepten die zich richten op '*meervoudige verwaarding*' van biomassa passen binnen een circulaire economie.

Om het synergiepotentieel van mestvergisting gecombineerd met mestverwerking optimaal te kunnen benutten<sup>10</sup>, is er een meer integraal milieu- en energiebeleid nodig dat zorgt voor '*meervoudige waardering*' (of valorisatie) van initiatieven die zich richten op de '*meervoudige verwaarding*' van biomassa en organische reststromen zoals dierlijke mest. De valorisatie van dierlijke mest in Nederland alsook de Europese Unie kan dan bijdragen aan het realiseren van diverse doelen op verschillende beleidsdossiers, zoals 'bodem', 'lucht', 'klimaat' en 'hernieuwbare energie' (zie Figuur 4).



**Figuur 4: Is het huidige – voor mestbeheer – relevante EU-beleidsraamwerk wel ‘Circular Economy Proof’?<sup>11</sup>**

De meervoudige waardering of valorisatie van duurzaam mestbeheer zal in eerste plaats moeten komen vanuit de markt zelf. Echter, omdat we hebben kunnen waarnemen dat geïntegreerde

<sup>10</sup> Zie bijv. rapport: 'Integratie van biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest', Productschap Akkerbouw, 2013.

<http://www.zlto.nl/media/default.aspx?zlto/org/1908/Rapport-geintegreerde-biogasproductie-en-winning-van-kunstmestvervangers-uit-dierlijke-mest-1-pdf-pdf>

<sup>11</sup> Voor een verdere toelichting over het Europese en nationale beleidsraamwerk, zie Hoofdstuk 2 en 3.

initiatieven voor duurzaam mestbeheer momenteel slechts mondjesmaat van de grond komen is het goed om ons af te vragen **of het huidige beleidsraamwerk wel voldoende ‘Circular Economy Proof’ is?**

Het reguleren of beprijsen van emissies (methaan, CO<sub>2</sub> en/of ammoniak) is dan slechts een deel van de oplossing. Net zoals de SDE+ regeling nu uitsluitend stuurt op een maximalisatie van de productie van hernieuwbare energie, richt een eenzijdige sturing op broeikasgassen zich primair op maximalisatie van de emissiereductieprestaties. Een dergelijke eenzijdige benadering kan, zeker bij het gebruik van biomassa, een verkeerde prikkel geven omdat het gebruik van biomassa doorgaans gepaard gaat met diverse positieve en negatieve neveneffecten. Het koppelen van een maatschappelijke (en economische) waarde aan het hergebruik van waardevolle nutriënten (N, P, K) en bodemorganische stof is dan slechts een van de relevante neveneffecten, maar bijvoorbeeld ook effecten op het vlak van landgebruik, werkgelegenheid en sociale acceptie horen daarbij (maatschappelijke kosten en baten). Op dit vlak zal het Europese en nationale beleidsraamwerk zeer waarschijnlijk de markt moeten voorzien van de een beter uitgebalanceerde combinatie van prikkels, simpelweg omdat het huidige niveau van duurzaam beheer en (her)gebruik van dierlijke mest (tegen de laagst mogelijke milieuschade) momenteel niet voldoende van de grond komt.

Figuur 4 illustreert (conceptueel) het huidige EU-beleidsraamwerk met diverse (voorstel) EU Richtlijnen welke relevant zijn voor het verduurzamen van het mestbeheer. Een ‘enkelvoudige’ of meer verkokerde beleidsbenadering van het mestdossier in Nederland, bijvoorbeeld door via de SDE+ regeling de productie van hernieuwbare energie uit mestvergisting te stimuleren, zal mogelijk een te beperkt en weinig houdbaar lange-termijn effect hebben als het aanpalende milieubeleid op het gebied van klimaat, lucht en bodem niet op het juiste moment, de juiste prikkels geeft.

Een beter op elkaar afgestemd en meer integraal milieu- en energiebeleid dat beter rekening houdt met ‘circulaire’ economische activiteiten gaat ervan uit dat het verdienmodel in de circulaire economie is gericht op het leveren van meerdere producten, diensten en/of (milieu)prestaties (en niet meer op één enkel product of dienst). Daardoor zal een ‘circulair’ bedrijf - zeker die met biomassa en/of organische reststromen werken - naar verwachting ook vaker ‘in aanraking’ komen met een breder palet aan (milieu)beleid. Eventuele belemmeringen die voortvloeien uit het niet kunnen waarderen van bepaalde milieuprestaties, kunnen afbraak doen aan het gehele circulaire bedrijfsmodel. Het wordt aanbevolen om de ‘circulariteit’ van onder meer het milieu- en energiebeleid, zoals in deze rapportage weergegeven, goed te waarborgen bij de uitwerking van het Nederlandse ‘programma Circulaire Economie’.<sup>12 13</sup>

<sup>12</sup> <https://www.ser.nl/~media/files/internet/adviesaanvragen/2016/circulaire-economie.ashx>

<sup>13</sup> <https://www.ser.nl/nl/actueel/werkprogramma/circulaire-economie.aspx>



## 2 Positieve en negatieve effecten mestbeheer

De landbouw is een grote bron van milieuvervuiling in Nederland. Belangrijke milieueffecten zijn verzuring en vermisting, maar ook dragen methaan en lachgasemissies bij aan het broeikaseffect. Echter, daartegenover staan ook positieve economische effecten zoals werkgelegenheid, investeringen en inkomen. Ook de maatschappelijke bijdrage van deze sector aan voedselzekerheid en –veiligheid is fors. Dat milieu-, sociale- en economische belangen niet altijd goed samengaan speelt niet alleen in de landbouw, maar ook in andere sectoren zoals industrie en energie.

De Nederlandse landbouw heeft in de afgelopen decennia al forse stappen gezet om de druk op milieu en leefomgeving te verminderen. Zo is het totale gebruik van mineralen, fosfaten (P) en stikstof (N) voor bemesting in de Nederlandse landbouw sinds 1990 sterk gedaald.<sup>14</sup> Sinds 2012 lijkt er echter aan de dalende trend een einde te zijn gekomen.<sup>15</sup> Ook de ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) emissies zijn fors teruggedrongen sinds 1990. De cijfers tot en met 2013 lieten ook daar een sterke daling zien.<sup>16</sup> Op het gebied van het terugdringen van lachgas en methaan ( $\text{N}_2\text{O}$  en  $\text{CH}_4$ ) emissies zijn er ook goede resultaten geboekt in de Nederlandse landbouw<sup>17</sup>, maar ook hier lijkt de dalende trend sinds het jaar 2000 af te vlakken. Ondanks deze progressie, zal de landbouw de komende decennia nog fors verder moeten verduurzamen om zo de negatieve milieueffecten op een beheersbaar niveau te krijgen.

De productie, beheer en het gebruik van dierlijke mest levert een belangrijke bijdrage aan de bovengenoemde milieueffecten ( $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ , N en P). Om de negatieve milieueffecten van dierlijke mest terug te dringen is er in de laatste decennia een breed palet aan milieu wet- en regelgeving ingevoerd. In veel gevallen is er t.a.v. de verschillende milieudossiers een specifiek doel vastgesteld. Zo zijn er kwantitatieve milieudoelen op het gebied van luchtkwaliteit, klimaat en fosfaatexcretie.

De Nederlandse ‘mestproblematiek’ heeft een lange historie en vraagt zowel vanuit de markt als de overheid een continue inspanning om de milieueffecten gerelateerd aan dierlijke mest te minimaliseren binnen de vigerende marktomstandigheden. In Annex I zijn een aantal kerncijfers opgenomen over de negatieve milieueffecten die deels veroorzaakt worden door de productie, beheer en gebruik van dierlijke in Nederland.

Naast de negatieve milieueffecten vervult dierlijke mest ook een aantal belangrijke economische en ecologische functies. Het gebruiken van een hoger aandeel dierlijke mest in akkerbouw, zorgt er bijvoorbeeld voor dat er minder kunstmest gebruikt wordt. Daarnaast levert dierlijke mest ook belangrijke nutriënten, zoals fosfaten, stikstof, kalium en organische stof, die nodig zijn om de agrarische productie op peil te houden. Voor de akkerbouw biedt de binnenlandse beschikbaarheid van goedkope nutriënten een interessant economisch voordeel in de totale kosten van het

---

<sup>14</sup> De aanvoer van resp. stikstof (N), fosfaten (P) en kalium (K) afkomstig uit dierlijke mest naar Nederlandse bodem is in de periode 1990 – 2014 fors gedaald, -18,3% (N), -41,4% (P) en -21,7% (K). Bron: CBS, STATLINE, Mineralen op Landbouwgrond (Bodembalansen).

<sup>15</sup> <http://statline.cbs.nl/StatWeb/publication/?VW=T&DM=SLNL&PA=37502&LA=NL>

<sup>16</sup> In de periode 1990-2014 zijn de  $\text{NH}_3$  emissies uit landbouw met 66,6% gereduceerd. Bron: emissieregistratie (2015)

<sup>17</sup> De  $\text{N}_2\text{O}$  en  $\text{CH}_4$  emissies uit landbouw zijn sinds 1990 met respectievelijk -43% en -13% afgenomen.



bemestingsplan. Ook kan vergisting van dierlijke mest een forse bijdrage leveren aan het produceren van hernieuwbare energie.

Het technisch biogaspotentieel op basis van de beschikbare hoeveelheid mest in Nederland wordt geschat op 53 PJ (BiomassPolicies, 2015).<sup>18</sup> Daarnaast kan mestvergisting in combinatie met mestverwerking ook resulteren in het terugdringen van methaanemissies en een betere aanwending van organische meststoffen. Echter, zonder een beter mestbeheer en mestgebruik zullen de ammoniak en methaan-emissies onverminderd hoog blijven en kunnen zelfs nog toenemen gezien de sterke groei van de melkveehouderij sinds het wegvallen van het Europese melkquotum systeem per 1 April 2015.

Los van de dier-gebonden emissies zoals methaan door pens fermentatie, zijn veel van de genoemde milieueffecten het gevolg van een niet-duurzaam beheer van dierlijke mest tijdens opslag en gebruik. Dit hangt veelal samen met bijvoorbeeld de gebruikte stal- en mestopslagsystemen en de gekozen mestverwerkingstechnieken. Welke systemen worden toegepast voor mestbeheer is veelal afhankelijk een mix van marktprikkels en beleidsmatige factoren. Het beleid en marktprikkels moeten de juiste combinatie van signalen afgeven aan mestbeheerders om ervoor te zorgen dat de noodzakelijke verduurzaming op gang komt. De Nederlandse 'markt voor mest'<sup>19</sup> geeft – ondanks een breed scala aan wet- en regelgeving - in de huidige situatie nog te vaak de verkeerde prikkels aan veehouderij en landbouw.<sup>20</sup>

Ongeacht de samenstelling en omvang van de Nederlandse veestapel nu en in de toekomst<sup>21</sup> zal een belangrijk deel van de milieuplossing te vinden zijn in het duurzamer verwerken, verwaarden, aanwenden en exporteren van dierlijke mest als organische meststof. ABN-AMRO (2015)<sup>22</sup> schat in dat er binnen Europa voldoende kansen zijn om dierlijke mest, verwerkt tot organische meststoffen, tegen een positieve marktwaarde te exporteren.

Zoals eerder aangegeven is dierlijke mest ook een belangrijke bron van essentiële nutriënten voor de landbouw en daarmee onze voedselvoorziening. Dierlijke mest en mest verwerkt tot organische meststoffen zijn ook belangrijke substituten voor kunstmest. Binnen Europa is er naast de aandacht

<sup>18</sup> 'Outlook of spatial biomass value chains in EU 28', BiomassPolicies (2015, page 228) – The energy potential that (theoretically) can be extracted from both liquid and solid animal manure in the Netherlands in 2020 is estimated at about 53 PJ. Intelligent Energy Europe co-funded project – <http://www.biomasspolicies.eu/>

<sup>19</sup> Markt voor Mest – update, innovatienetwerk, 2015

<http://www.innovatienetwerk.org/sitemanager/downloadattachment.php?id=654eWkSpzORBlyrDd3hk>

<sup>20</sup> Voor de landbouw is het doorgaans financieel aantrekkelijk om (lokale) dierlijke mest te blijven uitrijden, in plaats van het toepassen van groenbemesters bijv. op basis van digestaat, zelfs als de groenbemester milieu- en bodem-technisch gezien een beter product is. Voor landbouwbedrijven is het aanvoeren en uitrijden van groenbemesting veelal duurder dan wanneer mest wordt afgenomen. Voor gemengde bedrijven is de economische drempel vaak nog hoger omdat de kosten voor het afvoeren van 'eigen' mest daar nog bovenop kunnen komen.

<sup>21</sup> Hoewel bij een kleinere of grotere veestapel in absolute zin weliswaar de milieudruk binnen Nederland resp. kleiner of groter zal zijn, blijft het de uitdaging om de relatieve gecombineerde milieudruk per eenheid (per dier of ton mest) te minimaliseren.

<sup>22</sup> Bron: Met mest meer mogelijk, verschraving Europese bodem biedt kansen voor Nederlandse mest, ABN-AMRO, 2015

<http://nutrientplatform.us8.list-manage1.com/track/click?u=ce7f44a119baf7b9a884faaac&id=535c37699f&e=e3d379867d>

voor overbemesting, ook aandacht voor de verwachte toekomstige schaarste aan fosfaten<sup>23</sup> en de lage concentraties organische koolstof in bodems.

|                     | Fosfor | Stikstof |
|---------------------|--------|----------|
| Estland             | -8     | 27       |
| Bulgarije           | -5     | 14       |
| Italië              | -4     | 50       |
| Oostenrijk          | -3     | 20       |
| Roemenië            | -3     | -7       |
| Hongarije           | -2     | 34       |
| Tsjechië            | -2     | 75       |
| Zweden              | -1     | 38       |
| Litouwen            | -1     | 15       |
| Slowakije           | -1     | 31       |
| Letland             | 0      | 8        |
| Griekenland         | 0      | 59       |
| Luxemburg           | 1      | 86       |
| EU – 28             | 1      | 47       |
| Duitsland           | 1      | 83       |
| Frankrijk           | 1      | 50       |
| Ierland             | 2      | 38       |
| Portugal            | 2      | 17       |
| Polen               | 3      | 46       |
| Spanje              | 3      | 37       |
| Slovenië            | 4      | 51       |
| Finland             | 4      | 47       |
| Verenigd Koninkrijk | 4      | 64       |
| Denemarken          | 4      | 79       |
| België              | 5      | 117      |
| Nederland           | 9      | 167      |

**Tabel 3: Fosfor- en stikstofbalans van landbouwgrond in EU-28**

**Gemiddelde nutriëntenbalans 2008-2012 (gerangschikt op fosfaatbalans; eenheid kg/ha)**

Bron: ABN-AMRO, 2015/EUROSTAT, 2015.

De nutriëntenbalansen<sup>24</sup> van de verschillende EU-lidstaten laten zien dat er landen zijn met een behoorlijk fosfor overschot per hectare landbouwgrond, maar dat er ook veel landen zijn met een structureel tekort (Tabel 3). Voor wat betreft het aandeel dierlijke mest in de Europese fosforvoorziening, kan er gesproken worden van een onevenwichtige spreiding van nutriënten. Daarmee is het realiseren van een betere spreiding van (gerecyclede) mineralen in principe een

<sup>23</sup> Zie ook: 'Risks and Opportunities in the Global Phosphate Rock Market', M. de Ridder et al. 2012.

[http://www.phosphorusplatform.eu/images/download/HCSS\\_17\\_12\\_12\\_Phosphate.pdf](http://www.phosphorusplatform.eu/images/download/HCSS_17_12_12_Phosphate.pdf)

<sup>24</sup> "The gross nutrient balance represents the total potential threat to the environment of nitrogen and phosphorous surplus or deficit in agricultural soils. A lack of nitrogen or phosphorous causes degradation in soil fertility and an excess causes pollution and eutrophication. Manure and fertiliser introduce nitrogen and phosphorous to the soil while harvesting of crops, removal of residues and runoff remove nitrogen and phosphorous from the soil." Bron: Eurostat, 2015.

logistiek probleem, waarbij de distributiekosten per eenheid product sterk bepalend zijn voor de omvang van de markt voor gerecyclede organische meststoffen.<sup>25</sup>

Gezien de eindigheid van de makkelijk winbare mondiale fosfaatreserves zal het op den duur belangrijker worden om het efficiënter en duurzamer (her)gebruik van fosfaten te bevorderen.<sup>26,27</sup> Duurzaam hergebruik van fosfaten kan gerealiseerd worden door toepassing van (nieuwe) mestverwerkingstechnieken die het mogelijk maken om bepaalde organische mineralenconcentraten te produceren en op economische wijze over langere afstanden te transporteren.

Naast het hergebruiken van essentiële mineralen als fosfaten (P), stikstof (N) en kalium (K) is dierlijke mest ook een belangrijke bron van bodem organische (kool)stof (SOM of SOC).<sup>28</sup> Het organische (kool)stofgehalte in een groot deel van de Europese landbouwgronden is de laatste decennia sterk gedaald.<sup>29</sup> De gevolgen hiervan zijn (zie Box 1) onder andere een verminderde bodemvruchtbaarheid, een grotere kans op bodemerosie, een verminderde waterretentie van bodems en een toename van CO<sub>2</sub>-emissies uit landbouwgrond (als gevolg van verminderde koolstofvastlegging in bodems). Tot dusver heeft de EU (nog) geen akkoord kunnen sluiten over een Richtlijn over het beheer van de Europese bodemkwaliteit.<sup>30</sup> Hiervoor is reeds in 2006 een voorstel EU Richtlijn opgesteld welke (nog) niet in werking is getreden. Op dit vlak liggen er zeker economische kansen voor de Nederlandse landbouw om een rol van betekenis te gaan spelen op het gebied van de productie en levering van organische meststoffen.

Naast de negatieve milieueffecten kan er door markt en overheid veel gedaan worden om het mestbeheer te verduurzamen. De vraag is echter of het brede scala aan milieubeleid, met daaraan gekoppelde individuele milieudoelen, altijd de juiste signalen aan de markt geeft. Het komt namelijk regelmatig vaak voor dat het (politieke) zwaartepunt van het voor mestbeheer relevante beleid om de zoveel tijd op een ander milieudossier komt te liggen. Daarmee verschuift ook de aandacht en de urgentie naar een ander milieudossier. In Hoofdstuk 3 worden diverse verplichte of vrijwillige milieubeleidsdoelen die Nederland heeft ingevoerd weergegeven tezamen met de huidige realisatie ervan beschreven. Al de genoemde milieudoelen hebben een bepaalde relevantie voor het Nederlandse 'mestdossier'.

---

<sup>25</sup> Voor dierlijke mest en verwerkte mest wordt dit effect versterkt door het gegeven dat de nutriënten (N, P, K) in een bepaalde vaste samenstelling aanwezig zijn. Daardoor kan de afzetmarkt beperkt worden als het type mest niet afdoende past binnen de totale nutriëntenbehoefte in landbouw.

<sup>26</sup> 'Sustainable use of phosphorus', J.J. Schröder et al, 2010.

<sup>27</sup> [http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/phosphorus/sustainable\\_use\\_phosphorus.pdf](http://ec.europa.eu/environment/natres/pdf/phosphorus/sustainable_use_phosphorus.pdf)

<sup>28</sup> <http://www.wageningenur.nl/nl/show/Zonder-fosfaat-geen-voedsel.htm>

<sup>29</sup> Soil Organic Matter en Soil Organic Carbon.

<sup>30</sup> "Organic matter is a key component of soil, controlling many vital functions. Some 45% of soils in Europe have a low or very low organic matter content (0-2% organic carbon). This is particular evident in the soils of many southern European countries, but is also evident in parts of France, the United Kingdom, Germany, Norway and Belgium. [...] The soils of the EU-27 Member States are estimated to store between 73 and 79 billion tonnes of carbon."

Bron: 'The State of Soil in Europe', Joint Research Centre (2012)

<http://www.iec.cat/mapasols/DocuInteres/PDF/Llibre37.pdf>

<sup>30</sup> [http://ec.europa.eu/environment/soil/process\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/soil/process_en.htm)

---

**Box 1: Consequences of SOM decline<sup>31</sup>**

- *Release of greenhouse gases*
  - *Negative effects on biodiversity, including soil biodiversity*
  - *Reduced water infiltration due to changes in soil structure, hence higher flood risk*
  - *Reduced absorption of pollutants and increased water and air pollution*
  - *Increased erosion with the effects stated above such as:*
    - *Loss of fertile soil*
    - *Loss of soil fertility (i.e. due to disrupted nutrient cycles)*
    - *Damage to infrastructures due to excessive sediment load*
    - *Diffuse pollution of surface water*
    - *Negative effects on aquatic ecosystems and thereby biodiversity*
    - *Restrictions on land use and hindering future redevelopment and reducing the area of productive and valuable soil available for other activities (agricultural and forestry production, recreation etc.)*
- 

---

<sup>31</sup> Bron: COM(2006)231 final – ‘IMPACT ASSESSMENT OF THE THEMATIC STRATEGY ON SOIL PROTECTION’  
[http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/SEC\\_2006\\_620.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/soil/pdf/SEC_2006_620.pdf)

### 3 Relevante beleidsdoelen duurzaam mestbeheer in circulaire economie

Op het gebied van onder andere klimaat, luchtkwaliteit, hernieuwbare energie, en bodemgebruik is er veel Europees en nationaal beleid dat relevant is voor het produceren, beheren en gebruiken van dierlijke mest. Aan dat milieubeleid is vaak een nationale, sectorale of meer specifieke doelstelling gekoppeld. De doelen - en het monitoren daarvan - maakt het mogelijk om het effect van het beleid te kunnen bepalen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan kwantitatieve doelen ten aanzien van emissiereductie en sectorplafonds.

In de onderstaande paragrafen worden de binnenlandse doelen (en realisatie) op het gebied van **i)** niet CO<sub>2</sub> broeikasgassen in de landbouw, **ii)** hernieuwbare energie, **iii)** fosfaatexcretie, **iv)** ammoniakemissies in de landbouw besproken. Al deze beleidsdoelen en de daarmee gepaard gaande beleidsmaatregelen hebben zo hun eigen invloed op de productie en aanwending van dierlijke mest in Nederland.

De gedachte achter deze opsomming is dat het nastreven van de diverse afzonderlijke beleidsdoelen niet noodzakelijkerwijs zal leiden tot een optimale algehele milieuprestatie van het mestbeheer in Nederland. Het kan bijvoorbeeld voorkomen dat het terugdringen van een bepaalde emissie nadelig is voor de realisatie van een ander doel (onbedoelde neveneffecten of uitruil effecten). Zo richt de plicht tot mestverwerking ('mestverwerkingsplicht') zich primair op het 'wegwerken' van het fosfaatoverschot in Nederland, maar bevordert (en beloont) het niet prestaties ten aanzien van het terugdringen van CH<sub>4</sub> of NH<sub>3</sub> emissies. Met name daar liggen er kansen voor het milieubeleid om tegen lagere integrale kosten een betere totale milieuprestatie te realiseren (Hoofdstuk 5).

Een meer geïntegreerd milieubeleid ten aanzien van dierlijke mest biedt goede kansen om bijvoorbeeld *twee of meer (stront)vliegen in één klap te vangen*. Echter, de (politieke) realiteit laat soms zien dat wanneer een bepaald milieudoel op nationaal of sectoraal niveau al voortijdig is gerealiseerd, dat dan de prikkel en urgentie om nog verdergaande maatregelen te willen ondernemen wegvalt.<sup>32</sup> Het stellen van een nieuw, ambitieuzer milieudoel is dan niet de enige oplossing. Milieubeleid zal naar verwachting op termijn minder (kosten-)effectief zijn daar waar uiteindelijk de realisatie van doelen en de urgentie op de afzonderlijke beleidsdoelen niet synchroon met elkaar lopen. In een dergelijk scenario wordt het synergiepotentieel niet ten volle benut en komt dit ook niet de *integrale kosteneffectiviteit* van milieubeleid ten goede (Hoofdstuk 4 en 5).

#### 3.1 Methaan (CH<sub>4</sub>) emissies - nationaal

<sup>32</sup> Een belangrijke reden hiervoor kan zijn dat er een nadeel kan zijn voor een land of sector om niet nog voordat een nieuwe verplichtingenperiode in zal gaan al een te groot aandeel van het resterende reductiepotentieel te benutten. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn, wanneer zogenaamde 'early actions' achteraf gezien niet op de gewenste wijze gerealiseerd en daardoor niet als reductieprestatie opgevoerd kunnen worden.

Tabel 4 is afgeleid van het voorgestelde nationale doel CH<sub>4</sub>-emissies voor 2030. Dit doel is ontleend aan het voorstel voor een nieuwe Richtlijn Luchtkwaliteit (NEC-Richtlijn).<sup>33</sup> Deze richtlijn geeft voor het jaar 2030 een 33% reductie van CH<sub>4</sub> emissies ten opzichte van het emissieniveau in 2005.<sup>34</sup> Indien Nederland dit nationale doel voor 2030 (13,4 Mton CO<sub>2</sub>-eq.) zou moeten halen dan zal zeker de Nederlandse landbouw<sup>35</sup> een forse extra inspanning moeten leveren om de CH<sub>4</sub>-emissies terug te dringen. Deze opgave lijkt moeilijk te realiseren, zeker gezien het feit dat sinds 1990 de CH<sub>4</sub> emissies uit landbouw, maar beperkt zijn gedaald.

De CH<sub>4</sub> emissies uit landbouw worden voornamelijk veroorzaakt door pens fermentatie (ca. 2/3 deel) gevolgd door CH<sub>4</sub> emissies uit mestbeheer (ca. 1/3 deel). Pens fermentatie is een moeilijk (technisch en operationeel) te controleren proces, waarbij bijvoorbeeld door voeraanpassingen of middels additieven de CH<sub>4</sub> emissies teruggebracht kunnen worden.<sup>36</sup>

|                          | 1990      | 2005      | 2010      | 2014      | 2020 | 2030 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------|------|
| Doel                     | -         | -         | -         | -         | -    | 13,4 |
| Realisatie nationaal*    | 33        | 20        | 20        | 19        | -    | -    |
| <i>Aandeel landbouw*</i> | <i>15</i> | <i>12</i> | <i>12</i> | <i>13</i> |      |      |

**Tabel 4: Doel, realisatie en raming CH<sub>4</sub> emissies (in Mton CO<sub>2</sub>-eq.) - nationaal**

\*National Inventory Report, Netherlands (NIR), 2014 & [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)

Dit (voorgestelde) nationale CH<sub>4</sub>-doel is behoorlijk ambitieus, zeker gezien de forse toename van het aantal dieren in de melkveehouderij. Daarbij is de voorgestelde richtlijn en de daarin opgenomen doelen ook nog niet formeel in werking getreden. Deze voorstel Richtlijn, is eind 2015 aangenomen door het Europees Parlement, maar dient in 2016 nog door de Raad van de Europese Unie (Raad van Ministers) geloodst moet worden.

Tot op heden was en is er op nationaal niveau geen officiële (en bindende) nationale doelstelling (of emissieplafond) specifiek voor het terugdringen CH<sub>4</sub> emissies. Wel heeft de Nederlandse overheid in EU verband een meer bredere bindende nationale doelstelling voor broeikasgasemissies (zoals CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O) voor niet ETS-sectoren (-16% in 2020 t.o.v. 2005 emissies) als onderdeel van de Europese 'Effort Sharing Decision'.<sup>37</sup> Daarnaast hanteert de Nederlandse overheid ook een sectorplafond voor

<sup>33</sup> [http://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air\\_policy.htm](http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm)

<sup>34</sup> De voorstel NEC Richtlijn, met daarin nieuwe nationale emissiedoelen voor NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> en NMVOC emissies is aangenomen na een stemming in het Europees Parlement (EP) op 28-10-2015. Er was veel discussie over of CH<sub>4</sub> emissies wel opgenomen moeten worden in deze richtlijn omdat deze categorie emissies ook al valt onder klimaatbeleid. Daarnaast was er twijfel of het NH<sub>3</sub> emissiedoel met name voor landbouw niet te hoog gegrepen zou zijn en grote economische schade zou kunnen aanrichten. Het voorstel tot een Richtlijn zal nu nog door de Raad van Ministers (Raad van de Europese Unie) behandeld en aangenomen moeten worden alvorens deze wetgeving van kracht zal zijn. De kans is aanwezig dat dit tijdens het Nederlands voorzitterschap van de Raad van de Europese Unie in (eerste helft 2016) zijn beslag kan krijgen.

<sup>35</sup> [http://www.euractiv.com/sites/default/files/cc158362en1\\_5.pdf](http://www.euractiv.com/sites/default/files/cc158362en1_5.pdf)

<sup>36</sup> Ook hier zal bijvoorbeeld in de optimalisatie gezocht moeten worden naar maatregelen die niet alleen zorgen voor een lagere methaanemissie, maar ook zorgt voor een verlaging van de fosfaat/stikstofexcretie en ammoniakemissies.

Zie: [http://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/829-Fosfaatbroeikasgassen\\_ammoniakmvh.pdf](http://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/829-Fosfaatbroeikasgassen_ammoniakmvh.pdf)

<sup>37</sup> [http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/effort/index_en.htm)

niet CO<sub>2</sub>-emissies in de sector landbouw (zie paragraaf 3.2 voor landbouw). Dit sectorplafond vloeit voort uit het Schoon en Zuinig programma als onderdeel van het Agroconvenant.<sup>38</sup>

## 3.2 Niet CO<sub>2</sub>-emissies (CH<sub>4</sub> & N<sub>2</sub>O) in landbouw

Tabel 5 geeft het sectorplafond voor niet-CO<sub>2</sub> emissies uit landbouw weer (16 Mton CO<sub>2</sub>-eq.). Afgezet tegen de 2014 emissiecijfers (19 Mton CO<sub>2</sub>-eq.), is er de noodzaak om nog voor 2020 de uitstoot van N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> emissies uit landbouw met nog ca. 3 Mton CO<sub>2</sub>-eq. terug te dringen. Omdat de N<sub>2</sub>O emissies al sinds 2010 nagenoeg gelijk zijn gebleven en de CH<sub>4</sub> emissies zelfs weer licht stijgen zal het nog een behoorlijke uitdaging worden om dit sectordoel te halen.

|                              | 1990 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2020  | 2030 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| Doel (sectorplafond)         | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 16,0* | -    |
| Realisatie (NIR)             | 22,5 | 16,6 | 16,2 | 18,0 | 18,3 | 19** | -     | -    |
| Realisatie CH <sub>4</sub>   | 15   | 12   | -    | 12,2 | 12,5 | 13   |       |      |
| Realisatie N <sub>2</sub> O  | 10   | 6    | -    | 5,7  | 5,7  | 6    |       |      |
| Raming – Non-CO <sub>2</sub> | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 15,8  | 15,2 |
| Raming CH <sub>4</sub>       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 9,0   | 8,5  |
| Raming N <sub>2</sub> O      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | 6,8   | 6,7  |

**Tabel 5: Doel, realisatie en ramingen niet CO<sub>2</sub>-emissies landbouw Nederland (in Mton CO<sub>2</sub>-eq.)**

\*Bron: Verdonk, M. & W. Wetzels (2012), *Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

\*\* [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)

Vanwege de forse toename van de melk- en mestproductie in 2013-2015 zal het mestoverschot en daarmee gepaard gaande broeikasgasemissies ook toenemen. Deze toename kan op termijn, mogelijk (deels) gecompenseerd (tenietgedaan) worden door een afname van dieren aantallen in Nederland, mogelijk als gevolg van faillissementen en/of saneringen.<sup>39</sup> Het huidige emissieniveau van N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> emissies ten opzichte van het sectordoel, maar ook de PBL-ramingen (Tabel A3) laten echter zien dat er nog een forse opgave ligt om de N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> emissies terug te dringen.

De vraag is echter of naleving van de klimaatdoelen van het Agroconvenant ook door de tekenende partijen afgedwongen zal gaan worden. Dit lijkt onwaarschijnlijk, temeer omdat Nederland haar nationaal en bovendien Europees bindende klimaatdoelen voor 2020 (-16% t.o.v. 2005) eenvoudig zal gaan halen (in 2014 lagen de niet ETS-emissies 35% lager t.o.v. 2005). Het is daarmee (nog) onzeker of er de komende jaren voldoende beleidsdruk en/of politieke urgentie zal bestaan voor aanvullend en ambitieus klimaatbeleid in landbouw. De recente gerechtelijke uitspraak in de klimaatzaak 'Urgenda-Nederlandse Staat'<sup>40</sup> en de tijdens de COP-21 gemaakte internationale klimaatafspraken in Parijs<sup>41</sup>

<sup>38</sup>

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Convenant%20Schone%20en%20Zuinige%20Agrosectoren%20Agroconvenant.pdf>

<http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/groene-economie/agrosectoren>

<sup>39</sup> <http://www.boerderij.nl/Varkenshouderij/Achtergrond/2015/6/Mestmarkt-moet-zich-zetten-1778111W/>

<http://www.nrcq.nl/2015/09/07/steeds-meer-varkensboeren-in-financiele-problemen>

<sup>40</sup> <http://www.urgenda.nl/themas/klimaat-en-energie/klimaatzaak/>

<sup>41</sup> <https://unfccc.int/resource/docs/2015/cop21/eng/l09.pdf>



bieden mogelijk de juiste voedingsbodem voor het verder aanscherpen van de nationale klimaatambities, zeker voor de periode na 2020.

### Discussie: Waarom methaan?

Methaan behoort tot de groep zogenaamde 'Short-Lived Climate Pollutants' of SLCPs. SLCPs zijn emissies die een zeer sterke bijdrage leveren aan de opwarming van de aarde (hoge 'global warming potential'). SLCPs dragen voor ongeveer 40% bij aan de huidige opwarming van de aarde. Het grote 'voordeel' van SLCPs is dat zij al binnen een relatief korte tijd worden afgebroken in de atmosfeer (van paar dagen tot 15 jaar). Reductie van SLCP-emissies kan ervoor zorgen dat er in een versneld tempo een temperatuurstijging van 0,6 °C kan worden vermeden tegen het jaar 2050.<sup>42,43</sup> Dat is essentieel om beneden een maximale temperatuurstijging van 2°C te blijven.<sup>44</sup>

### Discussie: Terugdringen CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O emissies landbouw

Voor de landbouw lijkt het inzetten op mestvergisting als maatregel om de methaanemissies uit mestopslag terug te dringen op korte termijn een veelbelovende en technisch haalbare optie. Het terugdringen van het aantal dieren in de veehouderij lijkt daarbij moeilijker realiseerbaar. In de eerste plaats omdat de melkveehouderij in de afgelopen jaren juist fors heeft geïnvesteerd in uitbreidingen van de capaciteit. Daarnaast is het ook allerm minst zeker, dat een afname van dieraantallen in Nederland niet zal leiden tot een toename van de dieraantallen elders. In dat geval worden de milieuproblemen verplaatst naar een andere regio.

Voor de uitrol van mestvergisting in Nederland zelf zijn er echter ook nog een aantal forse uitdagingen. Zo is bijvoorbeeld de financieel-economische positie van de veehouderij in Nederland in de afgelopen periode verslechterd (lage melk en vleesprijzen). Dit maakt het moeilijker om de nodige investeringen in mestvergisting te kunnen doen (Hoofdstuk 2). De Rabobank geeft in haar kwartaalbericht zuivel<sup>45</sup> aan dat de liquiditeitspositie van de melkveehouderij onder druk staat. Ook schat de Rabobank in dat er momenteel weinig zicht op herstel is van de Europese varkensmarkt.<sup>46</sup> Binnen Nederland pleit de Producenten Organisatie Varkenshouderij (POV) in een recent naar buiten gebracht adviesrapport (opgesteld onder leiding van oud-minister Uri Rosenthal<sup>47</sup>) voor verregaande samenwerking tussen varkenshouders om een 'ineenstorting' van deze sector te voorkomen.

Gezien het bovenstaande is het maar zeer de vraag of vastgesteld en voorgenomen milieubeleid, ook zal resulteren in het juiste niveau van investeringen in mestvergisting. Daarmee staat ook realisatie van de klimaat- en energiedoelen onder druk. Mestvergisting in combinatie met nutriëntenrecycling lijkt een veelbelovende optie voor het duurzamer beheren en verwerken van dierlijke mest. Echter,

<sup>42</sup> <http://www.igsd.org/cop21-update-focus-on-short-lived-climate-pollutants/>

<sup>43</sup> <http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/briefings/PolicyNote-SLCPs.pdf>

<sup>44</sup> <http://www.unep.org/newscentre/Default.aspx?DocumentID=26856&ArticleID=35628&l=en>

<sup>45</sup>

[https://www.rabobank.nl/images/pdf\\_p437\\_rabobank\\_kwartaalbericht\\_zuivel\\_q3\\_2015\\_def\\_beveiligd\\_29763\\_296.pdf](https://www.rabobank.nl/images/pdf_p437_rabobank_kwartaalbericht_zuivel_q3_2015_def_beveiligd_29763_296.pdf)

<sup>46</sup> [https://www.rabobank.nl/images/Rabobank\\_Kwartaalbericht\\_Varkens\\_Q4-2015.PDF?ra\\_locationbar=yes](https://www.rabobank.nl/images/Rabobank_Kwartaalbericht_Varkens_Q4-2015.PDF?ra_locationbar=yes)

<sup>47</sup> <http://nos.nl/artikel/2065387-advies-samenwerking-moet-instorten-varkenssector-voorkomen.html>



om dit soort projecten op voldoende schaal uit te rollen (Hoofdstuk 4) is er een goed integraal pakket aan stimulerende maatregelen nodig (zie hoofdstuk 5). Daarnaast zal vanuit de sector zelf een verregaande mate van samenwerking nodig zijn om op dit dossier een duurzame doorbraak te forceren.

Vanuit het beleid kan bijvoorbeeld op korte termijn al binnen de context van het Interdepartementaal Beleidsonderzoek 'Effectiviteit CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen'<sup>48</sup> al meer in detail gekeken kunnen worden naar de klimateffectiviteit van mestvergisting (zie Annex II), evenals de kosteneffectiviteit ervan ten opzichte van andere hernieuwbare energieopties (zie Hoofdstuk 5). Als aanvulling daarop zou men ook kunnen kijken naar de maatschappelijke kosten en baten van gecombineerde mestvergisting en – verwerking ten aanzien van het hergebruik van mineralen, organische stof, terugdringen van ammoniakemissies.

### 3.3 Hernieuwbare energie

Tabel 6 geeft de Nederlandse (tussen)doelen weer ten aanzien van het aandeel hernieuwbare energie in het finale eindverbruik. Recente ramingen van de Algemene Rekenkamer (2015)<sup>49</sup> geven aan dat de voor 2020 en 2023 gestelde doelen mogelijk niet gehaald gaan worden. Om deze doelen alsnog te realiseren adviseert de Algemene Rekenkamer aanvullende beleidsmaatregelen te nemen. Dergelijk aanvullend beleid zou zich onder meer kunnen richten op mestvergisting. Probleem is echter dat (mono)mestvergisting doorgaans niet de goedkoopste oplossing is (in termen van EUR per MJ) om hernieuwbare energie te produceren (Hoofdstuk 5).

Wel kan mestvergisting in combinatie met mestverwerking extra 'winst' opleveren ten aanzien van andere milieudoelen<sup>50</sup>, zodat daarmee de *integrale kosteneffectiviteit* van mestvergisting ook toeneemt.<sup>51</sup> Bovendien is er een fors technisch energiepotentieel voor mestvergisting in Nederland (53 PJ energie tot 2020)<sup>52</sup> dat nu grotendeels niet wordt benut.

<sup>48</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2015/09/01/kabinet-begint-met-uitvoering-urgenda-vonnissen-gaat-in-hoger-beroep>

<sup>49</sup> [http://www.rekenkamer.nl/Publicaties/Onderzoeksrapporten/Introducties/2015/04/Stimulering\\_van\\_duurzame\\_energieproductie\\_SDE](http://www.rekenkamer.nl/Publicaties/Onderzoeksrapporten/Introducties/2015/04/Stimulering_van_duurzame_energieproductie_SDE)

<sup>50</sup> Diverse studies laten zien dat mestvergisting en mestverwerking ook (kunnen) resulteren in een aanzienlijke reductie van NH<sub>3</sub>-emissies oplopend tot ca. -90%.

[https://www.publicspaceinfo.nl/media/uploads/files/ALTERRA\\_2006\\_0001.pdf](https://www.publicspaceinfo.nl/media/uploads/files/ALTERRA_2006_0001.pdf)

[http://www.overijssel.nl/publish/pages/89130/btg\\_alterra\\_studie\\_mestvergisting\\_eindversie\\_integraal\\_juli\\_2013.pdf](http://www.overijssel.nl/publish/pages/89130/btg_alterra_studie_mestvergisting_eindversie_integraal_juli_2013.pdf)

<sup>51</sup> BIOTEAM, 2015 – 'Improving the Cost-Benefit Ratio of Large-Scale Mono Manure Digestion in the Netherlands' – Article in Joint Implementation Quarterly, 2015 (p.11-14) –

[http://jiqweb.org/images/stories/mifiles/jiq\\_issues/2015july.pdf](http://jiqweb.org/images/stories/mifiles/jiq_issues/2015july.pdf).

<sup>52</sup> 'Outlook of spatial biomass value chains in EU 28', BiomassPolicies (2015, page 228) – The energy potential that (theoretically) can be extracted from both liquid and solid animal manure in the Netherlands in 2020 is estimated at about 53 PJ. Intelligent Energy Europe co-funded project – <http://www.biomasspolicies.eu/>

|                   | 2014    | 2020  | 2023  | 2030     |
|-------------------|---------|-------|-------|----------|
| <b>Doel</b>       | -       | 14%*  | 16%** | 27% (EU) |
| <b>Realisatie</b> | 5,8%*** | -     | -     | -        |
| <b>Raming****</b> | -       | 12,4% | 15,1% | -        |

**Tabel: 6: Doel, realisatie en raming hernieuwbare energie in Nederland**

\*Bron: Richtlijn Hernieuwbare Energie

\*\* Bron: Energieakkoord

\*\*\*Bron: CBS, 2015

\*\*\*\*Bron: Algemene Rekenkamer, 2015<sup>53</sup>

### Discussie: bijdrage mestvergisting aan hernieuwbare energieproductie

Ten aanzien van mest (co-)vergisting geeft de Algemene Rekenkamer (2015) aan dat binnen de SDE+ vergistingsinstallaties een sterke 'onderproductie' laten zien ten opzichte van de verwachte energieopbrengsten (ca. -45%). In meer algemene zin valt op te merken dat de SDE+ regeling niet de verwachte resultaten levert.<sup>54</sup> Daar komt bij dat mono-mestvergisting, qua kostprijs, vaak niet concurrerend is ten opzichte van een belangrijk aantal andere hernieuwbare energie-opties.

Binnen de huidige opzet van de SDE+ regeling, waarin de subsidiegelden geveild worden (via 'competitive bidding'), lopen dit soort mestvergisting en -verwerkingsprojecten het risico om pas aanspraak op de SDE+ gelden te kunnen maken wanneer het budget al op is. Het vergisten van mest met als hoofddoel het op de meest kosteneffectieve wijze produceren van hernieuwbare energieproductie is dan ook niet realistisch. De intrinsiek lage energiedichtheid van mest zorgt ervoor dat deze optie niet 'kosteneffectief' is volgens de huidige SDE+ definitie. Daar gaat het in beginsel het produceren van hernieuwbare energie tegen de laagst mogelijke kosten (EUR/kWh) en bijvoorbeeld niet de laagste kosten per ton CO<sub>2</sub>-eq. of per ton NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, P reductie (zie Hoofdstuk 5.3). Zouden we de kosteneffectiviteit van mestvergisting relateren aan de netto klimaatwinst dan blijkt mono mestvergisting aanzienlijk concurrerender te zijn in vergelijking met andere hernieuwbare energieopties (zie Hoofdstuk 5.2).

## 3.4 Fosfaatexcretie

Tabel 7 geeft de nationale en sectorale (melkveehouderij) fosfaatproductie-plafonds weer. Nederland dient als geheel de fosfaatexcretie uit de veehouderij te beperken om zodoende het recht op derogatie binnen het kader van de EU Nitraatrichtlijn<sup>55</sup> te behouden.

<sup>53</sup>

[http://www.courtofaudit.nl/english/Publications/Audits/Introductions/2015/04/Promoting\\_sustainable\\_energy\\_production\\_in\\_the\\_Netherlands](http://www.courtofaudit.nl/english/Publications/Audits/Introductions/2015/04/Promoting_sustainable_energy_production_in_the_Netherlands)

<sup>54</sup> "The SDE+ scheme will probably produce less energy from renewable sources than the government had originally thought. The grants provided by the Ministry of Economic Affairs (EZ) each year for the development of wind farms, hydroelectric power stations, geothermal pumps, biomass digesters and the like are too low. On paper, the budget is sufficient to achieve the policy goals for 2020 and 2023 but it takes no account of practical factors. SDE+ projects frequently suffer setbacks or delays. Furthermore, once the projects are in operation, on average they produce 26% less energy than theoretically possible on paper, sometimes because of technical problems, sometimes because of lack of biomass."

<sup>55</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31991L0676>

|                                          | 2014  | 2015  | 2016  | 2017  |
|------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Doel (plafond) – nationaal*              | 172,9 | 172,9 | 172,9 | 172,9 |
| Realisatie – nationaal**                 | 172,3 | 176,3 | -     | -     |
| Doel (plafond) – melkveehouderij*        | 84,9  | 84,9  | 84,9  | 84,9  |
| Realisatie (plafond) – melkveehouderij** | 86,1  | -     | -     | -     |

**Tabel: 7 Doelen en realisatie fosfaatproductieplafonds Nederland (in mln. kg.)**

\*Bron: Kamerbrief Productie begrenzende maatregelen in de melkveehouderij

\*\*Bron: CBS, 2015/2016

Het 2015 excretieniveau laat zien dat er op korte termijn aanvullende beleidsmaatregelen nodig zullen zijn om de derogatie voor Nederland te kunnen behouden. Reeds in 2014, is de melkveehouderij door het sectorale fosfaatplafond geschoten. Als gevolg daarvan wordt waarschijnlijk in 2016 een systeem van verhandelbare fosfaatproductierechten ingevoerd.<sup>56</sup>

Hoewel mestvergisting in de Kamerbrief 'Productie begrenzende maatregelen in de melkveehouderij' niet expliciet genoemd wordt als techniek/maatregel voor het verwerken van dierlijke mest<sup>57</sup>, biedt mestvergisting wel mogelijkheden voor het energieneutraal verwerken van het huidige fosfaatoverschot en het terugdringen van methaanemissies uit mestopslag.

### Discussie: Rol mestvergisting bij mestverwerking in Nederland

In de Nederlandse veehouderij dienen sinds 1 januari 2014 de bedrijfsspecifieke mestoverschotten (fosfaat – stikstof) verplicht<sup>58</sup> verwerkt te worden. Mest co-vergisting maakt slechts een beperkt deel uit van de huidige mix aan mestverwerkingstechnologieën.<sup>59</sup> Daarmee draagt de mestverwerkingsplicht slechts in beperkte mate actief bij aan het terugdringen van CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag.<sup>60</sup> Bij conventionele mestverwerking is er vrijwel geen technische noodzaak of economische prikkel om (dag)verse mest te verwerken. Dit in tegenstelling tot mestverwerkingsinstallaties met voorgeschakelde mestvergisting. Dit soort installaties kunnen het energie- en klimaatrendement fors verhogen door de mest zo vers mogelijk mest te vergisten. Daarbij geldt het adagium, des te korter de

<sup>56</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/kamerstukken/2015/07/02/kamerbrief-productiebegrenzende-maatregelen-in-de-melkveehouderij>

<sup>57</sup> De brief refereert aan het verhogen van de bedrijfsspecifieke fosfaat efficiëntie en/of het inkopen van fosfaatproductierechten van andere partijen om zodoende 'ontwikkelruimte' te kunnen verdienen.

<sup>58</sup> <https://zoek.officiëlebezoekingen.nl/stb-2013-576.html>

<sup>59</sup> "Opvallend is dat de vijzelpers en co-vergisting relatief minder vaak in de planning van nieuwe installaties en uitbreidingen zijn meegenomen in vergelijking tot de operationele installaties. Projecten in ontwikkeling zijn vaker van plan om een zeefbandpers, monovergisting, filtratie, indamping en omgekeerde osmose toe te passen."

Bron: 'Landelijke inventarisatie mestverwerkingscapaciteit', Bureau Mest Afzet, september 2015.

<http://dms.cumela.nl/getdoc.aspx?id=9690&no=5>

<sup>60</sup> "Het aandeel mestscheiding met een decanter/centrifuge is toegenomen van ca. 25% naar 35 tot 40%.

Eenzelfde beweging is er ook te zien bij de techniek hygiëniseren, deze stijgt van 45% naar ruim 50%. Deze trend zal zich naar verwachting verder doorzetten, aangezien het de meest laagdrempelige en technologisch bewezen technologie is om tot export van fosfaat te komen. Bij de techniek omgekeerde osmose stijgt het aandeel in de geplande installaties van ruim 30% naar bijna 40%."

Bron: BMA, 2015

verblijftijd van dierlijke mest in de opslag, des te hoger de energieopbrengst en des te lager de methaanemissies (zie Annex II).

Als gevolg van het mestoverschot en de beschikbaarheid van dierlijke mest tegen negatieve prijzen voor akkerbouw is er vrijwel geen (binnenlandse) vraag naar organische meststoffen. Deze situatie remt de ontwikkeling van de productie van hoogwaardige organische meststoffen en vertraagd daarmee ook de transitie naar een meer duurzaam mest- en bodembeheer in de akkerbouw. De huidige mestverwerkingsplicht zorgt er voornamelijk voor dat een deel van het fosfaatoverschot naar het buitenland wordt geëxporteerd. De verwachting is dat het mestoverschot in Nederland de komende jaren zal toenemen gezien afnemende binnenlandse plaatsingsruimte en de toename van de mestproductie. We zien nu al dat de percentages verplicht te verwerken overschotmest elk jaar toenemen.<sup>61</sup> De vraag is echter of op termijn de Nederlandse bodemvruchtbaarheid ook gebaat is bij het structureel verwerken en afvoeren van bepaalde bedrijfsspecifieke fosfaat (en/of stikstof) overschotten. Met de afvoer van fosfaat, zullen ook stikstof, bodemorganische (kool)stof (SOM) en kalium afgevoerd worden. Eventuele tekorten ten aanzien van dat soort nutriënten dienen vervolgens op een andere wijze weer aangevuld te worden.

*“We kennen in Nederland voor grasland en maïsland zogenaamde stikstof- en fosfaat-gebruiksnormen. Rundveemest heeft een bepaalde verhouding stikstof/fosfaat. In de praktijk blijft in veel gevallen wat fosfaatruimte over bij de toepassing van rundveedrijfmest, terwijl de stikstofruimte is benut. Voor de optimale bemesting en gewasopbrengsten werd dan vaak wat fosfaatkunstmest bijgegeven.”<sup>62</sup>*

Een combinatie van marktfactoren, zoals de samenstelling en het prijsniveau van dierlijke mest, de gebruiksnormen voor stikstof-fosfaat, de kosten van kunstmest en organische meststoffen zullen uiteindelijk een belangrijke invloed hebben op de kwaliteit en vruchtbaarheid van de Nederlandse landbouwgronden. Zolang de akkerbouw de beschikking heeft over een zeer goedkope vorm van bemesting, zal de binnenlandse vraag naar hoogwaardige organische meststoffen beperkt blijven. Daarbij is het voor mest be- en verwerking van belang om de juiste organische meststoffen te produceren die een toegevoegde waarde bieden boven kunstmest (extra organische stof?) en een betere technische (geoptimaliseerde N, P, K verhoudingen) en milieuprestatie (lagere milieubelasting) levert dan dierlijke mest.

De lagere gebruiksnormen, de mestverwerkingsplicht en een eventuele inkrimping van de veestapel kan op termijn zorgen voor evenwicht op de Nederlandse mestmarkt. Als een evenwicht (of tekort) is bereikt zal de akkerbouw uiteindelijk misschien zelfs moeten betalen voor het afnemen van dierlijke mest. Op dat moment zullen de marktomstandigheden voor organische meststoffen in Nederland beter worden. Echter dan is het de vraag of de infrastructuur van de mestverwerkingssector in Nederland er voldoende op gericht is om met de juiste type/samenstelling organische meststoffen ook de binnenlandse markt op de juiste manier te bedienen. Daar ligt ook een direct belang voor de akkerbouw t.a.v. het op lange termijn zeker stellen van een concurrerend aanbod van meststoffen.

<sup>61</sup> <https://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Advies-over-percentages-voor-mestverwerking-in-2016-.htm>

<sup>62</sup> <http://www.lltb.nl/nieuwsberichten/website/2014/04/lto-witheet-over-verbod-kunstmest-fosfaat>

Voor een soepele transitie van een mestmarkt gebaseerd op overschot drijfmest naar een markt waarin een fors hoger aandeel organische meststoffen wordt toegepast is het van belang dat de juiste investeringen in mestverwerking worden gedaan. Voorkomen moet worden dat door specifiek te sturen op één of twee ‘probleem-mineralen’ er geen ongewenste neveneffecten kunnen ontstaan, zoals een toename in het gebruik van bepaalde soorten kunstmest of het ontstaan van regionale tekorten (bijv. SOC, N, P, K).

Omdat er bij conventionele mestverwerking geen directe prikkel is om (dag)verse mest te verwerken is het de vraag of mestverwerking daarmee ook een bijdraagt aan het terugdringen van methaan emissies uit mestopslagen. Het aandeel mono-mest en co-vergisting in de huidige markt voor mestverwerking is momenteel nog beperkt. Gevolg daarvan is dat er vrijwel geen methaan wordt afgevangen. Immers de mestverwerkingsplicht stuurt primair op het wegwerken van bedrijfsspecifieke overschotten van fosfaat en stikstof en niet op het terugdringen van methaan (of andere emissies). Door afvang van methaan uit mest ontstaat er de mogelijkheid om ‘energieneutraal’ of zelfs ‘energiepositief’ mest te kunnen verwerken.<sup>63</sup>

### 3.5 Ammoniakemissies

Tabel 8 geeft de ‘oude’ en ‘nieuwe’ ammoniak emissieplafonds weer. Deze doelen zijn afgeleid van Richtlijn 2001/81/EG inzake nationale emissieplafonds voor bepaalde luchtverontreinigende stoffen (National Emission Ceilings; NEC)<sup>64</sup> en het voorstel voor een nieuwe NEC Richtlijn<sup>65</sup> dat nog (Januari, 2016) niet formeel van kracht is.<sup>66</sup> De doelen voor 2020 en 2030 zijn afgeleid uit de bijlagen van het voorstel NEC Richtlijn en vertegenwoordigen een reductie van de totale nationale NH<sub>3</sub> emissies van respectievelijk -13% en -25% ten opzichte van het 2005 emissieniveau.

De ramingen door Verdonk en Wetzels (2012) geven aan dat op basis van bestaand en voorgenomen beleid de NH<sub>3</sub> emissies gestaag zullen afnemen tot (110 kt raming in 2030) een niveau ruim beneden de voorgestelde ‘nieuwe’ NEC-doelen (tegen 120 kt doel). Wat opvalt is dat er in de ramingen van uit wordt gegaan dat de totale nationale NH<sub>3</sub> emissies voor 2010 op 122 kt liggen, terwijl dit in datzelfde jaar in werkelijkheid op 144 kt NH<sub>3</sub> lag.<sup>67</sup> Uitgaande van het 2014 emissieniveau (138 kt) dan dienen de totale NH<sub>3</sub> emissies nog met ca. 21% te dalen om de 2020 raming (109 kt) te realiseren. Als we

<sup>63</sup> Het energieverbruik van mestverwerking kan – afhankelijk van de gebruikte techniek – fors oplopen.

<sup>64</sup> <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:309:0022:0030:NL:PDF>

<sup>65</sup> COM(2013) 920 final, Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants and amending Directive 2003/35/EC, Brussels, 18.12.2013

<sup>66</sup> De voorstel NEC Richtlijn, met daarin nieuwe nationale emissiedoelen voor NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>2,5</sub>, SO<sub>2</sub> en NMVOC-emissies is aangenomen na een stemming in het Europees Parlement (EP) op 28-10-2015. Er was veel discussie over of CH<sub>4</sub> emissies wel opgenomen moeten worden in deze richtlijn omdat deze categorie emissies ook al valt onder klimaatbeleid. Daarnaast was er twijfel of het NH<sub>3</sub> emissiedoel met name voor landbouw niet te hoog gegrepen zou zijn en grote economische schade zou kunnen aanrichten. Het voorstel tot een Richtlijn zal nu nog door de Raad van Ministers (Raad van de Europese Unie) behandeld en aangenomen moeten worden alvorens deze wetgeving van kracht zal zijn. De kans bestaat dat dit dossier tijdens het Nederlands voorzitterschap van de Raad van de Europese Unie in 2016 behandeld zal worden.

<sup>67</sup> Bron: Emissieregistratie, 2015 - <http://emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/international/nec.aspx>

daarentegen de 2014 realisatie (138 kt) afzetten tegen het nieuwe in het NEC voorgestelde ammoniak doel van -13% t.o.v. 2005 emissies voor 2020 (139 kt), dan is er tot die tijd nog ruimte voor een lichte stijging in de nationale ammoniakemissies.

|                                        | 2005 | 2010  | 2013 | 2014 | 2020                | 2030 |
|----------------------------------------|------|-------|------|------|---------------------|------|
| <b>Doel – ‘oud’ 2010 plafond (NEC)</b> | -    | 128   |      |      |                     |      |
| <b>Doel - ‘nieuw’ voorstel NEC</b>     | -    | -     | -    | -    | 139,2 <sup>68</sup> | 120  |
| <b>Realisatie (nationaal)*</b>         | 160  | 144   | 134  | 138  |                     |      |
| <b>Realisatie (aandeel landbouw)</b>   | 137  | 124   | 112  | 117  |                     |      |
| <b>Raming** (nationaal)</b>            |      | 122   |      |      | 109                 | 110  |
| <b>Raming (aandeel landbouw)</b>       |      | 105,2 |      |      | 92,4                | 92,7 |

**Tabel 8: Doel, realisatie en raming NH<sub>3</sub> emissies nationaal en landbouw Nederland (in kiloton; kt)**

\*Emissieregistratie.nl, 2015

\*\*Bron: Verdonk, M. & W. Wetzels (2012), *Referentieraming energie en emissies: actualisatie 2012. Energie en emissies in de jaren 2012, 2020 en 2030*, Den Haag: Planbureau voor de Leefomgeving.

Zeker in de landbouw en dan met name op die momenten wanneer er geïnvesteerd wordt of gaat worden in nieuwe stallen, mestverwerking en/of mestvergisting kan het voordelig zijn om binnen de investering ook te proberen de ammoniakemissies zo ver mogelijk terug te dringen. Voor het halen van de nationale doelstelling voor NH<sub>3</sub> emissies is het dus nog de vraag of er uiteindelijk extra beleidsinspanningen nodig zullen zijn om de voorgestelde doelen in de nieuwe NEC-richtlijn voor 2020 en 2030 te realiseren.

### 3.6 Milieudoelen relevant voor duurzaam mestbeheer in Nederland

De voorgaande paragrafen geven aan dat er binnen het Nederlandse milieubeleid diverse (bindende) doelstellingen die relevant zijn voor een duurzamer mestbeheer. Emissiearme stalsystemen, verbeterde (of verkorte) mestopslag, de productie van biogas en/of de verwerking van overschotmest behoren onder andere tot het palet aan maatregelen die genomen kunnen worden voor het nastreven van één of meerdere milieudoelen. De productie van biogas op basis van dierlijke mest draagt direct bij aan het hernieuwbare energie doel en het terugdringen van emissies (broeikasgassen, ammoniak). Mestverwerking levert daarbij een bijdrage aan het afvoeren van het fosfaat (en stikstof) overschot.

De milieudoelen komen voort uit diverse gemaakte (bindende) afspraken op sectoraal, nationaal of Europees niveau. Tabel 9 geeft een overzicht van de huidige stand van zaken t.a.v. realisatie van de milieudoelen. Voor een aantal milieudoelen is sprake van een ongunstige trend, waardoor het moeilijker zal worden om het betreffende milieudoel te halen. Dit geldt bijvoorbeeld voor de doelen ten aanzien van ammoniakemissie, fosfaatexcretie, de niet CO<sub>2</sub>-emissies in landbouw en de nationale methaan emissies. Bij het nationale doel voor hernieuwbare energie en het niet ETS-doel voor broeikasgassen is er sprake van een gunstige trend.

<sup>68</sup> *Opmerking:* Het is opmerkelijk dat een ‘oud’ nationaal NH<sub>3</sub> plafond van 128 kt in 2010 fors lager ligt dan het berekende ‘nieuwe’ plafond van 139 kt, dat gebaseerd is op een reductie van -13% ten opzichte van het 2005 NH<sub>3</sub> emissieniveau voorgesteld wordt.

|                                                                                | Basis<br>Jaar       | 2013                | 2014                | Realisatie<br>t.o.v. doel | 2020<br>doel | 2030<br>doel | Afspraak                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|--------------|--------------|----------------------------------------------------|
| Hernieuwbare energie (% in<br>bruto finaal energieverbruik)                    | -                   | 4,8                 | 5,6                 | 5,60%                     | 14%          | -            | Richtlijn<br>Hernieuwbare<br>energie <sup>69</sup> |
| Broeikasgassen nationaal -<br>Niet-ETS (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)             | 132,9<br>(2005<br>) | 109                 | 97,9                | -35%                      | -16%         | -            | Effort Sharing<br>Decision <sup>70</sup>           |
| Ammoniakemissies<br>(kton)                                                     | 182<br>(2005<br>)   | 134                 | 138                 | -10%                      | -13%         | -25%         | Clean Air Policy<br>Package <sup>71</sup>          |
| Methaan emissies –<br>nationaal (Mton CO <sub>2</sub> -eq.)                    | 20<br>(2005<br>)    | 19                  | 19                  | -5%                       | -            | -33%         | Clean Air Policy<br>Package                        |
| Fosfaatplafond – nationaal<br>(mln. kg P)                                      | 172,9<br>(2002<br>) | 171,7<br>(2014<br>) | 176,3<br>(2015<br>) | 2%                        | 0%           | -            | Nitraat Richtlijn <sup>72</sup>                    |
| Fosfaatplafond –<br>melkveehouderij<br>(mln. kg P)                             | 84,9<br>(2013<br>)  | -                   | 86,1                | 1,4%                      | 0%           | -            | Afspraken<br>zuivelketen fosfaat-<br>productie     |
| N <sub>2</sub> O en CH <sub>4</sub> in landbouw<br>(Mton CO <sub>2</sub> -eq.) | -                   | 18                  | 19                  | 18,2%                     | 16           | -            | Agro-Convenant <sup>73</sup>                       |

**Tabel 9: Overzicht milieudoelen trend en realisatie Nederland**

De kleuren rood en groen geven aan of het doel reeds gehaald is (groen) of dat er nog verdere inspanningen (rood) nodig zijn om het specifieke doel tot en met 2020 en/of 2030 te realiseren. Vooral de doelen voor **1)** hernieuwbare energie, **2)** fosfaatproductie en **3)** niet CO<sub>2</sub>-emissies landbouw, zullen moeilijk te realiseren zijn. Echter voor wat betreft de klimaatdoelen voor Nederland geldt dat het niet ETS-doel voor 2020 reeds is gerealiseerd, waardoor er geen directe (politieke) urgentie zal bestaan om extra maatregelen te nemen om bijv. de methaan en lachgasemissies uit landbouw terug te dringen. Daar komt bij dat het nationale doel voor methaan emissies verder in de tijd ligt (2030), en dat bovendien dit doel momenteel (nog) niet bindend is. Dit komt doordat de betreffende voorstel Richtlijn – welke ook betrekking heeft op ammoniakemissies - nog niet in werking is getreden (zie paragraaf 3.1 en 3.5). Op korte termijn lijkt daarmee realisatie van de doelen op het gebied van fosfaatproductie en hernieuwbare energie het meest urgent. In het meest ideale geval zijn de daaruit voortvloeiende maatregelen ontworpen om zo ook de overige negatieve milieueffecten vanuit mestbeheer te minimaliseren. Het ontwikkelen van een meer integraal milieubeleid kan resulteren in een reductie van de kosten van ditzelfde milieubeleid door de tijd heen (Hoofdstuk 5).

<sup>69</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=NL>

<sup>70</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009D0406&from=EN>

<sup>71</sup> [http://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air\\_policy.htm](http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm)

<sup>72</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0676&from=EN>

<sup>73</sup>

<http://www.rvo.nl/sites/default/files/bijlagen/Convenant%20Schone%20en%20Zuinige%20Agrosectoren%20Agroconvenant.pdf>



## 4 Hoeveel mest vergisten? Officieuze ambities

In het voorgaande hoofdstuk is gekeken aan welke milieudoelen mestvergisting in combinatie met mestverwerking een bijdrage kan leveren. De hoofdvraag in dit hoofdstuk is echter in welke mate mestvergisting/-verwerking een bijdrage kan leveren aan de (officieuze) ambities die er zijn op het gebied van energie en klimaat. Op basis van die ambities en de huidige realisatie daarvan wordt een schatting gemaakt van de hoeveelheid mest die in Nederland vergist zou moeten worden om het doel te halen. Deze schattingen hebben uitsluitend als doel een beter begrip te krijgen van de mogelijke omvang van de bijdrage die mestvergisting in Nederland zou kunnen leveren. Zodoende is er een beter beeld te krijgen over de vraag of het bestaande beleidsinstrumentarium voldoende slagkracht heeft om op dergelijke schaal mestvergisting in te voeren of dat er meer nodig zal zijn.

### 4.1 Klimaat ambities: bijdrage mono mestvergisting

Als we kijken naar de 2020 en 2030 PBL-ramingen (Verdonk en Wetzels (2012) specifiek voor de CH<sub>4</sub> emissies in landbouw, dan valt op dat er een grote bijdrage wordt verwacht van mestvergisting. Bij de raming voor CH<sub>4</sub> in de jaren 2020 en 2030 wordt aangegeven dat:

*“De uitstoot van methaan vanuit de landbouw daalt bij vastgesteld beleid tussen 2010 en 2020 met circa 0,4 megaton CO<sub>2</sub>-equivalenten, van 9,4 naar 9,0 [...]. Dit komt vooral door een toename van de covergisting, waarbij een deel van de mest korter in de opslag ligt en methaanemissies vermeden worden.”*

*“Na 2020 daalt de methaanuitstoot vanuit de landbouw bij vastgesteld beleid met circa 0,5 megaton CO<sub>2</sub>-equivalenten (van 9,0 naar 8,5 in 2030). Dit wordt vooral veroorzaakt door de stimulering van hernieuwbare energie (door de SDE+ regeling), wat tot een verdere toename van de covergisting van mest leidt.”*

Dat mest (co-)vergisting een aanzienlijk CH<sub>4</sub>-emissiereductiepotentieel heeft is alom bekend, het merendeel van de CH<sub>4</sub> emissies vinden dan immers niet meer plaats in de stal of mestopslag, maar worden ‘afgevangen’ in de vergister om vervolgens omgezet te worden tot bruikbare hernieuwbare energie.

Schattingen op basis van praktijkinzichten en –informatie over mestvergisting tonen aan dat de **CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag mogelijk tot ruim 8 maal hoger liggen dan het huidige niveau** dat momenteel gerapporteerd wordt in de Nederlandse emissieboekhouding (‘Nationale Inventory Report’). Een uitvoerige berekening met toelichting hierover is opgenomen in Annex II.

Binnen de bestaande Nederlandse emissieboekhouding vertegenwoordigen de CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag ‘slechts’ ca. 30% van het totaal aan CH<sub>4</sub> emissies uit landbouw. Pens fermentatie is veruit de grootste bron van CH<sub>4</sub>-emissies in landbouw met ca. 70%. De bovengenoemde ramingen gaan uit van een CH<sub>4</sub> reductie van 400 kt CO<sub>2</sub>-eq. in de periode 2010-20 en nog eens een extra 500 kt in CO<sub>2</sub>-eq. in de daaropvolgende periode 2020-2030. Deze reductieprestatie zal volgens de ramingen vooral



gerealiseerd worden door toepassing van mestvergisting.<sup>74</sup> Een dergelijke reductie staat gelijk aan resp. 19,05 (2010-20) en 23,8 (2020-30) kt CH<sub>4</sub> emissies (cumulatief 42,85 kt; 2010-30).<sup>75</sup> Er van uitgaande dat dit uitsluitend op basis van mestvergisting zal moeten plaatsvinden dan moet er in de periode 2010-30 minimaal ca. 27% van de totale jaarlijkse Nederlandse mestproductie vergist worden (zie Tabel 10).<sup>76</sup> Hierbij wordt uitgegaan van een gewogen gemiddelde emissiefactor van 2,16 kg CH<sub>4</sub> per ton mest.<sup>77</sup>

| PBL-raming CH <sub>4</sub> mest                     | 2010-20 | 2020-30 | Cumulatief |
|-----------------------------------------------------|---------|---------|------------|
| Reductie raming (in Mton CO <sub>2</sub> -eq.)      | 0,4     | 0,5     | 0,9        |
| Aandeel vergisting NL-mestproductie per jaar        | 12%     | 15%     | 27%        |
| Realisatie niet CO <sub>2</sub> doel Agro-convenant | 2014-20 | 2020-30 | Cumulatief |
| Reductie ambitie (in Mton CO <sub>2</sub> -eq.)     | 3,0     | 0,0     | 3,0        |
| Aandeel vergisting NL-mestproductie per jaar        | 89%     | 0%      | 89%        |

**Tabel 10: Hoeveel mest vergisten? Voor invullen CH<sub>4</sub> reductie ambities met mestvergisting**

Meer recente cijfers geven aan dat de N<sub>2</sub>O en CH<sub>4</sub> emissies uit landbouw (o.a. pens fermentatie, mestopslag en emissies uit bodems) juist zijn toegenomen als gevolg van toenemende dieraantallen. Een reductie-inspanning in de periode 2014-20 van ca. 3 Mton CO<sub>2</sub>-eq. is nodig om de doelstelling van het Agro-convenant (16 Mton CO<sub>2</sub>-eq.) nog te kunnen realiseren (zie Tabel 5 en 9). Wil men deze ambitie met uitsluitend mestvergisting realiseren dan zal ongeveer 90% van de totale jaarlijkse Nederlandse mestproductie vergist moeten worden (zie Tabel 10).

Momenteel wordt ca. 2% van de totale Nederlandse mestproductie vergist.<sup>78</sup> Om dergelijke volumes mest nog voor eind 2020 te gaan vergisten is een enorme opgave. Als we de bovengenoemde berekende volumes 'te vergisten mest' vergelijken met de huidige totale beschikbare capaciteit voor mestverwerking (dus inclusief drogen, verbranden, decanter/centrifuge, hygiëniseren, composteren en vergisten); dan zien we dat er in 2014 voldoende capaciteit aanwezig was om ca. 13%<sup>79</sup> van alle Nederlandse fosfaat in mest te verwerken. Het aandeel mest co-vergisting en mono mestvergisting in de bestaande mestverwerkingscapaciteit is nog beperkt. Indien we in Nederland bovengenoemde CH<sub>4</sub>

<sup>74</sup> Een reductie van het aantal dieren in de veehouderij of andere maatregelen die de methaanemissies uit pens fermentatie reduceren behoren in principe ook tot de mogelijkheden.

<sup>75</sup> CH<sub>4</sub> heeft een 21 maal sterkere 'global warming potential' dan CO<sub>2</sub>.

<sup>76</sup> De totale mestproductie van de Nederlandse veestapel in 2014 was 74,09 miljard kg. Bron: CBS, 2015 en Compendium voor de Leefomgeving, 2015.

<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0104-Mestproductie-door-de-veestapel.html?i=3-17>

<sup>77</sup> De gehanteerde emissiefactor van 2,16 kg CH<sub>4</sub> per ton mest is afgeleid van de in de NIR, 2014 gehanteerde emissiefactoren voor rundvee mest (1,82 kg CH<sub>4</sub> per ton) en varkensmest (3,8 kg CH<sub>4</sub> per ton). Op basis van de hoeveelheden geproduceerde mest per categorie (rundveemest; 50,81 mld. kg en varkensmest 11,42 mld. kg) kan een gewogen gemiddelde emissiefactor per ton mest berekend worden. Een meer accurate benadering dient rekening te houden met de specifieke emissiefactoren voor alle diercategorieën.

<sup>78</sup> Ter vergelijking, de hoeveelheid mest (nat gewicht) dat in 2014 in Nederland in bestaande mest co-vergisters is gebruikt voor de productie van biogas wordt geschat op 1,51 miljard kg mest (= ca. 2% van de totale mestproductie in Nederland). Bron: CBS, 'Hernieuwbare energie in Nederland', 2015.

<sup>79</sup> Het Bureau Mestafzet (BMA, 2015) schat in dat de huidige operationele Nederlandse mestverwerkingscapaciteit ca. 22,5 mln. kg. Fosfaat bedraagt. Dit komt overeen met ca. 13% van de totale fosfaatexcretie van de Nederlandse veestapel (171.700 ton P).

<http://dms.cumela.nl/getdoc.aspx?id=9690&no=5>

emissiereductie ambities willen realiseren met behulp van mestvergisting dan zal er in de komende 5-15 jaar veel extra vergistingscapaciteit bijgebouwd moeten worden.

## 4.2 Ambities hernieuwbare energie: bijdrage mono mestvergisting

Naast de potentiële bijdrage van mestvergisting aan het terugdringen van de methaanemissies uit landbouw, kan mestvergisting ook een forse bijdrage leveren aan de productie van hernieuwbare energie. Het technisch potentieel voor mestvergisting wordt bijvoorbeeld geschat op 53PJ. Er zijn diverse ramingen/schattingen gemaakt over de potentiële bijdrage van biogas in de hernieuwbare energie portfolio van Nederland. Binnen de categorie biogas vallen veel verschillende subcategorieën te identificeren, zoals stortgas, biogas uit afvalwaterzuivering, allesvergisting, mest co-vergisting, mono-mest vergisting en vergassing. Bij alle schattingen over welke bijdrage biogas zal leveren is het de vraag welke aandeel iedere subcategorie zal invullen. Bij de volgende schattingen wordt – om een beeld te krijgen van de aard en omvang van de ambitie – uitgegaan van invulling van de ambitie uitsluitend middels mestvergisting. In de praktijk zullen andere hernieuwbare energie-opties ook een fors deel van die ambitie in kunnen vullen. Dan zal logischerwijs ook de hoeveelheid te vergisten mest afnemen.

Als we kijken naar de ramingen van de Algemene Rekenkamer (April, 2015)<sup>80</sup> ten aanzien van de verwachte bijdrage van de verschillende energieproductie methoden in de SDE+ portfolio; dan verwacht men voor 2023 een bijdrage van 9% uit biomassa vergisting. Dit komt overeen met een energieproductie van ongeveer  $(164 \times 0,09 =) 14,76$  PJ.<sup>81</sup> Er van uitgaande dat ambitie uitsluitend ingevuld zal worden op basis van mono-mestvergisting (omdat bijv. de prijsontwikkeling van cosubstraten te onzeker is of vergassingstechnologie nog niet ver genoeg is ontwikkeld), dan zal er grofweg 22,1 mld. kg mest moeten worden vergist.<sup>82</sup> Dit staat gelijk aan ca. 30% van alle Nederlandse mest (zie Tabel 11).<sup>83</sup>

| Algemene rekenkamer, 2015                    | 2020 | 2023  | 2030 |
|----------------------------------------------|------|-------|------|
| PJ-biogas (uit SDE+)                         | 9,2  | 14,67 | -    |
| Aandeel vergisting NL-mestproductie per jaar | 19%  | 30%   | -    |
| Routekaart Hernieuwbaar Gas                  | 2020 | 2023  | 2030 |
| PJ-biogas                                    | 6,2  | -     | 30,7 |
| Aandeel vergisting NL-mestproductie per jaar | 13%  | -     | 62%  |

**Tabel 11: Hoeveel mest vergisten? Voor invullen biogas ambities met mestvergisting**

<sup>80</sup>

[http://www.rekenkamer.nl/Publicaties/Onderzoeksrapporten/Introducties/2015/04/Stimulering\\_van\\_duurzame\\_energieproductie\\_SDE](http://www.rekenkamer.nl/Publicaties/Onderzoeksrapporten/Introducties/2015/04/Stimulering_van_duurzame_energieproductie_SDE)

<sup>81</sup> Ter vergelijking het huidige (2014) aandeel biogas in de hernieuwbare energieproductie is 10,4 PJ. Bron: CBS, 2015.

<sup>82</sup> Uitgaande van een grootschalige mono-mestvergistingsinstallatie met 200.000 ton mestinput en een netto-energieproductie van ca. 0,13 PJ (of ca. 4,2 mln. m<sup>3</sup> groen gas). **Bron:** Groen Gas Nederland, 2015

[https://groengas.nl/wp-content/uploads/2015/07/GGNL\\_Monomest\\_medium.pdf](https://groengas.nl/wp-content/uploads/2015/07/GGNL_Monomest_medium.pdf)

Om met dergelijke installaties 14,67 PJ aan hernieuwbare energie te produceren zullen er in Nederland ca. 110 van dergelijke installaties gerealiseerd moeten worden.

<sup>83</sup> Naargelang de inzet van energierijke cosubstraten zal het aandeel benodigde mest afnemen.

Ook in de Routekaart Hernieuwbaar Gas<sup>84</sup> geeft een schatting van de potentiële bijdrage van biogas aan de toekomstige Nederlandse hernieuwbare energie portefeuille. Deze routekaart neemt niet alleen mestvergisting in beschouwing. Echter, aannemende dat het geschatte energiepotentieel uit biogas volledig geleverd zal moeten door mestvergisting dan zal er in 2020 ca. 13% van de jaarlijkse Nederlandse mestproductie vergist moeten worden.<sup>85</sup> Tegen 2030 zal dit aandeel dan oplopen tot ca. 62% van de totale jaarlijkse binnenlandse mestproductie.

### 4.3 Indicatieve kosten mono mestvergisting in SDE+

Uit het bovenstaande blijkt (4.1 en 4.2) dat de (potentiele) investeringsopgave enorm is, indien men de Nederlandse klimaat en/of hernieuwbare energieambities wil invullen middels mestvergisting. Het belangrijkste beleidsinstrument dat mestvergisting in Nederland financieel rendabel zal moeten maken is de SDE+ regeling. Op basis van een eenvoudige kostenberekening wordt een voorzichtige inschatting gemaakt van de potentiële kosten van mestvergisting indien men resp. 10%, 20% of 30% van de totale jaarlijkse Nederlandse mestproductie zou willen vergisten.

Op basis van een aantal cijfers uit de *position paper* van groen gas NL over 'De bijdrage van mono mestvergisting aan grootschalige mestvergisting' kan een inschatting gemaakt worden van de totale subsidiekosten voor mono mestvergisting. Het betreffende voorbeeldproject vergist jaarlijks 200.000 ton mest en produceert ca. 4,2 mln. m<sup>3</sup> groen gas (35 m<sup>3</sup> biogas per ton varkensmest). Uitgaande van een SDE+ basisbedrag van ca. 0,65 EUR per Nm<sup>3</sup> groen gas en een basis gasprijs van 0,25 EUR/Nm<sup>3</sup> is er sprake van een subsidiebijdrage van 0,40 EUR per m<sup>3</sup> groen gas (dit is vergelijkbaar met een Fase 3 vergoeding binnen de SDE+ 2013). Voor dit specifiek project komt dat neer op een subsidiebijdrage per jaar van ongeveer 1,7 mln. EUR (en 20,16 mln. EUR over 12 jaar). Om op vergelijkbare wijze ca. 10% van de totale Nederlandse mestproductie te vergisten is er jaarlijks een subsidievergoeding van ruim 62 mln. EUR nodig (of 744 miljoen EUR voor 12 jaar). Tabel 12 geeft ook de schatting van de kosten voor vergisten van resp. 20% en 30% van de jaarlijkse binnenlandse mestproductie en bij een hogere SDE+ subsidiebijdrage (Fase IV en V).

| Subsidie over 12 jaar (in mln. EUR)            | Aandeel te vergisten mest van totale jaarlijkse productie |       |       |
|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-------|-------|
|                                                | 10%                                                       | 20%   | 30%   |
| SDE+ basisbedrag per Nm <sup>3</sup> groen gas |                                                           |       |       |
| 0,65 EUR (Fase III)                            | 744                                                       | 1.500 | 2.244 |
| 0,76 EUR (Fase IV)                             | 952                                                       | 1.905 | 2.857 |
| 0,90 EUR (Fase V)                              | 1.214                                                     | 2.427 | 3.641 |

**Tabel 12: Indicatieve subsidiekosten bij vergisten 10%, 20% of 30% van totale jaarlijkse Nederlandse mestproductie**

<sup>84</sup> <https://groengas.nl/wp-content/uploads/2015/07/Routekaart-hernieuwbaar-gas.pdf>

<sup>85</sup> Uitgaande van een grootschalige mono-mestvergistingsinstallatie met 200.000 ton mestinput en een netto-energieproductie van ca. 0,13 PJ (of ca. 4,2 mln. m<sup>3</sup> groen gas). **Bron:** Groen Gas Nederland, 2015 [https://groengas.nl/wp-content/uploads/2015/07/GGNL\\_Monomest\\_medium.pdf](https://groengas.nl/wp-content/uploads/2015/07/GGNL_Monomest_medium.pdf)

Om met dergelijke installaties 6,2 PJ aan hernieuwbare energie te produceren zullen er in Nederland ca. 48 van dergelijke installaties gerealiseerd moeten worden.

De kosteninschatting in Tabel 12 is uitsluitend bedoeld om een idee te krijgen van de ordergrootte van de potentiële budgetclaim indien er grote hoeveelheden dierlijke mest vergist zouden gaan worden. Er zijn veel variabelen die ervoor kunnen zorgen dat deze geschatte kosten hoger of lager uit kunnen vallen. Indien mono mestvergisting voor warmteproductie een grote vlucht zal nemen dan zijn bijv. de directe subsidiekosten naar verwachting lager (vanwege lagere productiekosten t.o.v. mono mest – groen gas en wkk optie). Ook zal onder meer de uiteindelijke optimale schaalgrootte van een mono mestvergistingsinstallatie bepalend zijn voor de kosten per eenheid energie, en kan bij grootschalige mestvergisting-verwerking de inkomsten uit ‘gate fees’ ook tegenvallen waardoor er pas in een latere SDE+ fase ‘ingestapt’ kan worden, etc. Bij mestvergisting op boerderijschaal zullen de investeringskosten zwaarder meewegen. Daarnaast zal het voor veel mestvergistingsinstallaties al een behoorlijke uitdaging worden om de mest zo vers mogelijk te vergisten, zodat daarmee  $\geq 35 \text{ m}^3$  biogas opbrengst per ton mest (nat gewicht) gerealiseerd kan worden.

## 5 Kosteneffectiviteit mestvergisting

### 5.1 Enkelvoudige kosteneffectiviteit; de laagste kosten per kWh

De SDE+ regeling in Nederland is zo ontworpen om tegen de laagste mogelijke kosten het nationale doel van 14% hernieuwbare energie in 2020 te realiseren. Door de regeling in verschillende fasen open te stellen voor alle vormen van hernieuwbare energie is er sprake van concurrentie op basis van kostprijs. Iedere volgende fase kent een hogere maximale vergoeding per eenheid energie (basisbedrag). Deze 'veiling' gaat door totdat er inschrijvingen zijn voor het volledige beschikbaar gestelde budget. Projecten die, vanwege een hogere kostprijs per eenheid energie, pas in een latere fase kunnen 'instappen' lopen daarbij een grotere kans om geen subsidie te ontvangen en zullen dan aangewezen zijn op een volgende ronde. Projecten met een lagere kostprijs hebben via deze systematiek logischerwijs een grotere kans om subsidie te ontvangen. Deze benadering zorgt er derhalve voor dat binnen elke SDE+ veilingronde de toegezegde extra productie van hernieuwbare energie tegen de laagst mogelijke kosten gerealiseerd kan worden.

| Categorie                                                 | Basis-<br>bedrag<br>2015 | Basis-<br>bedrag<br>2016 | Basis-<br>prijs<br>2016 | Maximale<br>netto subsidie-<br>bijdrage van<br>laag naar hoog |
|-----------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------|
| Allesvergisting (warmte)                                  | 0,053                    | 0,060                    | 0,025                   | 0,035                                                         |
| Allesvergisting (groen gas)                               | 0,063                    | 0,060                    | 0,020                   | 0,04                                                          |
| Mestcovergisting (warmte)                                 | 0,074                    | 0,078                    | 0,025                   | 0,053                                                         |
| Wind op land (diverse subcategorieën)                     | 0,081 -<br>0,098         | 0,070 -<br>0,099         | 0,030                   | 0,040 –<br>0,069                                              |
| Mestcovergisting (groen gas)                              | 0,077                    | 0,076                    | 0,020                   | 0,056                                                         |
| Allesvergisting (WKK)                                     | 0,095                    | 0,087                    | 0,029                   | 0,058                                                         |
| Bestaande capaciteit voor bij- en meestook                | 0,108                    | 0,107                    | 0,039                   | 0,068                                                         |
| Nieuwe capaciteit voor bij- en meestook                   | 0,155                    | 0,114                    | 0,039                   | 0,075                                                         |
| Zonthermie, apertuuroppervlakte >200m <sup>2</sup>        | -                        | 0,103                    | 0,025                   | 0,078                                                         |
| Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (warmte)       | 0,106                    | 0,109                    | 0,025                   | 0,084                                                         |
| Mestcovergisting (WKK)                                    | 0,133                    | 0,114                    | 0,029                   | 0,085                                                         |
| Fotovoltaïsche zonnepanelen >15 kWp en aansluiting >3*80A | 0,141                    | 0,128                    | 0,035                   | 0,093                                                         |
| Zonthermie, apertuuroppervlakte >100m <sup>2</sup>        | 0,121                    | -                        | 0,025                   | 0,096***                                                      |
| Wind op zee                                               | 0,157                    | -                        | 0,025                   | 0,132**                                                       |
| Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (groen gas)    | 0,136                    | 0,181                    | 0,020                   | 0,161                                                         |
| Vergisting van meer dan 95% dierlijke mest (WKK)          | 0,305                    | >0,200                   | 0,039                   | 0,266*                                                        |

\*Op basis van basisbedrag 2015

\*\*Op basis van basisbedrag 2014 en basisprijs voor elektriciteit 2016

\*\*\*Op basis van basisbedrag 2015 en basisprijs 2016

**Tabel 13: Basisbedragen SDE+ 2015 en 2016 voor selectie hernieuwbare energie opties**

Bron: [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)<sup>86</sup>

<sup>86</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/regelingen/2015/12/07/basisbedragen-voor-sde-2016>  
<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2014/10/27/basisbedragen-voor-sde-2015>

Als we mono-mestvergisting in beschouwing nemen, dan weten we dat deze optie relatief hoge productiekosten (SDE+ basisbedragen) per eenheid energie heeft variërend van 0,109 EUR/kWh voor vergisting van dierlijke mest voor de productie van hernieuwbare warmte tot zelfs 0,305 EUR/kWh voor gecombineerde productie van warmte en elektriciteit (zie Tabel 13). Andere relatief dure opties met hoge basisbedragen zijn fotonvoltaïsche zonnepanelen, nieuwe en bestaande capaciteit voor bij- en meestook, mest covergisting (WKK) en wind op zee.<sup>87</sup>

Van alle hernieuwbare energieopties zijn mono mestvergisting voor de productie van groen gas en voor WKK veruit de duurste opties (gezien het niveau van de maximale netto subsidie-bijdrage per eenheid energie).<sup>88</sup> Mono mestvergisting voor de productie van warmte is in principe concurrerend met de wat duurdere opties zoals **1)** bestaande/nieuwe capaciteit bij- en meestook, **2)** fotonvoltaïsche zonnepanelen en **3)** zonthermie. De laatste kolom van Tabel 13 toont de maximale subsidie per kWh geproduceerde energie (= basisbedrag – basisprijs). Die cijfers laten zien dat mono mestvergistingsopties behoren tot de categorie met de hoogste subsidiebijdrage per kWh geproduceerde energie.

Het bovenstaande toont aan dat mono mestvergisting geen erg sterke concurrentiepositie heeft ten opzichte van een groot aantal andere hernieuwbare energieopties. Bezien vanuit SDE+ perspectief en systematiek is mono mestvergisting dan ook een weinig kosteneffectieve optie om hernieuwbare energie te produceren. Ondanks dat het binnenlandse technische potentieel van mestvergisting geschat wordt op 53 PJ, vormen de relatief hoge kosten per kWh een belemmering voor grootschalige uitrol van deze optie in Nederland via de SDE+ regeling (Hoofdstuk 4).

## 5.2 Enkelvoudige kosteneffectiviteit; de laagste kosten per ton CO<sub>2</sub>

Het Interdepartementaal Beleidsonderzoek 'Effectiviteit CO<sub>2</sub>-reductiemaatregelen' <sup>89</sup> evenals de 'Biomassa Visie 2030'<sup>90</sup> zijn al een duidelijke aanwijzing dat de effectiviteit van milieubeleid in de (nabije) toekomst mogelijk op een andere wijze beoordeeld zal gaan worden. Daarbij zal voor energie- en klimaatbeleid niet uitsluitend meer gekeken worden naar de bijdrage aan de productie van hernieuwbare energie, maar bijvoorbeeld ook naar de vermeden broeikasgasemissies.

Om de kosten per ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq. voor verschillende hernieuwbare energieopties goed te kunnen bepalen is een goede en betrouwbare kwantificering van het netto emissie-effect van belang (zie Annex II: Het klimaateffect van mestvergisting).

### 5.2.1 REFERENTIE BEREKENING KOSTENEFFICIËNTIE HERNIEUWBARE ENERGIE

<sup>87</sup> Inmiddels is er voor de categorie 'wind op zee' een aparte regeling getroffen met een eigen budget. Deze optie is slechts in de tabel opgenomen als referentiewaarde.

<sup>88</sup> Alleen de nog relatief kleine categorieën vrije stromingsenergie en osmose hebben ook dergelijke hoge basisbedragen (van >0,200 EUR/kWh).

<sup>89</sup> <http://www.rijksbegroting.nl/system/files/10/taakopdracht-ibo-kostenefficiëntie-co2-reductie-maatregelen.pdf>

<sup>90</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2015/12/01/biomassa-2030>

De rapportage 'Hernieuwbare Energie in Nederland (CBS, 2015) geeft een schatting van de vermeden CO<sub>2</sub>-emissies voor de diverse soorten hernieuwbare energie (zie Tabel 14). De vermeden CO<sub>2</sub>-emissies zijn vastgesteld op basis van het terugdringen van het gebruik van fossiele energie (volgens de substitutiemethode).

Een beperking van die emissiecijfers is dat bijvoorbeeld de vermeden methaan emissies uit mestopslag niet zijn meegenomen. Ook is er geen specifieke subcategorie voor mono mestvergisting waardoor er voor die technologie geen referentie-berekening gemaakt kan worden. Om te kunnen berekenen hoe hoog de subsidie (in EUR) per ton vermeden CO<sub>2</sub>-emissies zijn wordt gebruik gemaakt van de maximale SDE+ subsidiebedragen per kWh (basisbedrag - basisprijs) voor een aantal categorieën. De productie van hernieuwbare energie wordt in de berekening gelijkgesteld aan de CBS-cijfers voor de verschillende categorieën t.a.v. het totale bruto energetische eindverbruik.

|                                                                                 | Bruto energetisch eindverbruik (CBS, 2015) | CO <sub>2</sub> -effect (CBS, 2015) | CH <sub>4</sub> -effect   | CO <sub>2</sub> -eq. per kWh | Max. subsidie (SDE+ 2016) | Kosten per ton CO <sub>2</sub> |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|
|                                                                                 | GWh                                        | kton CO <sub>2</sub> -eq.           | Kton CO <sub>2</sub> -eq. | Kg CO <sub>2</sub> -eq./kWh  | EUR / kWh                 | EUR / tCO <sub>2</sub>         |
| Wind op zee                                                                     | 746                                        | 472                                 | -                         | 0,633                        | 0,132                     | 209                            |
| Wind op land                                                                    | 5080                                       | 3130                                | -                         | 0,616                        | 0,040 – 0,069             | 65 – 112                       |
| Zon PV                                                                          | 773                                        | 481                                 | -                         | 0,622                        | 0,093                     | 150                            |
| Zon thermisch                                                                   | 313                                        | 66                                  | -                         | 0,211                        | 0,078                     | 370                            |
| Meestook biomassa (bestaand)                                                    | 1940                                       | 1486                                | -                         | 0,766                        | 0,068                     | 89                             |
| Biogas mest co-vergisting ( <b>w</b> )                                          | 1125                                       | 378                                 | -                         | 0,336                        | 0,053                     | 158                            |
| Biogas mest co-vergisting ( <b>g</b> )                                          | 1125                                       | 378                                 | -                         | 0,336                        | 0,056                     | 166                            |
| Biogas mest co-vergisting ( <b>wkk</b> )                                        | 1125                                       | 378                                 | -                         | 0,336                        | 0,085                     | 253                            |
| <i>Monomest op basis van energie-aandeel mest in co-vergisting (<b>w</b>)</i>   | 308                                        | 104                                 | -                         | 0,336                        | 0,084                     | 250                            |
| <i>Monomest op basis van energie-aandeel mest in co-vergisting (<b>g</b>)</i>   | 308                                        | 104                                 | -                         | 0,336                        | 0,161                     | 479                            |
| <i>Monomest op basis van energie-aandeel mest in co-vergisting (<b>wkk</b>)</i> | 308                                        | 104                                 | -                         | 0,336                        | 0,266                     | 791                            |

**Tabel 14: Indicatieve referentiewaarden kosteneffectiviteit vermeden CO<sub>2</sub>-emissies op basis van vermeden fossiel (zonder vermeden methaan)**

Bron: Op basis van CBS, 2015 – Hernieuwbare energie in Nederland en eigen berekeningen

Op basis van het energieaandeel van mest in de categorie mest co-vergisting kan ook berekend worden wat het CO<sub>2</sub>-effect van het aandeel vergiste mest is. Vervolgens kan aan de hand van de SDE+ subsidiebedragen voor mono mestvergisting een indicatie van de kosteneffectiviteit verkregen worden.



De resultaten (zonder inbegrip van het CH<sub>4</sub>-effect) in de laatste kolom van Tabel 14 laten bijv. zien dat mest co-vergisting (w + g) qua CO<sub>2</sub> kostenefficiëntie concurrerend is t.o.v. zon thermisch en wind op zee, maar duurder is in vergelijking tot wind op land en meestook biomassa. Mono mestvergisting – indien uitsluitend afgerekend op het CO<sub>2</sub>-effect – is een van de duurste opties. Zowel mono- en co-vergisting van dierlijke mest zullen beter scoren als we wel rekening houden met de vermeden CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag. Een cruciaal punt daarbij zal zijn welk deel van de methaan emissies uit mestopslag vermeden zal kunnen worden. Zal dat ‘slechts’ 50% zijn of ligt dat eerder in de buurt liggen van 95%?

### 5.2.2 PROJECT SPECIFIEKE BEREKENING KOSTENEFFICIËNTIE MONO MESTVERGISTING

Omdat er een aanzienlijke variatie zit in de emissiefactoren voor methaan in mestopslag is het lastig te bepalen wat nu het daadwerkelijke CH<sub>4</sub>-effect is. Dit is onder meer afhankelijk van de samenstelling en herkomst van de mest (mestvarkens of melkvee, vleesvee, etc.), maar ook van een reeks andere (proces)condities. In Annex II wordt hier dieper op in gegaan. Het is op basis van nationale statistieken moeilijk om te berekenen/schatten hoeveel CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag nu daadwerkelijk worden vermeden als gevolg van mestvergisting. In 2014 werd er ongeveer 1,51 miljard kg dierlijke mest vergist voor biogasproductie, maar eenduidige cijfers over welke soorten mest vergist (drijfmest, dikke fractie mest, vaste mest) zijn en hoe lang (of hoe kort) de verblijftijd van die mest in de mestopslag was, zijn niet aan beeld te krijgen van de potentiële omvang van het CH<sub>4</sub>-effect wordt hier een meer project-specifieke berekening toegepast. Op basis van een dergelijke berekening kan een meer realistisch beeld worden gegeven van de potentiële kosteneffectiviteit (EUR/tCO<sub>2</sub>-eq.) van mono mestvergisting. Hieronder worden de uitgangswaarden weergegeven voor de productie van groen gas op basis van grootschalige mono mestvergisting van varkensdrijfmest.

#### Kentallen project specifieke berekening mono mestvergisting

- Vergisting 200.000 ton varkensdrijfmest
- Energieopbrengst 4,2 mln. Nm<sup>3</sup> groen gas (35 m<sup>3</sup> per ton mest)
- Benodigde basisbedrag SDE+ is 62,1 EURct/Nm<sup>3</sup> groen gas met een basis gasprijs van 25 EURct/Nm<sup>3</sup>, waarbij netto subsidiebijdrage per jaar neerkomt op EUR 1.558.200

*Bron: Position Paper, ‘De bijdrage van mono mestvergisting aan grootschalige mestverwerking’, Stichting Groen Gas Nederland (2014).*

- Eigen energieverbruik 0,454 MJ/MJ groen gas

*Bron: EU BIOTEAM project (2014)<sup>91</sup>*

- Vermeden CO<sub>2</sub>-emissies; na correctie CO<sub>2</sub>-emissies eigen energieverbruik. Dit komt neer op een totale reductie van 4,22 kt CO<sub>2</sub> (bij een emissiefactor voor aardgas van 1,84 kg CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>)
- Vermeden CH<sub>4</sub>-emissies (varkensdrijfmest)

<sup>91</sup> Zie vanaf blz. 24:

[http://sustainable-biomass.eu/images/deliverables/D2.4/D2.4\\_Pathway%20Sustainability%20Assessment\\_NL\\_advanced.pdf](http://sustainable-biomass.eu/images/deliverables/D2.4/D2.4_Pathway%20Sustainability%20Assessment_NL_advanced.pdf)



- **Scenario A**; op basis van een gemiddelde methaan emissiefactor voor twee soorten varkensmest van  $((2,22 + 3,82) / 2 =)$  **3,02** kg CH<sub>4</sub> per ton mest (Tabel A4; Annex II)
- **Scenario B**; op basis van een gemiddelde methaan emissiefactor voor twee soorten varkensmest. Na een correctie met factor 2,5 voor Scenario A komt dit neer op **7,55** kg CH<sub>4</sub> per ton mest. De correctie is afgeleid van de recentelijk aangepaste emissiefactoren voor de verschillende soorten varkensmest (Zie Tabel A7, Annex II)
- Correctie van 1% CH<sub>4</sub> lekkage vindt plaats op basis van bruto energieopbrengst van 35 m<sup>3</sup> biogas per ton mest. Dit komt neer op een lekkage van **0,13** kg CH<sub>4</sub> per ton drijfmest (Zie Tabel A5, Annex II).
- GWP<sub>100</sub> methaan = 28
- Efficiëntie methaan afvang/aandeel vermeden methaan emissies
  - 50%
  - 95%
- CH<sub>4</sub>-effect vergisting 200.000 ton varkensdrijfmest per jaar in:
  - Scenario A bij 50% CH<sub>4</sub> afvang = 7,73 kton CO<sub>2</sub>-eq.
  - Scenario A bij 95% CH<sub>4</sub> afvang = 15,34 kton CO<sub>2</sub>-eq
  - Scenario B bij 50% CH<sub>4</sub> afvang = 20,41 kton CO<sub>2</sub>-eq.
  - Scenario B bij 95% CH<sub>4</sub> afvang = 39,44 kton CO<sub>2</sub>-eq.

De resultaten van de scenario's staan weergegeven in Tabel 15.

| CH <sub>4</sub> emissiefactor scenario | Biogas opbrengst 35 m <sup>3</sup> per ton mest<br>50% CH <sub>4</sub> afvang<br>CH <sub>4</sub> -lekkage = 1% van biogasopbrengst | Biogas opbrengst 35 m <sup>3</sup> per ton mest<br>95% CH <sub>4</sub> afvang<br>CH <sub>4</sub> -lekkage = 1% van biogasopbrengst |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A (oude EF)                            | 130                                                                                                                                | 80                                                                                                                                 |
| B (nieuwe EF)                          | 63                                                                                                                                 | 36                                                                                                                                 |

**Tabel 15: Indicatieve referentiewaarden kosteneffectiviteit vermeden CO<sub>2</sub>-emissies en vermeden CH<sub>4</sub>-emissies grootschalige mono mestvergisting voor productie groen gas**

Bron: Eigen berekening op basis van bovengenoemde kentallen

Omdat het voorbeeld zich richt op grootschalige vergisting van varkensdrijfmest is Scenario B het meest realistisch. De verwachting is dat de efficiëntie voor afvang van methaan emissies in de praktijk zeker ergens tussen de 50 en 95% zal liggen. Daarmee ligt de geschatte kosteneffectiviteit van grootschalige vergisting van varkensmest waarschijnlijk in de range 36-63 EUR per ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq. Hierbij dient wel de kanttekening gemaakt te worden dat er sprake is van een 'benodigde' subsidie voor de productie van groen gas op basis van fase 3 in de SDE+ van 2013. Een hogere benodigde subsidiebijdrage per eenheid energie (of lagere) zal logischerwijs ook leiden tot een aanpassing van deze schatting. Zonder de 'methaan-bonus' zou mono mestvergisting veel minder kosteneffectief zijn en zouden de kosten per ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq. emissies ca. EUR 370 zijn.

Als er sprake is van vergisting van rundveedrijfmest op boerderijschaal dient er rekening gehouden te worden met een lager CH<sub>4</sub>-effect (de emissiefactoren voor rundveedrijfmest liggen aanzienlijk lager), en is een SDE+ fase 3 vergoeding mogelijk niet voldoende om een rendabele business case te draaien (vanwege kleinere schaalvoordelen). Wel zal er bij vergisting op boerderijschaal sprake kunnen zijn van een hoger aandeel afgevangen (of vermeden) methaan uit mestopslag en een relatief hoog

energetisch rendement omdat de dierlijke mest vrij kort na excretie ingevoed kan worden in de vergister. Bij grootschalige mestvergisting zullen er waarschijnlijk wat meer logistieke en economische drempels zijn om de mest met een hoge frequentie bij de boer af te halen.

De resultaten in Tabel 15 laten zien dat de berekeningen voor de kosteneffectiviteit (EUR/tCO<sub>2</sub>) voor mestvergisting sterk afhankelijk zijn van het daadwerkelijke CH<sub>4</sub>-effect. Wordt er 'slechts' 50% van de CH<sub>4</sub> emissies vermeden of 95%? Welke specifieke emissiefactor behoort met de mestsoort(en) die vergist worden? T.a.v. de kwantificering van methaan emissies uit mestopslagen (meten en weten) zijn er momenteel nog veel onzekerheden die vragen om aanvullend onderzoek. Een aantal van deze onzekerheden worden beschreven in Annex II.

| Vergelijking kosteneffectiviteit diverse hernieuwbare energieopties                                          | Kosten per ton CO <sub>2</sub> | Kosten per ton CO <sub>2</sub> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                                                                                                              | EUR/tCO <sub>2</sub>           | EUR/tCO <sub>2</sub>           |
| Percentage 'afgevangen' (vermeden) methaan                                                                   | 50%                            | 95%                            |
| Mono mestvergisting groen gas (nieuwe emissiefactor varkensmest) *                                           | -                              | 36                             |
| Mono mestvergisting groen gas (nieuwe emissiefactor varkensmest) *                                           | 63                             | -                              |
| Wind op land                                                                                                 | 65 – 112                       | 65 – 112                       |
| Mono mestvergisting groen gas (oude emissiefactor varkensmest) *                                             | -                              | 80                             |
| Meestook biomassa (bestaand)                                                                                 | 89                             | 89                             |
| Mono mestvergisting groen gas (oude emissiefactor varkensmest) *                                             | 130                            | -                              |
| Zon PV                                                                                                       | 150                            | 150                            |
| Biogas mest co-vergisting ( <b>w</b> ) (zonder CH <sub>4</sub> -effect)                                      | 158                            | 158                            |
| Biogas mest co-vergisting ( <b>g</b> ) (zonder CH <sub>4</sub> -effect)                                      | 166                            | 166                            |
| Wind op zee                                                                                                  | 209                            | 209                            |
| Mono mest op basis van energie-aandeel mest in co-vergisting ( <b>w</b> ) (zonder CH <sub>4</sub> -effect)   | 250                            | 250                            |
| Biogas mest co-vergisting ( <b>wkk</b> ) (zonder CH <sub>4</sub> -effect)                                    | 253                            | 253                            |
| Mono mestvergisting groen gas (zonder CH <sub>4</sub> -effect) *                                             | 370                            | 370                            |
| Zon thermisch                                                                                                | 370                            | 370                            |
| Mono mest op basis van energie-aandeel mest in co-vergisting ( <b>g</b> ) (zonder CH <sub>4</sub> -effect)   | 479                            | 479                            |
| Mono mest op basis van energie-aandeel mest in co-vergisting ( <b>wkk</b> ) (zonder CH <sub>4</sub> -effect) | 791                            | 791                            |

\*Op basis van project specifieke berekening

**Tabel 16: Vergelijking kosteneffectiviteit diverse hernieuwbare energie-opties**

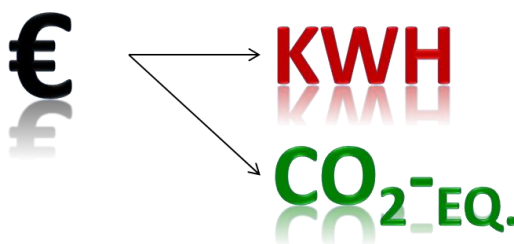
Bron: Op basis van eigen berekeningen (zie Tabel 14 en 15)

Tabel 16 is bedoeld om een beeld te krijgen van de kosteneffectiviteit van mono mestvergisting ten opzichte van een aantal andere hernieuwbare energie-opties. Tabel 16 laat de kosteneffectiviteit in EUR per ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq. emissies zien in plaats van EUR per kWh (Hoofdstuk 5.1). Omdat er verschillende rekenmethoden en uitgangswaarden zijn gebruikt om de kosteneffectiviteit van de verschillende opties te bepalen zijn de gepresenteerde cijfers niet simpelweg een op een te vergelijken. Echter het beeld dat hier ontstaat is dat een juiste kwantificering van het methaan-effect van mestvergisting onontbeerlijk is wil men de verschillende emissiereductie-opties uiteindelijk op

costeneffectiviteit (in EUR per ton vermeden CO<sub>2</sub>-eq.) gaan afrekenen. De gebruikte cijfers en berekeningen laten zien dat mono mestvergisting – zeker van varkensmest – een veelbelovende en concurrerende emissiereductieoptie kan zijn.

### 5.3 Integrale kosteneffectiviteit; meervoudige verwaardig

De discussies in de paragrafen 5.1 en 5.2 laten beide een verschillende methode zien over hoe men de kosteneffectiviteit van verschillende hernieuwbare energieopties kan bepalen. In beide gevallen wordt er uitgegaan van een bepaalde noodzakelijke opbrengst in Euro's voor een financieel rendabel project.



**Figuur 5: Twee methoden voor uitdrukken enkelvoudige kosteneffectiviteit**

Voor het realiseren van het hernieuwbare energie doel wordt de benodigde totale subsidie (in EUR) 'verdeeld' over de eenheden geproduceerde energie (kWh). Een alternatieve benadering voor het vaststellen van de kosteneffectiviteit is om de vermeden CO<sub>2</sub>-emissies als afreken-eenheid te beschouwen. In dat geval wordt de subsidie verdeeld (of 'uitgesmeerd') over de hoeveelheid vermeden CO<sub>2</sub>-eq. emissies (Figuur 5). De directe subsidiebijdrage vertegenwoordigt dan de *kosten* en de geproduceerde hernieuwbare energie (kWh) of vermeden CO<sub>2</sub>-uitstoot de *baten*. In beide gevallen is er sprake van een '**enkelvoudige**' benadering van de kosteneffectiviteit omdat het project uitsluitend (financieel) wordt afgerekend op de bijdrage aan realisatie van één specifiek milieu- of energiedoel.

In een circulaire economie zal het veel vaker voorkomen dat een bepaalde economische activiteit er op gericht is om meerdere (milieu-, sociale- en/of economische) doelen na te streven. Het bedrijfsmodel in een circulaire economie zal dan ook vaker gericht zijn op meerdere inkomstenbronnen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan het hergebruik en verwaardig van materialen in combinatie met de productie van hernieuwbare energie. In een circulaire economie zal er meer nadruk komen te liggen op het creëren van zogenaamde '*economies of scope*'<sup>92</sup>, dan op het vasthouden aan '*economies of scale*' (voordelen van schaalvergroting).

Het verdienmodel in de dierveehouderij is momenteel nog sterk gericht op één enkel hoofdproduct (melk, vlees). Schaalvergroting is dan ook vaak noodzakelijk als overlevingsstrategie.<sup>93</sup> Een alternatief voor schaalvergroting is het verbreden van de bedrijfsactiviteiten. De reststroom dierlijke mest wordt momenteel nog gezien als een afvalstroom (en daarmee kostenpost), maar het heeft ook een

<sup>92</sup> De term '*economies of scope*' verwijst naar een verbeterde bedrijfsefficiëntie op basis van een meer divers product/dienstenaanbod, terwijl '*economies of scale*' is gericht op het zo goedkoop mogelijk produceren van één enkel gestandaardiseerd product.

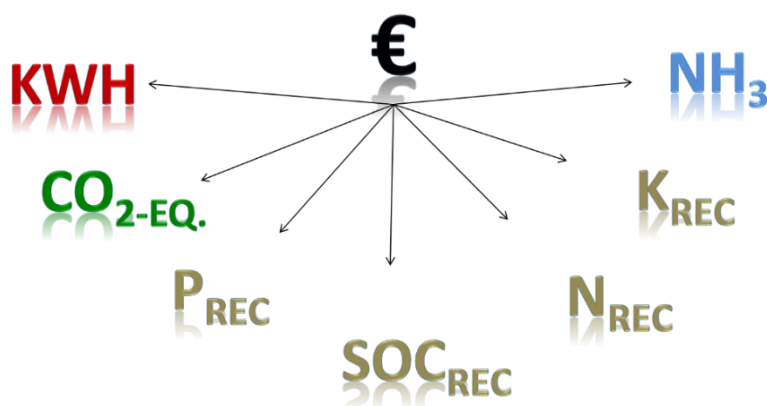
<sup>93</sup> Het gemiddeld aantal melkkoeien per bedrijf in Nederland is gestegen van 56 dieren in 2000 tot 93 in 2015. Het gemiddeld aantal vleesvarkens per bedrijf in Nederland is gestegen van 504 dieren in 2000 tot 1350 in 2014.

intrinsieke marktwaarde voor de akkerbouw. Op het moment dat bodemnutriënten een positieve marktwaarde krijgen zal er ook een sterkere prikkel zijn om over te gaan tot een duurzamer beheer van dierlijke mest. Voldoende marktvraag voor organische meststoffen tegen een redelijke vergoeding zal dan leiden tot een forse afname van de negatieve milieueffecten van mestbeheer in Nederland (zie Annex I).

Bij projecten waar mono mestvergisting en mestverwerking (recycling van nutriënten) gecombineerd worden zal er in de regel sprake kunnen zijn van een aantal positieve effecten (zie ook Hoofdstuk 2), waaronder:<sup>94</sup>

- 1) Hergebruik van nutriënten, waaronder bodemorganische stof, fosfaten, stikstof, kalium en overige micronutriënten,
- 2) Terugdringen van ammoniakemissies/ stikstofdepositie,
- 3) Terugdringen van broeikasgasemissies (CH<sub>4</sub> en CO<sub>2</sub>),
- 4) De productie van hernieuwbare energie

De genoemde positieve (milieu)prestaties vertegenwoordigen allemaal een bepaalde (economische en/of maatschappelijke) waarde of 'baat'. Minder luchtvervuilende emissies zorgen voor een beter milieu en leefklimaat, het terugdringen van overbemesting zorgt voor een betere waterkwaliteit, en de productie van hernieuwbare energie maakt ons minder afhankelijk van fossiele brandstoffen. De vraag is echter of die geleverde (milieu)prestatie binnen de huidige marktomstandigheden ook de juiste (financiële) waardering krijgt?



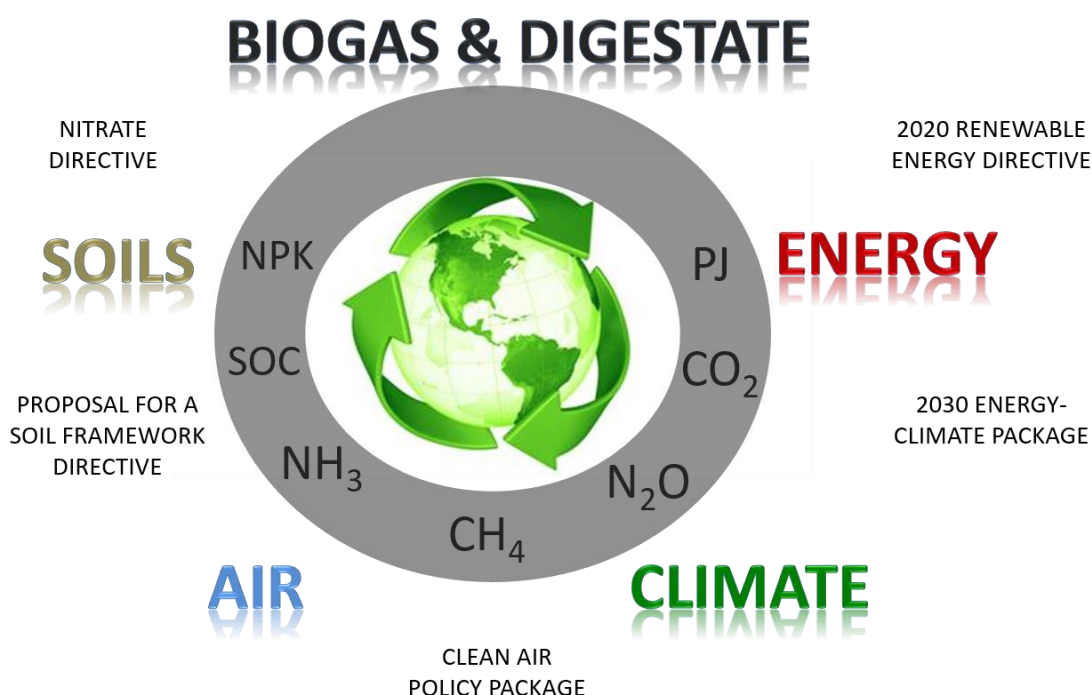
**Figuur 6: Integrale (milieu)kosteneffectiviteit mestvergisting (milieu)**

De productie van hernieuwbare energie wordt momenteel **enkelvoudig gewaardeerd** middels een directe subsidie (SDE+). Ook staat er in sommige sectoren een bepaalde prijs op de uitstoot van een ton CO<sub>2</sub>. Maar wat is de maatschappelijke en marktwaarde voor gerecycled fosfaat, stikstof en bodemorganische stof? En welke maatschappelijke kosten/baten heeft een ton vermeden NH<sub>3</sub> emissies? Hoe worden dergelijke prestaties gewaardeerd in het huidige economische verkeer en/of beleid? Als al de bovengenoemde geleverde waarden bij elkaar worden opgeteld, wat is dan de **integrale kosteneffectiviteit** van mono mestvergisting in combinatie met mestverwerking (Figuur 6)?

<sup>94</sup> Ook andere positieve milieu- en sociale effecten, zoals terugdringen fijnstof emissies, verbeteren (grond)waterkwaliteit, creëren/in stand houden werkgelegenheid en regionale economische structuurversterking kunnen ook optreden.

Omdat er op het gebied van milieubescherming vaak sprake is van marktfalen is er een stevig beleidskader nodig om de negatieve milieueffecten in te perken. Het stellen van kwantitatieve doelen kan daarbij helpen. Echter, in een circulaire economie zal het lastig zijn om een markt, sector of grondstof waar aan meerdere milieuproblemen zijn gekoppeld (zoals bij dierlijke mest) met slechts één *enkelvoudig* sturend instrument op te lossen. Daarnaast kan het nastreven van één *enkelvoudig* doel (omdat het doel op korte termijn gehaald moet worden) zelfs zorgen voor een bepaalde 'lock-in' waarbij het lastiger zal worden om later tegen lage kosten weer een ander enkelvoudig milieudoel te halen. Van een 'lock-in' is mogelijk al sprake, gezien het feit dat de uitbreidingen in mestvergistingscapaciteit in Nederland achterblijven bij de uitbreidingen in de capaciteit voor mestverwerking (zie Hoofdstuk 1). Investerings in mestvergisting worden gedreven door de SDE+ regeling en investeringen in mestverwerking door de mestverwerkingsplicht en de EU nitraat richtlijn. In deze situatie kan het op termijn duurder zijn om bijvoorbeeld tegen relatief lage kosten de methaanemissies uit mestopslag verder terug te dringen.

Het **meervoudig verwaarden** van dierlijke mest past uitstekend in een circulaire economie. Een belangrijke randvoorwaarde is dan wel dat 'de markt' ook die gewenste circulariteit financieel moet waarderen. Als de markt dat zelf niet lukt, is er ook een stevig beleidsraamwerk nodig die, die circulariteit ook waarborgt dat wel doet (zie Figuur 7). Die borging dient gedreven te zijn door de vraag of het nu geldende beleidsraamwerk wel voldoende '**Circular Economy Proof**' is.



**Figuur 7: De potentiële milieubijdrage van mono mestvergisting & nutriënten recycling aan de circulaire economie en het relevante Europese beleidsraamwerk<sup>95</sup>**

Een 'Circular Economy Proof' beleidsraamwerk richt zich in beginsel op het tegen de laagst mogelijke kosten realiseren van meervoudige milieudoelen. Daarbij gaat het er niet zo zeer om of een bepaald

<sup>95</sup> Voor een verdere toelichting over het Europese en nationale beleidsraamwerk, zie Hoofdstuk 2 en 3.

nationaal of sectoraal milieudoel in het juiste (boek)jaar wordt gerealiseerd, maar om het stimuleren van economische activiteiten die de tegen de laagst mogelijke *integrale kosten* de hoogste bijdrage leveren aan de verschillende milieudoelen (en/of overige sociaal-maatschappelijke doelen).

Het huidige Europese en daaruit voortvloeiende nationale milieubeleid (zie Hoofdstuk 3) richt zich op een breed palet aan milieu- en energiedoelen die niet allemaal in hetzelfde tempo en met dezelfde urgentie worden geadresseerd. Sommige doelen zijn al wel gehaald en andere juist weer niet. Andere doelen zijn weer niet bindend, of het juridische kader om naleving van die doelen ontbreekt.

Gezien de huidige structuur van het milieubeleidskader in Nederland - met doorgaans onafhankelijk van elkaar vastgestelde milieudoelen - is er een groot risico dat de markt niet op het juiste moment de juiste combinatie van signalen krijgt. Dit kan bijv. door 'lock-in effecten' uiteindelijk leiden tot hogere *integrale kosten* van milieubeleid (*'men dweilt wel, maar er springt steeds een andere kraan open'*). Door voor specifieke economische activiteiten of sectoren (zoals mestbeheer) de verschillende doelen niet een voor een, maar allen tezamen na te streven kunnen de integrale kosten van milieubeleid laag gehouden worden. In het bestaande milieubeleid is er nog te vaak de (politieke) prikkel om één specifiek doel alsnog op korte termijn (tegen de laagst mogelijke 'enkelvoudige kosten') te realiseren. Voor sommige economische activiteiten met (relatief) beperkte maatschappelijke effecten (vb. zon-pv of wind op zee) kan dat misschien wel werken. Echter, bij economische activiteiten, waar relatief veel natuurlijke grondstoffen (land, dieren, biomassa) worden gebruikt en waar dus meer maatschappelijke effecten aan verbonden zijn, is een meer integrale benadering vanuit beleid wenselijk. Een beleidsraamwerk dat 'Circular Economy Proof' is, zorgt voor een voldoende mate van integratie van en afstemming tussen het - voor de betreffende economische activiteit ter zake doende - relevante (milieu)beleid.

## Annex I: Milieueffecten mest (officiële cijfers)

Volgens de officiële cijfers (NIR, 2014) vertegenwoordigt de Nederlandse landbouw momenteel in totaal 8,3% van de totale nationale broeikasgasemissies (in CO<sub>2</sub>-equivalenten). Ten aanzien van de niet-CO<sub>2</sub> broeikasgassen draagt de landbouw voor ruim 61% bij aan de emissies van methaan en is verantwoordelijk voor ruim 73% van de gerapporteerde nationale lachgas emissies. Op het vlak van de methaanemissies is pens fermentatie (44,3%) de voornaamste bron, gevolgd door de categorie mestbeheer met 18% van het totaal. Dat komt neer op 2,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (zie Tabel A1).<sup>96</sup> Gecombineerd met de N<sub>2</sub>O emissies uit mestopslag (1 Mton) komen de totale emissies uit de categorie mestbeheer op 3,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (1,9% van totale nationale emissies).

|                                  | CO <sub>2</sub> -eq. |                                 | CH <sub>4</sub> |                                 | N <sub>2</sub> O |                                  |
|----------------------------------|----------------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|------------------|----------------------------------|
|                                  | In Tg*               | In % van totaal CO <sub>2</sub> | In Tg           | In % van totaal CH <sub>4</sub> | In Tg            | In % van totaal N <sub>2</sub> O |
| Totale nationale emissies (2012) | 191,7                | 100%                            | 14,9            | 100%                            | 9,1              | 100%                             |
| Landbouw                         | 15,9                 | <b>8,3%</b>                     | 9,2             | 61,7%                           | 6,7              | 73,6%                            |
| Pens fermentatie                 | 6,6                  | 3,4%                            | 6,6             | <b>44,3%</b>                    | 0,0              | 0%                               |
| Mestbeheer                       | 3,6                  | 1,9%                            | 2,6             | <b>18%</b>                      | 1,0              | <b>11%</b>                       |
| Landbouwgrond                    | 5,7                  | 3,0%                            | 0,0             | 0%                              | 5,7              | 62,6%                            |

**Tabel A1: CH<sub>4</sub> en N<sub>2</sub>O emissies landbouw in Nederland, 2012 (in Tg = Mton)**

Bron: National Inventory Report, Netherlands 2014

\* excl. LULUCF

Naast het terugdringen van het aantal dieren in de Nederlandse veestapel, heeft voornamelijk het aanpassen van de samenstelling van diervoeding (0,35 Mton CO<sub>2</sub>-eq.) en anaerobe vergisting van dierlijke mest (1,0 Mton CO<sub>2</sub>-eq.) een groot potentieel om CH<sub>4</sub> emissies (Lesschen, 2014)<sup>97</sup> uit landbouw terug te dringen.<sup>98</sup> Echter, het netto klimaateffect van het terugdringen van de Nederlandse veestapel is onzeker wanneer dit zal leiden tot uitbreiding van de veestapel elders. Het aanpassen van het voerspoor heeft een moeilijk te beheersen en te garanderen CH<sub>4</sub>-reductie potentieel omdat dit sterk afhankelijk is van het aanbod en samenstelling van ruwvoer en krachtvoer.<sup>99</sup> De jaarlijkse variatie in eigenschappen en beschikbaarheid van lokaal ruwvoer en (deels geïmporteerde) grondstoffen voor krachtvoer kan vrij groot zijn. Daarnaast zijn er diverse diervoeder optimalisatieprogramma's die zich elk richten op de verschillende milieudoelen, zoals het terugdringen van de ammoniak (NH<sub>3</sub>) emissies en fosfaatexcretie (P).<sup>100,101</sup> De vraag daarbij is, of de diverse voederoptimaliseringen ook zullen leiden

<sup>96</sup> In Annex II wordt voor deze categorie een alternatieve berekening getoond op basis van praktijkgegevens en -inzichten rondom mestvergisting. De daarin geschatte CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag zijn 8,5 maal zo hoog als de hier getoonde officiële cijfers.

<sup>97</sup> [http://www.corbey.nl/files/media\\_base/original/285.pdf](http://www.corbey.nl/files/media_base/original/285.pdf)

<sup>98</sup> Efficiënte stikstofbemesting en toepassing van nitrificatieremmers en het terugdringen van het gebruik van stikstofbemesting zullen voornamelijk een effect hebben op N<sub>2</sub>O-emissies.

<sup>99</sup> [http://agriconnect.nl/system/files/documenten/boek/methaan\\_te\\_lijf\\_via\\_voer.pdf](http://agriconnect.nl/system/files/documenten/boek/methaan_te_lijf_via_voer.pdf)

<sup>100</sup> <http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Minder-fosfaat-in-voer-zorgt-voor-besparing-op-mestafvoer.htm>

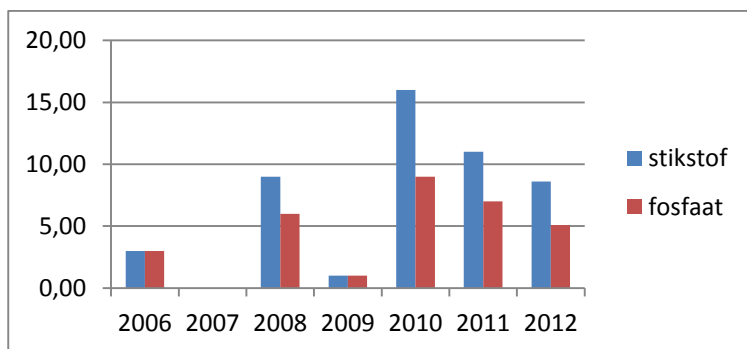
<sup>101</sup> <http://www.rvo.nl/subsidies-regelingen/sbir-minder-ammoniak-door-voer-en-managementmaatregelen>



tot een optimaal gecombineerd milieueffect in de mestketen (minder CH<sub>4</sub> uitstoot, minder P-excretie en lagere NH<sub>3</sub> emissies).<sup>102</sup>

Door de toename van het aantal dieren in de melkveehouderij is naast de melkproductie ook de mestproductie sterk gestegen. Zo sterk zelfs, dat de fosfaatproductie in 2014 (86,1 mln. kg P) al ruim boven het met het Rijk overeengekomen sectorplafond (84,9 mln. kg P) lag. Als reactie hierop is de Nederlandse overheid voornemens om in 2016 een systeem van verhandelbare fosfaatproductierechten in de melkveehouderij in te voeren.<sup>103</sup> Daaraan gekoppeld loopt Nederland nog steeds het risico om het recht op derogatie van de EU Nitraatrichtlijn te verliezen. Dit komt omdat Nederland reeds in 2015 het met Brussel afgesproken nationale fosfaatproductie plafond heeft overschreden (productie 2015: 176,3 mln. kg P<sup>104</sup> en nationaal plafond 172,9 mln. kg P).

Een (eventueel) verlies van derogatie zou inhouden dat het huidige stikstof- (N) en fosfaatoverschot (P) in Nederland (zie Figuur A1) alleen maar groter zal worden omdat er dan minder N en P uitgereden kan worden op de Nederlandse landbouwgronden.



**Figuur A1: Nationaal stikstof- en fosfaatoverschot (in mln. kg/j)**

Bron: CBS Landbouwtelling, bewerking LEI Wageningen UR met MAMBO-berekeningen, 2015

Los van de fosfaatproblematiek in landbouw en de forse bijdrage aan niet-CO<sub>2</sub> broeikasgasemissies, is de sector land- en tuinbouw ook verantwoordelijk voor een belangrijk deel van de nationale ammoniakemissies (ca. 83% in 2013).

Figuur A2 laat zien dat sinds 1990 de ammoniakemissies uit landbouw fors zijn gedaald (-68%)<sup>105</sup>. Dit is vooral het gevolg van het overgaan op mestinjectie in de grond bij het uitrijden (in plaats van bovengronds uitrijden). Binnen deze sector zijn de categorieën 'stal en mestopslag' (51%) en het 'uitrijden van mest' (34%) de voornaamste NH<sub>3</sub> emissiebronnen.

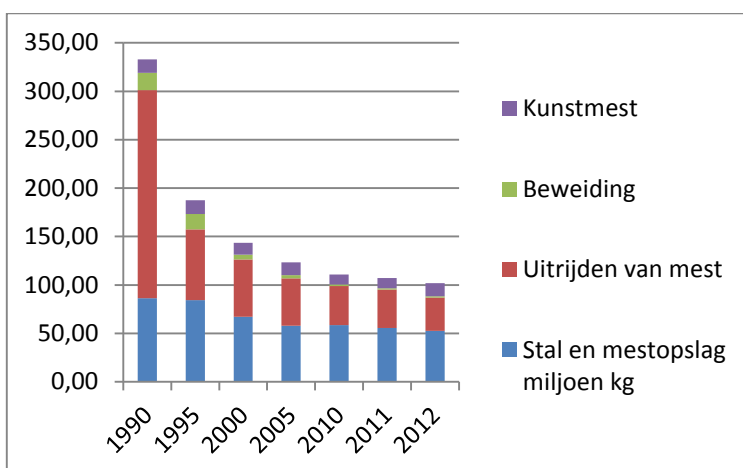
<sup>102</sup> [http://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/829-Fosfaatbroeikasgassen\\_ammoniakmvh.pdf](http://www.clm.nl/uploads/nieuws-pdfs/829-Fosfaatbroeikasgassen_ammoniakmvh.pdf)

<sup>103</sup> <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2015/07/02/fosfaatrechten-om-groei-melkveehouderij-te-begrenzen>

<sup>104</sup> <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/landbouw/publicaties/artikelen/archief/2016/fosfaatplafond-overschreden-door-toename-mest.htm>

<sup>105</sup> Bron: [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)





**Figuur A2: NH<sub>3</sub> emissies land- en tuinbouw (kt)**

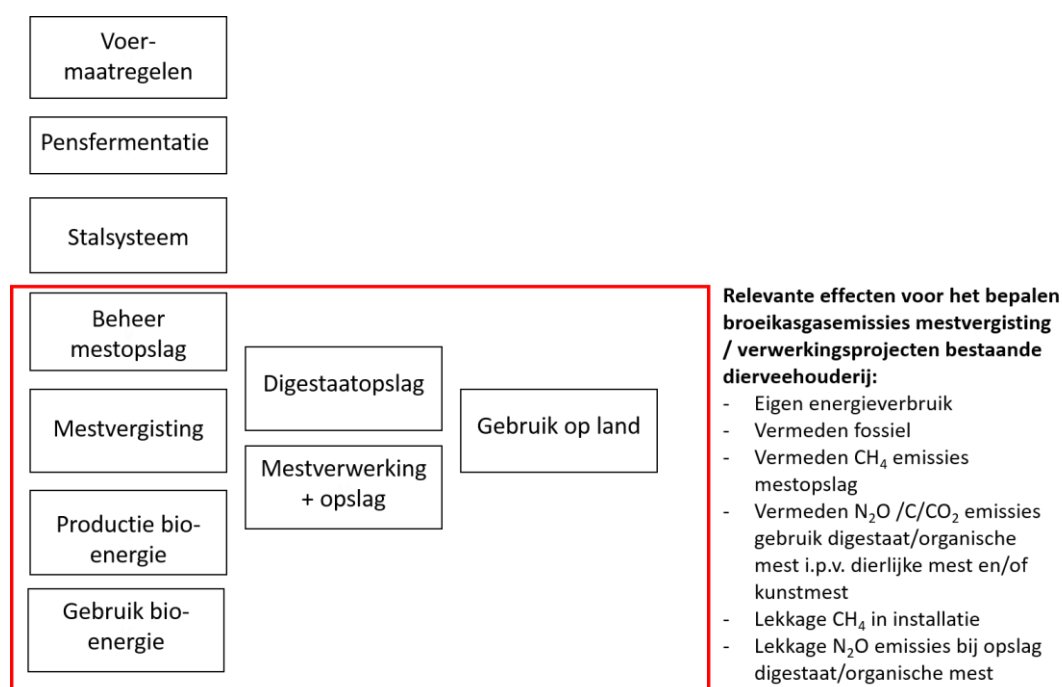
**Bron: PBL, 2015**

## Annex II: Het klimaateffect van mestvergisting

### Relevante factoren bepalen broeikasgasbalans mestvergisting

Er zijn in Nederland ca. 100 locaties waar covergisting van mest plaatsvindt. Het CBS (2015)<sup>106</sup> geeft aan dat “de groei van de productie van hernieuwbare energie uit covergisting van mest [...] al vanaf 2009 [afvlakt]” en dat sinds 2011 de productie van biogas uit covergisting is gedaald, met name vanwege de hoge prijzen van energierijke cosubstraten, zoals maïs.

Het CBS publiceert ook elk jaar cijfers over de vermeden CO<sub>2</sub>-emissies van hernieuwbare energie, waaronder mest covergisting. Voor 2014 is deze biogas categorie verantwoordelijk voor een emissiereductieprestatie van zo’n 378 kt CO<sub>2</sub>. Deze schatting is gekoppeld aan het vermeden verbruik van fossiele energie. De rekenmethode van het CBS houdt nog geen rekening met eventuele overige emissie-effecten, zoals de vermeden methaanemissies uit mestopslag, of emissies als gevolg van veranderingen in (in)direct landgebruik. Zeker voor mestvergisting geldt dat hiermee de werkelijke emissiereductieprestatie wordt onderschat. Er zijn bij mestvergisting en/of mestverwerking ook andere factoren die een invloed hebben op het emissieprofiel. Hierbij moet gedacht worden aan methaanlekage, emissies van lachgas uit digestaat en ook de CO<sub>2</sub>-emissies als gevolg van het energieverbruik tijdens het vergistingsproces (Figuur A3).



**Figuur A3: Relevante procesonderdelen die bepalend zijn voor het emissieprofiel van mestvergisting/-verwerking in de bestaande veehouderij**

<sup>106</sup> <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/industrie-energie/publicaties/publicaties/archief/2015/2014-hernieuwbare-energie-in-nederland-2014.htm>

Het voordeel van mestvergisting is dat er een directe prikkel is om de mest zo vers mogelijk te gebruiken. Het gebruik van (dag)verse mest verhoogt namelijk de energieopbrengst per ton mest. Dit resulteert eveneens in lagere methaanemissies vanwege de kortere verblijftijd van mest in opslag.

In deze Annex wordt uitgebreid ingegaan op het belang en huidige onzekerheden van een goede kwantificering van de (vermeden) methaanemissies van mestvergisting. Daarnaast wordt er aan de hand van een aantal berekeningen geschat wat het emissieprofiel van de energiebalans van mestvergisting is.

Emissiemaatregelen die leiden tot aanpassing van stalsystemen, dieren aantallen en/of pens fermentatie worden buiten beschouwing gelaten. Overige effecten ten aanzien van 1) eventuele  $\text{N}_2\text{O}$  emissies mestopslag, en 2) vermeden  $\text{CO}_2/\text{N}_2\text{O}$  emissies, waaronder koolstofvastlegging in bodems als gevolg van de toepassing van digestaat/organische meststoffen worden eveneens niet verder in detail besproken in deze Annex. Daar wordt verwezen naar literatuur (zie box hieronder voor een korte toelichting).

Er zijn diverse studies die het  $\text{N}_2\text{O}$ -effect van gebruik digestaat/organische meststoffen vergelijken met het dierlijke mest en/of kunstmest. De eerste inzichten uit de wetenschap geven nog niet altijd een eenduidig beeld ten aanzien van het netto- broeikasgaseffect van het gebruik van digestaat/organische meststoffen ten opzichte van andere bemesting.<sup>107</sup> Dit effect is sterk afhankelijk van diverse factoren, zoals de samenstelling van het digestaat, weercondities, bodemtype, en bemestingsmethode. Ook is er veel onderzoek gedaan naar de effecten van vermeden  $\text{CO}_2$ -eq. emissies als gevolg van het terugdringen van het gebruik van kunstmest.<sup>108</sup> Daarbij gaat het er om hoeveel kunstmestverbruik er nu daadwerkelijk is vermeden. Omdat de productie van kunstmest een energie-intensief proces is, levert dit meestal een besparing van broeikasgasemissies op.

## Discussie: Methode en onzekerheden bepalen $\text{CH}_4$ emissies mestopslag - theorie

Om te kunnen bepalen wat het effect van mestvergisting is op het vermijden van methaanemissies kan gebruik gemaakt worden van 'Protocol 14-029 Mest  $\text{CH}_4$ '.<sup>109</sup> De Nederlandse overheid gebruikt dit protocol om de emissies van methaan uit mestbeheer te berekenen. Deze schatting wordt gebruikt voor de Nederlandse emissie inventarisatie (National Inventory Report; NIR) die jaarlijks wordt

<sup>107</sup> Voor meer achtergrondinformatie zie o.a.: P.H.M. Dekker et al. (2009), 'Levenscyclusanalyse van vaste rundveemest, rundveedrijfmest, digestaat, gft-compost en kunstmest bij gebruik in de biologische en gangbare landbouw.'

<http://edepot.wur.nl/9285>

<sup>108</sup> Het vermijden van het gebruik van kunstmest binnen Nederland en/of daarbuiten kan ook resulteren in een vermindering van de milieudruk (vb. klimaatverandering, uitputting van fossiele brandstoffen, verzuring, vermist) van de landbouwsector. Voor meer achtergrond over de milieueffecten van kunstmest, zie o.a.: K. Hasler et al. (2015), 'Life cycle assessment (LCA) of different fertilizer product types'

<sup>109</sup>

[http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20\(Air\)/IPCC%20protocollen/Greenhouse%20gassen%20protocol/4B\\_CH4\\_manure\\_NIR2014.pdf](http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/documenten/Lucht%20(Air)/IPCC%20protocollen/Greenhouse%20gassen%20protocol/4B_CH4_manure_NIR2014.pdf)

opgesteld in het kader van de internationale klimaatafspraken.<sup>110</sup> Om de CH<sub>4</sub> emissies per eenheid mest te kunnen berekenen dienen per diercategorie emissiefactoren vastgesteld te worden. De algemene formule luidt:

$$EF_{ij} = OS_{ij} * Bo_{ij} * MCF_j * \text{dichtheid methaan (0,67 kg/m}^3\text{)}$$

Waarbij,

|                        |                                                                                                                                                        |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>EF<sub>ij</sub></b> | Emissiefactor (kg CH <sub>4</sub> /kg mest) voor diercategorie i en mestmanagementsysteem j                                                            |
| <b>OS<sub>ij</sub></b> | Fractie organische stof (kg OS/kg mest) uitgescheiden door diercategorie i in mestmanagementsysteem j                                                  |
| <b>Bo<sub>ij</sub></b> | Maximaal methaanproductie potentieel (m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS) voor de mest geproduceerd door diercategorie i en mestmanagementsysteem j |
| <b>MCF<sub>j</sub></b> | Methaanconversiefactor van een mestmanagementsysteem j (% van B0).                                                                                     |

De fractie organische stof (OS) is afhankelijk van de samenstelling van diervoeding en verschilt ook per diercategorie (vb. varkens, koeien). Het maximale methaanproductie potentieel van mest hangt af van de biologische afbreekbaarheid van de aanwezige organische stof. Voor het vaststellen van het maximale methaanproductie potentieel (Bo waarden) wordt door Zeeman en Gerbens (2002)<sup>111</sup> aangeraden om naast een organische stof analyse ook rekening te houden met de chemische zuurstof vraag en aanwezigheid van vluchtige vetzuren. Zeeman en Gerbens (2002) geven ook aan dat de door het IPCC gehanteerde standaard Bo waarden mogelijk te hoog zijn. Zij drongen destijds reeds aan op het opnieuw vaststellen van de Bo waarden voor verschillende soorten ‘verse’ mest onder gestandaardiseerde condities. Naast het maximale methaan productiepotentieel per kg organische stof (Bo), is de zogenaamde methaanconversiefactor (MCF) een van de belangrijkste rekenwaarden. De MCF wordt onder meer beïnvloed door **i)** het type mest managementsysteem, **ii)** de temperatuur van de opgeslagen mest en **iii)** het beheer van het systeem.

Op het vlak van mestbeheer is het bijvoorbeeld belangrijk om de mestopslag goed te legen en schoon te maken. Dit voorkomt dat er nog veel methanogenen aanwezig zijn die ervoor kunnen zorgen dat de CH<sub>4</sub> productie weer snel op gang kan komen.

*“Naast de mate waarin sprake is van anaerobe omstandigheden is de vorming van CH<sub>4</sub> in de mest ook afhankelijk van andere condities waaronder opslag plaatsvindt, zoals de hoeveelheid reeds aanwezige mest (zgn. ‘ent’ of ‘inoculum’) en de opslagduur en - temperatuur. De mestkelder kan worden beschouwd als een zogeheten accumulatiesysteem: er is een constante voeding van de ‘reactor’ (= mestkelder) met mest en het mestvolume in de kelder neemt toe tot het moment dat de kelder wordt leeggereden ten behoeve van bemesting of tot het moment dat de mest wordt overgepompt naar de buitenopslag. De CH<sub>4</sub>-emissie in een dergelijk systeem neemt toe naarmate de hoeveelheid (nog) aanwezige mest (= inoculatie) groter is, de mesttemperatuur hoger is en de verblijfsduur langer is (Zeeman, 1994).”*

<sup>110</sup> <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/national-inventory-entity/nationale-rapporten>

<sup>111</sup> [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/4\\_3\\_CH4\\_Animal\\_Manure.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/4_3_CH4_Animal_Manure.pdf)

In de internationale klimaatboekhouding gaat men uit van de volgende standaard MCF factoren voor dierlijke mest. IPCC-standaardwaarden (default):

- Drijfmest (minder dan 1 maand in opslag): MCF = 0,00
- Drijfmest (meer dan 1 maand in opslag): MCF = 0,39

*“In feite is de waarde van 0,39 gerelateerd aan varkensmest met een opslagduur van 6 maanden en een mesttemperatuur van 15 °C dan wel een opslagduur van 3 maanden bij 20 °C of aan rundveemest met een opslagduur van 5 tot 6 maanden bij een mesttemperatuur van 20 °C (Zeeman en Gerbens, 2002).”*

Het staat landen in beginsel vrij om af te wijken van de IPCC default waarden. Zo heeft Nederland bijvoorbeeld voor rundveedrijfmest een eigen MCF factor vastgesteld:

- Dunne mest voor Nederland:  $MCF_{\text{jaarrond}} = 0,17^{112}$

Wat opvalt aan de IPCC-standaardwaarden is dat er twee categorieën zijn gedefinieerd. Er is vooral reden om te twijfelen aan de juistheid van de standaard MCF-waarde voor mest dat minder dan 1 maand in opslag zit. Deze waarde lijkt niet afdoende rekening te houden met de staande praktijk ten aanzien van mestbeheer, waar veelal een bepaalde hoeveelheid mest achterblijft in de mestopslag. Zeeman en Gerbens (2002)<sup>113</sup> geven hierbij aan dat:

*“When a large fraction of manure is left in the storage, it implies that the system is operated more as a CSTR (continuously stirred tank reactor) than a fedbatch system, then very high methane emissions can be expected, even in pit storages of less than 1 month.”*

Ten aanzien van die door Nederland gebruikte land specifieke MCF-waarde voor rundveedrijfmest lijkt er wel rekening gehouden te zijn met de praktijk van mestbeheer omdat er in Zeeman (1991 en 1994) wordt aangenomen dat er altijd een bepaalde hoeveelheid mest achterblijft in de mestopslag. De vraag is echter hoe dit exact is vertaald naar de uiteindelijke MCF-waardes die nu gebruikt worden.

*“Zeeman (1991 and 1994) assumes, on the basis of practical experience, that always ca.15 percent of the manure storage cannot be emptied, leaving a (methanogenic) inoculum in the storage.”*

Op basis van de bovengenoemde protocol en aannames kan er voor de verschillende diercategorieën de methaan-emissiefactor per ton mest worden berekend. Tabel A2 laat de uitgangswaarden voor een aantal mestsoorten zien op basis waarvan de emissiefactoren per ton mest berekend kunnen worden.

<sup>112</sup> Voor de periode maart-september hanteert Nederland voor mestopslag een MCF-waarde van 0,284 (op basis van mestopslag onder 15°C en waarvan nog een deel uitgereden wordt). Voor de periode September-Maart wordt uitgegaan van een MCF van 0,143 onder 10°C. Voor de periode januari-maart wordt ook nog aangenomen dat een deel van de mest in opslag buiten het dierenverblijf zal plaatsvinden (MCF, 0,143 onder 10°C). Op basis van een gewogen gemiddelde komt men tot een jaarrond MCF-waarde van 0,17 voor rundveedrijfmest.

De methode van berekenen van de jaarrond MCF voor rundveedrijfmest Nederland is te vinden in Zeeman en Gerbens (2002), blz. 25.

<sup>113</sup> [http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/4\\_3\\_CH4\\_Animal\\_Manure.pdf](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gp/bgp/4_3_CH4_Animal_Manure.pdf)

| Berekening emissiefactoren CH <sub>4</sub> dierlijke mest in CO <sub>2</sub> -eq. |           | Fractie OS  | Max CH <sub>4</sub> potentie             | MCF  | EF-CH <sub>4</sub> <sup>114</sup> |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------|------------------------------------------|------|-----------------------------------|
|                                                                                   | Type mest | kg OS per t | Bo m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /kg OS | % Bo | kg CH <sub>4</sub> /t             |
| Cattle for breeding                                                               | Drijfmest | 64          | 0,25                                     | 0,17 | 1,82                              |
| Cattle for fattening (meat calves rose veal)                                      | Drijfmest | 71          | 0,25                                     | 0,14 | 1,66                              |
| Cattle for fattening (meat calves white veal)                                     | Drijfmest | 17          | 0,25                                     | 0,14 | 0,40                              |
| Cattle for fattening (other)                                                      | Drijfmest | 64          | 0,25                                     | 0,17 | 1,82                              |
| Suckling cows (>2 years)                                                          | Vast      | 152         | 0,015                                    | 0,17 | 0,38                              |
| Fattening pig                                                                     | Drijfmest | 43          | 0,34                                     | 0,39 | 3,82                              |
| Gilts, sows, young boars, boars for service                                       | Drijfmest | 25          | 0,34                                     | 0,39 | 2,22                              |

**Tabel A2: CH<sub>4</sub> emissiefactoren diverse soorten rundveedrijfmest en varkensmest (per ton mest)**

Bron: Gebaseerd op cijfers van National Inventory Report (NIR) 2014, RIVM (2014)<sup>115</sup>

Voor de totale Nederlandse veestapel worden de CH<sub>4</sub> emissies vanuit mestbeheer in 2012 ingeschat op 2,6 Mton CO<sub>2</sub>-equivalenten, waarvan 1,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq. voor de categorie runderen en 0,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq. voor varkens.<sup>116</sup> De CH<sub>4</sub> emissies van de overige diercategorieën is gering (Bron: NIR 2014, RIVM 2014).

Hoewel het Nederlandse protocol rekening houdt met een aantal van de bovengenoemde onzekerheden is het mogelijk dat de CH<sub>4</sub> emissies uit mestbeheer nog onderschat worden. De IPCC (Good Practice Guidance) vraagt alle landen om in hun emissierapportage ook een inschatting te maken van de 'gecombineerde onzekerheid' van de gerapporteerde emissies per sector en subcategorie. Voor de categorie mestbeheer wordt deze onzekerheid in Nederland ingeschat op 100%. Die onzekerheid zit vooral in de gebruikte emissiefactoren.<sup>117</sup> Volgens de NIR 2014 rapportage (RIVM, 2014) komt deze onzekerheid neer op 0,9% en 0,4% van de totale nationale emissies voor respectievelijk runderen en varkens. Deze onzekerheid staat gelijk aan ongeveer 2,5 Mton aan extra CH<sub>4</sub> emissies (uitgedrukt in CO<sub>2</sub>-eq. emissies) uit mestbeheer.

Het verkleinen van bovengenoemde onzekerheden is relevant om uiteindelijk een meer realistische schatting van de vermeden methaanemissie van mestvergistings te kunnen bepalen. Zeeman en Gerbens (2002) zeggen hierover onder meer het volgende:

*The actual MCF factor will vary with the manure management system, the temperature of the stored manure, and the handling of the system. The mean percentage of manure left over (=inoculation) after 'emptying' (use) is of crucial importance;*

<sup>114</sup> Dichtheid = 0,67 kg CH<sub>4</sub> per m<sup>3</sup>

<sup>115</sup> <http://www.rvo.nl/onderwerpen/duurzaam-ondernemen/energie-besparen/national-inventory-entity/nationale-rapporten>

<sup>116</sup> De CH<sub>4</sub> emissies van overige diercategorieën is marginaal ten opzichte van rundvee en varkens.

<sup>117</sup> De NIR, 2015 (Editorial Draft) geeft voor het jaar 2012 schat echter in dat de emissies uit mestopslag hoger liggen, op totaal 4,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (2,0 rundvee en 2,2 varkens). Dit ligt fors hoger dan de 2012 cijfers uit het NIR, 2014. Vooral de gehanteerde emissiefactoren voor diverse soorten varkensmest lag fors hoger in de NIR, 2015. Dit verschil geeft echter aan dat er nog behoorlijke onzekerheden in de diverse schattingen zitten.

*It is recommended to collect more data on percentage inoculation in storages and re-estimate default MCF values with the aid of model calculations;*

Daarnaast raden Zeeman en Gerbens ook specifiek voor mestvergisters aan om betere MCF factoren te ontwikkelen dan de huidige standaardwaarde.

*Specifying the MCF values for digesters is recommended because, with the now recommended MCF defaults values (10 percent), it is suggested that controlled anaerobic digestion should always include relatively high methane emissions, and [...]. Anaerobic digesters can be constructed such that no or hardly any methane emission will occur.*

De MCF-waarde van 0,1 impliceert dat er binnen een gecontroleerd vergistingsproces nog altijd behoorlijk veel methaan verloren gaat (lekkage). In verhouding tot de Nederlandse MCF van 0,17 voor rundvee drijfmest in mestopslag lijkt de waarde van 0,1 slechts een geringe klimaatwinst op te leveren voor mestvergisting. Gezien de nog relatief jonge leeftijd van de Nederlandse populatie van vergisters en doorgaans redelijk tot goede technische staat lijkt deze standaard MCF-waarde voor vergisting (0,1) aan de hoge kant.

Voor bepaling van het netto-methaan effect van vergisting is het nog wel noodzakelijk om de vermeden CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag nog te corrigeren voor methaan slip/verlies vanuit het vergistingsproces (na-vergisting en opslag digestaat).

## Vermeden CH<sub>4</sub> emissies mestvergisting: theorie

Om de vermeden CH<sub>4</sub> emissies door mestvergisting te bepalen kan in principe gerekend worden met de standaard emissiefactoren (EF) per eenheid dierlijke mest (of per dier) die op basis van het protocol zijn vastgesteld. Daarbij is het relevant te weten welk aandeel van de methaan emissies uit mestbeheer technisch gezien vermeden kan worden. Dat deel van de CH<sub>4</sub> emissies dat 'op- of afgevangen' wordt door mest te vergisten (of via een ander proces wordt geminimaliseerd) en niet geëmitteerd wordt naar de atmosfeer kan als vermeden worden beschouwd. Daarbij is het belangrijk om na te gaan wat bijv. de verblijftijd van mest in opslag is geweest alvorens het vergist wordt. Zelfs wanneer men gebruik maakt van dagverse mest (bijv. 24 uur oud) is het nog lastig om 100% van de CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag af te vangen. Dit komt bijvoorbeeld doordat in de diverse stalsystemen de net uitgescheiden mest, vrijwel altijd terecht komen in de centrale mestopslag waar reeds andere mest (inoculant) in zit. Onder praktijkomstandigheden is het waarschijnlijk dat er dan al vrij snel enige CH<sub>4</sub> vorming op gang zal komen.

Het overgrote deel van de Nederlandse mestproductie betreft drijfmest (96%), waarvan rundvee (78%) en varkensmest (15%) de meest voorname categorieën zijn. Het merendeel van de totale drijfmestproductie wordt opgevangen in opslagsystemen (90%) en een deel komt vrij in de wei (10%) tijdens beweiding. Het aandeel vaste mest (4%) in de totale Nederlandse mestproductie is gering.



| Mestproductie door de veestapel, 2010 – 2015                 |       |       |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                                                              | 2010  | 2011  | 2012  | 2013  | 2014  | 2015* |
| Totale mestproductie                                         | 72,17 | 71,43 | 71,21 | 73,16 | 74,09 | 75,98 |
| Dunne mest                                                   | 68,90 | 68,31 | 68,16 | 70,17 | 71,05 | 72,88 |
| w.v. afkomstig van                                           |       |       |       |       |       |       |
| Rundvee (weide)                                              | 8,37  | 7,15  | 7,08  | 6,88  | 7,00  | 7,56  |
| Rundvee (stal)                                               | 46,77 | 47,47 | 47,65 | 49,96 | 50,81 | 51,92 |
| Varkens                                                      | 11,84 | 11,82 | 11,57 | 11,47 | 11,42 | 11,65 |
| Pluimvee                                                     | 0,03  | 0,01  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00  |
| Overige diercategorieën <sup>1)</sup>                        | 1,90  | 1,86  | 1,85  | 1,86  | 1,81  | 1,76  |
| Vaste mest                                                   | 3,27  | 3,12  | 3,05  | 2,98  | 3,04  | 3,10  |
| w.v. afkomstig van                                           |       |       |       |       |       |       |
| Rundvee                                                      | 0,81  | 0,74  | 0,69  | 0,59  | 0,58  | 0,56  |
| Pluimvee                                                     | 1,50  | 1,45  | 1,40  | 1,44  | 1,50  | 1,56  |
| Overige diercategorieën <sup>2)</sup>                        | 0,97  | 0,94  | 0,96  | 0,95  | 0,96  | 0,97  |
| Bron: CBS.                                                   |       |       |       |       |       |       |
| 1) Weidemest van schapen, paarden en pony's.                 |       |       |       |       |       |       |
| 2) Schapen, geiten, paarden, pony's, pelsdieren en konijnen. |       |       |       |       |       |       |
| N.B. Cijfers 2015 zijn voorlopig.                            |       |       |       |       |       |       |

**Tabel A3: Mestproductie door de veestapel in Nederland (in miljard kg per jaar)**

Bron: CBS, 2015

Omdat de methaan emissiefactoren voor vaste mest en weidemest (zie Tabel A4) en de daarbij behorende mestvolumes (zie Tabel A3) relatief gering zijn wordt er in het volgende uitgegaan van drijfmest. Tabel A4 geeft voor een aantal hoofdcategorieën de officiële CH<sub>4</sub>-emissiefactoren (NIR, 2014) per ton drijfmest (nat gewicht) uit mestbeheer weer (kolom 3). Om te kunnen bepalen hoeveel methaan-emissies er worden vermeden kan worden uitgegaan van een aantal 'afvang-scenario's' waar een bepaald percentage van de CH<sub>4</sub> uit mestopslag wordt vermeden (of afgevangen). Het niet afgevangen deel wordt dan alsnog uitgestoten naar de atmosfeer. Welk deel van de CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag daadwerkelijk afgevangen/vermeden kan worden is onder meer afhankelijk van het specifieke ontwerp en beheer van het stal- en mestopslagsysteem. Daarnaast zijn er mogelijk logistieke beperkingen waardoor de mestopslag niet frequent gelegeerd kan worden. De volgende scenario's worden overwogen:

- Vergisting van mest na 0 dagen (100% vermeden CH<sub>4</sub>-emissies)
- Vergisting van mest na 1 dag (95% vermeden CH<sub>4</sub>-emissies)
- Vergisting van mest na 14 dagen (50% vermeden CH<sub>4</sub>-emissies)
- Niet vergisten – langdurige opslag van mest (0% vermeden CH<sub>4</sub>-emissies)

Tabel A4 geeft het potentieel aan vermeden CH<sub>4</sub>-emissies per diercategorie (in kg CH<sub>4</sub> per ton mest) weer bij de verschillende afvang-percentages. De theoretisch maximale methaan-emissiereductie-prestatie is te realiseren door drijfmest van mestvarkens (3,82 kg CH<sub>4</sub> per ton drijfmest) direct te vergisten (dus 100% van CH<sub>4</sub> emissies wordt vermeden/afgevangen). Deze reductie staat gelijk aan 80,22 kg CO<sub>2</sub>-eq. per ton mest in dit geval uitgaande van een 'global warming potential' (GWP<sub>100</sub>) van

CH<sub>4</sub> van 21. Indien we gebruik maken van de meer recente GWP<sub>100</sub> waarde voor CH<sub>4</sub>, dan komt dit neer op ongeveer 107 kg CO<sub>2</sub>-eq. per ton mest. (zie BOX hieronder voor toelichting over GWP).

| Berekening EF dierlijke mest in CH <sub>4</sub> en CO <sub>2</sub> -eq.               |           | Emissie Factor        | Technisch potentieel te 'vermijden' CH <sub>4</sub> emissies uit mestopslag op basis van vergisting na x-aantal dagen* |                       |                       |                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
|                                                                                       |           |                       | Na 0 dagen (100%)                                                                                                      | Na 1 dag (95%)        | Na 14 dagen (50%)     | Na 120 dagen (0%)*    |
| Diercategorie                                                                         | Type mest | kg CH <sub>4</sub> /t | kg CH <sub>4</sub> /t                                                                                                  | kg CH <sub>4</sub> /t | kg CH <sub>4</sub> /t | kg CH <sub>4</sub> /t |
| <i>Cattle for breeding</i>                                                            | Drijf     | 1,82                  | -1,82                                                                                                                  | -1,74                 | -0,91                 | 0,0                   |
| <i>Cattle for fattening (meat calves rose veal)</i>                                   | Drijf     | 1,66                  | -1,66                                                                                                                  | -1,59                 | -0,83                 | 0,0                   |
| <i>Cattle for fattening (meat calves white veal)</i>                                  | Drijf     | 0,40                  | -0,40                                                                                                                  | -0,38                 | -0,20                 | 0,0                   |
| <i>Cattle for fattening (other)</i>                                                   | Drijf     | 1,82                  | -1,82                                                                                                                  | -1,74                 | -0,91                 | 0,0                   |
| <i>Fattening pig</i>                                                                  | Drijf     | 3,82                  | -3,82                                                                                                                  | -3,65                 | -1,91                 | 0,0                   |
| <i>Gilts, sows, young boars, boars for service</i>                                    | Drijf     | 2,22                  | -2,22                                                                                                                  | -2,12                 | -1,11                 | 0,0                   |
| <i>Gemiddelde waarde in kg CH<sub>4</sub>/ton mest (varkens en rundvee drijfmest)</i> | Drijf     | 1,96                  | -1,96                                                                                                                  | -1,87                 | -0,98                 | 0,0                   |
| <i>Gemiddelde waarde in kg CH<sub>4</sub>/ton mest (varkensdrijfmest)</i>             | Drijf     | 3,02                  | -3,02                                                                                                                  | -2,89                 | -1,51                 | 0,0                   |
| <i>Gemiddelde waarde in kg CH<sub>4</sub>/ton mest (rundvee drijfmest)</i>            | Drijf     | 1,43                  | -1,43                                                                                                                  | -1,36                 | -0,71                 | 0,0                   |
|                                                                                       |           |                       |                                                                                                                        |                       |                       |                       |
| Emissiefactoren                                                                       |           | kg CH <sub>4</sub>    |                                                                                                                        |                       |                       |                       |
| <i>Suckling cows (≥2 years)</i>                                                       | Vast      | 0,38                  |                                                                                                                        |                       |                       |                       |
| <i>Cattle for fattening and breeding</i>                                              | Weide     | 0,11                  |                                                                                                                        |                       |                       |                       |

\*Eigen inschatting

**Tabel A4: Voorbeeldberekening emissiefactoren verschillende dier categorieën en vermeden CH<sub>4</sub>-emissies bij verschillende afvang-percentages**

Bron: Emissiefactoren (kolom 3) uit NIR, 2014 en overige kolommen eigen berekeningen.

Voor rundveedrijfmest ('categorie cattle for breeding', waaronder melkvee valt) wordt het technische maximale reductiepotentieel geschat op resp. ca. 38 kg of 51 kgCO<sub>2</sub>-eq. per ton mest (bij GWP<sub>100</sub> van resp. 21 en 28). Het 'business as usual' scenario waar mest in zijn geheel niet vergist wordt (dit is vrijwel gelijk aan een voortzetting van de huidige praktijk van mest in opslag en vervolgens uitrijden op land) zal derhalve niet leiden tot een reductie van CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag (0,0 kg vermeden CO<sub>2</sub>-eq. per ton mest).

**BOX: 'Global Warming Potential' (GWP) methaan door de tijd heen**

In de internationale klimaatboekhouding is het gebruikelijk om te rekenen met de zogenaamde GWP<sub>100</sub> waarden. Deze waarden kunnen gebruikt worden om verschillende soorten broeikasgassen om te zetten naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. GWP<sub>100</sub> geeft de opwarmingspotentie van een specifieke broeikasgas weer binnen een bepaalde tijdshorizon (100 jaar) en waarin mogelijk het gas ook (deels) weer in de atmosfeer wordt afgebroken (of zich verder opbouwt. GWP<sub>20</sub> (20 jaar) en GWP<sub>500</sub> (500 jaar) waarden worden ook vaak gerapporteerd. Na vrijwel elk IPCC-assessment report zijn de GWP-waarden herzien.

| GWP-factor methaan (CH <sub>4</sub> )                                           | GWP20 | GWP100 | GWP500 |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|--------|--------|
| IPCC First and Second Assessment Report, 1990 and 1995 ( <a href="#">link</a> ) | 56    | 21     | 6,5    |
| IPCC Third Assessment Report, 2001 ( <a href="#">link</a> )                     | 62    | 23     | 7      |
| IPCC Fourth Assessment Report, 2007 ( <a href="#">link</a> )                    | 72    | 25     | 7,6    |
| IPCC Fifth Assessment Report, 2014 ( <a href="#">link</a> )                     | 84    | 28     | -      |

Om een volledig beeld van het methaan effect van mestvergisting te kunnen krijgen zal er nog een correctie plaats moeten vinden voor het methaanverlies in het vergistings-/bewerkingsproces (*vergisting, na-vergisting, digestaat opslag/compostering, biogas opwerking en/of methaanslip van de verbrandingsmotor*). Methaanverlies percentages in de literatuur voor opwerking naar groen gas variëren van 0,1% tot soms wel 20%<sup>118</sup> van de biogasproductie. E.e.a. is sterk afhankelijk van de gebruikte opwerkingstechnologie. Overige methaanverliezen kunnen ontstaan tijdens (na-)vergisting, bij de energieproductie en het onderhoud van de installatie. In veel businessplannen en haalbaarheidsstudies voor vergistingsprojecten wordt vaak gerekend met technische verliezen van 1% CH<sub>4</sub>. Hogere verliespercentages zijn doorgaans onwenselijk want deze schaden de economische haalbaarheid van vergisting. Een goede en betrouwbare kwantificering van dit lekkage-effect is belangrijk omdat mogelijk zelfs een ogenschijnlijk laag percentage methaanverlies uit het vergistingsproces de berekende klimaatwinst (deels) teniet kan doen.

| Bruto biogas opbrengst (in m <sup>3</sup> per ton mest) | % CH <sub>4</sub> in biogas <sup>119</sup> | CH <sub>4</sub> opbrengst m <sup>3</sup> <sup>120</sup> | Kg CH <sub>4</sub> | CH <sub>4</sub> slip 0,1% | CH <sub>4</sub> slip 1% | CH <sub>4</sub> slip 3% | CH <sub>4</sub> slip 5% | CH <sub>4</sub> slip 10% |
|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 10                                                      | 56%                                        | 5,6                                                     | 3,8                | 0,0037                    | 0,037                   | 0,11                    | 0,19                    | 0,37                     |
| 15                                                      | 56%                                        | 8,4                                                     | 5,6                | 0,0056                    | 0,056                   | 0,17                    | 0,28                    | 0,56                     |
| 20                                                      | 56%                                        | 11,2                                                    | 7,4                | 0,0075                    | 0,075                   | 0,22                    | 0,37                    | 0,74                     |
| <b>25</b>                                               | <b>56%</b>                                 | <b>14</b>                                               | <b>9,3</b>         | <b>0,0093</b>             | <b>0,093</b>            | <b>0,28</b>             | <b>0,47</b>             | <b>0,93</b>              |
| 30                                                      | 56%                                        | 16,8                                                    | 11,2               | 0,011                     | 0,11                    | 0,34                    | 0,56                    | 1,12                     |
| 35                                                      | 56%                                        | 19,6                                                    | 13,0               | 0,013                     | 0,13                    | 0,39                    | 0,65                    | 1,31                     |
| 40                                                      | 56%                                        | 22,4                                                    | 14,9               | 0,015                     | 0,15                    | 0,44                    | 0,75                    | 1,49                     |
| <b>43</b>                                               | <b>56%</b>                                 | <b>24,1</b>                                             | <b>16,13</b>       | <b>0,016</b>              | <b>0,16</b>             | <b>0,48</b>             | <b>0,80</b>             | <b>1,60</b>              |
| <b>45</b>                                               | <b>56%</b>                                 | <b>25,2</b>                                             | <b>16,81</b>       | <b>0,017</b>              | <b>0,17</b>             | <b>0,50</b>             | <b>0,84</b>             | <b>1,68</b>              |

**Tabel A5: Berekening methaanverlies vergisting bij verschillende biogasopbrengsten en verlies percentages (per ton drijfmest)**

Bron: Eigen berekeningen.

Om het effect van methaan lekkage te illustreren rekenen we in Tabel A5 een aantal scenario's door (0,1%, 1%, 3%, 5% en 10% CH<sub>4</sub>-verlies). Aangenomen wordt dat dit verlies proportioneel is aan de

<sup>118</sup> Bijvoorbeeld, membraantechnologie voor opwerking van biogas naar groen gas kan resulteren in een CH<sub>4</sub> verlies van 15-20%. Echter, indien men het restgas gebruikt voor energieopwekking dan is er geen sprake van verlies en dient alleen rekening gehouden te worden met methaanslip van de gasmotor.

<sup>119</sup> Het methaangehalte per m<sup>3</sup> biogas ligt doorgaans ergens tussen de 50 en 65%. In deze bijlage hanteren we voor de berekeningen een ietwat conservatieve waarde van 56% CH<sub>4</sub>. Bijvoorbeeld stalmetingen uitgevoerd door experts van Wageningen UR liggen doorgaans rond de 65% (Bron: notulen gesprekken 3 en 10 februari, 2016 te Wageningen, Auteur T. Vellinga, aanwezigen K. Groenestein, J. Sanders, T. Voncken, T. Vellinga, J. Mosquera, H. van der Mheen, M. Timmerman en E. Spijker).

<sup>120</sup> Dichtheid = 0,67 kg CH<sub>4</sub> per m<sup>3</sup>

uiteindelijke biogasopbrengst per ton ingaande mest. Op basis van praktijkgegevens en ervaringen van experts zien we een brede range aan biogasopbrengsten per ton drijfmest ( $10 - 45 \text{ m}^3$ ). De variatie in opbrengst is o.a. een direct resultaat van bijvoorbeeld verschillen in de 'versheid' van de gebruikte mest, het technisch en operationeel beheer van de vergistingsinstallatie en het type/kwaliteit van de gebruikte mest (vb. drijfmest, dikke fractie drijfmest). Mest met een hoger gehalte organisch stof heeft bijvoorbeeld ook een hoger biogas opbrengstpotentieel.

Bij een gemiddelde opbrengst van  $25 \text{ m}^3$  biogas per ton drijfmest is de  $\text{CH}_4$ -opbrengst voor energieproductie gelijk aan ca.  $14 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$  (of  $9,3 \text{ kg CH}_4$ ) per ton mest. Uitgaande van een hoog methaanverlies door lekkage van bijv. 10% ( $=0,93 \text{ kg CH}_4$ ) van de biogasproductie wordt – op basis van de berekende gemiddelde  $\text{CH}_4$ -emissiefactor voor drijfmest van  $1,96 \text{ kg CH}_4$  (zie Tabel A4) ongeveer 50% van de maximaal te vermijden methaan emissies uit mestopslag weer tenietgedaan. Bij een methaan verlies van 1% loopt dat terug tot ca. 5%. Voor varkensdrijfmest komt het verlies van resp. 10% en 1% methaan neer op een ca. 25% en ca. 2,5% lager klimaatrendement.

Als we aannemen dat de 'gemiddelde' Nederlandse vergister een bepaalde mix van varkens en rundvee drijfmest gebruikt, dan zal het netto methaaneffect (bruto vermeden  $\text{CH}_4$  emissies uit mestopslag gecorrigeerd met 1%  $\text{CH}_4$  verlies) waarschijnlijk ergens tussen de 2,5 en 5% komen te liggen (dit is dus nog exclusief de reductie van  $\text{CO}_2$ -emissies als gevolg van het vermeden verbruik van fossiele energie).

**Noot:** Specifiek voor het bepalen van de klimateffectiviteit van mestvergisting zijn 'onvermijdbare' of niet vermeden  $\text{CH}_4$  emissies uit mestopslag in beginsel niet relevant. Dit komt omdat deze emissies in de referentiesituatie (dus zonder vergisting) ook zouden hebben plaatsgevonden. Daarmee is deze bron van  $\text{CH}_4$  emissies niet toewijsbaar aan het mestvergistingsproces. Voor het bepalen van de  $\text{CH}_4$  emissies naar de atmosfeer ten behoeve van de nationale emissie-inventarisatie zijn de resterende niet-vermeden  $\text{CH}_4$  emissies uit mestopslag naar de atmosfeer wel relevant. Om dit te kunnen bepalen dienen er voor mestvergisting specifieke Methaan Conversie Factor (MCF) waarden vastgesteld worden.

Tabel A5 laat een grote bandbreedte zien ten aanzien van de bruto biogas opbrengst groot ( $10-45 \text{ m}^3$  biogas) per ton mest. Het 'midden-scenario' ( $25 \text{ m}^3$  biogas per ton mest) met een  $\text{CH}_4$  verlies van 1% wordt gezien als het meest representatief. Hoewel er in de praktijk grote opbrengstverschillen worden waargenomen, is dit midden scenario sterk vergelijkbaar met een aantal operationele mestvergistingsinstallaties waar drijfmest wordt vergist, zoals Groot Zevert<sup>121</sup> en Ecoson<sup>122</sup>.

Bij een biogasopbrengst van  $25 \text{ m}^3$  per ton mest bij grootschalige mestvergisting, is het niet eenvoudig om vast te kunnen stellen hoeveel methaan er alsnog vanuit mestopslag is geëmitteerd naar de atmosfeer en wat dus het afvangst-percentages is. In de praktijk blijkt echter bij grootschalige mestvergisting dat de verblijftijd van mest in opslag rond de twee weken ligt. Dus binnen 14 dagen na excretie wordt de mest vergist. Indien men opslagtijd van alle dierlijke (drijf)mest in Nederland drastisch weet in te korten dan kan een fors deel van die  $\text{CH}_4$  emissies vermeden worden. Als we er

<sup>121</sup> <http://www.groot-zevert.nl/vergisting>

<sup>122</sup> <https://www.ecoson.nl/>

eenvoudigheid halve van uitgaan dat de CH<sub>4</sub> emissies van weidemest en vaste mest verwaarloosbaar zijn en bij een goede optimalisatie van het aanvoer en vergistingsproces nog ca. 5% van de CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag vrijkomt (en dus niet vermeden kan worden) dan resteert er nog ongeveer 0,15 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (2,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq.\*0,05) uit mestopslag geëmitteerd.<sup>123</sup> Het huidige landelijke technisch reductiepotentieel – volgens de nu geldende officiële emissiecijfers - ligt dus grofweg in de buurt van de **2,45 Mton CO<sub>2</sub>-eq.**<sup>124</sup>

## Verloren biogasopbrengst: inzichten vanuit de praktijk

De mest sector in Nederland is redelijk goed georganiseerd en heeft inmiddels een paar decennia ervaring met het opzetten, beheren en optimaliseren van mest vergistings- en mestverwerkingsinstallaties. Diverse evaluatiestudies en experts geven aan dat de biogasproductie uit mest (co-)vergisting vaak kunnen tegenvallen. Er zijn veel factoren die het verschil tussen verwachte en werkelijke biogasopbrengsten kunnen verklaren. Zo kan het technisch en operationeel beheer van de vergistingsinstallatie niet optimaal zijn en kan bijv. door achterstallig onderhoud de installatie te veel methaan verliezen. Een andere factor van lagere biogasopbrengsten is de inzet van andere (energie-armere) grondstoffen voor vergisting. Het wordt steeds duidelijker dat het gebruiken van ‘oude’ mest of mest van ‘slechte kwaliteit’ leidt tot een lagere biogasproductie.

Dierlijke mest wordt in Nederland een steeds belangrijker grondstof voor vergisting. Zo is de hoeveelheid dierlijke mest dat co-vergist wordt de laatste jaren toegenomen van 0,44 mld. kg in 2007 naar 1,51 mld. kg in 2014 op basis van nat gewicht (CBS, 2015). Dit komt in hoofdzaak door uitbreidingen in vergistingscapaciteit. Echter, daar moet wel bij vermeld worden dat het aandeel (energierijke) cosubstraat maïs in co-vergisting in de energieopbrengst sterk gedaald van een piek van 0,36 mld. kg in 2010 naar 0,04 mld. kg in 2014 (CBS, 2015). Dus ondanks capaciteitsuitbreidingen is de energieproductie uit mest co-vergisting de laatste jaren niet of nauwelijks gestegen. Daar komt bij dat de bijdrage van dierlijke mest in de energieopbrengst in de categorie mest co-vergisting de laatste jaren is gestegen van 13% in 2009 naar 27% in 2014 (CBS, 2015).<sup>125</sup>

Als we specifiek kijken naar de biogasopbrengsten per ton mest, dan laten de in Tabel A5 genoemde waarden zien dat de kwaliteit en toestand van waarin de mest wordt aangeleverd erg belangrijk is voor de uiteindelijke biogasopbrengst van het vergistingsproces. De maximale bandbreedte voor de biogasopbrengst per ton mest is zelfs nog groter dan nu in Tabel A5 is aangegeven. Zo kan bijv. de opbrengst per ton ‘ongeboren mest’ richting de 90-100 m<sup>3</sup> biogas gaan. Een groter aantal studies/rapporten geeft aan dat de maximale biogasopbrengst van dagverse drijfmest onder goede

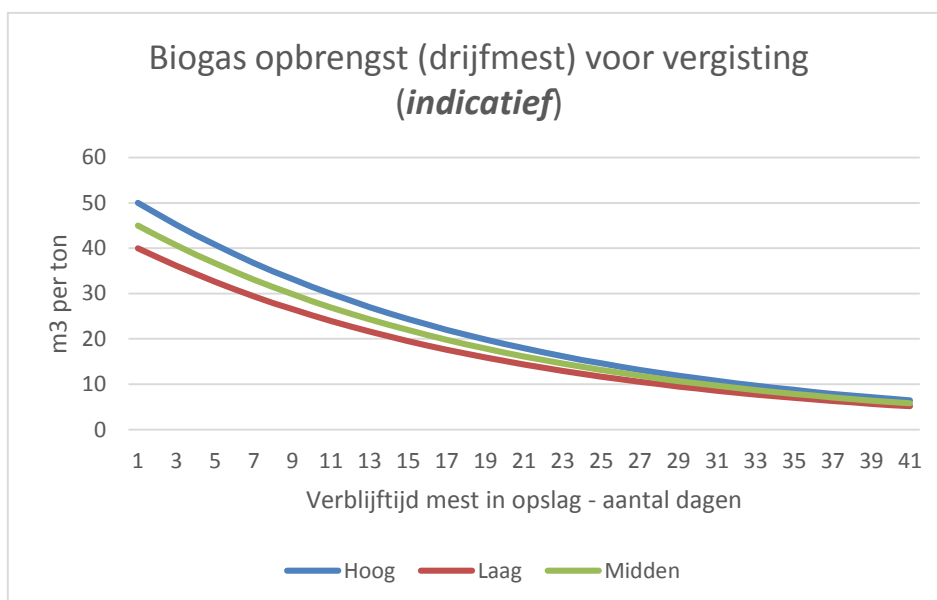
<sup>123</sup> Er zijn verschillende technische en biochemische mogelijkheden denkbaar om de methaanvorming in de pens van de koe te reduceren en/of die in de mestput stil te leggen, zodat dit later tijdens vergisting weer geactiveerd kan worden. Hierbij wordt gedacht aan toevoeging specifieke chemicaliën die de methanogenen afremmen. Breed toepasbaar zou het aanzuren van de mest kunnen zijn, waarbij ook ammoniakemissie wordt gereduceerd. Daarnaast zou gewerkt kunnen worden door de mestkelder voorzichtig te beluchten om de anaerobe condities op te heffen. Tenslotte zou pasteuriseren een oplossing kunnen zijn mits logistiek juist uitgevoerd zodat eenmaal gepasteuriseerde mest niet snel weer met oude mest in contact komt. Dergelijke maatregelen zouden de klimaat-effectiviteit van mestvergisting behoorlijk kunnen verhogen.

<sup>124</sup> Bij een afvangefficiëntie van 50% zijn de resterende CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag nog 1,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq.

<sup>125</sup> Bron: Hernieuwbare Energie in Nederland, 2014 (CBS, 2015)

omstandigheden zo rond de 40-50 m<sup>3</sup> per ton ligt. Naargelang de 'verblijftijd' van mest in de opslag toeneemt zal de biogasopbrengst dalen. Uit onderzoek (o.a. WUR, 2014)<sup>126</sup> blijkt dat na slechts enkele weken mestopslag de potentiële biogasopbrengst al fors is gedaald (ca. 30% minder opbrengst per maand verblijftijd in opslag en na 32 dagen is er ruim 25% van de organische stof 'verdwenen').

De schattingen over hoeveel van het biogaspotentieel er nu exact verloren gaat lopen uiteen. Een aantal experts schat in dat na ca. 14 dagen al 50% van de potentiële opbrengst van 50-40 m<sup>3</sup>/t mest is 'verdwenen' en dat na een verblijftijd van bijv. 120 dagen (ca. 4 maanden) in mestopslag de biogasopbrengst nog slechts rond de 5 m<sup>3</sup> biogas per ton mest ligt. Onderstaande Figuur A4 schetst het beeld van een aflopende biogasopbrengst per ton mest bij een toenemende verblijftijd van drijfmest in opslag. Als we uitgaan van de midden waarde op dag 1 gaat uit van een biogasopbrengst van (50-40) 45 m<sup>3</sup> per ton mest. Aangenomen wordt dat na een periode van 14 dagen al 50% van het opbrengstpotentieel is 'verdwenen' (ca. 22,5 m<sup>3</sup> biogas per ton mest). Deze waarde ligt ook aardig dicht bij de resultaten en ervaringen vanuit de praktijk waar de biogas opbrengsten per ton mest tussen de 20-25 m<sup>3</sup> biogas per ton drijfmest ligt.



**Figuur A4: Geschatte biogas opbrengst (m<sup>3</sup> per ton drijfmest) in relatie tot verblijftijd vergiste mest in mestopslag (dagen)**

Bron: Eigen simulatie op basis van bestaand onderzoek o.a. WUR, 2014 en schattingen door experts

**Noot:** Figuur A4 is opgenomen ter illustratie. Deze biogas opbrengstcurve is nog onvoldoende wetenschappelijk onderbouwd. Verder onderzoek is nodig om deze curve te verbeteren voor verschillende mestsoorten. De opgenomen resultaten zijn derhalve indicatief. Het is aan te raden om naast laboratorium tests ook praktijkonderzoek te doen om zodoende realistische waarden onder praktijkomstandigheden en door de tijd heen te krijgen.

<sup>126</sup> <http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Biogaspotentieel-van-drijfmest-vermindert-met-30-procent-per-maand.htm>

Binnen de vergisting praktijk en onderzoek door o.a. WUR is er wel consensus over dat er binnen een relatief korte tijdspanne van 2 a 3 weken al vrij grote biogasopbrengstverliezen optreden. Hierbij is het relevant om te vragen waar het ‘verloren’ biogasopbrengst potentieel (methaan) is gebleven? Hierbij gaat het technisch gezien om het verlies aan organische stof, dat al wordt afgebroken in de tijd dat het vergist wordt. Meer precies is dan de vraag op welke wijze de organische stof wordt afgebroken in mestopslag en welke factoren/condities invloed hebben op een snelle afbraak daarvan?

Een mogelijke verklaring is dat een deel van dat biogasproductiepotentieel dan reeds als  $\text{CH}_4$  is geëmitteerd naar de atmosfeer. In de praktijk van beheer en opslag van drijfmest wordt mest na een kort verblijf op de stalvloer (onder aerobe omstandigheden), ingevoerd in de mestopslag. Vanwege het hoge watergehalte van drijfmest heeft opslag in de mestput een sterk anaeroob karakter. Daar komt bij dat een opslagsysteem voor drijfmest feitelijk wordt gebruikt als een ‘Continuous Flow reactor’, waarbij nieuwe ‘verse’ mest bovenop de ‘oude’ mest valt (behalve tijdens beweidingperiode). Dit impliceert ook dat er in de mestput vanaf moment 0 reeds een actieve populatie methanogenen aanwezig is. In dergelijke omstandigheden zal  $\text{CH}_4$  vorming snel op gang komen. Uiteraard spelen de temperatuur en verblijftijd van de mest in opslag een belangrijke rol in hoe snel en hoe veel biogas opbrengst potentieel (lees; organische stof) er verloren zal gaan alvorens het de vergister in gaat.

Omdat er momenteel ‘slechts’ ca. 2% van de totale jaarlijkse Nederlandse mestproductie wordt vergist voor de productie van biogas wordt het opslaan van drijfmest en het na verloop van tijd uitrijden op land gezien als de standaard emissie-referentiesituatie.<sup>127</sup> Het verloren biogasproductie potentieel is dus aanzienlijk. Schattingen van het technische potentieel op basis van mestvergisting liggen boven de 50 PJ. Ter vergelijking: In 2014 was het aandeel hernieuwbare energie in Nederland 5,6% van het bruto finale eindverbruik, wat gelijk staat aan ongeveer 111 PJ.<sup>128</sup>

Indien mest op land wordt uitgereden hanteren we de aanname dat de drijfmest (jaarrond) gemiddeld genomen zo rond de 4 maanden (120 dagen) in opslag heeft gelegen. Tabel A6, is opgesteld op basis van eerdergenoemde schattingen ten aanzien van biogasopbrengsten (45, 43, 22,5 en 5  $\text{m}^3$ ) per ton drijfmest van bepaalde leeftijden (resp. Dag 0, 1, 14 en 120). De Tabel A6 laat zien dat na 120 dagen mestopslag de verwachte resterende biogasopbrengst per ton mest dan rond de 5  $\text{m}^3$  biogas zal liggen. Bij een dergelijke verblijftijd van mest in opslag en verwachte lage biogasopbrengst is mestvergisting niet zinvol meer.

Op basis van bovenstaande aannames en cijfers is het mogelijk om te berekenen wat de ‘verloren’ biogasopbrengst per ton mest door de tijd heen is (Tabel A6). Bij een verblijftijd in mestopslag van 120 dagen is volgens de berekening al 89% van het biogasproductiepotentieel verdwenen. Indien de

<sup>127</sup> Daarnaast is er een deel van de Nederlandse mestproductie dat wordt verwerkt en geëxporteerd naar het buitenland, voor gebruik als meststof op landbouwgronden. Indien het mestverwerkingsproces zorgt voor een andere verblijftijd van dierlijke mest in opslag en/of zelf fossiele energie gebruikt (bijv. voor drogen/centrifugeren) dan is er sprake van een ander emissieprofiel. Zeker voor die mestproductie welke onder de mestverwerkingsplicht valt zal dit gelden.

<sup>128</sup> Hoewel de 50 PJ ‘slechts’ het technische productiepotentieel is en dus niet gelijk is aan het bruto finaal eindverbruik kan mestvergisting desondanks een aanzienlijke bijdrage leveren aan het realiseren van de hernieuwbare energiedoelen in Nederland.



‘verloren’ biogasopbrengst ook als CH<sub>4</sub> zou zijn geëmitteerd naar de atmosfeer dan staat dit gelijk aan ca. 14,9 kg CH<sub>4</sub> per ton drijfmest.

Voor heel Nederland zouden de CH<sub>4</sub> emissies uit drijfmest (63,57 miljoen ton rundvee (stal) en varkensdrijfmest, zie Tabel A3) dan op een niveau van ongeveer 0,95 Mton CH<sub>4</sub> liggen. Indien we deze ‘verloren’ biogasopbrengst beschouwen als CH<sub>4</sub> dat naar de atmosfeer zou zijn geëmitteerd dan staat dit gelijk aan een emissie van ca. 20 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (bij een GWP<sub>100</sub> van 21) of ca. 26,5 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (bij GWP<sub>100</sub> van 28).

| Verblijftijd drijfmest in opslag | Bruto biogas opbrengst m <sup>3</sup> per ton mest | Biogas verlies (%) | Biogas verlies (m <sup>3</sup> ) | % CH <sub>4</sub> in biogas | CH <sub>4</sub> verlies m <sup>3</sup> per ton mest <sup>129</sup> | Kg CH <sub>4</sub> verlies per ton mest |
|----------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------|----------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| Dag 0                            | 45                                                 | 0%                 | 0                                | 56%                         | 0,0                                                                | 0,0                                     |
| Dag 1*                           | 43                                                 | 4,4%               | 2                                | 56%                         | 1,12                                                               | 0,75                                    |
| Na 14 dagen                      | 22,5                                               | 50%                | 22,5                             | 56%                         | 12,6                                                               | 8,4                                     |
| Na 120 dagen                     | 5                                                  | 89%                | 40                               | 56%                         | 22,4                                                               | 14,9                                    |

**Tabel A6: ‘Gemiste’ of ‘verloren’ biogasopbrengst per ton mest**

Bron: Eigen berekeningen op basis van praktijkwaarden en schattingen van experts.

\*Waarde verkregen op basis van interpolatie van dag 0 waarde en dag 14 waarde

#### ***Staat het verloren biogasopbrengst potentieel ook gelijk aan CH<sub>4</sub> emissies naar de atmosfeer?***

*In de huidige emissierapportage (NIR, 2014) worden de CH<sub>4</sub> emissies uit mestbeheer ingeschat op 2,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (Ca. 1,35% van totaal). De praktijkberekeningen op basis van ‘verloren’ biogasopbrengst geven aan dat de CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag – uitgaande van een standaard opslagduur van 120 dagen – ruim zevenmaal zo hoog worden ingeschat als momenteel wordt gerapporteerd indien dit in de vorm van methaan zou zijn verdwenen uit de mest.*

*Echter, de berekende ‘verloren’ biogasopbrengst is niet zonder meer gelijk te stellen aan vermeden CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag. Dit komt simpelweg omdat de condities waaronder de organische stof wordt afgebroken anders zijn (mestopslag; psychrofiel en mestvergisting; mesofiel). Echter, een dergelijk groot verschil (‘gat’) tussen de gerapporteerde CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslagen en het bovenstaande was voldoende aanleiding om een tweetal gesprekken (3 en 10 februari 2016) met experts van Wageningen UR Livestock Research op te zetten om daar de onzekerheden t.a.v. de geschatte CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag te bespreken.*

*Dat er in de huidige officiële schattingen een bepaalde onzekerheid zit is geen vreemde constatering aangezien de huidige NIR, 2014 de gecombineerde onzekerheid van deze cijfers (op basis van ‘expert judgement’) worden geschat op 100%. Dit ligt met name aan de gegevens, onderzoek en meetmethoden die ten grondslag liggen aan het bepalen van de emissiefactoren voor dierlijke mest.*

*De resultaten van de twee gesprekken hebben geresulteerd in een forse verkleining en verklaring van het ‘gat’ tussen de officiële emissie cijfers en de eigen berekeningen op basis van verloren biogasopbrengst. Echter, deze gesprekken lieten ook zien dat er nog een aantal onzekerheden zitten in*

<sup>129</sup> Dichtheid = 0,67 kg CH<sub>4</sub> per m<sup>3</sup>



*de huidige officiële schattingen en metingen. Deze onzekerheden vragen om aanvullend wetenschappelijk- en praktijkonderzoek. De volgende sectie gaat dieper in op de onzekerheden t.a.v. CH<sub>4</sub> vorming in mestopslag.*

## Verdieping discussie: onzekerheden CH<sub>4</sub> emissies mestopslag

De cruciale vraag is of op basis van het ‘verloren’ biogasopbrengst potentieel ook daadwerkelijk geconcludeerd kan/mag worden dat deze in de vorm van methaan naar de atmosfeer is geëmitteerd. Zoals eerder aangegeven geldt zeker voor drijfmest dat mestopslag hoofdzakelijk een anaeroob proces is; en daarmee dus een voedingsbodem biedt voor methaanvorming.

De temperatuur is een van de verschillende procesvariabelen die van invloed zijn op CH<sub>4</sub> vorming en de afbraak van organische stof. Koude gisting in mestopslag ligt typisch rond de 10-15°C (psychrofiel) en bij mestvergisting liggen de temperaturen typisch tussen de 30-40°C (mesofiel). Er zijn aanwijzingen dat bij vergisting onder nog hogere temperaturen (thermofiel) er uiteindelijk een hogere fractie van het aanwezige organische stof omgezet zal worden in biogas, maar ook dit is afhankelijk van de verblijftijd van het materiaal in de (na-)vergister (bijv. in geval van onvolledige vergisting en te korte verblijftijd). Ook zijn er aanwijzingen dat er onder psychrofiele condities een lagere totale hoeveelheid organische stof wordt afgebroken dan onder mesofiele condities. De vraag is echter hoe groot dit verschil is. Hoewel er diverse studies<sup>130</sup> zijn die de voor- en nadelen van thermofiele en/of mesofiele vergisting beschrijven zijn studies op het gebied van de afbraak van organische stof onder psychrofiele condities schaarser.<sup>131</sup>

Naast de temperatuur zijn er ook andere procesvariabelen die een sterke invloed hebben op de vorming van methaan in mestopslagen. In A. Dustan, 2002 en Wang J. et. Al. 2010<sup>132</sup> wordt onder andere aangegeven dat de snelheid van CH<sub>4</sub> vorming van drijfmest in de mestopslag ook afhankelijk is van korstvorming en de stabiliteit/permeabiliteit van de toplaag. Een toplaag (of korst) kan zelf ontstaan of worden aangebracht (bijv. met stro). Echter, ook de frequentie van invoeding nieuwe mest kan invloed hebben op de stabiliteit van de toplaag. Daarnaast zijn er mogelijk interacties tussen verschillende aerobe en anaerobe processen (vb. composteringsprocessen) in bepaalde segmenten van de mestopslag. Genoemde effecten kunnen de CH<sub>4</sub>-vorming afremmen, maar ook bevorderen.

Tijdens de eerdergenoemde gesprekken van 3 en 10 februari 2016 (te Wageningen) zijn een aantal voorname procesvariabelen geïdentificeerd die van invloed zijn op de afbraak van organische stof en/of op de vorming van CH<sub>4</sub> in mestopslag en mestvergisting, te weten:

<sup>130</sup> [http://www.stowa.nl/upload/publicaties/STOWA%202012%20W15\\_LR.pdf](http://www.stowa.nl/upload/publicaties/STOWA%202012%20W15_LR.pdf)

<sup>131</sup> “Although methane production decreases significantly at low temperatures, methanogenesis has been reported at temperatures as low as 4°C (Stevens and Schulte, 1979, cited by Safley and Westerman, 1990). The temperature dependence of methane generation has been well studied, however, data under psychrophilic conditions are less common.”

**Bron:** ‘Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates’, A. Dustan (2002).

<sup>132</sup> **Bron:** ‘Methane emissions during storage of different treatments from cattle manure in Tianjin’, J. Wang, 2010. ‘Review of methane and nitrous oxide emission factors for manure management in cold climates’, A. Dustan (2002).

- Temperatuur
- Inoculatie
- pH waarde ingaande mest
- Menging, korstvorming en gelaagdheid
- Verblijftijd mest in opslag/(na)vergister
- Viscositeit

Tijdens die gesprekken werd al snel vastgesteld dat er belangrijke verschillen zitten in de procescondities voor opslag rundvee- en varkensdrijfmest en vergisting van dierlijke mest.

---

### **Bevindingen gesprekken 3 en 10 februari, 2016 te Wageningen**

(Excerpt) notulen opgesteld door Dhr. T. Vellinga (Wageningen UR, Livestock Research)<sup>133</sup>

*Van een aantal factoren is bekend dat ze de vorming van methaan beïnvloeden:*

- *Korstvorming. Dit treedt duidelijk op bij rundveemest en een beetje bij zeugenmest. Oorzaak is het relatief vezelrijke rantsoen bij rundvee en zeugen. Het is bekend dat methaan dat opstijgt in de mest bij passage in de korst wordt geoxideerd tot CO<sub>2</sub>. In de literatuur zijn getallen gevonden tussen 0.15 en 0.97.*
- *De temperatuur heeft invloed om de snelheid waarmee methaan/biogas wordt gevormd. De emissie in opslagen zal daarom langzamer verlopen in mestopslagen van varkens en rundvee.*

*Van andere factoren zijn de effecten minder bekend:*

- *De mest wordt in de vergister actief gemengd, terwijl in opslagen niet wordt gemengd of slechts op één of twee momenten (rundveemest). Het effect van mengen op de vergisting is niet bekend. In de vergister is het belangrijkste doel van de menging het zorgen dat nieuwe mest in contact komt met het inoculum. Bij opslag van rundveemest treedt ontmenging op. Het effect daarvan op methaanemissie is niet bekend.*
- *Tegelijkertijd treedt er passieve menging op, onder meer door het steeds toevoegen van nieuwe mest die door de roosters valt.*
- *In mestopslagen is sprake van een pH-verloop van boven naar onder. Het effect van dat verloop op de methaanemissie is niet bekend.*

*Aanvullend dient te worden gezegd dat veel metingen van methaan plaatsvinden in onderzoeken waar emissies van ammoniak worden gemeten en die dus niet specifiek zijn opgezet voor metingen van methaanemissies.*

*De zoektocht naar redenen voor het “gat” levert momenteel vooral een aantal hypothesen op. Er is geen systematisch onderzoek gedaan naar de processen die plaatsvinden in mestopslagen en vergisters waarmee het “gat” verklaard kan worden. Er dient onderzoek te komen waar een nauwkeurige koolstof en stikstofbalans kan worden opgesteld. Dat onderzoek is essentieel om de berekening van vermeden*

---

<sup>133</sup> Notulen gesprekken 3 en 10 februari, 2016 te Wageningen, Auteur T. Vellinga, aanwezigen K. Groenestein, J. Sanders, T. Voncken, T. Vellinga, J. Mosquera, H. van der Mheen, M. Timmerman en E. Spijker.

*emissie betrouwbaar te kunnen uitvoeren. Daarnaast kan een verbeterd inzicht in de processen die zorgen voor een snelle afbraak van OS in mestopslag ervoor zorgen dat mestopslagsystemen en vergistingsconcepten ontwikkeld kunnen worden die een groter aandeel van beschikbare OS na excretie effectief weten te vangen.*

### **Conclusie:**

*Het berekende verschil in berekening van de vermeden emissies spitst zich toe op twee dingen:*

- De inschatting van de omzetting van organische stof uit mest naar biogas (methaan en CO<sub>2</sub>). Er is een plausibele verklaring voor het gevonden verschil van methaanemissie uit opslagen en de biogasproductie uit vergisters. Deze verklaring ligt in het bewust stimuleren van het vergistingsproces. Maar nog niet alle procesonderdelen zijn opgehelderd.*
- Is de berekende vermeden emissie op basis van de biogasberekening ook daadwerkelijk vermeden. Of is er sprake van andere processen waardoor de omzetting van koolstof uit mest niet optreedt of leidt tot andere producten? De bestaande kennis biedt hiervoor geen antwoord en beter onderzoek naar de processen rond koolstof omzettingen in mest in opslagen en vergisters is nodig. Daarmee kunnen bruikbare emissiefactoren worden bepaald voor mestopslagen en vergisters die zowel de emissieboekhouding als de toegevoegde waarde van mestvergisting beter in beeld kunnen brengen.*

Uiteindelijk doel van vervolgonderzoek zal moeten zijn om de aangegeven onzekerheden in de metingen, schattingen en gebruikte (reken)waarden voor het vaststellen van methaanemissies uit mestopslag te minimaliseren. In de volgende sectie wordt aan de hand van een rekenvoorbeeld kort besproken wat de invloed kan zijn van genoemde onzekerheden op de schatting van de (vermeden) methaanemissies uit mestopslag. En daarmee het totale klimaat-effect van mestvergisting.

## Klimaat-effect vergisting drijfmest; Rekenvoorbeelden met ranges op basis van onzekerheden

Voor het bepalen van het klimaat-effect van mestvergisting zijn de volgende parameters van belang:

- Bo – maximaal methaan productiepotentieel m<sub>3</sub>/ton OS
- MCF – methaan conversie factor
- OS-gehalte dierlijke mest
- Afvang-efficiëntie CH<sub>4</sub>
- Energieopbrengst per ton mest
- GWP<sub>100</sub> factor

### **Maximaal methaan productiepotentieel (Bo)**

Een snelle inventarisatie (middels beperkte steekproef) leert dat er zowel in literatuur als in de praktijk in de verschillende landen een vrij grote range aan Bo factoren wordt gebruikt voor zowel varkens als runderen. Uiteraard zal dit sterk samenhangen met de voersamenstelling, maar de gevonden range in de diverse 2014 NIRs van een aantal EU-landen (e.g. Finland, Duitsland, Nederland, Italië en Polen) is

behoorlijk groot. Bo voor rundvee is 0,14 in Italië en 0,25 in Nederland (factor 1,8 hoger), en Bo voor varkens 0,3 in Duitsland en 0,45/0,46 in resp. Polen en Italië (factor 1,5 hoger).

### Methaan conversie factoren (MCF)

De gevonden range in gebruikte MCF factoren in de diverse 2014 NIRs van een aantal EU-landen (e.g. Finland, Duitsland, Nederland, Italië en Polen) is eveneens vrij groot. Uiteraard zijn dit niet allemaal landen die in een en dezelfde klimaatzone zitten, maar de gevonden bandbreedte is fors. MCF voor rundvee is 0,1 in Finland en 0,25 in Polen (factor 2,5 hoger) en de MCF voor varkens is 0,1 in Finland, 0,25 in Duitsland<sup>134</sup> en 0,39 in Nederland (factor 3,9 hoger).

### Organische stof gehalte dierlijke mest (OS)

Recentelijk zijn de emissiefactoren voor dierlijke mest in Nederland herzien. De reeds gepubliceerde (maar nog niet officiële) Editorial Draft van de Nederlandse NIR, 2015 laat zien dat er met name op het gebied van varkensmest een forse correctie heeft plaatsgevonden (zie Tabel A7).

| CH <sub>4</sub> manure management                | IEF (NIR, 2014) | IEF (NIR, 2015) | FACTOR | IEF (NIR, 2015) |
|--------------------------------------------------|-----------------|-----------------|--------|-----------------|
| IEF <sup>135</sup> kg CH <sub>4</sub> /head/year | 2012            | 2012            | 2012   | 2013            |
| Mature dairy cattle                              | 43,09           | 41,3            | 1,0    | 41,48           |
| Swine                                            | 2,95            | 7,85            | 2,7    | 6,83            |
| Swine (excl. Piglets)                            | 5,11            | 12,23           | 2,4    | 12,03           |
| Fattening pigs                                   | 4,2             | 9,77            | 2,3    | 9,52            |
| Breeding swine                                   | 9,62            | 24,45           | 2,5    | 24,21           |

**Tabel A7: Vergelijking 'Implied Emission Factors' CH<sub>4</sub> mestbeheer voor het jaar 2012**

Bron: NIR, 2014 en Editorial Draft NIR, 2015.<sup>136</sup>

Door die correctie worden de totale nationale emissies uit mestbeheer voor het jaar 2012 nu geschat op 4,3 Mton CO<sub>2</sub>-eq. in plaats van de in de NIR, 2014 gerapporteerde 2,6 Mton CO<sub>2</sub>-eq. Specifiek voor de categorie varkens zijn de emissies voor 2012 van een geschat niveau van 0,8 Mton CO<sub>2</sub>-eq. naar boven bijgesteld tot ca. 2,2 Mton CO<sub>2</sub>-eq. (factor 2,7 hoger).

### Efficiëntie 'methaan afvang' uit mestopslag (= % vermeden methaan) en correctie methaan lekkage

Welk aandeel van de CH<sub>4</sub> emissies uit mestopslag vermeden (of afgevangen) kan worden hangt onder andere af van het type stalsysteem, het opslagsysteem en eventuele bewerkingsstappen voor vergisting (vb. scheiding dikke en dunne fractie). De vuistregel hierbij is dat, des te eerder de (verse) mest vergist wordt, des te hoger de vermeden methaan emissies. In het rekenvoorbeeld zullen we werken met verschillende afvang-percentages van resp. 100%, 95%, 50% en 0%. Welk aandeel in de praktijk vermeden kan worden is dus een belangrijke variabele bij het bepalen van het totale klimaatrendement van mestvergisting. Bij mestvergisting op boerderijschaal zijn er wellicht betere

<sup>134</sup> MCF waarde voor varkensmest met 'natural crust' ligt lager op 0,17.

<sup>135</sup> De emissiefactoren (EF) voor CH<sub>4</sub> uit opslag dierlijke mest in Nederland hebben betrekking op de hoeveelheid mest per diercategorie (EF = kg CH<sub>4</sub>/m<sup>3</sup> manure/year), terwijl de geïmpliceerde emissiefactoren (IEF) betrekking hebben op de CH<sub>4</sub> emissies per dier per jaar (kgCH<sub>4</sub>/head/year).

<sup>136</sup>

[http://unfccc.int/national\\_reports/annex\\_i\\_ghg\\_inventories/national\\_inventories\\_submissions/items/8812.php](http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/8812.php)

mogelijkheden om de geproduceerde mest, eerder te verwerken en in te voeden in de vergister dan bij mestvergisting op industriële schaal (logistiek gezien) mogelijk is. Het totale methaan-effect wordt ook nog beïnvloed door de hoeveelheid methaan dat ontsnapt uit het vergistingsproces (lekkage). In de regel wordt een methaanverlies van 1% van de biogasopbrengst gezien als realistisch.

### **Netto energieopbrengst per ton mest (nat gewicht)**

De energieopbrengst van een mestvergister is uiteindelijk bepalend voor de hoeveelheid fossiele energie dat vervangen kan worden. Door het vermijden van het gebruik van fossiele energie worden er ook CO<sub>2</sub>-emissies vermeden. Eventuele methaanverliezen kunnen verdisconteerd worden met de vermeden methaan emissies uit mestopslag (afhankelijk van het afvangst-percentages). Daarnaast moet er nog een correctie voor de emissies als gevolg van het eigen energieverbruik worden toegepast. De aanname hierbij is dat er voor de productie van groen gas uit biogas per MJ output ongeveer 0,454 MJ energie nodig is (zie: toelichting bij Tabel A8).<sup>137</sup> In de huidige praktijk moet een biogasopbrengst per ton ingaande drijfmest van ca. 25 m<sup>3</sup> bij grootschalige mestvergisting goed haalbaar zijn. In de toekomst zal het wellicht mogelijk zijn om richting de 45 m<sup>3</sup> biogas per ton drijfmest te kunnen gaan. Op basis van die opbrengsten kan ook de methaanlekkage worden berekend.

### **GWP<sub>100</sub> methaan**

Voor het bepalen van een emissiereductie prestatie voor mestvergisting wordt veelal gerekend in termen van CO<sub>2</sub>-equivalenten. Daartoe dient de emissie van bijvoorbeeld 1 ton methaan (CH<sub>4</sub>) of lachgas (N<sub>2</sub>O) omgezet te worden in CO<sub>2</sub>-eenheden. Hiervoor is het gebruikelijk de zogenaamde GWP<sub>100</sub> factor te gebruiken. Die GWP<sub>100</sub> factor voor methaan is sinds 1995 een aantal keren herzien en is inmiddels van GWP<sub>100</sub> factor voor methaan van 21 opgelopen naar 28. Hoewel dit een wat kunstmatige rekenwaarde lijkt (het gaat immers om methaan emissies) geeft de meest recente GWP<sub>100</sub> factor van 28 wel een beter beeld van de werkelijke impact van methaan emissies op het broeikaseffect. Door deze omrekenfactor te gebruiken wordt er in principe een hogere urgentie gegeven aan initiatieven gericht op CH<sub>4</sub> emissiereductie.

## **Berekening CO<sub>2</sub> –eq. reductie; vermeden fossiel in combinatie met invloed onzekerheden vermeden methaan uit mestopslag**

### **Vermeden fossiel – het CO<sub>2</sub>-effect (groen gas)**

Tabel A8 toont het CO<sub>2</sub>-effect voor het vermeden fossiele energieverbruik door mestvergisting bij verschillende biogasopbrengsten per ton drijfmest. Bijv. mest dat na ca. 2 weken wordt vergist levert ongeveer 25 m<sup>3</sup> biogas per ton mest op. Dat staat gelijk aan een bruto groen gas productie (in aardgas equivalenten met 89% CH<sub>4</sub>) van ca. 15,57 m<sup>3</sup>. Aangenomen wordt dat deze energieproductie ingezet kan worden om het gebruik van fossiel aardgas te vermijden (het bruto CO<sub>2</sub>-effect). Echter er moet

<sup>137</sup> De energievraag van een vergisting proces dat als doel heeft om groen gas te produceren is doorgaans wat hoger dan bij verbranding van biogas voor de productie van warmte of gecombineerde productie van elektriciteit en warmte. In het rekenvoorbeeld wordt uitgegaan van een groen gas productieketen. Daarmee is er waarschijnlijk geen sprake van een forse overschatting van het CO<sub>2</sub>-effect als gevolg van vermeden gebruik fossiele energie. Meer specifieke berekeningen zijn nodig om de juiste energiebalans van een bepaalde biogas-keten te kunnen bepalen.

ook een correctie toegepast worden voor de CO<sub>2</sub>-emissies als gevolg van het eigen energieverbruik van de installatie (bijv. externe warmte, elektriciteit, diesel).

| Bruto biogas opbrengst m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> (56% CH <sub>4</sub> ) | CH <sub>4</sub> verlies 1% (in m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ) | Netto CH <sub>4</sub> opbrengst (in m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> ) | Bruto groen gas prod. m <sup>3</sup> (89% CH <sub>4</sub> ) | Netto groen gas productie –Correctie eigen verbruik *** | CO <sub>2</sub> -emissie reductie door vervanging aardgas* (in kg CO <sub>2</sub> ) |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                                     | 2,8                                                   | 0,03                                                            | 2,77                                                                 | 3,11                                                        | 1,70                                                    | 3,13                                                                                |
| 10                                    | 5,6                                                   | 0,06                                                            | 5,54                                                                 | 6,23                                                        | 3,40                                                    | 6,26                                                                                |
| 15                                    | 8,4                                                   | 0,08                                                            | 8,32                                                                 | 9,34                                                        | 5,10                                                    | 9,39                                                                                |
| 20                                    | 11,2                                                  | 0,11                                                            | 11,09                                                                | 12,46                                                       | 6,80                                                    | 12,52                                                                               |
| 22,5                                  | 12,6                                                  | 0,13                                                            | 12,47                                                                | 14,02                                                       | 7,65                                                    | 14,08                                                                               |
| 25                                    | 14                                                    | 0,14                                                            | 13,86                                                                | 15,57                                                       | 8,50                                                    | 15,65                                                                               |
| 30                                    | 16,8                                                  | 0,17                                                            | 16,63                                                                | 18,69                                                       | 10,20                                                   | 18,77                                                                               |
| 35                                    | 19,6                                                  | 0,20                                                            | 19,40                                                                | 21,80                                                       | 11,90                                                   | 21,90                                                                               |
| 40                                    | 22,4                                                  | 0,22                                                            | 22,18                                                                | 24,92                                                       | 13,60                                                   | 25,03                                                                               |
| 43                                    | 24,08                                                 | 0,24                                                            | 23,84                                                                | 26,79                                                       | 14,62                                                   | 26,91                                                                               |
| 45                                    | 25,2                                                  | 0,25                                                            | 24,95                                                                | 28,03                                                       | 15,31                                                   | 28,16                                                                               |

**Tabel A8: Berekening CO<sub>2</sub>-reductie vermeden fossiele energie voor verschillende biogasopbrengsten per ton drijfmest (incl. correctie CH<sub>4</sub>-verlies voor netto energieopbrengst).**

Bron: Eigen berekeningen

\*Emissiefactor is 1,84 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> aardgas

\*\*Dit zijn de geschatte biogasopbrengsten op basis van de praktijkberekening

\*\*\*De gebruikte energiebalans (0,454 MJin per MJuit) gaat uit van mono mestvergisting en opwerking tot groen gas

In deze berekening wordt op basis van de energiebalans van een mono-mest vergisting installatie (*hoeveel energie is er nodig om 1 eenheid bruikbare energie te produceren*) een netto energieopbrengst berekend. De relatief lage energiedichtheid per ton mest zorgt ervoor dat er naar verhouding meer externe energie nodig is om een eenheid groen gas uit mestvergisting te produceren (in tegenstelling tot bijvoorbeeld groen gas uit 100% agro-food reststromen, maïs of glycerine). De energiebalans van een grootschalige mono-mest vergisting installatie (200.000 ton mest) is in een levenscyclusanalyse uitgevoerd binnen het kader van het EU BIOTEAM project (vanaf blz. 24)<sup>138</sup> berekend op 0,454 MJ input per MJ output. Dit houdt in dat er iets meer dan de helft (1-0,454= 0,546) van de bruto energieopbrengst geleverd kan worden aan het net. Per ton mest komt dat ongeveer neer op een netto groen gas productie van (15,57 maal 0,546) ca. 8,5 m<sup>3</sup> groen gas. Uitgaande van een emissiefactor van aardgas van 1,84 kg CO<sub>2</sub> per m<sup>3</sup> dan komt de extra CO<sub>2</sub> prestatie per ton mest neer op ongeveer 15,65 kg CO<sub>2</sub> per ton mest.<sup>139</sup> Tabel A8 geeft ook de resultaten weer voor de andere energiestenari's.

<sup>138</sup> Zie:

[http://sustainable-biomass.eu/images/deliverables/D2.4/D2.4\\_Pathway%20Sustainability%20Assessment\\_NL\\_advanced.pdf](http://sustainable-biomass.eu/images/deliverables/D2.4/D2.4_Pathway%20Sustainability%20Assessment_NL_advanced.pdf)

<sup>139</sup> De correctie voor eigen energieverbruik op basis van de energiebalans is vrij rudimentair. Deze methode gaat er impliciet van uit dat alle gebruikte externe energie een emissiefactor heeft die (in dit voorbeeld) gelijk is aan die van aardgas. In de praktijk zal er een mix van externe elektriciteit, aardgas, benzine/diesel en warmte met daaraan verbonden specifieke emissiefactoren, gebruikt worden. Ook is de correctie op basis van een vaste waarde voor de energiebalans onzeker omdat dit veelal uitgaat van een vergister die onder optimale

### Vermeden methaan emissies uit mestopslag – het CH<sub>4</sub>-effect (rundvee en varkensdrijfmest)

Tabel A9 geeft een overzicht van het gemiddelde emissiefactoren voor verschillende subcategorieën drijfmest en de geschatte reductie van CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag bij twee verschillende afvangpercentages (50% en 95%) uitgedrukt in kg CH<sub>4</sub> per ton drijfmest (zie ook Tabel A4). Deze waarde dient nog gecorrigeerd te worden voor 1% methaanlekage uit het vergistingsproces. Deze correctie is afhankelijk van de biogasopbrengst per ton drijfmest (zie Tabel A5). Naast de officiële emissiefactoren voor drijfmest uit de NIR, 2014, laat Tabel A9 ook de geschatte 'nieuwe' emissiefactoren voor varkensdrijfmest zien (NIR, 2015 – Editorial Draft) die aangepast zijn vanwege een bijstelling van de fractie organische stof per ton mest. De nieuwe emissiefactoren voor varkensdrijfmest liggen ongeveer een factor 2,5 hoger.

| Berekening vermeden CH <sub>4</sub> emissies mestopslag                                      | CH <sub>4</sub> lekkage – 1% van 20 m <sup>3</sup> biogas |                       | CH <sub>4</sub> lekkage – 1% van 25 m <sup>3</sup> biogas |                       | CH <sub>4</sub> lekkage – 1% van 30 m <sup>3</sup> biogas |                       | CH <sub>4</sub> lekkage – 1% van 35 m <sup>3</sup> biogas |                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| Aandeel vermeden methaan                                                                     | 50%                                                       | 95%                   | 50%                                                       | 95%                   | 50%                                                       | 95%                   | 50%                                                       | 95%                   |
| Diercategorie                                                                                | kg CH <sub>4</sub> /t                                     | kg CH <sub>4</sub> /t | kg CH <sub>4</sub> /t                                     | kg CH <sub>4</sub> /t | kg CH <sub>4</sub> /t                                     | kg CH <sub>4</sub> /t | kg CH <sub>4</sub> /t                                     | kg CH <sub>4</sub> /t |
| <i>Gemiddelde waarde in kg CH<sub>4</sub>/ton mest (varkens en rundvee drijfmest)</i>        | 0,98 – 0,075                                              | 1,87 – 0,075          | 0,98 – 0,093                                              | 1,87 – 0,093          | 0,98 – 0,11                                               | 1,87 – 0,11           | 0,98 – 0,13                                               | 1,87 – 0,13           |
| <i>Gemiddelde waarde in kg CH<sub>4</sub>/ton mest (varkens drijfmest)*</i>                  | 1,51 – 0,075                                              | 2,89 – 0,075          | 1,51 – 0,093                                              | 2,89 – 0,093          | 1,51 – 0,11                                               | 2,89 – 0,11           | 1,51 – 0,13                                               | 2,89 – 0,13           |
| <i>Gemiddelde waarde in kg CH<sub>4</sub>/ton mest (rundvee drijfmest)</i>                   | 0,71 – 0,075                                              | 1,36 – 0,075          | 0,71 – 0,093                                              | 1,36 – 0,093          | 0,71 – 0,11                                               | 1,36 – 0,11           | 0,71 – 0,13                                               | 1,36 – 0,13           |
| <i>Gemiddelde waarde in kg CH<sub>4</sub>/ton mest (varkens drijfmest) * EF factor 2,5**</i> | 3,78 – 0,075                                              | 7,23 – 0,075          | 3,78 – 0,093                                              | 7,23 – 0,093          | 3,78 – 0,11                                               | 7,23 – 0,11           | 3,78 – 0,13                                               | 7,23 – 0,13           |

\*Op basis van oude emissiefactoren voor varkensdrijfmest (NIR, 2014)

\*\*Op basis van nieuwe emissiefactoren voor varkensdrijfmest (NIR, 2015; Editorial Draft)

**Tabel A9: Vermeden CH<sub>4</sub> emissies verschillende subcategorieën drijfmest bij verschillende afvangpercentages en gecorrigeerd voor CH<sub>4</sub> lekkage bij verschillende biogasopbrengsten (in kg CH<sub>4</sub> per ton drijfmest)**

Door de gegevens van Tabellen A8 (CO<sub>2</sub>-effect) en A9 (CH<sub>4</sub>-effect) te combineren kan het totale 'klimaat-effect' van verschillende mono mestvergistingsscenario's doorerekend worden.

procesomstandigheden draait. In de praktijk kan dit ervoor zorgen dat het energieprofiel van het project anders is.



#### **Mono mestvergisting rundveedrijfmest bij 35 m<sup>3</sup> biogas per ton mest**

Uitgaande van een vergister met een biogasopbrengst van 35 m<sup>3</sup> per ton rundvee drijfmest is het CO<sub>2</sub>-effect 21,9 kg CO<sub>2</sub> per ton mest en is het CH<sub>4</sub>-effect 16,24 of 34,44 kg CO<sub>2</sub>-eq. bij een aandeel vermeden CH<sub>4</sub>-emissie van resp. 50% en 95%. In totaal komt dat neer op **38,14 - 56,34** kg vermeden CO<sub>2</sub>-eq. per ton rundveedrijfmest (bij GWP<sub>100</sub> van 28 voor CH<sub>4</sub>).

#### **Mono mestvergisting varkensdrijfmest bij 25 m<sup>3</sup> biogas per ton mest (*oude EF*)**

Uitgaande van een vergister met een biogasopbrengst van 25 m<sup>3</sup> per ton varkensdrijfmest is het CO<sub>2</sub>-effect 15,65 kg CO<sub>2</sub> per ton mest en is het CH<sub>4</sub>-effect 39,68 of 78,32 kg CO<sub>2</sub>-eq. bij een aandeel vermeden CH<sub>4</sub>-emissie van resp. 50% en 95%. In totaal komt dat neer op **55,33 - 93,97** kg vermeden CO<sub>2</sub>-eq. per ton varkensdrijfmest (bij GWP<sub>100</sub> van 28 voor CH<sub>4</sub>).

#### **Mono mestvergisting varkensdrijfmest bij 25 m<sup>3</sup> biogas per ton mest (*nieuwe EF*)**

Uitgaande van een vergister met een biogasopbrengst van 25 m<sup>3</sup> per ton varkensdrijfmest is het CO<sub>2</sub>-effect 15,65 kg CO<sub>2</sub> per ton mest en is het CH<sub>4</sub>-effect 103,24 of 199,84 kg CO<sub>2</sub>-eq. bij een aandeel vermeden CH<sub>4</sub>-emissie van resp. 50% en 95%. In totaal komt dat neer op **118,89 - 215,49** kg vermeden CO<sub>2</sub>-eq. per ton varkensdrijfmest (bij GWP<sub>100</sub> van 28 voor CH<sub>4</sub>).

#### **Mono mestvergisting varkensdrijfmest bij 35 m<sup>3</sup> biogas per ton mest (*oude EF*)**

Uitgaande van een vergister met een biogasopbrengst van 35 m<sup>3</sup> per ton varkensdrijfmest is het CO<sub>2</sub>-effect 21,9 kg CO<sub>2</sub> per ton mest en is het CH<sub>4</sub>-effect 38,64 of 77,28 kg CO<sub>2</sub>-eq. bij een aandeel vermeden CH<sub>4</sub>-emissie van resp. 50% en 95%. In totaal komt dat neer op **60,54 - 99,18** kg vermeden CO<sub>2</sub>-eq. per ton varkensdrijfmest (bij GWP<sub>100</sub> van 28 voor CH<sub>4</sub>).

#### **Mono mestvergisting varkensdrijfmest bij 35 m<sup>3</sup> biogas per ton mest (*nieuwe EF*)**

Uitgaande van een vergister met een biogasopbrengst van 35 m<sup>3</sup> per ton varkensdrijfmest is het CO<sub>2</sub>-effect 21,9 kg CO<sub>2</sub> per ton mest en is het CH<sub>4</sub>-effect 102,2 of 198,8 kg CO<sub>2</sub>-eq. bij een aandeel vermeden CH<sub>4</sub>-emissie van resp. 50% en 95%. In totaal komt dat neer op **124,1 - 220,7** kg vermeden CO<sub>2</sub>-eq. per ton varkensdrijfmest (bij GWP<sub>100</sub> van 28 voor CH<sub>4</sub>).

Het doorrekenen van de verschillende scenario's laat ook zien wat de invloed van de in deze Annex II genoemde onzekerheden t.a.v. de (vermeden) CH<sub>4</sub>-emissies uit mestopslag kan zijn. Dit is uiteindelijk van groot belang voor het bepalen van de kosteneffectiviteit van mono mestvergisting als emissiereductieoptie (Hoofdstuk 5). Het CH<sub>4</sub>-effect is uiteraard afhankelijk van welk deel van die methaan emissies daadwerkelijk technisch en praktisch gezien vermeden kan worden. Daarnaast zijn er – zoals benoemd - ook nog forse onzekerheden t.a.v. de processen die leiden tot de vorming van CH<sub>4</sub> emissies in mestopslag.