

# Integratie van biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest

In opdracht van en gefinancierd door:



Dit project is uitgevoerd door:

Auteur(s):

T. Dijkstra

J. Krooneman

A. de Vos van Steenwijk

R. Winters

O.M. de Vegt

Organisatie:

Bioclear

Bioclear

Bioclear

Bioclear

KNN

Projectnummer:

Dit project maakt deel uit van het Masterplan Mineralenmanagement (MMM). Het MMM is een initiatief van LTO Nederland, de Nederlandse Akkerbouw Vakbond en het Productschap Akkerbouw. Binnen het MMM voeren diverse partijen gezamenlijk onderzoeks- en voorlichtingsprojecten uit op het gebied van bodem, bemesting en water.

Dit rapport is eveneens te vinden op [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl).



Voor uw vragen, op- en aanmerkingen over het MMM kunt u zich wenden tot Tjitse Bouwkamp (PA).

Stadhoudersplantsoen 12 • Postbus 29739 • 2502 LS Den Haag  
☎ 070 370 84 26 • ✉ [mmm@hpa.agro.nl](mailto:mmm@hpa.agro.nl) • [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl)

Dit rapport is een uitgave van:

KNN  
Werfstraat 5  
9712 VN Groningen  
phone.: +31(0)50 3175550  
fax.: +31(0)50 3175559  
email: [info@knnadvies.nl](mailto:info@knnadvies.nl)  
internet: [www.knnadvies.nl](http://www.knnadvies.nl)

Bioclear  
Rozenburglaan 13C  
9727 DL Groningen  
phone.: +31(0)50 5718455  
fax.: +31(0)50 5717920  
email: [info@bioclear.nl](mailto:info@bioclear.nl)  
internet: [www.bioclear.nl](http://www.bioclear.nl)

Samenwerkingsverband  
Noord-Nederland

Dit project wordt medegefinancierd door  
het Europees Fonds voor Regionale  
Ontwikkeling en door het Ministerie van  
Economische Zaken, Landbouw en  
Innovatie, Pieken in de Delta



## INHOUDSOPGAVE

<b>Samenvatting .....</b>	<b>3</b>
<b>1. Inleiding .....</b>	<b>4</b>
1.1. Aanleiding project.....	4
<i>Doel van het project .....</i>	<i>5</i>
1.2. Leeswijzer .....	5
<b>2. Ontwikkeling van technologie voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest op pilotschaal.....</b>	<b>6</b>
2.1. Technologisch ontwerp voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest op pilotschaal .....	6
2.2. Economische haalbaarheid van geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest .....	9
<b>3. Gebruik van kunstmestvervangers in de akkerbouw .....</b>	<b>13</b>
3.1. Inleiding.....	13
3.2. Huidig gebruik kunstmeststoffen .....	13
3.3. Ongewenste aspecten van kunstmeststoffen .....	13
3.4. Kunstmestvervangers uit dierlijke mest .....	13
3.5. Realisatie van een duurzame akkerbouw door inzet kunstmestvervangers .....	14
<i>Organische stof .....</i>	<i>14</i>
<i>Kunstmestvervangers en preventie diffuse bodemverontreiniging .....</i>	<i>14</i>
<i>Kunstmestvervangers en bodembiodiversiteit .....</i>	<i>15</i>
3.6. Gebruik van kunstmestvervangers door de akkerbouw .....	15
<b>4. Projectontwikkeling gericht op marktimplementatie van de technologie .....</b>	<b>17</b>
4.1. Consortiumvorming .....	17
4.2. Opzet voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest op pilotschaal.....	17
4.3. Opschaling van de technologie en marktimplementatie .....	18
<b>5. Conclusies en aanbevelingen .....</b>	<b>19</b>
<b>6. Literatuur en bronnen .....</b>	<b>21</b>
<b>Bijlage 1 Wet en regelgeving.....</b>	<b>24</b>
<b>Bijlage 2 Tabellen mestregelgeving.....</b>	<b>27</b>
<b>Bijlage 3 Lijst beschikbare technieken verwijdering NPK.....</b>	<b>29</b>
<b>Bijlage 4 Bepaling hoeveelheid mest die toegepast mag worden .....</b>	<b>31</b>



## SAMENVATTING

De aanleiding voor het Masterplan Mineralenmanagement (MMM) is de afnemende voedselzekerheid en de toenemende schaarste van minerale grondstoffen voor de plantaardige productie. Een mogelijke oplossingsrichting is het sluiten van de mineralenkringlopen door middel van mestraffinage.

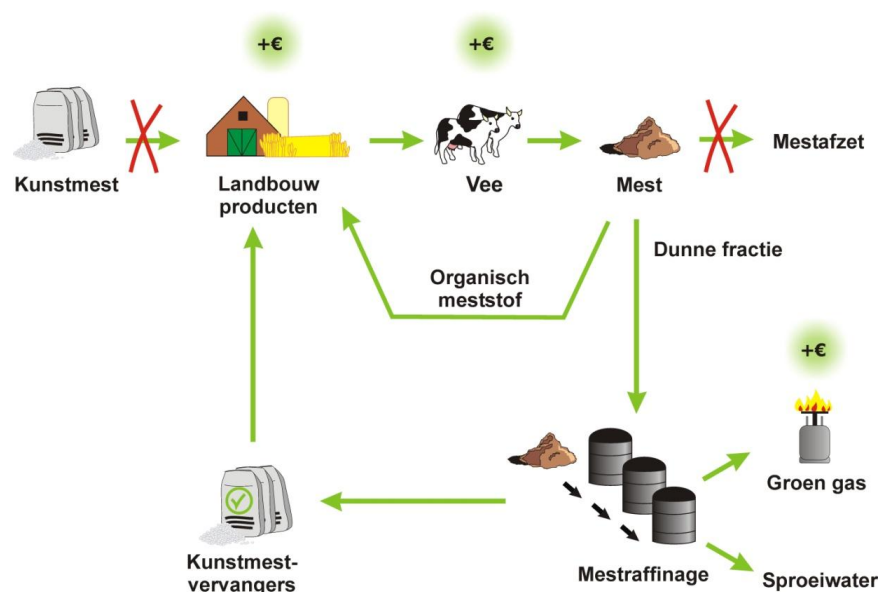
In dit rapport is een technologisch ontwerp van een technologie voor geïntegreerde biogasproductie en de winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest beschreven. Hiertoe is een consortium gevormd bestaande uit partijen uit het bedrijfsleven Paques, Oosterhof Holman, Bioclear, KNN en kennis- en onderzoeksinstituut Dairy Campus, onderdeel van Wageningen UR Livestock Research. De verwachting is dat middels deze technologie een organische fractie wordt verkregen die nagenoeg vrij is van minerale nutriënten (met name fosfaat en stikstof). Dit zal tijdens het testen van de pilot dienen te worden geverifieerd. Daarnaast kunnen de volgende producten worden teruggewonnen uit dierlijke mest: struviet, ammoniumcarbonaat, kaliumcarbonaat en ammoniumsulfaat. Daarnaast wordt groen gas en beregeningswater verkregen. Momenteel is het niet gangbaar om carbonaten toe te passen in de akkerbouw, behalve calciumcarbonaat (kalk) en magnesiumcarbonaat. De toepasbaarheid, landbouwkundige werkzaamheid en de milieuhygiënische aspecten van mogelijk toepasbare op carbonaten gebaseerde kunstmestvervangers zal daarom nader onderzocht dienen te worden. Indien de dikke fractie met organische stof nagenoeg geen fosfaat en stikstof bevat dan sluit dit goed aan bij de behoefte van de akkerbouwers. Bij eenzelfde werkingscoëfficiënt van mogelijk toepasbare kunstmestvervangers is er een bedrijfseconomisch perspectief aanwezig voor de akkerbouwer om zijn gewassen te bemesten door middel van een combinatie van dierlijke mest en kunstmestvervangers. De in deze studie beschreven technologie voor geïntegreerde biogasproductie en winning van dierlijke mest kan op afzienbare termijn (vanaf circa 2015) mogelijk een bijdrage leveren aan de ambities voor een duurzame akkerbouw en het veilig stellen van de voedselproductie.

## 1. INLEIDING

### 1.1. Aanleiding project

Deze rapportage is tot stand gekomen in het kader van het Masterplan Mineralen Management (MMM). De aanleiding voor het MMM is de afnemende voedselzekerheid en de toenemende schaarste van minerale grondstoffen voor de plantaardige productie. De minerale grondstoffen fosfor, stikstof en kalium zijn van essentieel belang voor de groei van planten, dieren en de mens. Het is evident dat zonder deze bemesting, bij gelijkblijvend areaal, de wereldvoedselproductie zal dalen. Momenteel wordt de behoefte aan fosfor, stikstof en kalium in akkerbouwgrond wereldwijd aangevuld door kunstmest.

Betreffende de kunstmestproductie zijn er een aantal verontrustende ontwikkelingen die een effect hebben op de continuïteit van kunstmestproductie en daarmee ook op de voedselzekerheid. Een van de elementen van kunstmest is fosfor wat een essentiële voedingsstof is voor al het leven op aarde en wordt uit mijnen gewonnen in de vorm van fosfaatrots. Voorspellingen geven aan dat de economische winbare voorraden aan het eind van deze eeuw uitgeput zijn (Van Lommen en Van Vliet, 2011). Rekening houdend met de groeiende wereldbevolking, de milieubelasting en anticiperend op de schaarste van fosfaat is hergebruik van mineralen, oftewel het sluiten van de mineralenkringloop nodig. Dit is geïllustreerd in Figuur 1.



**Figuur 1 Een vereenvoudigde weergave van een mogelijke sluiting van de mineralenkringlopen door middel van de producten die geproduceerd worden uit mest. Tegelijkertijd worden kosten voor het gebruik van kunstmest vermeden.**

Om in de toekomst aan de toenemende vraag naar plantaardige producten te voldoen is uitbreiding van het areaal landbouwgrond ten koste van natuurlijk habitat geen duurzame optie. De oplossing dient gezocht te worden in de meest efficiënte benutting van reeds beschikbaar areaal en nutriënten met een minimale belasting van de omgeving. Een mogelijke oplossingsrichting is het sluiten van de mineralenkringlopen door de winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest.

Mest is van oudsher een waardevol product om de bodemvruchtbaarheid op peil te houden. De mest afkomstig uit de intensieve veehouderij heeft een positieve gebruikswaarde indien deze uitgereden wordt op akkerbouwland in binnen- of buitenland. Net als bij de

grondgebonden veehouderij bestaat een duidelijk herkenbare vraag naar mest bij akkerbouwers in binnen- en buitenland. Op dit moment echter kent Nederland op nationaal niveau een mestoverschot. Van de totale jaarproductie van 70 miljoen ton dierlijke mest wordt nu circa 50 miljoen ton op het eigen land uitgereden en 20 miljoen ton wordt op dit moment afgevoerd naar de akkerbouw of geëxporteerd (De Wilt *et al*, 2011). Door het mestoverschot heeft mest een negatieve economische waarde verkregen waardoor akkerbouwers momenteel geld ontvangen voor afzet van mest op hun land.

Mest zal echter nooit geheel kunstmest kunnen vervangen omdat dierlijke mest een min of meer vaste verhouding heeft tussen stikstof en fosfaat (N/P verhouding) terwijl de verhouding van de behoefte aan stikstof en fosfaat verschilt per perceel, en afhankelijk is van het gewas en de fosfaattoestand (De Wilt *et al*, 2011)). Dat maakt het moeilijk om op basis van alleen dierlijke mest elk perceel te voorzien in de specifieke behoefte aan mineralen. Een ander knelpunt is dat dierlijke mest stikstof (N) soms niet snel genoeg kan leveren, bijvoorbeeld in het voorjaar omdat een deel van de stikstof als organisch gebonden stikstof (N-org) aanwezig is. Pas na omzetting in minerale stikstof is deze stikstof beschikbaar voor opname door gewassen. Stikstof afkomstig uit kunstmest (-vervangers) echter is snel beschikbaar voor gewasopname. Vanuit dit perspectief pleit dit voor het gebruik van kunstmest (-vervangers) welke geproduceerd worden door middel van mestraffinage. Daarnaast is een goede voorziening van de akkerbouw met organische stof belangrijk. Akkerbouwers hebben behoefte aan organische stof nagenoeg vrij is van nutriënten (in het bijzonder stikstof en fosfaat). Het sluiten van de mineralenkringloop door middel van het gebruik van kunstmestvervangers op lokaal niveau kan om deze redenen bijdragen aan een duurzame oplossing voor de samenleving in het algemeen en voor de agrarische sector in het bijzonder.

### ***Doel van het project***

Dit rapport heeft als doel de haalbaarheid van de ontwikkeling van een technologie voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest te beschrijven die vervolgens op pilotschaal gebouwd en getest gaat worden:

- In dit rapport beschrijven we de producten die middels de pilot uit dierlijke mest worden gewonnen en maken we inzichtelijk of fosfaat- en stikstofterugwinning op pilotschaal technologisch toepasbaar is en onder welke randvoorwaarden. Daarnaast maken we inzichtelijk of de uit deze technologie voortkomende producten aansluiten bij de akkerbouwsector.
- Het haalbaarheidsonderzoek maakt inzichtelijk of de technologie voor integratie van biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest vanuit bedrijfseconomisch oogpunt een perspectief biedt en wat de mogelijke financiële voordelen kunnen zijn voor akkerbouwers;
- Onderdeel van de studie is ook projectontwikkeling gericht op de marktimplementatie van de technologische innovatie: hieronder valt consortiumvorming en projectontwikkeling gericht op het vervolg waarbij de technologie onder praktijkcondities wordt getest op pilotschaal.

## **1.2. Leeswijzer**

In hoofdstuk 2 wordt het technologisch ontwerp van een pilotinstallatie voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers op pilotschaal beschreven. Tevens wordt in ditzelfde hoofdstuk de economische haalbaarheid van de pilot bepaald. In hoofdstuk 3 wordt beschreven in hoeverre de uit deze mestraffinagetechnologie voorkomende producten aansluiten bij de akkerbouw. In hoofdstuk 4 wordt het vervolg van het project beschreven gericht op de ontwikkeling van geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest op pilotschaal.

## **2. ONTWIKKELING VAN TECHNOLOGIE VOOR GEÏNTEGREERDE BIOGASPRODUCTIE EN WINNING VAN KUNSTMESTVERVANGERS UIT DIERLIJKE MEST OP PILOTSCHAAL**

Sinds 2010 is ook op nationale schaal sprake van een niet-plaatsbaar mestoverschot, dat naar verwachting de komende jaren verder zal toenemen. Een van de mogelijke structurele oplossingen is het omvormen van mest van een afvalproduct naar een waardevolle grondstof. Mest bevat grondstoffen en energie die hergebruikt kunnen worden. Momenteel benutten we het potentieel van mest in beperkte mate. Er zijn diverse technieken om mest te verwerken waarbij volumereductie door indikken en drogen momenteel een van de meest voorkomende bewerkingen is. Hierbij is de insteek veelal gericht op het minimaliseren van de kosten van de mestafzet. Het is een 'end-of-pipe' benadering van het mestvraagstuk. Dit in tegenstelling tot mestraffinage waarbij dierlijke mest wordt geraffineerd in uiteenlopende nuttige producten. In de volgende paragraaf (2.1) beschrijven we het technologisch ontwerp voor geïntegreerde biogasproductie en mestraffinage.

### **2.1. Technologisch ontwerp voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest op pilotschaal**

Het hier beschreven technologisch ontwerp voor de pilotinstallatie heeft als doel om de technologie te testen onder realistische praktijkcondities zodat een duurzaam economisch mestraffinagetechnologie op boerderijschaal (schaalgrootte 250 grootvee eenheden-GVE) wordt ontwikkeld die zowel voorziet in de behoefte van de akkerbouw als de rundveehouderij.

De basis van de ontwikkeling voor het ontwerp van de pilotinstallatie is een combinatie van technieken welke afzonderlijk hebben bewezen dat deze effectief zijn in andere sectoren (luchtwassers, afvalwaterzuivering en industriële productie). Met behulp van deze technologie is het mogelijk om mest te raffineren in de volgende componenten:

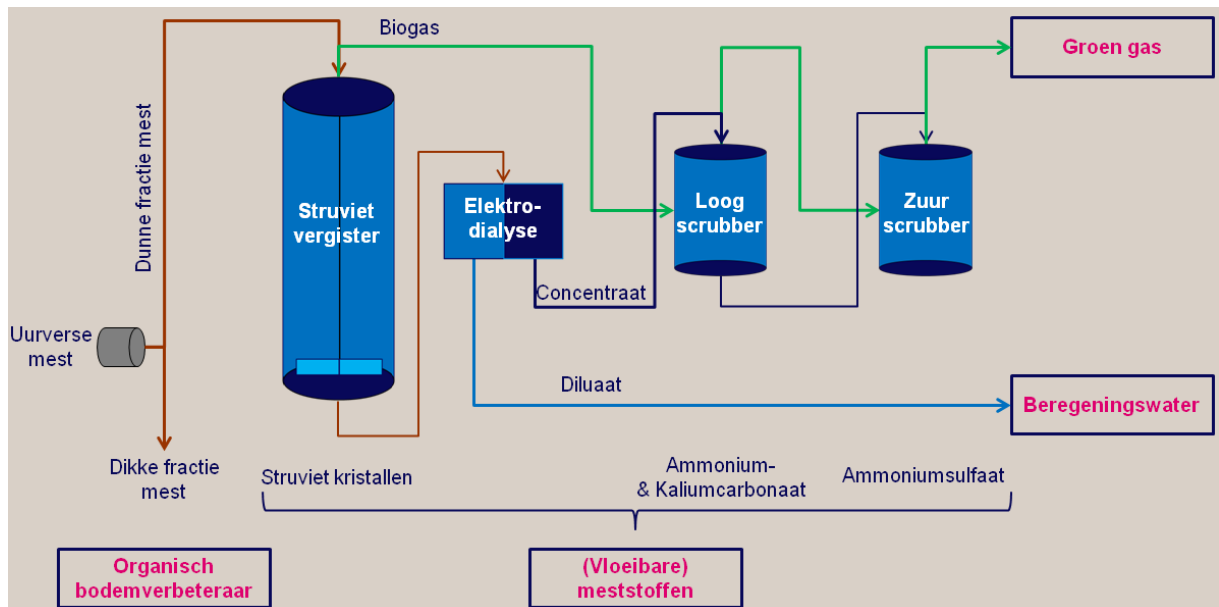
- 1) een dikke fractie met organische stof die nagenoeg geen nutriënten bevat (stikstof en fosfaat) en die de akkerbouwgronden kan voorzien van organische stof;
- 2) producten die mogelijk als kunstmestvervangers gebruikt kunnen worden;
- 3) groen gas.

Voor de ontwikkeling van een mestraffinagetechnologie op pilotschaal is gebruik gemaakt van de volgende bestaande technieken:

- Reactor met geïntegreerde monovergistingsinstallatie en fosfaatterugwinning;
- Innovatieve electrolyse unit voor scheiding van de mineralen;
- Scrubbers voor terugwinning van de mineralen in de vorm van carbonaten;
- Gasscrubber voor het terugwinnen van overgebleven stikstof en opwerking van biogas tot groen gas.

Het ontwerp voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest op pilotschaal is weergegeven in Figuur 2.





**Figuur 2 Technologisch ontwerp pilotinstallatie geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest**

Het proces voor geïntegreerde biogasproductie en winning van mogelijke kunstmestvervangers uit dierlijke mest vindt dan als volgt plaats:

- Mest wordt gescheiden in een dikke fractie (4.500 m<sup>3</sup> per jaar) en in een dunne fractie (500 m<sup>3</sup> per jaar) door middel van een schroefpers. De scheider produceert een dikke, stapelbare fractie met een hoog gehalte aan organisch stof. De dunne fractie is een waterige suspensie met een laag gehalte organisch stof waarin zich vrijwel alle mineraal stikstof en kalium bevindt. De hypothese is dat doordat de mest direct in behandeling wordt genomen de dikke fractie hoofdzakelijk organische stof bevat maar nagenoeg vrij is van nutriënten (stikstof en fosfaat). Dit zal tijdens het testen geverifieerd gaan worden. Om dit te bewerkstelligen is een aanpassing van de mestopslag in de stal nodig.
- De dunne fractie bevat de zouten (mineralen/nutriënten) en andere opgeloste stoffen zoals vetzuren. Dit maakt de dunne fractie erg zout en daarmee ongeschikt als meststof. Uit de dunne fractie wordt daarom in een monovergistinginstallatie eerst biogas gewonnen waarmee tegelijkertijd ook de vetzuren worden verwijderd. Deze reactor is tevens ontwikkeld om tegelijkertijd fosfaat terug te kunnen winnen als struvietkristallen (magnesiumammoniumfosfaat). De kristallen zijn groot genoeg om te scheiden van de dunne fractie (kleinere kristallen worden in de struvietreactor gerecirculeerd). Het uiteindelijke product is een vaste korrelvorm.
- Vervolgens wordt middels een membraan elektrolyse-unit de mineralen stikstof, kalium (en natrium) gescheiden en in een gas-scrubber en als carbonaatzouten teruggewonnen door gebruik te maken van het koolstofdioxide dat in het ruwe biogas aanwezig is. Hierdoor vindt ontzilting van de dunne fractie plaats.
- Het overgebleven stikstof wordt middels een tweede (zure) gasscrubber teruggewonnen als ammoniumsulfaat door gebruik te maken van het waterstofsulfide dat in het ruwe biogas aanwezig is. Het biogas wordt hierbij opgewerkt tot groen gas (aardgaskwaliteit) doordat waterstofsulfide en koolstofdioxide worden teruggewonnen.

De specificaties van de installatie gedimensioneerd op 250 grootvee eenheden is in onderstaande tabel weergegeven.

**Tabel 1 Ontwerpspecificaties voor installatie van geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers**

	Ontwerpspecificaties	Opmerking
Aantal grootvee-eenheden	250	
Mest opbrengst (koeien)	5.000 m <sup>3</sup> /jaar	op basis van 20 m <sup>3</sup> mest per koe
Dunne fractie	4.500 m <sup>3</sup> per jaar	voorbehandeling: schroefpers
Groen gasopbrengst	112.500 m <sup>3</sup> /jaar	aanname op basis van 25m <sup>3</sup> biogas/ m <sup>3</sup> dunne fractie
Energieopbrengst	2.700.000 MJ/jaar	op basis van samenstelling biogas 60% methaan
Elektriciteitsproductie	810.000 MJ/jaar	30% op basis van WKK en 70% restwarmte (worst case scenario)
Elektriciteit	26 kW	continu elektrisch vermogen
Benodigde stroom	+/- 4,4 kA	
Benodigd voltage	5 V	
Dimensionering installatie	250 m <sup>3</sup>	voor 250 gve
Demo membraanelektrolyse unit (stack)	circa 2.200x500x4.250 mm	voor 250 gve
Grondoppervlak membraanelektrolyse unit	circa 6x1x2,5 m	voor 250 gve (incl. opslagvaten e.d.)

De volgende producten kunnen worden geproduceerd uit dierlijke mest:

Product	Toedieningsvorm	Toepassing	Opmerking
organische stof (N- en P arm)		Fysische en biologische vruchtbaarheid grond	Verificatie samenstelling tijdens testen pilot
struvietkristallen	korrelmestvorm	mogelijke kunstmestvervanger	Verificatie samenstelling tijdens testen pilot
ammoniumcarbonaat	concentraat (l) circa 10%	mogelijke kunstmestvervanger	Verificatie samenstelling tijdens testen pilot
kaliumcarbonaat	concentraat (l) circa 10%	mogelijke kunstmestvervanger	Verificatie samenstelling tijdens testen pilot
ammoniumsulfaat	concentraat (l) circa 10%	mogelijke kunstmestvervanger	Verificatie samenstelling tijdens testen pilot
groen gas	n.v.t.	Energiedrager	Verificatie samenstelling tijdens testen pilot
water	Vloeibaar	Berekening land	

Op basis van deze ontwerpspecificaties van de pilot is het mogelijk om:

- Door middel van het opgewerkte biogas de installatie van de benodigde energie<sup>1</sup> te voorzien waarbij geoptimaliseerd wordt op het productrendement (biogas, organische stof die nagenoeg geen stikstof en fosfaat bevat), mogelijke kunstmestvervangers en energieverbruik.
- de zoutconcentratie van de dunne fractie significant te verlagen waardoor, indien deze op het land kan worden toegediend, geen osmotische shock (schade door plotselinge toename in zoutconcentratie) optreedt. Dit zal in het vervolg dienen te worden onderzocht

De dimensionering van het huidige procestechnologisch ontwerp en winning van diverse producten uit dierlijke mest is nauw verbonden met de economische haalbaarheid van het systeem voor integratie van biogasproductie en winning van kunstmestvervangers. Dit wordt in de volgende paragraaf nader uitgewerkt.

## **2.2. Economische haalbaarheid van geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest**

In deze paragraaf wordt inzichtelijk gemaakt wat de economische haalbaarheid is van de pilot. Tevens geven we aan of er mogelijk economische voordelen te realiseren zijn voor akkerbouwers indien deze het gewas zou kunnen bemesten door middel van dierlijke mest en kunstmestvervangers afkomstig uit dierlijke mest.

### *Economische haalbaarheid integratie van biogasproductie en winning van kunstmestvervangers*

In onderstaande situatie is de economische haalbaarheid bepaald voor de installatie van geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest.

Voor deze economische berekening is uitgegaan van de volgende aannames:

- (Melk)veehouderij met 250 stuks rundvee;
- Door middel van de installatie voor mestraffinage zijn er kosten die vermeden kunnen worden voor mestafzet;
- Door middel van de installatie wordt biogas geproduceerd uit dierlijke mest (250 stuks rundvee 112.500 m<sup>3</sup>/jaar (op basis van 25m<sup>3</sup> biogas/m<sup>3</sup> dunne fractie);
- In deze berekening wordt het groen gas niet omgezet naar elektriciteit maar geleverd aan het distributienet;
- Ten aanzien van de SDE+ levering is gebruik gemaakt van de basisbedragen en de voorlopige correctiebedragen voor groen gas. De subsidiebedragen zijn gebaseerd op een inschatting van de ontwikkeling van de elektriciteit- en/of gasprijzen. De bedragen worden bijgesteld aan de hand van de feitelijke ontwikkeling van de elektriciteits- en/of gasprijzen. Het voorschot 2012 wordt berekend op basis van het basisbedrag SDE+2012 en het voorlopige correctiebedrag 2012, waarin: SDE-bijdrage = basisbedrag – correctiebedrag;
- Mest wordt gescheiden in een dikke- en in een dunne fractie. De dikke fractie bevat hoofdzakelijk organisch materiaal en nagenoeg geen nutriënten/mineralen doordat het direct in behandeling is genomen. Deze dikke fractie kan gebruikt worden voor de aanvoer van organische stof;

<sup>1</sup> Indien van een WKK gebruik wordt gemaakt. Dit is afhankelijk van de lokale situatie. Indien er lokaal geen afzet van restwarmte mogelijk is een andere configuratie mogelijk.

- Beregeningswater kan worden gebruikt voor diverse doeleinden op het eigen bedrijf (besparing leiding water);
- Verkoop van mogelijke kunstmestvervangers ammoniumcarbonaat en ammoniumsulfaat welke gezamenlijk in totaal circa 15,6 ton stikstof bevatten en waarbij de prijs gebaseerd is op de prijs van stikstof (€ 0,74 per kg (gebaseerd op de prijs van KAS dat voor 27% uit stikstof bestaat en dat gemiddeld een kostprijs heeft van €20 per 100 kg (Velthof, 2010)). Dit is waarschijnlijk een 'worst-case' kostprijs. Van Dijk bijvoorbeeld geeft aan dat de kunstmest-N-prijs in de orde ligt van € 1,20-1,30 euro per kg;
- Productie van circa 58 ton struviet uit 4500 m<sup>3</sup> mest (dunne fractie) met een prijsstelling van €5 per ton.

Op basis van deze uitgangssituatie zijn de bedrijfseconomische parameters van de pilotinstallatie weergegeven in Tabel 2.

**Tabel 2 Bedrijfseconomische parameters exploitatie pilotinstallatie**

	Exploitatie pilot installatie geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest (rundvee)		
	Inclusief SDE+ subsidie	Exclusief SDE+ subsidie groen gas	
<i>Inkomsten</i>			
vermeden kosten voor mestafzet melkveehouderij	€ 4.800 <sup>2</sup>	€ 4.800 <sup>2</sup>	Bron: CBS statline
Groen gasproductie	€ 54.338	€ 29.700	112500 m <sup>3</sup> /jaar groen gas subsidie €ct 0,483 /Nm3 volgens SDE+ regeling 2012 Zonder subsidie is het correctiebedrag gehanteerd 2012 ( €11/ GJ)
Marktwaarde organische stof	€ 18.200	€ 18.200	Uitgaande van 5000 m <sup>3</sup> mest met organisch stofgehalte van circa 40 kg/m <sup>3</sup> en marktprijs van € 0,091/kg) Bron: Alterra-report 2158
Besparing kosten leidingwater	€ 1000	€ 1000	BRON: BINetnet: Bedrijfsresultaten en inkomens van land- en tuinbouwbedrijven. ( <a href="http://www3.lei.wur.nl/BIN_ASP/">http://www3.lei.wur.nl/BIN_ASP/</a> )
verkoop vloeibare kunstmestvervangers	€ 3.823	€ 3.823	Marktconforme prijs waarbij 'Worst case'scenario is gehanteerd (bron: Schoumans et al, 2010)
Verkoop struviet (granules)	€ 290	€ 290	5 euro per ton (Bron: Sanders en Van Kasteren, 2010)
<i>Kosten</i>			
electriciteitsverbruik	€ 48.180	€ 48.180	Bron elektriciteitsstarief 250 euro/1000 kWh Bron: <a href="http://statline.cbs.nl">http://statline.cbs.nl</a>
Mg inkoop (in de vorm van MgO) of MgCl2	€ 1.575	€ 1.575	Bron: Sanders en Van Kasteren, 2010
<b>Totaal inkomstenposten</b>	<b>€ 32.696</b>	<b>€ 8.058</b>	

De kapitaallasten (CAPEX<sup>3</sup>) van de installatie zijn naar verwachting lager dan vergelijkbare mestraffinage concepten. Op basis van de berekende inkomsten en lasten veronderstellen

<sup>2</sup> Indien de installatie wordt gebruikt voor de raffinage van varkensmest zijn de vermeden kosten voor mestafzet hoger wat ten goede komt aan de rentabiliteit. Hier staat tegenover dat de opbrengst organisch stof uit varkensmest lager is.

we dat de technologie bedrijfseconomisch haalbaar zal zijn. Ook indien geen gebruik van aanvullende subsidie gemaakt wordt. Echter, in verband met het verkennend karakter van deze inventarisatie is nader onderzoek aan te bevelen. Een belangrijke parameter is de prijs die de markt bereid is voor mineraalconcentraat te betalen. Als het mineralenconcentraat als kunstmestvervanger wordt erkend en de landbouwkundige werking vergelijkbaar is met die van kunstmest, dan zal de bereidheid tot het betalen van hogere prijzen voor mineralenconcentraat toenemen. In een recentelijk verschenen kamerbrief “toekomstig mestbeleid” d.d. 28 september 2011, wordt onder andere geadviseerd om dierlijke mest op te werken tot bruikbare producten voor de akkerbouw. Dit geeft aan dat er ontwikkelingen zijn die bijdragen aan het weghalen van barrières in de regelgeving ten aanzien van het gebruik van grondstoffen uit dierlijke mest. Hierdoor zal de bereidheid tot het betalen van hogere prijzen voor mineralenconcentraat gaan toenemen waardoor de markt voor kunstmestvervangers en daarmee de rentabiliteit van de technologie zal toenemen.

### **Mogelijke economische voordelen voor akkerbouwers**

In deze paragraaf geven we aan wat de economische voordelen voor akkerbouwers kunnen zijn wanneer de akkerbouwgronden worden bemest door middel van een combinatie van dierlijke mest aangevuld met hetzij kunstmest dan wel door kunstmestvervangers.

Het bedrijfseconomisch effect van het gebruik van vloeibare kunstmestvervangers is in deze paragraaf beschreven. Dit is gekwantificeerd uitgaande van een akkerbouwbedrijf op kleigrond met een bedrijfsoppervlakte van 80 ha met een bepaald bouwplan. Om het bedrijfseconomisch effect inzichtelijk te maken is het van belang om te weten hoeveel kunstmest (of kunstmestvervanger) toegediend mag worden. Dit is beschreven in bijlage 4. Dit dient nu als basis voor bepaling van de kosten gerelateerd aan een equivalente hoeveelheid kunstmest en/of kunstmestvervanger behorend bij dit bouwplan.

Onder de voorwaarde dat de akkerbouwer<sup>4</sup> niet hoeft te betalen voor dierlijke mest zijn de totale kosten die gemoeid zijn met bemesting op basis van dierlijke mest en aanvullende gewasbemesting door middel van kunstmest (uitgaande van een bouwplan zoals gehanteerd in bijlage 4) voor de akkerbouwer €6.418. Dit is gebaseerd op een stikstofprijs van 0,74 euro/kg (gebaseerd op de prijs van KAS dat voor 27% uit stikstof bestaat en dat gemiddeld een kostprijs heeft van 20 euro per 100 kg (Velthof, 2010)). Mogelijk is dit een voorzichtige schatting omdat uit gegevens van BINternet (Bron: Bedrijven-Informatienet van het LEI) blijkt dat de financiële uitgaven voor meststoffen door akkerbouwers in 2009 varieerde van €6.200 tot €47.300 afhankelijk van de bedrijfsomvang. Dit wordt bevestigd door Van Dijk die aangeeft dat de kunstmest-N-prijs in de orde ligt van € 1,20-1,30 euro per kg.

De kostprijs voor bemesting van het gewas door middel van dierlijke mest plus aanvullende bemesting door middel van kunstmestvervangers uit dierlijke mest is aanzienlijk lager in vergelijking met de kosten gemoeid met de aankoop van kunstmest. Met name indien een prijs wordt gehanteerd van € 2,77 per ton mineralenconcentraat (De Hoop et al, 2011). Ook indien een kostprijs van kunstmestvervangers van €15 per ton (Velthof, 2010) wordt gehanteerd zijn de kosten (€130) een fractie van de kosten die normaliter voor kunstmest worden betaald. Voor de akkerbouwer is het gebruik van kunstmestvervangers op basis van mineraalconcentraten vanuit bedrijfseconomisch perspectief aantrekkelijk om de gewassen te bemesten door middel van een combinatie van dierlijke mest en kunstmestvervangers. Dit onder de aanname dat de werkingscoëfficiënt van kunstmestvervangers vergelijkbaar is met die van kunstmest. Het onderzoek naar de landbouwkundige- en milieukundige effecten van het gebruik van mineralenconcentraten en andere producten voortkomend uit de pilotinstallatie is een belangrijk onderdeel van het vervolg op deze studie. Het gebruik van

---

<sup>3</sup> Capital expenditure

<sup>4</sup> Kosten voor afvoer van dierlijk mest zoals transportkosten worden betaald door de mestproducent (De Hoop et al., 2011).

vloeibare kunstmestvervangers heeft mogelijk een effect op een verbetering van de bodemstructuur, bodembiodiversiteit en gehalten aan micronutriënten. Dit zal in een vervolg nader onderzocht dienen te worden evenals de bedrijfseconomische aspecten hiervan.

Op basis van de berekening in dit hoofdstuk is er vanuit bedrijfseconomische overwegingen een perspectief voor het gebruik van kunstmestvervangers. Naast de technische haalbaarheid, de landbouwkundige werking en de milieuhygiënische gevolgen bij verantwoord landbouwkundig gebruik, is dit een noodzakelijk voorwaarde voor het realiseren en het implementeren van de technologie bij de doelgroepen.

### **3. GEBRUIK VAN KUNSTMESTVERVANGERS IN DE AKKERBOUW**

#### **3.1. Inleiding**

De intensieve landbouw heeft geleid tot de succesvolle en efficiënte akkerbouwsector van vandaag. Voor een effectieve bedrijfsvoering zijn nutriënten noodzakelijke grondstoffen in de akkerbouw. Door een afgewogen toediening van de benodigde nutriënten wordt de opbrengst aanzienlijk verhoogd. Om te voorzien in de behoefte aan nutriënten wordt mest of kunstmest toegediend. In de volgende paragraaf gaan we eerst in op het huidig kunstmestverbruik in Nederland.

#### **3.2. Huidig gebruik kunstmeststoffen**

De Haas en Van Dijk (2010) hebben in een studie het kunstmestgebruik in Nederland inzichtelijk gemaakt. Hieruit komt naar voren dat er in de periode 1990-2007 een daling optrad van ruim 30% tot 250 à 270 kton stikstof (N), afhankelijk van de literatuurbron die geraadpleegd wordt. De daling lijkt vooral plaats te hebben gevonden in de periode 1996-2003, de periode die overeenkomt met de introductie van de mestwetgeving.

In Nederland is kalkammonsalpeter (KAS) de belangrijkste kunstmestsoort voor stikstof (N). Voor de fosfaatbemesting (P) met kunstmest worden vooral NPK- en NP-mengmeststoffen gebruikt. Als kalimeststoffen worden vooral K-60 en NPK-mengmeststoffen gebruikt (De Haas en Van Dijk, 2010).

De consumptie van fosfaathoudende meststoffen in Nederland is gedurende de periode 1990–2008 afgenomen met circa 40% (De Haas en Van Dijk, 2010). Ook in het geval van fosfaat geldt dat het gebruik van fosfaathoudend kunstmest is afgenomen. Dit doordat meer rekening wordt gehouden met het fosfaat uit dierlijke mest en doordat er meer rekening wordt gehouden met het bemestingsadvies. De fosfaatgift wordt verder in sterke mate beperkt door de invoering van de gebruiksnormen voor fosfaat.

#### **3.3. Ongewenste aspecten van kunstmeststoffen**

De huidige productie van kunstmeststoffen gaat gepaard met verbruik van aanzienlijke hoeveelheden fossiele brandstoffen, resulterend in aanzienlijke emissies. Indien het uit fossiele grondstoffen geproduceerde kunstmest in zijn geheel vervangen wordt door kunstmestvervangers kan naar verwachting emissiereductie plaatsvinden. Om dit te kwantificeren dient in een vervolgonderzoek een levenscyclusanalyse (LCA) opgesteld te worden. Naast de productie van kunstmeststoffen heeft het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, kunstmeststoffen, water en energie een ongewenst effect op het milieu ([www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl)). Om een hoge productie van de akkerbouwsector hand in hand te laten gaan met een verminderde milieubelasting is behoefte aan nieuwe productie- en verwerkingsmethoden voor agrarische producten en grondstoffen. Het ontwikkelen van mestraffinagetechnologie kan bijdragen aan het sluiten van de mineralenkringlopen en aan de realisatie van duurzame beleidsdoelstellingen. Voor een succesvolle ontwikkeling is het essentieel dat deze technologie aansluit bij de akkerbouwsector. De reden hiervoor is dat de slaagkans vergroot wordt indien er synergie wordt gecreëerd tussen de akkerbouw en de rundveehouderij.

#### **3.4. Kunstmestvervangers uit dierlijke mest**

Vloeibare meststoffen staan in de akkerbouw sterk in de belangstelling. De verwachting is dat door de betere plaatsing en dosering van vloeibare meststoffen aanzienlijk op de mineralengift kan worden bespaard ten opzichte van het gebruik van vaste meststoffen. Door het gebruik van vloeibare meststoffen zou gemakkelijker kunnen worden voldaan aan de milieueisen van de overheid zonder dat dit ten koste gaat van de opbrengst van het gewas. In Nederland is een breed aanbod aan vloeibare minerale meststoffen voorhanden en met enige regelmaat komen er ook nieuwe producten op de markt (Bussink en Van Dijk, 2011). Er zijn zowel enkelvoudige N-, P- en K-meststoffen als samengestelde meststoffen beschikbaar. De afgelopen jaren zijn in de akkerbouw diverse experimenten uitgevoerd met

vloeibare minerale meststoffen. De resultaten van het gebruik hiervan zijn verschillend. Dit wordt mede beïnvloed door het weersomstandigheden. Onder droge omstandigheden kan een vloeibare meststof die in de grond is gebracht een hogere opbrengst geven dan korrelmeststoffen die aan de oppervlakte liggen. Onder droge omstandigheden lossen korrelmeststoffen minder goed op en kan de wortel er niet bij komen. Onder natte omstandigheden kan het tegenovergestelde het geval zijn. Vloeibare meststof die geplaatst is kan dan sneller uitspoelen. Indien de samenstelling vergelijkbaar is verschilt de werking tussen korrel- en vloeibare meststoffen niet of nauwelijks (Bussink en Van Dijk, 2011). De verwachting is dat met vloeibare meststoffen meer maatwerk geleverd kan worden door:

- betere plaatsing;
- nauwkeurigere dosering;
- flexibiliteit qua samenstelling van de meststoffen.

### **3.5. Realisatie van een duurzame akkerbouw door inzet kunstmestvervangers**

De pilot voor winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest waarbij mest wordt geraffineerd tot de producten organische stof (die weinig of geen nutriënten bevat), mogelijke kunstmestvervangers, water en energie kan mogelijk bijdragen aan de ambities voor een duurzame akkerbouw en die past binnen de Europese, nationale en regionale doelstellingen:

- Het verbeteren van de bodembiodiversiteit en het bodemleven;
- Het verbeteren en beschermen van het organische stofgehalte in de landbouw areaal ter verbetering van de bodemziektewerendheid en de weerstand tegen erosie;
- Het verminderen van diffuse bodemverontreinigingen als gevolg van fossiele kunstmeststoffen en gewasbeschermingsmiddelen.

Dit wordt in onderstaande nader beschreven.

#### ***Organische stof***

Voor akkerbouwgronden is een goede voorziening met organische stof belangrijk (Van Dijk, 2011). Organische stof speelt een bepalende rol in de goede werking en de vruchtbaarheid van de bodem. De aanwezigheid van organische stof heeft een grote invloed op bodemprocessen en dus ook op de hoeveelheid en de dynamiek van water en nutriënten in de bodem. Een akker met een gebalanceerde organische stofgehalte heeft een verbeterde biodiversiteit, weerstand tegen erosie, bodemstructuur, biologische bodemvruchtbaarheid, ziekteverendheid en waterbergend vermogen<sup>5</sup>.

Van oudsher werd stalmest gebruikt voor het op peil houden van de organische stof in de bodem, echter door de aangescherpte mestwetgeving is dit niet onbeperkt mogelijk. Aanvoer van organische stof via dierlijke mest betekent ook aanvoer van stikstof en fosfaat waardoor aanvoer beperkt mogelijk is vanwege de geldende gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat.

#### ***Kunstmestvervangers en preventie diffuse bodemverontreiniging***

Het gebruik van kunstmeststoffen en gewasbeschermingsmiddelen in de landbouw heeft geleid tot diffuse bodemverontreinigingen. Zo is er sprake van een netto opeenhoping van zware metalen in landbouwbodems door toepassing van meststoffen en van bestrijdingsmiddelen die de streefwaarde in Nederland overschrijden<sup>6</sup>.

Cadmium komt voor in fosfaathoudende meststoffen. Deze wordt namelijk gewonnen uit fosfaaterts dat van nature cadmium bevat. Het hangt van de herkomst van dit erts af of er meer of minder cadmium in de meststof aanwezig is. Overmatige concentraties cadmium en andere zware metalen kunnen giftig zijn voor bodembacteriën en gewassen en kan op

<sup>5</sup> Organische stof in de bodem: sleutel tot bodemvruchtbaarheid; Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (LNE) België

<sup>6</sup> [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl), Bestrijdingsmiddelen in de bodem.



termijn planten zelfs giftig maken<sup>7</sup>. Verwacht wordt dat in de komende tientallen jaren op een deel van het Nederlandse landbouwareaal de kritische metaalgehalten in de bodem voor gewaskwaliteit zullen worden overschreden<sup>8</sup>. Doordat de zuivere en gemakkelijk winbare fosfaatertsen opraken is de verwachting dat in de komende jaren de kwaliteit van fosfaat kunstmeststoffen verder af zal nemen door winning uit minder hoogwaardig erts (en dus de concentraties verontreinigingen zoals metalen toenemen), dit kan verstrekkende gevolgen hebben op de kwaliteit van het areaal en daarmee de voedselproductie.

Door gebruik te maken van kunstmestvervangers geproduceerd door middel van mestraffinage, kan het verdere ontstaan van bodemverontreinigingen worden voorkomen. Kanttekening hierbij is dan wel dat de mest die wordt geraffineerd zelf geen bron is van verontreinigingen (antibiotica, metalen, o.i.d.). Dierlijke mest bevat namelijk ook andere zware metalen zoals onder meer zink en koper (Römkens en Rietra, 2008).

### ***Kunstmestvervangers en bodembiodiversiteit***

Het huidige gebruik van (zoute) kunstmeststoffen, de dunne fractie van mest/digestaat (dat eveneens hoge zoutconcentraties bevat) en gewasbeschermingsmiddelen hebben een negatief effect op het bodemleven en daarmee op de biologische diversiteit. Diffuse bodemverontreinigingen zoals hierboven omschreven dragen hier verder aan bij. Hierdoor is de natuurlijke vruchtbaarheid van de bodem met de helft afgenomen<sup>9</sup>. Het bodemleven is een belangrijke schakel in de voedselketen van de mens, maar ook van planten en dieren. De afname in bodemleven heeft daarom verstrekkende gevolgen voor de natuur en de voedselproductie. Zo heeft het bemestingsbeleid bijgedragen aan een afname van de aantallen (en soorten) weidevogels<sup>10</sup>.

*“Een betere benutting van de biologische diversiteit maakt de landbouw minder afhankelijk van externe input zoals chemische gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest en wordt daarom gezien als een sleutel tot een meer duurzame, maatschappelijk geaccepteerde en gewaardeerde landbouw”<sup>11</sup>.*

### **3.6. Gebruik van kunstmestvervangers door de akkerbouw**

De inzetbaarheid van nutriëntenconcentraat in akkerbouwgewassen is afhankelijk van de behoefte van gewassen aan stikstof, fosfaat en kali gedurende het groeiseizoen.

Akkerbouwgewassen vragen vooral veel kali en afhankelijk van het gewas ook stikstof. Ten aanzien van de meststoffen die het best bij de akkerbouw passen worden door Van Dijk (2011) de volgende conclusies getrokken:

- Aan enkelvoudige fosfaatmeststoffen (met name stikstof- en kalimeststoffen) bestaat nauwelijks of geen behoefte (er is een overmaat aan fosfaat beschikbaar via dierlijke mest).
- Meervoudige meststoffen, met name NP-, NK- of NPK-meststoffen die geen organische stof bevatten. De verhouding tussen N, P en K in deze meststoffen moet dan wel passen bij de behoefte van het gewas. Deze is weer afhankelijk van de bodemvruchtbaarheid.
- Aan meststoffen met secundaire nutriënten (MgO, SO<sub>3</sub>, CaO en Na<sub>2</sub>O) bestaat geen grote behoefte; mogelijk zijn er kansen voor Mg-meststoffen op de zand-, dal- en lössgronden.

<sup>7</sup> European Food Safety Authority (EFSA); Scientific opinion on Cadmium in food; Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain; The EFSA Journal (2009) 980, 1-139

<sup>8</sup> [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl), Jaarlijkse ophoping van zware metalen in de bodem

<sup>9</sup> <http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/bodem-en-ondergrond/bedreigingen-bodem>

<sup>10</sup> Wageningen UR-2007-Innoveren voor weidevogels

<sup>11</sup> Vosman *et al*; Agrobiodiversiteit, kansen voor een duurzame akkerbouw, Wageningen UR 2007, rapport 165

- Meststoffen geproduceerd uit afval- of reststromen moeten als gevolg van de Meststoffenwet een toelatingsprocedure doorlopen.
- De belangrijkste akkerbouwgewassen zijn granen, aardappelen, suikerbieten en zaaiuien. Bij granen passen vooral enkelvoudige stikstofmeststoffen, bij de andere gewassen naast stikstofmeststoffen ook de meervoudige, met name NK-meststoffen.
- Voor vloeibare meststoffen is het van belang dat (a) ammoniakemissie bij toediening wordt voorkomen en (b) dat toediening mogelijk moet zijn met daartoe geschikte apparatuur.
- In de Nederlandse akkerbouw is er vooral behoefte aan een bron van organische stof die weinig of geen nutriënten (met name stikstof en fosfaat) bevat.

De mestraffinage-technologie zoals die wordt beschreven in dit rapport resulteert naar verwachting (verificatie vindt plaats tijdens het testen van de pilot) in de producten:

- organische stof die weinig of geen nutriënten (stikstof en fosfaat) bevat;
- de producten struviet, ammoniumcarbonaat, kaliumcarbonaat en ammoniumsulfaat die mogelijk als kunstmestvervanger kunnen worden ingezet;
- groen gas.

Momenteel is het niet gangbaar om carbonaten toe te passen in de akkerbouw, behalve calciumcarbonaat (kalk) en magnesiumcarbonaat (Van Dijk). Kalk wordt toegediend om de pH van de bodem te verhogen. Magnesium is een belangrijk voedingselement. Ten aanzien van de drie zouten kan het volgende worden opgemerkt (Van Dijk):

- Toediening van ammoniumcarbonaat product geeft een risico op ammoniakvervluchtiging door dissociatie waarbij  $H_2O$ ,  $CO_2$  en ammoniak ( $NH_3$ ) ontstaan.
- Kaliumcarbonaat wordt momenteel in de akkerbouw vrijwel niet toegepast maar wordt soms wel in de glastuinbouw gebruikt. Kaliumcarbonaat zal de pH van de grond snel kunnen verhogen. In principe zou kaliumcarbonaat kunnen worden toegepast als meststof. Vroeger werd namelijk eveneens potas gebruikt; dit bestaat voornamelijk uit kaliumcarbonaat;
- Ammoniumsulfaat: een van de oudste stikstofmeststoffen is zwavelzure ammoniak. Dit is ammoniumsulfaat en bevat 21% N en 60%  $SO_3$ . In principe zou de stikstof N goed gebruikt kunnen worden. Vanwege het zure karakter dient er aandacht te worden besteed aan de preventie van corrosie bij toedieningsapparatuur. Ammoniumsulfaat is waarschijnlijk meer geschikt voor grasland.

Op basis van bovenstaande kan geconcludeerd worden dat kaliumcarbonaat en ammoniumsulfaat mogelijk toepasbaar zijn als kunstmestvervanger maar dat hiervoor nog nader onderzoek nodig is.

Met name de dikke fractie met organische stof die nagenoeg geen fosfaat en stikstof bevat vindt goede aansluiting bij de behoefte van de akkerbouwers. Dat de organische fractie daadwerkelijk vrijwel geen nutriënten zoals stikstof en fosfaat bevat zal bij het testen van de pilot worden geverifieerd.

## 4. PROJECTONTWIKKELING GERICHT OP MARKTIMPLEMENTATIE VAN DE TECHNOLOGIE

### 4.1. Consortiumvorming

Het project voor de ontwikkeling van geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest is een initiatief vanuit het bedrijfsleven (Paques, Oosterhof Holman, Bioclear en KNN) en kennis- en onderzoeksinstituten Dairy Campus, en Wageningen UR Livestock Research. De mestraffinage technologie zoals beschreven in dit rapport kan mogelijk bijdragen aan een gunstig bodemleven, weidevogelbeheer en een duurzame akkerbouw. De benodigde expertise op het vlak van landbouwkundige werking, biodiversiteit, bodemkwaliteit, bodemgezondheid en weidevogelbeheer wordt in het project onder meer via Bioclear en de Dairy Campus (Wageningen UR Livestock Research) ingebracht. Ten aanzien van benodigde expertise op het vlak van landbouwkundige werking en bodemgezondheid zullen kennisinstellingen zoals het NMI worden benaderd.

### 4.2. Opzet voor geïntegreerde biogasproductie en winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest op pilotschaal

Om regionaal mineralenkringlopen te kunnen sluiten is samenwerking tussen de rundveehouderij en de akkerbouw noodzakelijk. Dit is een belangrijk onderdeel van het ontwikkelingstraject. De pilotinstallatie wordt in 2012 geïnstalleerd en getest op de Dairy Campus waar de nodige faciliteiten aanwezig zijn. De initiatiefnemers en partners van het project hebben aanvullende competenties die faciliteren in het efficiënt ontwikkelen van de technologie richting de markt. Om dit te realiseren wordt binnen het project aandacht besteedt aan de haalbaarheid van de pilotinstallatie vanuit technisch, economische en juridisch perspectief. In de vervolgfase zal de landbouwkundige effectiviteit en toepasbaarheid van de mogelijke kunstmestvervangers worden onderzocht in afstemming met nog te benaderen kennisinstellingen zoals het nutriënten management instituut (NMI).

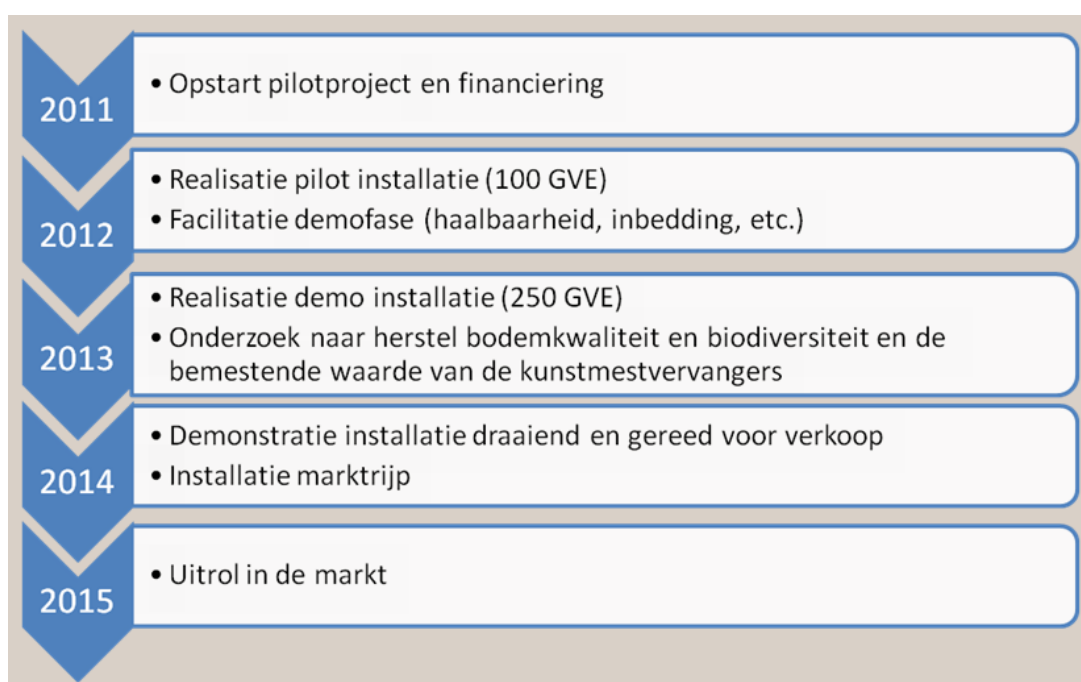
De activiteiten die worden uitgevoerd voor de ontwikkeling en het testen van de pilotinstallatie zijn ingedeeld in werkpakketten:

- Engineering en planning: in deze fase worden gedetailleerde ontwerpen en tekeningen van de pilot installatie gemaakt. Tevens worden gedetailleerde inspecties uitgevoerd van de locatie ten aanzien van de benodigde aansluitingen, de lay-out en plaatsing van de pilot installatie. Deze activiteit is inmiddels gestart.
- Bouw en optimalisatie: in deze fase wordt, op basis van de uitkomsten van de voorgaande fase, de pilotinstallatie gerealiseerd op de locatie alsmede de nodige aansluitingen. De nodige operationele werkzaamheden en begeleiding worden in deze fase voorzien om de dagelijkse werking van de pilotinstallatie te kunnen garanderen. De planning hiervan is september 2012.
- Haalbaarheid van het concept: om de werking en efficiency van de installatie te verifiëren worden in dit werkpakket de benodigde meet- en monitoringstrategieën voorzien, bijvoorbeeld het opstellen van massabalansen, energie- en rendementmetingen, de kwaliteit en stabiliteit van de eindproducten, etc. In dit werkpakket wordt tevens een plan van aanpak opgesteld voor het vervolg. Voorzien in de tweede helft van 2012.
- Inbedding van de pilot in de agrarische sector (akkerbouw en rundveehouderij): In dit werkpakket worden de 'randvoorwaarden' voor inbedding van de pilot ontwikkeld. Het accent ligt hier op het creëren van synergie tussen akkerbouw en rundveehouderij om zo (regionaal) mineralenkringlopen te kunnen sluiten. Tevens komen hierbij aspecten naar voren als wet- en regelgeving, landbouwkundige werkzaamheid, milieuhygiënische gevolgen bij verantwoord landbouwkundig gebruiken en marktacceptatie.

### 4.3. Opschaling van de technologie en marktimplementatie

De hierboven omschreven activiteiten resulteren in het testen van een pilotinstallatie. De steun van partijen en stakeholders is essentieel om deze eerste stap te realiseren. Het bouwen en testen van de pilot onder realistische praktijkcondities op boerderijschaal vindt dit jaar plaats en is mede mogelijk gemaakt door een bijdrage van de provincie Fryslân.

Om de verdere ontwikkeling mogelijk te maken is de verwachting dat een deel van de financiering uit de markt komt (privaat-publieke samenwerking) door middel van een gezamenlijk optrekken van partijen en stakeholders uit zowel de akkerbouwsector als rundveehouderij en andere actoren in de agro en -foodsector. De ambitie is om voor 2015 een marktrijpe installatie te hebben gerealiseerd. Hiermee wordt tijdig geanticipeerd op de aangescherpte meststoffenwetgeving en het vrijgeven van het melkquotum. De geplande stappen worden hieronder schematisch weergegeven.



De verwachte totale investering wordt geschat op 3,5 – 4,0 miljoen euro. Het consortium nodigt geïnteresseerde partijen en organisaties uit om te participeren in het ontwikkelingstraject richting marktimplementatie.

## 5. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit rapport is een technologisch ontwerp van een technologie voor geïntegreerde biogasproductie en de winning van kunstmestvervangers uit dierlijke mest beschreven. Hiervoor is een consortium gevormd bestaande uit partijen uit het bedrijfsleven Paques, Oosterhof Holman Bioclear, KNN en kennis- en onderzoeksinstituten Dairy Campus, Wageningen UR Livestock Research. Het geheel overziende concluderen wij het volgende:

- Door toepassing van mestraffinage kunnen de volgende producten worden teruggewonnen uit dierlijke mest:
  - organische stof die nagenoeg geen stikstof en fosfaat bevat;
  - dat de organische fractie nagenoeg geen nutriënten zoals stikstof en fosfaat bevat dient te worden geverifieerd bij het testen van de pilot;
  - mogelijke kunstmestvervangers:
    - struviet (fysische toedieningsvorm: vast en korrelvorm)
    - ammoniumcarbonaat (vloeibaar concentraat circa 10%);
    - kaliumcarbonaat (vloeibaar concentraat circa 10%);
    - ammoniumsulfaat (vloeibaar concentraat circa 10%);
  - Groen gas en beregeningswater
- Momenteel is het niet gangbaar om carbonaten toe te passen in de akkerbouw, behalve calciumcarbonaat (kalk) en magnesiumcarbonaat.
- Ten aanzien van de drie zouten kan worden opgemerkt dat:
  - Toediening van ammoniumcarbonaat een risico geeft op ammoniakvervluchtiging door dissociatie van ammoniumcarbonaat waarbij  $H_2O$ ,  $CO_2$  en ammoniak ( $NH_3$ ) ontstaan;
  - Kaliumcarbonaat momenteel in de akkerbouw vrijwel niet wordt toegepast maar soms wel in de glastuinbouw. Kaliumcarbonaat zal de pH van de grond kunnen verhogen. In principe zou kaliumcarbonaat kunnen worden toegepast als meststof;
  - In principe zou de N in het ammoniumsulfaat bruikbaar kunnen zijn. Echter vanwege het zure karakter dient er aandacht te worden besteed aan de preventie van corrosie bij toedieningsapparatuur. Ammoniumsulfaat is waarschijnlijk meer geschikt voor grasland.
- Kaliumcarbonaat en ammoniumsulfaat zijn mogelijk toepasbaar als kunstmestvervanger maar hiervoor is nader onderzoek nodig;
- De landbouwkundige werkzaamheid en de milieuhygiënische gevolgen bij verantwoord landbouwkundig van deze mogelijk toepasbare kunstmestvervangers zal nader onderzocht dienen te worden;
- Bij eenzelfde werkingscoëfficiënt van mogelijk toepasbare kunstmestvervangers is er een bedrijfseconomisch perspectief aanwezig voor de akkerbouwer om zijn gewassen te bemesten door middel van een combinatie van dierlijke mest en kunstmestvervangers;
- De in deze studie beschreven technologie voor geïntegreerde biogasproductie en winning van dierlijke mest kan op afzienbare termijn (vanaf circa 2015) mogelijk een rol gaan vervullen in de ambities voor een duurzame akkerbouw en het veilig stellen van de voedselproductie.

Om deze redenen bevelen we dan ook aan om:

- de barrières in de regelgeving ten aanzien van het gebruik van grondstoffen uit mest (kunstmestvervangers geproduceerd uit mest door middel van mestraffinage) als afvalstof weg te halen.
- in de ontwikkeling van de in dit rapport beschreven technologie te participeren zodat de akkerbouwer op den duur in staat wordt gesteld om op een economisch duurzame wijze voedselgewassen te produceren zonder schadelijk emissies of uitputting van het land.
- in de vervolgfase de landbouwkundige effectiviteit en toepasbaarheid van de mogelijke kunstmestvervangers te onderzoeken in afstemming met nog te benaderen kennisinstellingen zoals het NMI.
- langdurige veldproeven te verrichten om de effecten van toepassing van mogelijke kunstmestvervangers op biodiversiteit, bodemleven en gewasproductie te onderzoeken.

## 6. LITERATUUR EN BRONNEN

1. <http://www.n-xt.com/nl/bodemgezondheid/beperkende+mineralen>
2. <http://agverra.com/index.php/faq/>
3. Brief aan de 2<sup>e</sup> kamer 'Toekomstig Mestbeleid', referentie 230297, 28 september 2011
4. Code van Goede Landbouwpraktijken - digestaat
5. Mestverwerking en mogelijke emissies naar oppervlaktewater
6. Compendium voor de leefomgeving  
(<http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl/indicatoren/nl0265-Jaarlijkse-ophoping-van-zware-metalen-in-de-bodem.html?i=11-14>)
7. Rapportage Wetenschappelijke en Technologische Commissie voor de Biobased Economy, Naar groene chemie en groene materialen, Den Haag, maart 2011.
8. De Hoop J.G., Daatselaar C.H.G., Doornewaard G.J., Tomson N.C., Mineralenconcentraten uit mest, LEI rapport 2011-030, Juni 2011
9. Acevedo-Morantes, M., Colón G., Realpe A. (2011) *Electrolytic removal of nitrate and potassium from wheat leachate using a four compartment electrolytic cell*, Desalination, 278, 354–364
10. Adam, C. (2009), *SUSAN; Sustainable and Safe Re-use of Municipal Sewage Sludge for Nutrient Recovery*, Bundesanstalt für Materialforschung und –prüfung, Duitsland
11. Barak, P., Stafford, A. (2006) *Struvite: A Recovered And Recycled Phosphorus Fertilizer*, Proceedings of the 2006 Wisconsin Fertilizer, Aglime & Pest Management Conference, 45, 199-204
12. Bos, H., (2011) *Huidige wet- en regelgeving hergebruik fosfaat, struviet etc.*, website: <http://www.waternetwerk.nl/downloads/news/pa1rUjdl77VnLgjo.pdf>, Ministerie van EL&I, Nederland
13. Bussink, W., Dijk, T. van.(2011) *Factsheet: Mogelijkheden en waarde van alternatieve meststoffen*, Nutriënten Management Instituut (NMI) , Nederland
14. Boer, D.J. den., Dijk, T.A. van., Van der Draai, H. (2008) *Bewerken rundveemest tot kunstmestvervangers; perspectieven voor de melkhouderij*, rapport 1211.06, Nutriënten Management Instituut (NMI), Nederland
15. De Wilt J.G., Boosten G.G.M., Markt voor Mest, Ontwikkeling van vraaggestuurde ketens voor grondstoffen uit mest, InnovatieNetwerk ISBN 978-90-5059-443-1, mei 2011
16. De Haas M.J.G., Van Dijk T.A., Inventarisatie klimaatvriendelijke kunstmest, NMI rapport 1379.09 November 2010
17. DHV, (2011) *Crystalactor* , website: <http://www.dhv.nl/Markten/Water/Waterbehandeling/Waterbehandeling---Afwalwater/Crystalactor>, DHV, Nederland
18. EMIS (2011) *Strippen en absorberen van ammoniak*, website: <http://www.emis.vito.be/afss/fiches/technieken/MEST%20-%20strippen%20en%20absorberen%20van%20ammoniak.pdf>, EMIS : Energie- & milieuinformatiesysteem voor het Vlaams Gewest, België
19. EPA (1987), *Design Manual: Phosphorus Removal*, Environmental Protection Agency, USA
20. Green Energy Technologies (2011) Agri MoDEM, website: [http://www.get-technologies.com/Agri\\_MoDEM](http://www.get-technologies.com/Agri_MoDEM), Green Energy Technologies, Nederland
21. Greaves, J., Hobbes, P., et al. (1999) *Prospects for the recovery of phosphorus from animal manure: A review*, Environmental Technology, 20, 697–708
22. Grontmij (2011) *Verslag miniseminar 'Fosforterugwinning: Feit en Fictie'*, website: <http://www.grontmij.nl/Marktsectoren/Water/Afwalwaterbehandeling/Documents/Verslag%20miniseminar%20Fosforterugwinning%20Feit%20en%20Fictie.pdf>, Grontmij en Waterstromen, Nederland
23. Kalyuzhnyia, S., Gladchenkoa, M., et al. (2006) *DEAMOX—New biological nitrogen removal process based on anaerobic ammonia oxidation coupled to sulphide-driven conversion of nitrate into nitrite*, Water Research, 40, 3637–3645

24. Kaschka, E., Weyrer, S. (1999) *Phostrip handbook: Biological elimination of Phosphorus from domestic sewage by applying the enhanced Phostrip Process*, Fourth Edition, Phostrip Abwassertechnik GmbH, Duitsland
25. KNW (2009) *Struviet blijkt goede meststof*, Neerslag, 3
26. Lenntech (2011a) *Gaszuiveringstechniek: Gaswassing algemeen*, website: <http://www.lenntech.nl/luchtzuivering/gaszuiveringstechnieken/gaswassing-algemeen.htm>, Lenntech, Nederland
27. Lenntech (2011b) *Adsorptie / Actief Kool*, website: <http://www.lenntech.nl/adsorptie.htm>, Lenntech, Nederland
28. Lenntech (2011c), *Reverse Osmosis*, website: <http://www.lenntech.com/library/reverse-osmosis/whatisro.htm>, Lenntech, Nederland
29. Liao, P.H., Wong, W.T., Lo, K.V. (2005) *Release of phosphorus from sewage sludge using microwave technology*, Journal of Environmental Engineering and Science, 4, 77–81.
30. Mestbewerking: vormen zouten een risico?
31. Milán, Z., Sánchez, E., et al. (2001) *Influence of different natural zeolite concentrations on the anaerobic digestion of piggery waste*, Bioresource Technology, 80, 37–43
32. Morse, G.K., Brett, S.W., et al. (1997) *Review: Phosphorus removal and recovery technologies*, The Science of the Total Environment, 212, 69–81
33. Nawa, Y. (2002) Product poster; *P-recovery in Japan – the PHOSNIX process*, Unitika, Japan
34. Ovinge J., Biogas Flevoland, Agro Milieu Coöperatie voor Boer & Bodem (AMCBB), 2008
35. Perma Pure (2011) *AS™ - Series Ammonia Scrubber: User Manual*, website: [http://www.permapure.com/wp/wp-content/uploads/AS\\_Manual.pdf](http://www.permapure.com/wp/wp-content/uploads/AS_Manual.pdf), Perma Pure LLC, USA
36. Postma, R., Bussink, W., et al. (2008) *Waarde en afzetmogelijkheden van struviet uit verwerking van dierlijke mest en menselijke urine*, H2O: tijdschrift voor watervoorziening en afvalwaterbehandeling, 11, 16–17
37. Qureshia, A., Loa, K.V., Liao, P.H. (2008) *Microwave treatment and struvite recovery potential of dairy manure*, Journal of Environmental Science and Health, Part B, 43, 350–357
38. Reijerink, J.G.A. (2008) *Praktijkproef toepassing van struviet als meststof*, Referentienummer: 99038756, Grontmij, Nederland
39. Römken, P.F.A.M., Rietra R.P.J.J, *Zware metalen en nutriënten in dierlijke mest*, Alterra-rapport 1729, ISSN 1566-7197, 2008
40. Roy, R.N., Finck, A., et al. (2006) *Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management*, Food And Agriculture Organization Of The United Nations (FAO) Fertilizer And Plant Nutrition Bulletin, 16
41. Sanders, J. (2010) *Mest als waardevolle grondstof; Enkele technologische opties*, Wageningen UR, Nederland
42. Schouwman O.F., Rulkens, W.H., Oenema o., Ehlert P.A.I., *Phosphorous recovery from animal manure*, Alterra report 2158, Wageningen, 2010
43. Sliemers, O., Derwort, N., et al. (2001) *Completely autotrophic nitrogen removal over nitrite in one single reactor*, Water Research, 36, 2475–2482
44. Staatscourant Nr. 223, 17 November 2008. Regeling van de Minister van landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 14 november 2008, nr. TRC/2008/2149, houdende wijziging van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet.
45. Sukkel W. Ten Berge H., *Organische stof heeft nog veel geheimen*, Syscope Magazine nr. 29 ([www.syscope.wur.nl](http://www.syscope.wur.nl) > dossiers > bodem, water en bemesting)
46. Task (2011) *Industriële afvalwaterbehandeling - ammoniak verwijdering - NH3 striptorens (stripper absorber combinatie)*, website: [http://www.task.be/nh3\\_striptorens.aspx](http://www.task.be/nh3_striptorens.aspx), Task Industriële milieutechnieken, België
47. Van Lommen J., Van Vliet B., *Kringen rond fosfaatrecycling*, Milieu, nummer 2, maart 2011



48. Velthof G.L., Synthese van het onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten, Alterra-rapport 2211, ISSN 1566-7197, Wageningen, 2011
49. VKP (2011) *Leden*, website: <http://www.kunstmest.com/NL/index.html>, Vereniging van Kunstmest Producenten (VKP), Nederland
50. Weston, R. F., West, C. (1985), *PA. Emerging Technology Assessment of Phostrip, A/O, and Bardenpho Processes for Biological Phosphorus Removal*, Environmental Protection Agency, USA
51. Wong,W.T., Chan,W.I., et al. (2006) *A hydrogen peroxide/ microwave advanced oxidation process for sewage sludge treatment*, Journal of Environmental Science and Health, Part A, 41, 2623–2633.
52. WUR (2011) 3.2.5 *Strippen*, website: <http://www.mestverwerken.wur.nl/Techniek/Pdf/Strippen.pdf>, Wageningen UR, Nederland
53. Zhang, Q. Cussler, E.L. (1984) *Membrane Separation of Potassium Nitrate from Mixed Brines*, Journal of Membrane Science, 19, 259–270

## BIJLAGE 1 WET EN REGELGEVING

### **Juridische kaders**

Door de grootschalige importen van veevoer voor de veehouderij is de intensieve veehouderij aanzienlijk gegroeid. Daardoor wordt op veel bedrijven, vooral in de intensieve veehouderij, meer mest geproduceerd dan voor de Nederlandse landbouw bodem nodig is (op basis van een aantal elementen 'N' en 'P' maar niet op basis van organische stof bijvoorbeeld). Om dumpen te voorkomen, is de toediening van mest sinds medio jaren tachtig aan wettelijke normen gebonden. Met de invoering van de mestwetgeving is het overschot aan dierlijke mest steeds meer voelbaar geworden op de mestmarkt.

Het gebruik van meststoffen is in Nederland aan een groot aantal regels gebonden. Deze regels zijn er vooral op gericht om verliezen naar het milieu te minimaliseren. Verliezen vinden plaats naar het grond- en oppervlaktewater en naar de lucht (zoals ammoniak en lachgas). Het voert te ver om binnen het bestek van deze studie alle wetgeving uitvoerig te behandelen. Daarom worden in dit rapport de belangrijkste verordeningen en ontwikkelingen in relatie tot sluiting van de mineralenkringloop genoemd.

In de huidige mestregelgeving vallen grondstoffen uit mest nog steeds onder de beperkingen van de mest- en afvalwetgeving. Dit bemoeilijkt het gebruik van grondstoffen uit mest, ook in sectoren buiten de landbouw. Het is daarom van belang te weten welke wet en regelgeving van toepassing is bij het gebruik of verhandelen van dierlijke mest. Daarnaast bestaat er een aantal specifieke regels omtrent het gebruik van meststoffen. Daarvoor is het 'Besluit gebruik dierlijke meststoffen' (BGDM) van belang.

Diverse wet- en regelgeving (zowel Europees als de implementatie) die relevant is wordt kort in dit hoofdstuk beschreven.

### **Meststoffenwet**

In het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet zijn de voorschriften betreffende het verhandelen van meststoffen opgenomen. In het Uitvoeringsbesluit staat vermeld dat het verboden is om afval als een meststof te verhandelen.

### **Gebruik van reststromen als meststof**

Op dit moment is hiervoor een zogenaamde "positieve lijst" van toepassing. Hierin staan de producten die als co-substraat mogen worden toegevoegd en waarvan het digestaat als co-vergiste mest kan worden gezien.

### **Gebruiksnormen voor dierlijke mest**

Gewassen hebben meststoffen nodig voor een goede opbrengst. Meststoffen die niet door gewassen worden opgenomen, komen terecht in de bodem en in het water met belasting van het milieu als gevolg. In het mestbeleid worden daarom gebruiksnormen gehanteerd. In deze gebruiksnormen staat aangegeven wat de maximale hoeveelheid stikstof en fosfaat is die gebruikt mag worden voor het bemesten van de landbouwgrond.

### **Stikstofgebruiksnorm**

De stikstofgebruiksnorm is de totale hoeveelheid stikstof die per kalenderjaar op een hectare landbouwgrond mag worden gebruikt. De norm bestaat uit zowel organische als minerale meststoffen (kunstmest). De stikstofgebruiksnormen zijn afhankelijk van gewas

en grondsoort. Deze normen veranderen jaarlijks en worden meestal aangescherpt.<sup>12</sup> Als gevolg van de Nitraatrichtlijn mag aan landbouwgrond jaarlijks maximaal 170 kg N per hectare uit dierlijke mest worden toegediend. Dit is inclusief de mest van weidende dieren. Nederlandse agrarische ondernemers genieten tot 2013 en onder voorwaarden een uitzonderingspositie. Als bedrijven voldoen aan de voorwaarden zoals bestaan uit minimaal 70% grasland (voor veevoederdoeleinden bestemd), dan mag men een gift toedienen van dierlijke mest van 250 kg N per hectare per jaar. Dit wordt derogatie genoemd en zorgt ervoor dat een groot deel van de grondgebonden veehouders de op het eigen bedrijf geproduceerde mest kunnen plaatsen. Voor de berekening van de hoeveelheid stikstof die in dierlijke mest wordt geproduceerd, zijn door het ministerie van LNV normen opgesteld.

### **Stikstofwerkingscoëfficiënt**

In dit kader is het van belang het begrip stikstofwerkingscoëfficiënt nader te beschrijven. Deze coëfficiënt van meststoffen geeft aan welk percentage van de totale N in die meststof in het eerste groeiseizoen na toediening beschikbaar komt voor het gewas. Dit deel kan de plant dus opnemen en benutten voor de groei. Voor kunstmest is deze 100%, voor andere organische meststoffen varieert dit tussen de 35% en 80%. Dit percentage vermenigvuldigd met de totale hoeveelheid stikstof die toegediend wordt in het betreffende product is de hoeveelheid die meetelt in de gebruiksnorm.

### **Fosfaatgebruiksnorm**

De fosfaatgebruiksnorm is de maximale hoeveelheid fosfaat die per kalenderjaar op een hectare mag worden gebruikt. Alle meststoffen tellen mee, dus ook minerale meststoffen (kunstmest). De gebruiksnormen voor fosfaat hebben dus betrekking op de hoeveelheid per ha uit dierlijke mest plus kunstmest. Er wordt geen onderscheid gemaakt naar grondsoort. In 2011 zijn de fosfaatgebruiksnormen voor bouwland verlaagd t.o.v. 2010. Voor 2011 gelden de volgende gebruiksnormen:

- Pw-waarde<sup>13</sup> lager dan 36: categorie laag: 85 kg fosfaat per ha
- Pw 36-55: categorie neutraal: 75 kg fosfaat per ha
- Pw hoger dan 55: categorie hoog: 70 kg fosfaat per ha

### **Digestaat**

Digestaat is het restproduct van biogas-productie. Het bezit een goede mestkwaliteit en is geschikt als organische mest. Echter, de Nederlandse wetgeving ziet digestaat als dierlijke mest. Het gevolg is dat het wordt toegevoegd aan de overschotten van dierlijke mest en moet worden afgevoerd tegen hoge kosten voor de ondernemer. Voor organische mest en compost geldt deze beperking niet. In het buitenland kent men deze beperking ook niet; daar is men juist positief over de inzet van digestaat als meststof.

### **Ontwikkelingen in mestwetgeving**

Het afvoeren van de mest kost de (melk)veehouder nu gemiddeld circa € 20 per ton. De totale kosten bedragen jaarlijks circa € 300 miljoen. Sinds enkele jaren is sprake van een niet binnen de Nederlandse landbouw plaatsbaar mestoverschot. Hiermee wordt bedoeld een hoeveelheid mest die niet op het eigen bedrijf kan worden benut. Dit overschot zal de komende jaren naar verwachting toenemen, onder andere door het afschaffen van de zuivelquotering in 2015 en het aanscherpen van de milieunormen. Ook het stelsel van dierrechten komt per 1 januari 2015 te vervallen (artikel 77 van de Meststoffenwet). Het niet-plaatsbare overschot zal daarom de komende jaren toenemen en in 2015 circa 8% van de fosfaatproductie bedragen. Dat is circa 13 miljoen kilo fosfaat ofwel circa 50 miljoen ton

<sup>12</sup> De actuele gegevens zijn te vinden op de website van het Ministerie van EL& I, [www.hetInvloket.nl](http://www.hetInvloket.nl) onder het onderwerp "Mest" en dan "Gebruiksruimte en gebruiksnormen"

<sup>13</sup> Pw waarde uitgedrukt in mg fosfaat per liter grond

dierlijke mest. Dit dient buiten de Nederlandse landbouw te worden afgezet. Door de sterk groeiende druk op de mestmarkt wordt verwacht dat de kosten voor mestafzet aanzienlijk gaan toenemen.

In 2010 heeft LTO Nederland een plan gepresenteerd om het dreigende overschot aan fosfaat uit dierlijke mest het hoofd te bieden. Daarin werd al aangedrongen op een verplichting tot het verwerken van mest, met name in de gebieden waar de mineralenoverschotten het grootst zijn. Voor LTO speelt ook mee dat er met de inzet op mestverwerking een signaal wordt afgegeven naar de Europese Commissie. Dat wordt van belang geacht met het oog op het behoud van de derogatie voor gebruik van dierlijke mest en het erkennen van mineralenconcentraten als kunstmestvervanger (bron: Agrarisch Dagblad 29/07/11). Dit zou voor de rundveesector impliceren dat er een verplichting voor het verwerken van mest gaat gelden. De verplichting om mest te verwerken zal dan gelden voor bedrijven met een fosfaatoverschot die niet over vaste kanalen beschikken om dat overschot af te zetten.

De beschreven ontwikkelingen in deze paragraaf vraagt om structurele oplossingen. Om tot een structureel duurzame oplossing te komen, is een omslag nodig: mest dient van afvalproduct een waardevolle grondstof worden. Mesttraffinage is hiervoor de meest voor de hand liggende methode.

In de pilot mineralenconcentraten is gedurende de periode 2009-2010 onderzocht of het mineralenconcentraat, dat ontstaat door mestscheiding gebruikt kan worden als kunstmest. Nederland heeft voor deze pilot van de Europese Commissie toestemming gekregen om gedurende twee jaar (2009 en 2010) (Staatscourant Nr. 223) de landbouwkundige, economische- en milieukundige aspecten te onderzoeken van de productie en het gebruik van mineralenconcentraten. De resultaten ten aanzien van gebruikerservaringen en de economische analyse zijn recent gepubliceerd (De Hoop *et al.*, 2011). De gegevens uit het onderzoek dienen voor een overleg met de Europese Commissie over een eventuele permanente voorziening van het gebruik van mineralenconcentraat als kunstmestvervanger. Hierbij kunnen de mineralenconcentraten als kunstmest boven de gebruiksnorm van dierlijke mest worden toegepast, maar binnen de stikstofgebruiksnorm in het kader van de Nitraatrichtlijn.

In een recentelijk verschenen kamerbrief "toekomstig mestbeleid" d.d. 28 september 2011, wordt gerefereerd aan de Pilot mineralenconcentraten en in deze brief wordt onder andere geadviseerd om dierlijke mest op te werken tot bruikbare producten voor de akkerbouw.

## BIJLAGE 2 TABELLEN MESTREGELGEVING

**Tabel 3 Gehalten aan stikstof en fosfaat in dierlijke mest (bron: Handboek Veehouderij, 2006)**

Mestsoort	Droge stof (%)	Fosfaat kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Stikstof kg N/ton
Zeugenmest	5	3	4,2
Vleesvarkensmest	9	4,2	7,2
Rundveedrijfmest	9	1,8	4,9
Leghennenmest	51,5	18,8	24,1

In Tabel 4 zijn de totaal fosfaat- en de stikstofgebruiksnormen voor grasland weergegeven.

**Tabel 4 Normen voor maximaal aan te voeren dierlijke mest of overige organische mest per ha.**

	2008	2009	2015 (indicatief)
Fosfaatgebruiksnorm	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha	kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha
Grasland	100	95	90
Bouwland	85	80	60
Gebruiksruimte dierlijke mest	kg N/ha	kg N/ha	kg N/ha
Derogatie bedrijven	250	250	250
Overige bedrijven	170	170	170

Voor de graasdierveehouderijen is voor bedrijven met minimaal 70% grasland meer ruimte om dierlijke mest te gebruiken dan de Nitraatrichtlijn voorschrijft (250 kg N/ha i.p.v. 170 kg N/ha). Deze ruimere toepassingsmogelijkheid staat bekend onder de naam derogatie.

Bij de berekening van de totale stikstofgebruiksnorm op bedrijfsniveau wordt uitgegaan van de werkzame stikstof in meststoffen. Om de beschikbare hoeveelheid stikstof te berekenen is uit de tabel een werkingscoëfficiënt voor een bepaalde mestsoort af te lezen.

**Tabel 5 Werkingscoëfficiënten van een aantal mestsoorten geldend in 2009**

		Werkingscoëfficiënt
Op het bedrijf geproduceerde mest	Met beweiding	45
	Zonder beweiding	60
Andere meststoffen en omstandigheden	Dunne fractie (na mestbewerking) en gier	80
	Drijfmest (kleigrond)	60
	Vaste mest varkens	55
	Compost	10

In Tabel 6 zijn van een aantal gewassen de gewasnormen voor stikstof opgenomen. De stikstofgebruiksnormen worden gebruikt om de totale stikstofgebruiksruimte voor meststoffen voor een specifiek bedrijf te berekenen. De stikstofgebruiksnormen (kilo's stikstof per hectare per jaar) zijn per gewas of per gewasgroep vastgesteld. Een gedetailleerd overzicht van alle gewasnormen is te vinden op de website [www.hetloket.nl](http://www.hetloket.nl).

**Tabel 6 Stikstofgebruiksnormen (2010/2011)**

<b>Gewas</b>	<b>Klei</b>	<b>Zand</b>	<b>Löss</b>	<b>Veen</b>
Grasland met beweiden	310	250	250	265
Grasland met volledig maaieren	350	320	320	300
Consumptieaardappelen overig	250	245	240	245
Suikerbieten	150	145	145	145
Wintertarwe	245	160	195	160
Mais, bedrijf met derogatie	160	150	150	150
Mais, bedrijf zonder derogatie	185	150	150	150
Graszaad overig	90	85	85	85
Zaaiui	170	120	120	120

### BIJLAGE 3 LIJST BESCHIKBARE TECHNIEKEN VERWIJDERING NPK

Naam techniek	Bedrijf	Soort techniek	Product(en)	Behandeling van:	Geschikt voor verwijdering van:		
					N	P	K
<b>Stikstofverwijderingstechnieken</b>							
<b>Biologisch</b>							
ANAMMOX	-	Anaerobe bioreactie	Stikstofgas	Afvalwater	X		
OLAND	-	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Stikstofgas	Afvalwater	X		
DEAMOX	-	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Stikstofgas	Afvalwater	X		
CANON	-	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Stikstofgas	Afvalwater	X		
Zeoliten	-	Katalytisch	-	Afvalwater	X		
<b>Mechanisch/chemisch</b>							
Strippen	-	Absorptie	Ammoniak gas	Afvalwater	X		
Luchtwassers	-	Absorptie	Ammoniumsulfaat (aq.)	Lucht	X		
Active Koolfilters	-	Chemische adsorptie	-	Lucht	X	X	X
<b>Fosfaatverwijderingstechnieken</b>							
<b>Fysisch-chemisch</b>							
-	-	Chemisch neerslag	Afhankelijk van toegevoegde stoffen	Afvalwater	X	X	X
Magnesiumchloride bij covergisting	-	Chemisch neerslag	Struviet	Vergisting		X	
HYPRO	-	Chemisch neerslag	Afhankelijk van toegevoegde stoffen	Afvalwater		X	
<b>Kristallisatie</b>							
DHV Crystalactor	DHV	Fluidised Bed Kristallisatie	Calciumfosfaat	Afvalwater		X	
CSIR Fluidised Bed Crystallisation	CSIR	Fluidised Bed Kristallisatie	Hydroxyapatiet of struviet	Afvalwater		X	
PHOSNIX	UNITIKA	Fluidised Bed Kristallisatie	Struviet	Afvalwater		X	
PEARL	Ostara	Fluidised Bed Kristallisatie	Struviet	Afvalwater		X	
Kurita Fixed Bed Crystallisation	Kurita	Fixed Bed Kristallisatie	Calciumfosfaat of hydroxyapatiet	Afvalwater		X	
<b>Biologisch</b>							
EBPR	-	Anaerobe bioreactie	Slib	Afvalwater	X	X	
Phostrip	-	Anaerobe bioreactie	Afhankelijk van toegevoegde stoffen	Afvalwater	X	X	
Modified Bardenpho	-	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Slib	Afvalwater	X	X	
A/O	-	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Slib	Afvalwater	X	X	
UCT	University of Cape Town	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Slib	Afvalwater	X	X	
Modified UCT	University of Cape Town	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Slib	Afvalwater	X	X	

Naam techniek	Bedrijf	Soort techniek	Product(en)	Behandeling van:	Geschikt voor verwijdering van:		
					N	P	K
Rotating Biological Contactor (RBC)	-	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Slib	Afvalwater	X	X	
Biodenipho	Veolia	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Slib	Afvalwater	X	X	
PHOSPAQ	Paques	Anaerobe en een aerobe bioreactie	Struviet	Afvalwater	X	X	
<b>Overige</b>							
SUSAN	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung	Thermische bewerking	Fosforpentoxide	Slib		X	
ASH DEC	Outotec	Thermische bewerking	Fosforpentoxide	Slib		X	
SOURCE	Waterschap Aa en Maas	Combinatie van aerobe bioreactie, filters en chemisch neerslag	Struviet	Urine (van o.a. ziekenhuizen)	X	X	
<b>Kaliumverwijderingstechnieken</b>							
Omgekeerde osmose	-	Membraanfiltratie	Meerdere zouten	Afvalwater / zeewater	X	X	X
Nanofiltratie	-	Membraanfiltratie	Specifieke zouten	Afvalwater (pekkel)/ zeewater	X	X	X
Elektrolyse	-	Elektrolyse en membraanfiltratie	Specifieke zouten	Afvalwater	X	X	X



## BIJLAGE 4 BEPALING HOEEVELHEID MEST DIE TOEGEPAST MAG WORDEN

Om de kosten gemoeid met bemesting van gewassen te bepalen wordt in deze bijlage beschreven hoeveel dierlijke mest een akkerbouwbedrijf mag toepassen op zijn land. Dit dient vervolgens als basis om de hoeveelheid kunstmest dan wel kunstmestvervanger te bepalen die nog mag worden toegediend.

Voor deze berekening is gekozen voor een akkerbouwbedrijf op kleigrond met een bedrijfsoppervlakte van 80 ha. De reden hiervoor is dat een dergelijk akkerbouwbedrijf eveneens is onderzocht door het Praktijkonderzoek Plant en Omgeving (WUR-PPO) (Ovinge, 2008). Het bouwplan van dit als referentie gekozen akkerbouwbedrijf bestaat uit 20 ha consumptieaardappelen, 20 ha suikerbieten, 20 ha wintertarwe, 10 ha graszaad en 10 ha zaaiuien.

Bij dit bouwplan is in 2011 de stikstofgebruiksnorm (zie bijlage 2 tabel 4) voor het bedrijf 15.500 kg stikstof en de fosfaatgebruiksnorm is 7250 kg fosfaat.

Stel nu dat de aanvoer wordt ingevuld door varkensmest. Dat betekent dat 15.500 kg N wordt ingevuld door varkensmest. Deze hoeveelheid stikstof komt overeen met 2152,7 ton varkensmest (gehalte stikstof in vleesvarkensmest bedraagt 0,72% (zie bijlage 2 tabel 1)).

Voor de stikstofgebruiksnorm geldt nu  $15.500 \times \text{werkingscoëfficiënt van } 55\% = 8.525 \text{ kg}$  werkzame stikstof N. Aan kunstmest mag maximaal  $15.500 - 8.525 = 6.976 \text{ kg N}$  worden gebruikt.

Aan fosfaat wordt in dit voorbeeld nu aangevoerd:  $2152,7 \text{ ton varkensmest} \times 0,42\% \text{ P} = 9042 \text{ kg P}$ . Dit is hoger dan de fosfaatgebruiksruimte. Fosfaat is in dit voorbeeld beperkend.

Uitgaande van de fosfaatgebruiksruimte van maximaal 7250 kg fosfaat mag er niet meer dan 1726,2 ton vleesvarkensmest worden aangevoerd. Er wordt nu 1726,2 ton mest maal 0,72% = 12.429 kg stikstof uit dierlijke mest aangevoerd. De hoeveelheid werkzame stikstof in deze mest is  $55\% \times 12.429 \text{ kg N} = 6836 \text{ kg}$  stikstof. Voor bemesting van het land van dit akkerbouwbedrijf betekent dit dat dan nog 8664 kg kunstmest (N) gebruikt mag worden. In deze berekening valt op dat er weinig behoefte is aan kunstmestfosfaat omdat de fosfaatruimte met mest kan worden ingevuld.