

Terugwinning van fosfaat

Economische verkenning van kansen en mogelijkheden



LEI

WAGENINGEN UR

Terugwinning van fosfaat

Economische verkenning van kansen en mogelijkheden

H.H. Luesink

D.F. Broens

M.A. van Galen

F.E. de Buissonjé

E. Georgiev

LEI-rapport 2013-043

Augustus 2013

Projectcode 2275000422

LEI Wageningen UR, Den Haag

Het LEI kent de volgende onderzoeksvelden:



Sector & Ondernemerschap



Regionale Economie & Ruimtegebruik



Markt & Ketens



Internationaal Beleid



Natuurlijke Hulpbronnen



Consument & Gedrag

Terugwinning van fosfaat; Economische verkenning van kansen en mogelijkheden

Luesink, H.H., D.F. Broens, M.A. van Galen, F.E. de Buissonjé en E. Georgiev
LEI-rapport 2013-043

ISBN/EAN: 978-90-8615-648-1

96 p., fig., tab., bijl.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Inter Provinciaal Overleg (IPO)

Foto omslag: Ries van Wendel de Joode/Hollandse Hoogte

Bestellingen

070-3358330

publicatie.lei@wur.nl

Deze publicatie is beschikbaar op www.wageningenUR.nl/lei

© LEI, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2013
Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Het LEI is ISO 9001:2008 gecertificeerd.

Inhoud

	Woord vooraf	7
	Samenvatting	8
	S.1 Belangrijkste uitkomsten	8
	S.2 Overige uitkomsten	9
	S.3 Methode	10
	Summary	11
	S.1 Key findings	11
	S.2 Complementary findings	12
	S.3 Methodology	13
1	Inleiding	14
	1.1 Aanleiding en probleemstelling	14
	1.2 Doelstelling	16
	1.3 Afbakening	17
	1.4 Aanpak en leeswijzer	17
2	Fosfaataanbod	18
	2.1 Dierlijke mest in Europa	18
	2.2 Dierlijke mest in Nederland	20
	2.3 Zuiveringsslib in Nederland	26
	2.4 Afvalstromen Nederlandse agrarische industrie	28
	2.5 Conclusies	29
3	De vraag naar fosfaat	30
	3.1 Landbouw in Europa	30
	3.2 Landbouw in Duitsland en Frankrijk	31
	3.3 Mestkorrels in Europa	33
	3.4 Industriële toepassingen	35
	3.5 Landbouw in Nederland	36
	3.6 Conclusies	37

4	Cases	39
4.1	Afbakening	39
4.2	Case 1: Kleinschalig mest verwerken	40
4.3	Case 2: Grootschalig mest verwerken	43
4.4	Case 3: Vergisten en verwerken organisch industrieel afval	45
4.5	Case 4: Slibverbranding	48
4.6	Case 5: struvietwinning	50
4.7	Conclusies	52
5	Economisch rendement	54
5.1	Mestprijzen in Nederland	54
5.2	Case 1: kleinschalig mest verwerken	57
5.3	Case 2: grootschalig mest verwerken	59
5.4	Case 3: vergisten en verwerken organisch industrieel afval	62
5.5	Case 4: Slibverbranding	64
5.6	Case 5: Struvietwinning	65
5.7	Conclusies	65
6	Het innovatieproces	67
6.1	Algemeen	67
6.2	Fase van het innovatieproces	67
6.3	Functies van het innovatieproces	70
6.4	Conclusies	74
7	Discussie en aanbevelingen	76
8	Conclusies en aanbevelingen	78
	Literatuur	81
	Bijlagen	
1	Uitwerking economisch rendement en onzekerheden kleinschalig mest verwerken	85
2	Uitwerking economisch rendement en onzekerheden grootschalig mest verwerken en verwerken organisch industrieel afval	88
3	CO ₂ levering aan de glastuinbouw	94

Woord vooraf

Fosfaat is een basisbestanddeel voor de gewasproductie en daarmee voor de voedselproductie. Hierin wordt voorzien door kunstmestfosfaat gewonnen uit fosfaaterts. Echter, de voorraad fosfaaterts in de wereld raakt op. Daarnaast wordt er veel fosfaat verspild via het niet hergebruiken van zuiveringsslib en overbesteding op landbouwgrond. Het Biorenewable Business Platform en Energy Valley hebben LEI Wageningen UR gevraagd een studie uit te voeren voor routes waarlangs fosfaatwinning gestalte kan krijgen. Het onderzoek is gefinancierd door het Inter Provinciaal Overleg (IPO). Namens IPO is de provincie Groningen de opdrachtgever van het onderzoek. In het offertetraject waren in hoofdlijnen de vijf uit te werken routes voor fosfaatruigwinning al vastgelegd. Bij dit onderzoek zijn die vijf routes verder uitgewerkt met daarbij de nadruk op economie en innovativiteit.

Namens de opdrachtgever zijn de resultaten gerapporteerd aan de stuurgroep bestaande uit: Meis van der Heide (Provincie Groningen), Ton Vermeer (Provincie Noord Brabant), Ton Runneboom (Biorenewables Business Platform), Luc Sijstermans (SNB, NV Slibverwerking Noord Brabant), Johan Velthuis (Green Bio Power), Jan de Wilt (Innovatie Netwerk) en Geert Boosten (Innovatie Netwerk). Vanaf deze plaats bedanken wij de leden van de stuurgroep voor hun bijdrage. De eindrapportage is gereviewd door Tanja de Koeijer en Anita van der Knijff van het LEI.

Ir. L.C. van Staalduinen
Algemeen Directeur LEI Wageningen UR

Samenvatting

S.1 Belangrijkste uitkomsten

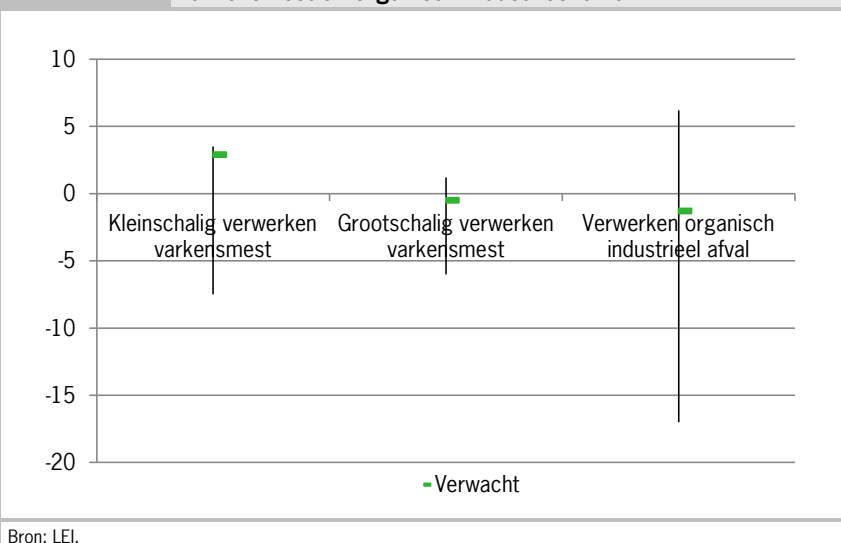
Recycling van fosfaat uit verbrandingsas van zuiveringsslib is praktijkrijp en economisch haalbaar. De economische vooruitzichten voor het recyclen van fosfaat uit varkensmest en organisch industrieel afval zijn heel onzeker. Winning van struviet uit organische afvalstromen is voor fosfaatrecycling economisch niet interessant.

Bij de huidige hoge prijzen voor fosfaaterts is het economisch haalbaar om fosfaat terug te winnen uit verbrandingsas van zuiveringsslib. Het gaat in omvang om minimaal enkele tientallen miljoenen kg fosfaat, waar in de eindfase maar twee belangrijke partijen bij betrokken zijn (SNB slibverwerking en Thermphos). Wanneer een partij zich terugtrekt kan dat tot jaren vertraging leiden. Door het failliet gaan van Thermphos eind 2012 heeft die vertraging inmiddels plaatsgevonden.

Bij het zowel technisch als economisch goed draaien van verwerkingsinstallaties om exportwaardige producten te maken van mest en organisch industrieel afval is het mogelijk om een gering positief resultaat te realiseren (figuur S.1). De onzekerheden en daarmee het risico op negatieve rendementen zijn echter heel erg groot. Onzekerheden die bij het rendement een grote rol spelen zijn:

- de inkoopprijs van de ingaande producten (mest, co-producten);
- overheidssubsidies, met name bij processen waarbij duurzame energie wordt gewonnen;
- regelgeving rondom de afzet van de eindproducten;
- de afzetprijs af fabriek van het eindproduct mestkorrels op de wereldmarkt.

Figuur S.1 Winst/verlies in € per kg fosfaat bij recycling van fosfaat uit varkensmest en organisch industrieel afval



S.2 Overige uitkomsten

- Terugwinning van fosfaat uit de verbrande as levert de grootste hoeveelheid gerecyclede fosfaat op. Daarna komt het verwerken van dierlijke mest tot exportwaardige producten. Struvietwinning levert van de vijf onderzochte cases de geringste hoeveelheid teruggewonnen fosfaat op.
- Gebieden met een overschot aan fosfaat en een tekort aan fosfaat zijn in Europa veelal enkele honderden kilometers van elkaar verwijderd. Om de distributiekosten niet te hoog te laten oplopen kunnen deze afstanden alleen maar overbrugd worden met meststoffen met relatief hoge fosfaatgehalten.
- Relatief hoge fosfaatgehalten met behoud van organische stof kunnen gerealiseerd worden met kleinschalige of grootschalige mestverwerking. De economische onzekerheden daarbij zijn erg groot. Om die te overbruggen lijkt overheidsingrijpen bijvoorbeeld in de vorm van verplichte mestverwerking noodzakelijk.
- In potentie is er meer dan genoeg afzetruimte in Europa voor de afzet van gedroogde Nederlandse mest en mestkorrels. Marktverkenning van grote hoeveelheden mestkorrels van varkensmest moet nog uitgevoerd worden.

- Struvietwinning is alleen interessant in het kader van preventief onderhoud van leidingen, kleppen en afsluiters van transportleidingen voor organische afvalstromen. Struviet is in deze situatie een bijproduct.
- Voor verdere ontwikkeling van co-vergisting dient er een technische en/of financiële doorbraak te komen om hogere financiële opbrengsten te realiseren. De exploitanten van de huidige co-vergistingsinstallaties in Nederland staat het water tot aan de lippen. Ze zijn zeer afhankelijk van overheids-subsidies en van de prijs en beschikbaarheid van co-producten.

S.3 Methode

Het Biorenewable Business Platform en Energy Valley hebben LEI Wageningen UR gevraagd een studie uit te voeren voor routes waarlangs fosfaatwinning gestalte kan krijgen. Fosfaat is een basisbestanddeel voor de gewasproductie en daarmee voor de voedselproductie. Hierin wordt voorzien door kunstmestfosfaat gewonnen uit fosfaaterts; echter, de voorraad fosfaaterts in de wereld raakt op. Daarnaast wordt er veel fosfaat verspild via overbemesting op landbouwgrond en verwerking van de verbrande as van zuiveringsslib in bouwmaterialen.

De kernvraag die naar aanleiding daarvan is gesteld, is: wat is het economisch rendement en het innovatieproces van het terugwinnen van fosfaat via: (1) kleinschalige mestverwerking, (2) grootschalige mestverwerking, (3) vergisten en verwerken van organisch industrieel afval, (4) slibverbranding en (5) struvietwinning.

Om die vraag te kunnen beantwoorden heeft onderzoek plaatsgevonden naar:

- het aanbod van fosfaat uit dierlijke mest, zuiveringsslib en afvalstromen van de agrarische industrie in Nederland en;
- de vraag naar fosfaat door de landbouw in Europa en industriële toepassingen in Nederland;
- vervolgens zijn de resultaten van het aanbod en de vraag naar fosfaat vergeleken met het economische rendement en het innovatieproces van de vijf cases van de kernvraag.

Summary

Phosphate recovery: Study of economic chances and opportunities

S.1 Key findings

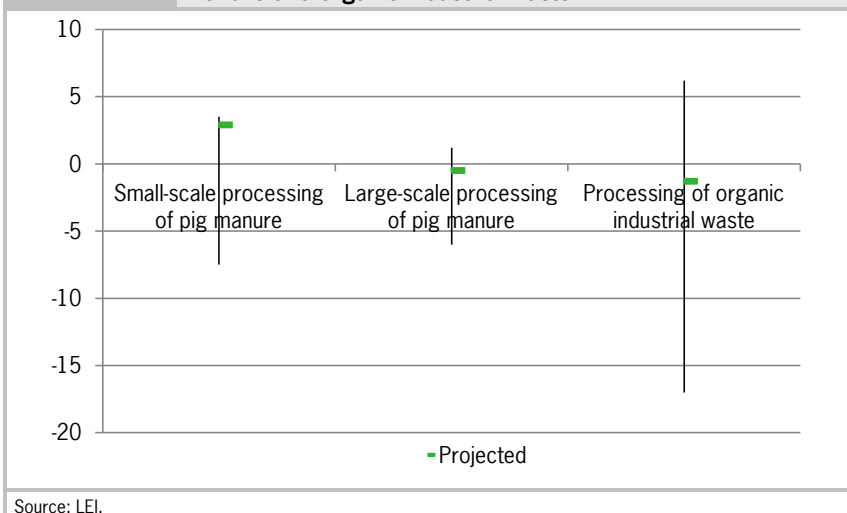
Recycling phosphate from the ash from sewage sludge incineration is economically and practically feasible. The economic prospects for recycling phosphate from pig manure and organic industrial waste are highly uncertain. The extraction of struvite from organic waste flows is not economically interesting for phosphate recycling.

With the current high prices for phosphate ore, it is economically feasible to recover phosphate from sewage sludge incineration ash. At least several dozen million kg of phosphate are potentially available, and only two important parties are involved in the final stage: Slibverwerking Noord-Brabant (SNB) and Thermphos. If a single party pulls out, this can slow the process down for years to come. Thermphos declared bankruptcy in late 2012, making this slowdown a reality.

Small positive results can be achieved with processing plants making export-worthy products from manure and organic industrial waste if they are running at high technical and economic efficiency (Figure S.1). However, the uncertainties, and therefore the risk of negative returns, are high. Uncertainties which could have a significant influence on returns are:

- the purchase price of the incoming products (manure, co-products);
- government subsidies, in particular for processes which generate sustainable energy;
- regulations relating to selling the final products;
- the selling price ex-factory of the final manure pellet product on the global market.

Figure S.1 Profit/loss in euros per kg of phosphate recycled from pig manure and organic industrial waste



S.2 Complementary findings

- The largest amounts of recycled phosphate can be recovered from incinerated ash. This is followed by the processing of pig manure into export-worthy products. Of the five cases investigated, struvite extraction generates the smallest amount of recovered phosphate.
- In Europe, regions with excess phosphate and regions with phosphate shortages are often only a few hundred kilometres apart. In order to keep distribution costs as low as possible, these distances can only be bridged by using fertilisers with a relatively high phosphate content.
- It is possible to achieve relatively high phosphate levels while maintaining organic content with small-scale or large-scale manure processing. There are significant economic uncertainties involved in this. Government intervention is necessary in order to buffer these uncertainties, for instance by making manure processing a requirement.
- The potential market in Europe for dried Dutch manure and manure pellets is more than large enough. A survey of the market for large amounts of manure pellets from pig manure must still be carried out.

- Struvite extraction is only interesting in the context of preventive maintenance of pipes, valves and cut-off valves for transport pipes for organic waste flows. In this situation, struvite is a by-product.
- In order to further develop co-fermentation, a technological and/or financial breakthrough is necessary which will enable higher financial returns. The operators of the existing cofermentation plants in the Netherlands are only barely keeping their heads above water. They are extremely dependent on government subsidies and on the price and availability of co-products.

S.3 Methodology

The Biorenewable Business Platform and Energy Valley have commissioned LEI Wageningen UR to carry out a study into ways to make phosphate recovery a tangible reality. Phosphate is a basic component necessary for crop production and thereby for food production. This need is met by artificial fertilisers containing phosphate from phosphate ore; but the global supply of phosphate ore is running out. On top of this, large amounts of phosphate are wasted through over-fertilisation of agricultural land and the processing of sewage sludge incineration ash into building materials.

The key question which was formulated on the basis of this issue was the following: What is the economic feasibility and the innovation process of phosphate recovery via: (1) small-scale manure processing, (2) large-scale manure processing, (3) anaerobic digestion and processing of organic industrial waste, (4) sewage sludge incineration and (5) struvite extraction?

In order to answer this question, research was carried out into:

- the supply of phosphate from animal manure, sewage sludge and waste flows from the agricultural industry in the Netherlands and
- the demand for phosphate within the agricultural sector in Europe and industrial applications in the Netherlands.
- Finally, the results of the supply of and demand for phosphate were compared to the economic returns and the innovation processes of the five cases from the key question.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en probleemstelling

Voedselproductie is afhankelijk van fosfaatkunstmest

Fosfaat is een basisbestanddeel van eiwitten en daarmee van alle leven op aarde. Zonder fosfaat is er geen sprake van leven en een alternatief is er niet. Voordat er kunstmest was, was de gewasproductie afhankelijk van de mineralen in dierlijke mest. Dat had tot gevolg dat de meeste landbouwbedrijven in de wereld gemengd waren met zowel akkerbouwgewassen als veehouderij die de mest leverde voor de akkerbouwgewassen. Door het gebruik van fosfaatkunstmest is de gewasproductie onafhankelijk van het fosfaat in de mest van de veehouderij. Door in- en uitvoer van voedsel is de directe band tussen dierlijke mest en gewasproductie verloren gegaan. De veehouderij, vooral in de westerse wereld, is daardoor hoofdzakelijk geconcentreerd in gebieden met een hoge bevolkingsdichtheid en de gewasproductie in gebieden met een lage bevolkingsdichtheid. De gewasproductie in de wereld is daardoor voor een groot deel afhankelijk geworden van fosfaat uit kunstmest. Het gebruik van kunstmest, waaronder fosfaatkunstmest, heeft substantieel hogere agrarische gewasopbrengsten tot gevolg gehad.

Fosfaatverliezen zijn erg groot

Door verliezen bij de voedselproductie komt maar 20% van het gemiddelde kunstmestfosfaat terecht in het menselijk voedsel (Schröder et al., 2010). In gebieden met veel vee wordt op de gewassen meer fosfaat uit dierlijke mest toegediend dan de gewassen nodig hebben. Dit heeft accumulatie van fosfaat in landbouwgrond tot gevolg en via fosfaatverzadigde agrarische landbouwgronden leidt dit tot accumulatie van fosfaat in water en waterbodems. Volgens een schatting van Richards en Dawson (2008) wordt er in de EU27 jaarlijks 3,4 Mt fosfaat in landbouwgrond geaccumuleerd (In: Schröder et al., 2010). Een andere grote bron van fosfaatverliezen is storten en verbranden van fosfaatrijk afval en zuiveringsslib. De as van het verbrande huisvuil en zuiveringsslib komt veelal terecht in bouwmaterialen als stenen en asfalt.

Voorraad fosfaaterts eindig

Fosfaat wordt gewonnen in mijnen. De mijnen van Marokko, China, Zuid-Afrika, Jordanië en de VS bevatten 85% van alle fosfaatreserves in de wereld. De ge-

meten en geschatte economisch mijnbare fosfaatvoorraden bedragen circa 15 Gt fosfaatrots, terwijl de reservevoorraden, die ook marginale en sub-economische voorraden omvatten, worden geschat op 47 Gt fosfaatrots (De Wilt et al., 2011). Bij voortzetting van de huidige winning van zo'n 167 miljoen ton erts per jaar is er nog voor ruwweg 85 jaar aan voorraden beschikbaar van economisch mijnbare fosfaat (De Wilt et al., 2011). De verwachting is echter dat de jaarlijkse vraag naar fosfaaterts kan verdubbelen. Recente berichten duiden echter op veel grotere fosfaatvoorraden (IVA, 2013). Ruim 80% van het fosfaat dat jaarlijks gewonnen wordt, wordt gebruikt voor de kunstmestproductie. Daarnaast wordt 7% aan veevoer toegevoegd in de vorm van voederfosfaat en 2% als derivaat voor menselijk voedsel. Het restant, 9%, wordt gebruikt voor industriële toepassingen (Schröder et al., 2010). In Europa bevinden zich nauwelijks fosfaatreserves. Europa is voor haar fosfaatbehoefte bijna volledig afhankelijk van landen in Afrika en Azië.

Groot overschot op Nederlandse fosfaatbalans

Van de 182 miljoen kg fosfaat die in 2005 in Nederland is achtergebleven, is 57 miljoen kg geaccumuleerd in producten en het restant (125 miljoen kg) wordt opgehoogd in grond en water (Van Dijk, 2011). Dat er zo veel fosfaat in Nederland achterblijft, wordt veroorzaakt door import van: veevoer, voedsel voor menselijke consumptie en fosfaaterts. En daar staat een relatief geringe export tegenover. De accumulatie van fosfaat in de Nederlandse landbouwgrond was tussen 1970 en 1990 jaarlijks 80 tot 100 kg fosfaat per ha per jaar (tabel 1.1), waarbij in 1986 een maximale waarde werd bereikt van 103 kg per hectare. Door het mestbeleid is sindsdien de accumulatie fors afgenomen tot zo'n 25 kg per ha per jaar. Door de zeer hoge fosfaatkunstmestprijzen in 2009 was de aanvoer van fosfaatkunstmest in 2009 erg laag.

Tabel 1.1		Fosfaatbalans van de Nederlandse cultuurgrond in kg per hectare, 1970-2011									
		1970	1980	1986	1990	2000	2005	2008	2009	2010	2011 (v)
Aanvoer, totaal		135	160	176	160	126	110	92	80	97	94
w.o. dierlijke mest		80	115	128	114	89	79	75	71	77	73
kunstmest		50	39	41	38	31	25	14	5	16	17
Afvoer		50	66	73	74	70	65	69	64	66	67
Accumulatie		85	94	103	86	57	45	23	15	31	28
Bron: www.compendiumvoordeleefomgeving.nl .											

Door meer te bemesten dan de gewassen nodig hebben, is een fosfaatvoorraad in Nederlandse landbouwgrond ontstaan van 2.000 tot 10.000 kg per ha (Schoumans et al., 2008). Met de oogst wordt er op bouwland zo'n 50 kg fosfaat per ha afgevoerd en op grasland ongeveer 80 kg per ha. In 2010 werd er in Nederland op bouwland nog zo'n 30 tot 35 kg per ha meer bemest dan het gewas nodig heeft en op grasland 5 tot 10 kg per ha (Luesink et al., 2011).

In 2009 zat er in het influent van de rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) 33 miljoen kg fosfaat. Daarvan komt 28 miljoen kg in het slib terecht; het restant wordt als effluent geloosd op het oppervlaktewater (CBS). Ongeveer 50% van het slib wordt verbrand in monoverbranders. Uit de as die bij de verbranding in monoverbranders vrijkomt, kan het fosfaat teruggewonnen worden wanneer de gehalten aan zware metalen niet te hoog zijn. In ruwweg de helft van de as zijn de gehalten aan zware metalen zo laag dat ze geschikt is voor het terugwinnen van fosfaat.

Van de 11 miljoen ton afval die door gemeenten in 2008 is ingezameld wordt 43,5% verbrand (*Compendium voor de leefomgeving*, 2011). Door de grote hoeveelheid zware metalen in de as van verbranding van huishoudelijk afval is het fosfaat in die as vooralsnog niet geschikt voor terugwinning.

Resumé

De wereldvoorraad aan fosfaat raakt op en is onvervangbaar. Dat heeft ertoe geleid dat de prijs van tripelsuperfosfaat (de meest gebruikte fosfaatmeststof in Nederland) de afgelopen vijf jaar meer dan verdubbeld is (LEI, prijzenstatistiek). In Nederland hebben we echter door de mest van de grote veestapel, zuivering van afvalwater en huishoudelijk afval te maken met accumulatie van fosfaat in grond, water(bodems) en bouwmaterialen. De wereldwijd stijgende vraag naar fosfaat en het Nederlandse fosfaatoverschot bieden in potentie grote kansen voor de terugwinning van fosfaat uit reststromen als dierlijke mest en zuiveringsslib.

1.2 Doelstelling

Het doel van deze studie is om de economische haalbaarheid van fosfaat teruggewinning te onderzoeken. Wat zijn de te verwachten kansen en belemmeringen bij de diverse routes van fosfaat teruggewinning? Welke kansen zijn er voor de afzet van fosfaatpreparaten? Daartoe worden de volgende onderzoeksvragen beantwoord:

- Hoe groot is het Nederlandse fosfaataanbod uit dierlijke mest en zuiveringsslib;

- Hoe groot en waar is vraag naar fosfaat vanuit de Europese landbouw en de fosforindustrie;
- Wat zijn de economische rendementen van fosfaatterugwinning en;
- In welke stadia van het innovatieproces zitten de potentiële mogelijkheden van fosfaatterugwinning.

1.3 Afbakening

Deze studie beperkt zich tot het terugwinnen van fosfaat uit:

- het Nederlandse mestoverschot. Het mestoverschot zou ook (deels) opgelost kunnen worden door vermindering van het fosfaatgehalte in de mest via het voer. In deze studie wordt daar niet op ingegaan;
- organische afvalstromen van de Nederlandse agrarische verwerkende industrie en;
- en het slib van Nederlandse rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's).

1.4 Aanpak en leeswijzer

In overleg met de opdrachtgever zijn in het offertetraject de hoofdlijnen van de vijf uit te werken cases (kleinschalige mestverwerking, grootschalige mestverwerking, verwerken organisch industrieel afval, slibverbranding en struvietwinning) voor fosfaatterugwinning al vastgelegd. Bij dit onderzoek zijn die vijf routes verder uitgewerkt met daarbij de nadruk op economie en innovativiteit.

In hoofdstuk twee wordt het fosfaataanbod beschreven. Daarbij wordt ingegaan op het fosfaat in dierlijke mest in de Europese Unie, de mestmarkt in Nederland en fosfaat in zuiveringsslib. Het onderwerp van hoofdstuk drie is de vraag naar fosfaat. Daarbij wordt ingegaan op de afzet in de Nederlandse akkerbouw, op de afzet in Duitsland en Frankrijk, de afzet van tot korrels verwerkte mest in de Europese Unie en de afzet van fosfor en fosfaat voor industriële toepassingen. In hoofdstuk vier zijn de vijf cases voor de terugwinning van fosfaat uitgewerkt. In hoofdstuk vijf wordt ingegaan op het economisch rendement van de vijf cases. Het onderwerp van hoofdstuk zes zijn de stadia van het innovatieproces waarin de vijf cases verkeren. De rapportage wordt afgesloten met een tweetal hoofdstukken over conclusies, discussie en aanbevelingen.

2 Fosfaataanbod

2.1 Dierlijke mest in Europa

In Europa is naast de invoer van fosfaaterts en kunstmest, dierlijke mest de belangrijkste bron voor fosfaat. De productie van mest is geconcentreerd in een aantal landen en regio's (Figuur 2.1). In regio's met een fosfaatproductie van meer dan 50 à 80 kg per hectare cultuurgrond is er meer mest dan nodig is voor de fosfaatbehoefte van de gewassen in die regio. Hierdoor ontstaan in deze regio's fosfaatoverschotten die in potentie elders tot waarde gebracht kunnen worden.

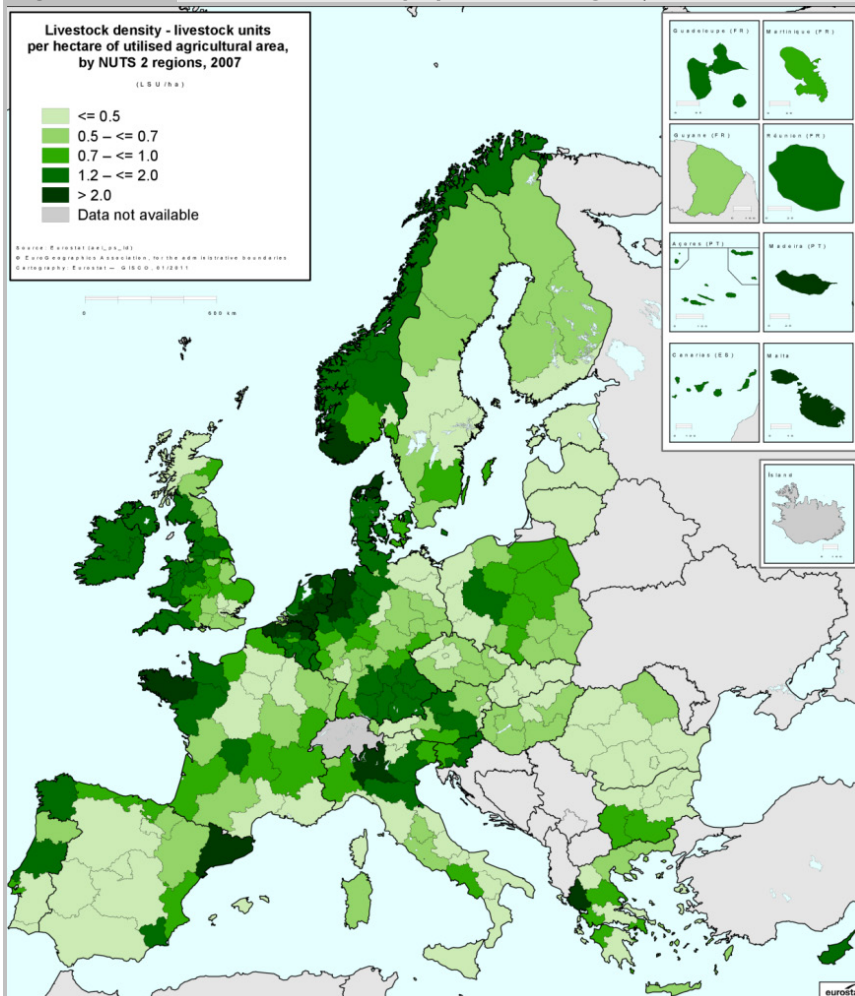
Een livestock unit (LU, Figuur 2.1) komt overeen met een productie van ongeveer 40 kg fosfaat. De afvoer van fosfaat met het gewas varieert van zo'n 50 tot 80 kg per ha. Dat houdt dus in dat in alle regio's van figuur 2.1 met een grotere veedichtheid dan twee LU per ha er meer fosfaat in dierlijke mest aanwezig is dan er voor de gewassen nodig is. Dat zijn dus gebieden met een mestoverschot. Voor het realiseren van fosfaatevenwichtsbemesting dient er vanuit die gebieden fosfaat uit dierlijke mest getransporteerd te worden naar gebieden waar de afvoer met de gewassen hoger is dan de aanvoer met het vee.

Voor deze studie gaan we voor het fosfaataanbod voor dierlijke mest uit van het fosfaat in het Nederlandse mestoverschot. We kunnen daarmee uit figuur 2.1 concluderen dat afzet van het Nederlandse mestoverschot binnen de landsgrenzen maar beperkt mogelijk is. Alleen in het zuidwesten en noorden van Nederland zijn er nog beperkte afzetmogelijkheden voor afzet in de landbouw. De dichtstbijzijnde gebieden in Europa met in potentie flinke afzetperspectieven van fosfaat liggen in het oosten van Duitsland en het noorden van Frankrijk (figuur 2.1).

Conclusie

Verspreid in Europa zijn er mestoverschotten in Noordwest-Griekenland, Noord-Italië, Catalonië in Spanje, Bretagne, Noord-Denemarken en Zuid-Noorwegen. De overheersende strook met mestoverschotten is die van Vlaanderen, Zuid- en Oost-Nederland naar Noordwest-Duitsland.

Figuur 2.1 Veedichtheid in Europa per NUTS-2-regio a)



Bron: Eurostat.

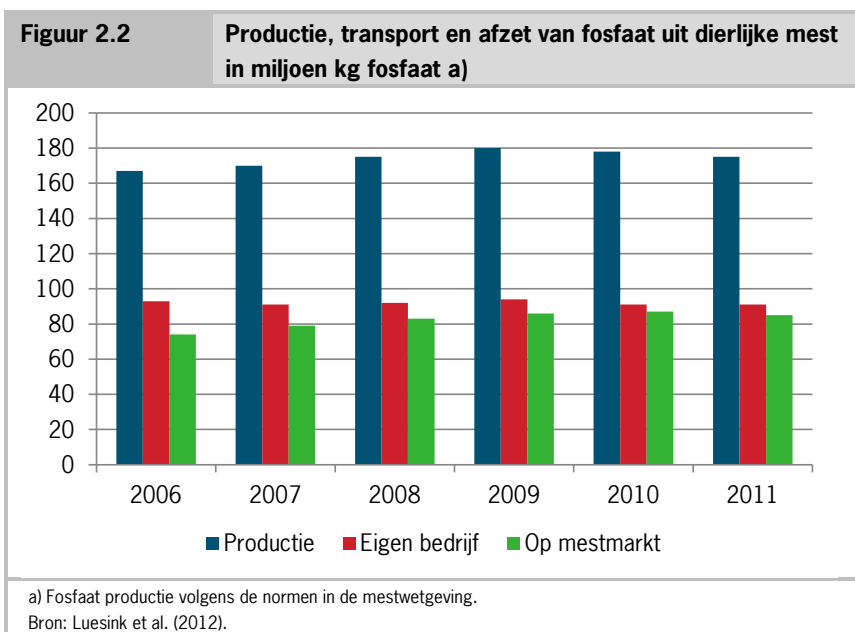
a) Voor Europese statistieken worden diverse aggregatieniveaus van regio's onderscheiden, die variëren van niveau 1 tot 5. Dat worden NUTS-indelingen genoemd; hoe gedetailleerder de indeling, des te hoger het nummer.

2.2 Dierlijke mest in Nederland

2.2.1 Huidige situatie

Mestproductie stijgt, plaatsingsruimte neemt af en overschot neemt toe

In Nederland werd in 2011 ongeveer 175 miljoen kg forfaitaire fosfaat in dierlijke mest geproduceerd (figuur 2.2). Ruim de helft wordt op de producerende bedrijven zelf aangewend en het resterende deel, 85 miljoen kg fosfaat, werd in 2011 op de mestmarkt aangeboden. Daarvan werd 39 miljoen kg bij andere landbouwbedrijven (vooral akkerbouw) afgezet en 38 miljoen kg buiten de Nederlandse landbouw. Van de resterende hoeveelheid van 8 miljoen kg fosfaat is niet bekend waar dat gebleven is.



Het grootste deel (54%) van het geproduceerde fosfaat in dierlijke mest is afkomstig van rundvee (tabel 2.1). De productie van fosfaat in varkensmest was in 2010 45 miljoen ton (25%).

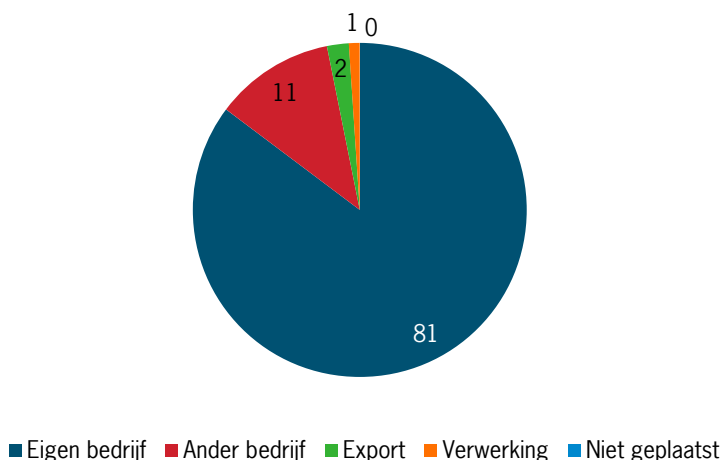
Tabel 2.1 Fosfaat in de mestproductie per diersoort, in miljoen kg a)			
Diersoort	2000	2005	2010
Rundvee	102	93	97
Varkens	48	42	45
Pluimvee	32	27	29
Overige mest	8	8	8
a) Fosfaatproductie, werkgroep WUM. Bron: CBS.			

Pluimveemest wordt grotendeels geëxporteerd, rundveemest wordt vooral op eigen land gebruikt

Omdat rundveemest voor een groot deel (85%) ter plekke op het bedrijf wordt aangewend (figuur 2.3) en concurrentievoordelen heeft ten opzichte van de andere mestsoorten, is de afzet van rundveemest niet problematisch. Pluimveemest wordt in Nederland hoofdzakelijk verwerkt en geëxporteerd (figuur 2.5). Het grootste probleem voor de mestafzet ligt bij de varkenshouderij; die mest wordt voornamelijk op de binnenlandse markt afgezet (figuur 2.4). Door lagere gebruiksnormen neemt de vraag naar dierlijke mest op de binnenlandse markt af.

Op de mestmarkt hebben de verschillende soorten mest hun eigen dynamiek en afzetkanalen. Dat heeft grotendeels te maken met de eigenschappen van de mest en de lokale mestdruk. Pluimveemest heeft hoge drogestofgehalten en kan daardoor voordeliger verwerkt en getransporteerd worden. Rundveemest wordt op veehouderijbedrijven geproduceerd met flinke arealen cultuurgrond en kan daardoor voor een groot deel op het eigen bedrijf worden afgezet. Bovendien heeft rundveemest het voordeel dat het via boer-boertransport afgezet kan worden en op derogatiebedrijven gebruikt mag worden om te bemesten tot 250 kg stikstof per ha. Voor de andere mestsoorten zijn die twee afzetmogelijkheden zeer beperkt. Het mestprobleem - zoals eerder gezegd - doet zich vooral voor op varkenshouderijen in intensieve gebieden. Twee derde van de 46 miljoen kg fosfaat van varkensbedrijven wordt op andere (akkerbouw)bedrijven afgezet.

Figuur 2.3 Bestemming van graasdiermest, in miljoen kg fosfaat, 2010



Bron: Luesink et al. (2011).

Een deel van de varkensmest heeft geen bestemming

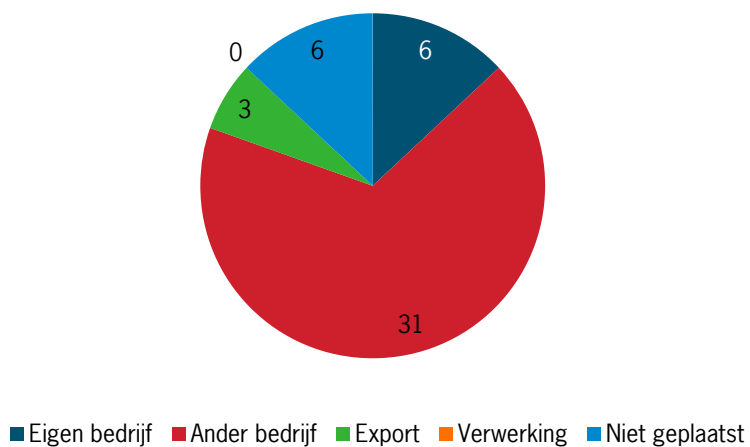
Door onvoldoende afzetmogelijkheden op de binnenlandse markt en het niet geschikt zijn van bepaalde mestsoorten voor de buitenlandse markt was er in 2010 op basis van de wettelijke forfaits voor 6 tot 11 miljoen kg fosfaat geen bestemming (De Koeijer et al., 2011). Dat valt ook te zien in de figuren 2.4 en 2.5, namelijk onder het kopje 'niet geplaatst'. Niet-geplaatste mest kan het volgende inhouden:

- door onzekerheid over het aantal dieren (Hubeek et al., 2004) kan het niet geproduceerd zijn;
- onzekerheden bij de monsternamen en de analyse van de mestmonsters;
- de mest kan in voorraad zijn gebleven en;
- er kan meer bemest zijn dan de gebruiksnorm, door overtredingen (*Boerderij vandaag*, 2013) en doordat boeren de grenzen van de mestwetgeving opzoeken.

Conclusie

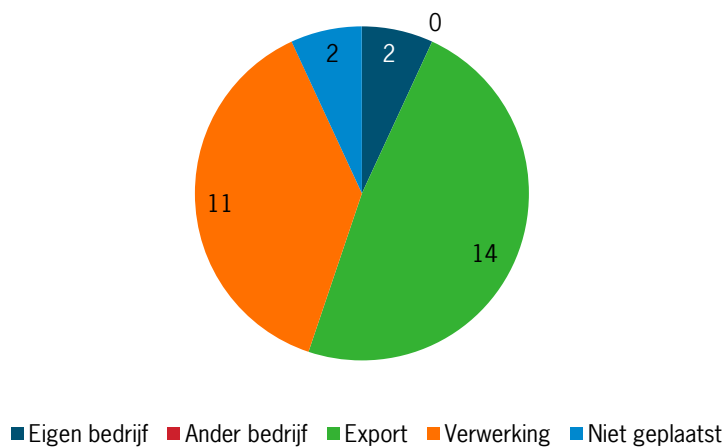
Het aanbod van fosfaat op de Nederlandse mestmarkt stijgt en is groter dan de afzet. De afzetkanalen voor rundvee-, varkens- en pluimveemest zijn zeer verschillend. Rundveemest wordt vooral op het producerende bedrijf afgezet, varkensmest op andere landbouwbedrijven in Nederland en pluimveemest wordt geëxporteerd en verwerkt.

Figuur 2.4 Bestemming van varkensmest, in miljoen kg fosfaat, 2010



Bron: Luesink et al. (2011).

Figuur 2.5 Bestemming van pluimveemest, in miljoen kg fosfaat, 2010



Bron: Luesink et al. (2011).

2.2.2 Toekomstige situatie

Volgens berekeningen met het MAMBO-model van het LEI is er vanaf 2013 voor zo'n 20 miljoen kg fosfaat uit dierlijke mest geen afzetruimte beschikbaar (Groenendijk et al., 2012). Omdat het afschaffen van de productierechten en melkquota per 2015 nauwelijks effect heeft op de mestproductie (Silvis et al., 2009), is in Groenendijk et al. (2012) gerekend met de omvang van de mestproductie, export en verwerking van het jaar 2010. Voor 2010 werd geschat dat er voor 6 tot 11 miljoen kg fosfaat geen afzetruimte beschikbaar was (De Koeijer et al., 2011). Door het ministerie van EL&I is op 28 september 2011 mede naar aanleiding van het niet-plaatsbare mestoverschot een brief naar de tweede kamer gestuurd over het toekomstige mestbeleid (EL&I, 2011). Dat wordt een driesporenbeleid:

- *spoor 1*
Voor bedrijven met een mestoverschot een percentage verplichte mestverwerking en vooraf verzekeren van voldoende afzetruimte. Wanneer de afzetruimte niet verzekerd is, mag de mest niet geproduceerd worden. Op 29 juni 2012 heeft de staatssecretaris een brief naar de Tweede Kamer gestuurd met een verdere uitwerking van spoor 1 en de indicatieve mestverwerkingspercentages voor de jaren 2013, 2014 en 2015 (EL&I, 2012). Dit aangekondigde beleid is begin 2013 nog niet tot in detail uitgewerkt en uitgesteld tot 1 januari 2014;
- *spoor 2, voermaatregelen*
Met het bedrijfsleven is afgesproken dat zowel de rundveehouderij (addendum Convenant verlaging fosfaatproductie via rundveevoeders) als de varkenshouderij met voermaatregelen tot 2013 de excretie met 10 miljoen kg fosfaat verlagen ten opzichte van het niveau van 2009. Met een aanvang van deze maatregelen dient in 2011 te worden begonnen. Het eindresultaat dient te zijn dat in 2012 de fosfaatproductie in de varkenshouderij dan maximaal 37 miljoen kg fosfaat mag bedragen en in de rundveehouderij maximaal 82 miljoen kg. Dat is een daling van 23 miljoen kg ten opzichte van het niveau van het jaar 2010 (8 voor varkens en 15 voor rundvee).
- *spoor 3, producten uit dierlijke mest als kunstmestvervanger*
EL&I gaat er zich bij de EU voor inzetten mineralenconcentraten uit mest als kunstmest te laten labelen.

Het beleid van het ministerie van EL&I is er daarnaast op gericht om de gebruiksnormen voor stikstof en fosfaat na 2013 niet verder te verlagen, maar het

gebruik van bewerkte dierlijke mest met een hoge werking en efficiëntere bemesting te bevorderen.

Door het LEI (De Koeijer et al., 2012) is een studie uitgevoerd naar het effect van de verplichte mestverwerkingspercentages van spoor 1. De conclusie daaruit is dat de mate van overdraagbaarheid van de mestverwerkingsplicht cruciaal is voor het wel of niet van de grond komen van extra mestverwerking. De overheid heeft nog geen besluit genomen over de mate waarin de mestverwerkingsplicht overdraagbaar wordt. Wanneer de mestverwerkingsplicht (export en verwerking) met de percentages uit de brief van 29 juni 2012 van de staatssecretaris tussen alle veehouderijsectoren vrij overdraagbaar wordt, komt er waarschijnlijk alleen een wat grotere capaciteit voor het hygiëniseren van drijfmest. Die grotere capaciteit wordt geschat op 2 miljoen kg fosfaat. De varkens- en rundveehouderij zullen dan hun mestverwerkingsplicht overdragen aan de pluimveehouderij, waarvan de mest, volgens de definitie in de brief van 29 juni 2012, al voor 85% wordt verwerkt. Dit terwijl de verplichte percentages variëren van 10% in regio overig tot 50% in regio zuid.

Wanneer er een schot komt tussen de pluimveesector en de overige veehouderijsectoren dan is de verwachting dat er in 2015 een extra verwerkingscapaciteit wordt gerealiseerd van 9 miljoen kg fosfaat. Wanneer de mestverwerkingsplicht niet mag worden overgedragen, dan is de verwachting dat er in 2015 een extra verwerkingscapaciteit is gerealiseerd van 13 miljoen kg fosfaat. Wanneer daarbovenop de helft van het voerspoor slaagt, dan heeft dat tot gevolg dat de vraag naar dierlijke mest op de binnenlandse markt 20% hoger wordt dan het aanbod. Dat zou bij de huidige dieraantallen een halvering van de mestprijs op de binnenlandse markt tot gevolg kunnen hebben (De Koeijer et al., 2012).

Conclusie

In theorie zou het kunnen dat wanneer spoor 2 (voerspoor) de komende jaren volledig slaagt er geen extra mestverwerkingscapaciteit ten opzichte van 2010 nodig is om voor de totale mestproductie afzetruimte beschikbaar te hebben. Extra mestverwerkingscapaciteit is dan alleen nodig om met ver- en bewerkte mest een hogere werking en efficiëntere bemesting te realiseren. Op vrijwillige basis komt dat alleen van de grond wanneer dat economisch aantrekkelijk is.

Afhankelijk van hoe de invulling van de overdracht van de mestverwerkingsplicht gaat plaatsvinden, kan spoor 1 leiden tot maximaal 13 miljoen kg fosfaat aan extra mestverwerkingscapaciteit.

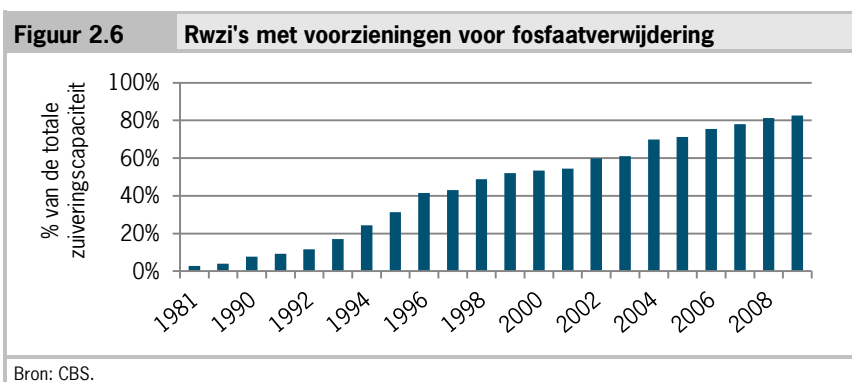
2.3 Zuiveringsslib in Nederland

Verwijderingsrendement fosfaat zuiveringsinstallaties gestegen naar 84%

Via enquêtes verzamelt het CBS gegevens over de fosforverwijdering door zuiveringsinstallaties van afvalwater (rwzi's) in Nederland (tabel 2.2). In 1981 lag het verwijderingsrendement van fosfor op de Nederlandse rwzi's op 42%; dat is gestegen naar 84% in 2009. Sinds midden jaren negentig is het aantal installaties met defosfateringsvoorzieningen sterk toegenomen (figuur 2.6), van 3% in 1981 naar 83% in 2009. In het kader van het voldoen aan de eisen van de Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater (EC, 1991) is aan de doelstelling van 75% verwijderingsrendement voor fosfor ruimschoots voldaan.

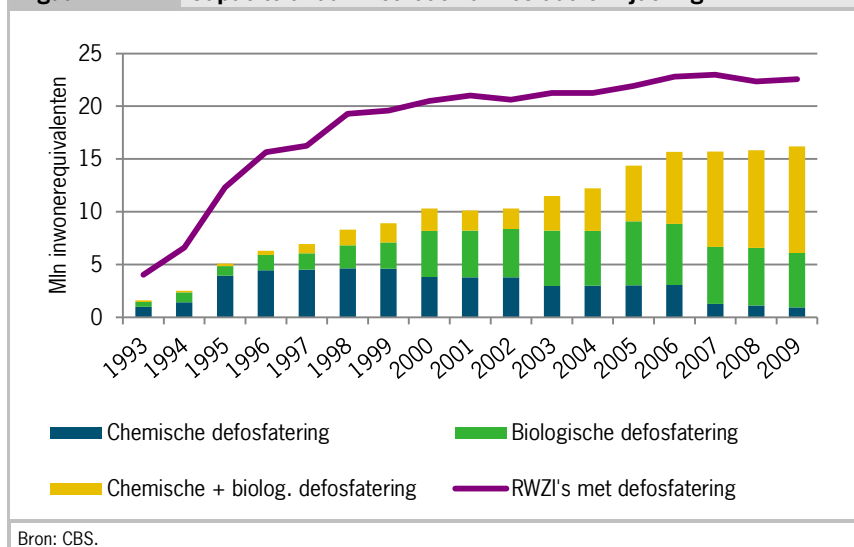
Tabel 2.2 Toevoer en afvoer van fosfor naar de Nederlandse rwzi's, 1981-2009				
Jaar	P influent (ton)	P effluent (ton)	P potentieel in slib (ton)	Verwijderingsrendement op de rwzi (%)
1981	17.365	10.064	7.301	42
1985	18.706	10.810	7.896	42
1990	14.357	6.239	8.118	57
1995	13.756	3.529	10.227	74
2000	13.300	2.845	10.455	79
2005	14.425	2.651	11.774	82
2009	14.601	2.303	12.298	84

Bron: CBS. (Zuivering van stedelijk afvalwater; per provincie en stroomgebiedsdistrict)



Door de noodzaak tot fosfaatverwijdering steeg de landelijke capaciteit van rwzi's met defosfatering van 4 miljoen (in 1993) tot ruim 23 (in 2009) miljoen inwonerequivalenten¹ (figuur 2.7). Figuur 2.7 toont ook de ontwikkeling van de capaciteit naar methode van fosfaatverwijdering in de periode 1993-2009. In 2009 werd op ongeveer een kwart van de zuiveringscapaciteit biologische fosfaatverwijdering toegepast, tegenover 11% in 1993. De laatste jaren is vooral de chemisch-biologische fosfaatverwijderingsmethode (45% in 2009) toegenomen. De opmars van deze verwijderingsmethode is ten koste gegaan van de chemische verwijdering.

Figuur 2.7 Capaciteit naar methode van fosfaatverwijdering

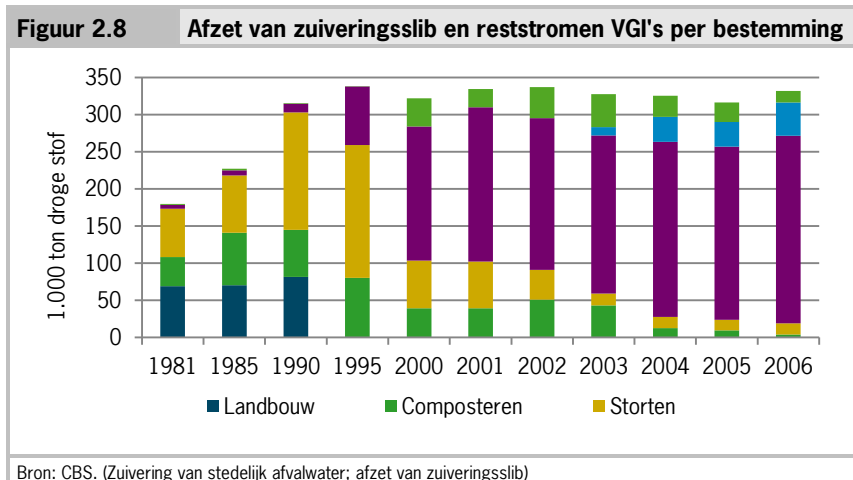


Vijfenzeventig procent van de zuiveringsslib wordt verbrand

Bij de meeste rwzi's wordt het fosfaat afgevoerd met het zuiveringsslib dat vervolgens ingedikt en/of mechanisch ontwaterd en afgevoerd wordt. Sinds 1981 is de natte slibproductie gedaald met 63%, van 3,6 miljoen ton naar 1,3 miljoen ton. Tot 1995 werd het slib grotendeels gestort of als meststof toegepast in de landbouw (figuur 2.8). Door de invoering van het *Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen* (LNV/VRM, 1991) is sinds 1995 de afzet naar de landbouw aan strengere regels gebonden. Sinds 1997 hebben regels voor

¹ De hoeveelheid zuurstofbindende stoffen, waarvan het zuurstofverbruik bij afbraak overeenkomt met dat van het afvalwater van één inwoner (CBS, begrippen).

het storten van zuiveringsslib (VROM, 1997) de afzet naar stortplaatsen sterk doen afnemen. Sinds het jaar 2000 wordt het grootste deel van het zuiveringsslib verbrand. De vrijkomende verbrandingsas met daarin het fosfaat wordt gebruikt als vulmiddel in de wegen- en huizenbouw. De laatste jaren neemt daarbij de toepassing in cement toe. Van de zuiveringsslib die wordt verbrand is alleen het deel (65%) dat met monoverbranders wordt verbrand geschikt voor het winnen van fosfor of fosfaat.



Conclusie

Bijna twee derde van het fosfor in het afvalwater dat door rwzi's wordt verwerkt komt uiteindelijk terecht in de verbrandingsas van slibverbrandingsinstallaties. Daarvan is twee derde van monoverbranders en die as is geschikt voor hergebruik. Dit betreft een hoeveelheid van 6,1 miljoen kg fosfor in 2009, wat neerkomt op 14 miljoen kg fosfaat.

2.4 Afvalstromen Nederlandse agrarische industrie

Bij de verwerking van aardappelen, bieten, melk enzovoort tot voedsel voor menselijke consumptie ontstaan er organische afvalstromen als bietenpunten, bietenblad, uitgeselecteerd product, loof, aardappelproducten, perspulp, enzovoort. Daarnaast komt er bij die verwerkingsprocessen afvalwater vrij met daarin organische gebonden fosfaat in kleine hoeveelheden (bijvoorbeeld zuivelindustrie en patatindustrie). Het inventariseren van de omvang van deze

organische afvalstromen is geen onderdeel van de opdracht en is daarom niet uitgevoerd. Het gaat echter om aanzienlijke hoeveelheden en het zijn zeer uiteenlopende producten die alle apart geïnventariseerd dienen te worden.

2.5 Conclusies

Verspreid in Europa zijn er mestoverschotten in Noordwest-Griekenland, Noord-Italië, Catalonië in Spanje, Bretagne, Noord-Denemarken en Zuid-Noorwegen. De overheersende strook met mestoverschotten is die van Vlaanderen, Zuid- en Oost-Nederland naar Noordwest-Duitsland.

Het aanbod van fosfaat op de Nederlandse mestmarkt stijgt en is groter dan de afzet. De afzetkanalen voor rundvee, varkens- en pluimveemest zijn zeer verschillend. Rundveemest wordt vooral op het producerende bedrijf afgezet, varkensmest op andere landbouwbedrijven in Nederland en pluimveemest wordt geëxporteerd en verwerkt.

In theorie zou het kunnen dat wanneer het voerspoor de komende jaren volledig slaagt er geen extra mestverwerkingscapaciteit ten opzichte van 2010 nodig is om voor de totale mestproductie afzetruimte beschikbaar te hebben. Extra mestverwerkingscapaciteit is dan alleen nodig om met ver- en bewerkte mest een hogere werking en efficiëntere bemesting te realiseren. Op vrijwillige basis komt dat alleen van de grond wanneer dat economisch aantrekkelijk is. Afhankelijk van hoe de invulling van de overdracht van de mestverwerkingsplicht gaat plaatsvinden kan dat leiden tot maximaal 13 miljoen kg fosfaat aan extra mestverwerkingscapaciteit.

Bijna twee derde van het fosfor in het afvalwater dat door rwzi's wordt verwerkt komt uiteindelijk terecht in de verbrandingsas van slibverbrandingsinstallaties. Daarvan is twee derde van monoverbranders en die as is geschikt voor hergebruik. Dit betreft een hoeveelheid van 6,1 miljoen kg fosfor in 2009, wat neerkomt op 14 miljoen kg fosfaat.

De omvang van het aanbod van fosfaat uit afvalstromen van de Nederlandse agrarische industrie is onbekend.

3 De vraag naar fosfaat

3.1 Landbouw in Europa

In figuur 2.1 (paragraaf 2.1) is per regio in Europa de veedichtheid per hectare cultuurgrond weergegeven. De behoefte van fosfaat per hectare cultuurgrond door landbouwgewassen is minimaal 40 kg per ha voor extensieve teelten en kan oplopen tot ongeveer 80 kg per ha voor intensieve teelten. Een veedichtheid van 1 LU per ha komt neer op ongeveer 40 kg fosfaat per ha. We kunnen daarmee uit figuur 2.1 concluderen dat afzet van het Nederlandse mestoverschot binnen de landsgrenzen maar beperkt mogelijk is. Alleen in het zuidwesten en noorden van Nederland zijn er nog beperkte afzetmogelijkheden voor afzet in de landbouw. De dichtstbijzijnde gebieden in Europa met in potentie flinke afzetperspectieven van fosfaat liggen in het oosten van Duitsland en het noorden van Frankrijk (figuur 2.1). De distributiekosten per kg mineraal om die markten te bereiken zijn erg afhankelijk van de mineraleninhoud van het te bemesten product. Voor de afnemer is het van belang om een product te hebben dat met lichte machines homogeen is te verspreiden. In dit hoofdstuk worden de verschillende markten voor fosfaat uit dierlijke mest en hun be- of verwerkte producten geschetst en in de laatste paragraaf die voor fosfaat buiten de landbouw. De vraag naar dierlijke mest door de landbouw wordt voor een belangrijk deel bepaald door de verhandelbaarheid en de prijs - een laag mineralengehalte heeft hoge distributiekosten per kg mineraal tot gevolg - in relatie tot het alternatief kunstmest. Voor dierlijke mest en de daarvan afgeleide producten zijn die kenmerken als volgt:

1. Drijfmest is volumineus, vereist zware machines en heeft mineralengehalten <1%;
2. Vaste mest is in kleine hoeveelheden lastig homogeen te verspreiden, vereist middelzware machines en heeft mineralengehalten van 2 tot 3%;
3. Gedroogde en gepelletiseerde mest is in kleine hoeveelheden goed te verspreiden, vereist lichte machines en heeft mineralengehalten van 3 à 4% en;
4. Kunstmest of kunstmestachtige producten gemaakt uit dierlijke mest zijn in kleine hoeveelheden goed te verspreiden, vereist lichte machines en heeft mineralengehalten van meer dan 10%.

3.2 Landbouw in Duitsland en Frankrijk

Export van 7 miljoen ton gehygiëniseerde drijfmest naar westen van Duitsland

Op droge pluimveemest na dient alle mest die binnen Europa wordt geëxporteerd gehygiëniseerd te zijn. Door het aanscherpen van de regels voor geïmporteerde mest door de Duitsers is de export van gehygiëniseerde mest naar Duitsland in 2010 gedaald van 6,3 naar 4,7 miljoen kg fosfaat (Luesink et al., 2011). Doordat in 2011 onder druk van de Europese Unie de regels weer zijn versoepeld steeg die export in 2011 naar 7 miljoen kg fosfaat. In de Duitse regio's die grenzen aan Nederland: Osnabrück, Munster, Düsseldorf en Keulen, wordt het grootste deel van de gebruikruimte voor dierlijke mest benut door de regionaal geproduceerde mest. In potentie is er na het benutten van de regionale geproduceerde mest nog 11,4 miljoen kg gebruikruimte beschikbaar voor gehygiëniseerde Nederlandse dierlijke mest in Düsseldorf en Keulen. Dit is berekend door uit te gaan van een bemestingsniveau van 50 kg fosfaat per ha op bouwland (380.000 ha in de gebieden Düsseldorf en Keulen) en daar de eigen geproduceerde mest van varkens en pluimvee van bijna 8 mln. kg fosfaat van af te trekken. In Düsseldorf is dan nog 3,4 mln. kg fosfaatruimte beschikbaar voor mest uit Nederland en in Keulen 8,0 mln. kg. Daarbij is ervan uitgegaan dat alle geproduceerde mest van graasdieren op het grasland van die twee gebieden kan worden aangewend. Osnabrück en Munster kampen zelf met mestoverschotten, waardoor daar geen mest vanuit Nederland plaatsbaar is. Gezien de beschikbare plaatsingsruimte van 11,4 miljoen kg fosfaat en de daarvan benutte hoeveelheid van 7 miljoen kg, betekent dat dat er nog 4 miljoen kg fosfaat beschikbaar is voor Nederlandse mest in de gebieden Düsseldorf en Keulen.

Bij export hogere kosten

De enkele rijafstand naar de gebieden Düsseldorf en Keulen is ongeveer 150 km en de transportkosten daarvan bedragen € 20-25 per ton (Van Horne, 2009). De transportkosten naar het buitenland zijn hoger dan die voor de binnenlandse mestafzet door veterinaire eisen (schoonmaken en desinfecteren van de vrachtwagen en de kosten van het aanvragen van een gezondheidscertificaat). Bovendien mag in Duitsland en Frankrijk een vrachtwagencombinatie inclusief lading maximaal 40 ton wegen en in Nederland 50 ton. Leeg weegt een vrachtwagencombinatie voor drijfmest 13 tot 16 ton, waardoor er in Nederland ongeveer 35 ton aan vracht kan worden meegenomen en in Duitsland en Frankrijk ongeveer 25 ton. Bij containervervoer kan er minder mest worden vervoerd, omdat rekening moet worden gehouden met het gewicht van de container.

Duitse boeren betalen € 5 voor een ton drijfmest en € 25-30 voor een ton vaste mest

Voor de eerstvolgende afzetmarkten (oosten van Duitsland en noorden van Frankrijk; figuur 2.1) zijn de transportafstanden vanuit de Nederlandse overschotgebieden minimaal 350 km. De distributiekosten voor de export van mest naar de oostelijke delen van Duitsland en de noordelijke delen van Frankrijk bedragen € 40-45 per ton (Van Horne et al., 2009). Vanwege de hoge distributiekosten zijn deze markten alleen bereikbaar voor vaste mestsoorten met drogestofgehalten van meer dan 50% (i.e. pluimveemest). Bij een prijs van € 1,15 per kg kunstmestfosfaat en € 1,15 per kg kunstmeststikstof (prijsniveau van begin 2008) waren akkerbouwers in Duitsland bereid om in 2008 € 5 te betalen voor een ton drijfmest en € 20-25 voor een ton vaste mest (Van Horne, 2009). Dat is ongeveer de helft van de fosfaat- en stikstofwaarde ten opzichte van kunstmest. In 2011 en 2012 was de prijs van kunstmest iets hoger dan in het begin 2008 (LEI, prijzenstatistiek), waardoor de boeren in het oosten van Duitsland bereid waren € 25-30 per ton droge pluimveemest te betalen (Salomons, 2013).

Verwachting is dat de boeren € 50-55 willen betalen voor gedroogde mest in bulk geleverd

De gehalten van in bulk geleverde gedroogde mest (90% ds) zijn hoger en de strooibaarheid is beter dan die van droge pluimveemest. Daarom is de verwachting dat de boeren in het oosten van Duitsland en het noorden van Frankrijk bereid zijn voor in bulk gedroogde mest 60% van de kunstmest waarde van stikstof en 80% van de kunstmestwaarde van fosfaat en kali te betalen. Dat komt neer op € 50-55 per ton product. Een nadeel van gedroogde varkensmest is dat het een stoffig product is, wat een nadelige invloed op de prijs kan hebben.

Veel mestafzet mogelijk in oosten van Duitsland en noorden van Frankrijk

In de Duitse deelstaten Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern en Sachsen-Anhalt is op de 2 miljoen ha akkerbouw een potentiële afzetruimte aanwezig van 80 tot 100 miljoen kg fosfaat uit dierlijke mest (Van Horne, 2009). Daarvan wordt jaarlijks ongeveer 13 à 14 miljoen kg fosfaat van benut door de import van Nederlandse droge pluimveemest (Luesink et al., 2011). In Noord-Frankrijk is er een potentiële afzetruimte aanwezig voor fosfaat uit dierlijke mest van 150 tot 200 miljoen kg fosfaat. In Noord-Frankrijk ondervindt Nederlandse mest concurrentie van mest uit Vlaanderen. Vlaanderen exporteert jaarlijks 10 tot 15 miljoen kg fosfaat uit dierlijke mest naar Noord-Frankrijk (Accoe, 2012). De

fosfaatvoorziening van de gewassen in het oosten van Duitsland en het noorden van Frankrijk vindt momenteel vooral plaats in de vorm van kunstmest.

Conclusies

Export van gehygiëniseerde drijfmest is vanuit kostenoverwegingen mogelijk tot afstanden van zo'n 200 km. Voor Nederlandse drijfmest komen daarvoor alleen West-Duitse akkerbouwregio's in aanmerking. Die afzetruimte lijkt met de omvang van de export in 2011 (7 miljoen kg fosfaat) voor zo'n 60% benut.

Export van vaste mest is vanuit kostenoverwegingen mogelijk tot afstanden van 400 tot 600 km. Die afstand is afhankelijk van de kunstmestprijs. Bij hogere kunstmestprijzen loopt die afstand op. Binnen deze afstand is er in potentie afzetruimte beschikbaar voor 250 tot 300 miljoen kg fosfaat uit dierlijke mest.

3.3 Mestkorrels in Europa

Prijs af fabriek voor mestkorrels van varkensmest is € 30-50 per ton

Het aanbod van Nederlandse mestkorrels was in 2011 170.000 ton (Uenk, 2012).

De theoretische waarde van mestkorrels (90% ds) wordt als volgt berekend (Uenk, 2012):

- 60% van de kunstmestprijs voor stikstof;
- 100% van de kunstmestprijs voor fosfaat en kali in gebieden verder dan 600 km en 80% in gebieden dichterbij dan 600 km; en
- waardering organische stof is afhankelijk van de bodemsituatie en alternatieven (circa € 0,10 per kg organische stof) voor gebieden verder dan 600 km.

Door een grotere concurrentie met dierlijke mest in gebieden die dichterbij Nederland liggen dan ongeveer 600 km is de prijs van mestkorrels daar lager dan in gebieden die verder weg liggen. Daarom is er een verschil in de vuistregel voor de berekening van de waarde van mestkorrels voor gebieden dichterbij en verder weg dan 600 km enkele rijafstand.

Voor de kunstmestprijs dient de prijs te worden gehanteerd die van toepassing is in de regio of het land waar de korrels worden afgezet. De gehalten aan koper en zink mogen bepaalde maximumwaarden niet overschrijden. Deze maximumwaarden verschillen per land.

De kosten voor de afzet van mestkorrels (dus niet de productiefactoren) zijn: kosten voor het opzakken, verpakken, laden en transport van de fabriek naar de

eindbestemming. Bij wegtransport zijn de kosten voor opzakken in big bags, laden en pelletteren ongeveer € 20 per ton. Voor afzet naar gebieden verder dan 400 km zijn de transportkosten van wegtransport € 40-60 per ton. De totale logistieke kosten (exclusief verkoopkosten en marge) bij wegtransport in Europa tussen fabriek en afnemer zijn daarmee € 60-80 per ton mestkorrels.

De prijs die een afnemer/gebruiker wil betalen voor de korrels hangt af van de mate en de verhouding waarin de geleverde mineralen nodig zijn (verhouding NPK). De mineralenwaarde (NPK, Organische Stof) van een ton mestkorrels met de samenstelling 2,5% N, 3,5% P_2O_5 en 1% K_2O per ton mest is circa € 50; inclusief organische stof is de prijs circa € 110 per ton. Wanneer de logistieke kosten € 60-80 per ton bedragen, dan kan de opbrengstprijis voor de losse mestkorrels af fabriek niet veel meer zijn dan € 30-50 per ton.

Marktontwikkeling mestkorrels nog in de kinderschoenen

Door gerichte marketing en specifieke toepassingen voor de mestkorrels zou een hogere opbrengstprijis gerealiseerd kunnen worden. Op deze manier dient ook de marge voor de verkoper te worden verdiend. Bij marketing voor de afzet van mestkorrels dient met het volgende rekening te worden gehouden (Uenk, 2012):

1. Het ontwikkelen van een afzetmarkt voor mestkorrels vergt grote (marketing) inspanningen gedurende ten minste 5 jaar;
2. Voor een zorgvuldige opbouw van de afzetmarkt dient het aanbod vraag gestuurd geleidelijk opgevoerd te voeren;
3. Samenwerken met bestaande bedrijven die al langjarige ervaring hebben met de verkoop van mestkorrels is sterk aan te bevelen en;
4. Met een onbekend product mestkorrels een bestaand en bekend product (kunstmest) verdringen is een zware opgave. Stijgende prijzen voor kunstmest en meer aandacht voor duurzaamheid zijn belangrijke pluspunten voor mestkorrels. Een nadeel is dat het aandeel snel werkzame stikstof in mestkorrels een stuk lager is dan die in kunstmest.

In potentie voldoende vraag voor fosfaat uit mestkorrels in Europa

In Zuid- en Oost-Europa zijn nog heel veel regio's waar onvoldoende dierlijke mest aanwezig is om aan de gewasbehoefte van fosfaat te voldoen. Dit betreft alle gebieden van figuur 2.1 (paragraaf 2.1) met een lagere veedichtheid dan 1 LU. Al die gebieden komen in potentie in aanmerking voor de afzet van mestkorrels.

Akkerbouwers in het oosten van Duitsland en het noorden van Frankrijk kunnen beter bediend worden met gedroogde, (gehygiëniseerde, gecomposteerde)

mestproducten in bulk zoals pluimveemest en varkens- en rundveemest dan met mestkorrels. De hogere productie- en logistieke kosten van mestkorrels zullen niet worden gecompenseerd door een hogere opbrengstprijs vanwege de concurrentie in deze gebieden met de vaste mestsoorten.

Conclusies

In potentie is er meer dan genoeg afzetruimte in Europa voor de afzet van gedroogde Nederlandse mest en mestkorrels. Er zijn grote onzekerheden rondom de technische en economische aspecten van mestverwerking en de afzet van mestkorrels. De marketing van grote hoeveelheden mestkorrels moet nog ontwikkeld worden; het gevaar van marktbederf ligt daarbij op de loer.

3.4 Industriële toepassingen

De vraag naar fosfaaterts voor industriële productie is op wereldniveau jaarlijks ongeveer 14 miljoen ton (Schröder et al., 2010). De grootste producent van fosfaat in elementaire vorm was Thermphos in Vlissingen. Per jaar kwam daar 600.000 ton fosfaaterts (fluorapatiet) binnen. Het fosfaat dat Thermphos maakte werd verwerkt in tussenproducten (www.thermphosvlissingen.nl). Deze tussenproducten worden in tal van eindproducten verwerkt, zoals vlamvertragers, cosmetica, geneesmiddelen en gewasbeschermingsmiddelen. Het afval, slak, verkocht Thermphos als ondergrondmiddel aan de weg- en waterbouwindustrie. Bij een gehalte van gemiddeld 30% fosfaat in de fosfaaterts zit er zo'n 180.000 ton fosfaat in de erts die Thermphos verwerkte. Ter vergelijking, het fosfaat-kunstmestgebruik in Nederland varieert de afgelopen jaren tussen de 10 en 30.000 ton (*Land- en Tuinbouwcijfers*).

ThermPhos had de ambitie om in 2020 alle fosfaat te winnen uit afval, waaronder as uit zuiveringsslib (www.thermphosvlissingen.nl). Thermphos is echter eind 2012 failliet gegaan. Het faillissement van Thermphos heeft geen directe relatie met de doelstelling om fosfaat te winnen uit zuiveringsslib.

Conclusie

De grootste producent van fosfaat ter wereld voor industriële productie was gevestigd in Nederland en zij hadden de ambitie om op termijn alle fosfaat (180.000 ton) te winnen uit afval. Dan dient er wel een doorstart plaats te vinden van het eind 2012 failliet gegane Thermphos.

3.5 Landbouw in Nederland

Vraag en mestprijs erg gevoelig voor weersomstandigheden

Mest is een prima meststof voor akker- en tuinbouwgewassen. Productie vindt het hele jaar door plaats terwijl akkerbouwers vanaf de oogst tot 1 februari hun land niet mogen bemesten met drijfmest. De periode in het voorjaar voor het aanwenden van drijfmest in de akkerbouw is erg kort. Wanneer de weersgesteldheid voor het aanwenden dan goed is, leidt dat tot lagere mestafzetprijzen. Wanneer de weersomstandigheden slecht zijn, blijven de mestafzetprijzen hoog. Daarnaast zijn de transportafstanden en de lokale marktomstandigheden bepalend voor de mestafzetprijzen. Bij transport van mest van het zuidelijk zandgebied naar Noord-Nederland zijn de transportkosten ongeveer € 15 per ton en naar het zuidwestelijk akkerbouwgebied bedragen die € 10-12,50 per ton. Naast bovenstaande factoren hebben het organische stofgehalte, de mineralengehalten en verontreinigingen als zware metalen invloed op de mestprijs. Kunstmest is voor de akkerbouwers een substituut waardoor ook de kunstmestprijzen invloed kunnen hebben op de prijzen van dierlijke mest.

Afzet op maximum en vraag daalt met 10%

De plaatsingsruimte voor dierlijke mest is de som van de gewasarealen en de gebruiksnormen. Er zijn drie soorten gebruiksnormen: de gebruiksnorm dierlijke mest (alleen dierlijke mest), de stikstofgebruiksnorm (voor dierlijke mest en kunstmest), en de fosfaatgebruiksnorm (dierlijke mest en kunstmest). De gebruiksnormen voor dierlijke mest zijn uitgedrukt in kg stikstof per hectare. De gebruiksnorm dierlijke mest is 170 kg stikstof per ha per jaar. Bedrijven met derogatie mogen van graasdiermest echter 250 kg stikstof per ha per jaar via dierlijke mest toedienen (zie Luesink et al., 2011). De stikstofgebruiksnormen zijn afhankelijk van: gewas, grondsoort, voor sommige gewassen ras en opbrengst en het graslandmanagement. De fosfaatgebruiksnormen zijn verschillend voor bouwland en grasland en de fosfaattoestand (tabel 3.1). Als de fosfaattoestand niet bekend is, dan is de laagste norm van toepassing. De verwachting is dat door het aanscherpen van de gebruiksnormen de plaatsingsruimte in de Nederlandse akkerbouw in 2013 ongeveer 10% lager is dan in 2010. De lagere plaatsingsruimte zal ten koste gaan van de afzet van dierlijke mest op de binnenlandse markt. De afgelopen jaren werd de gebruiksruijnte op de binnenlandse markt al volledig benut. In de rundveehouderij is de benutting van de gebruiksruijnte voor dierlijke mest in 2010 opgelopen tot ruim 95% (De Koeijer et al., 2011). In de akker- en tuinbouw wordt de fosfaatgebruiksruijnte in

2010 voor 75% benut door dierlijke mest en voor 25% door kunstmest en overige organische meststoffen (De Koeijer et al., 2011).

Tabel 3.1		Fosfaatgebruiksnormen per fosfaattoestand (laag, neutraal, hoog) in kg per ha, 2010-2013			
	2010	2011	2012	2013	
Grasland					
Laag	100	100	100	100	
Neutraal	95	95	95	95	
Hoog	90	90	85	85	
Bouwland					
Laag	85	85	85	85	
Neutraal	80	75	70	65	
Hoog	75	70	65	55	
Bron: www.drloket.nl					

Conclusies

De gebruiksruimte in Nederland voor fosfaat werd in 2010 al volledig benut. Die gebruiksruimte wordt de komende jaren alleen maar minder. Afzet van fosfaat uit producten van mestverwerking in Nederland is alleen mogelijk wanneer dat ten koste gaat van het gebruik van onbewerkte dierlijke mest. Wanneer mineralenconcentraten (stikstof-kali-concentraat vrijwel zonder fosfaat) als kunstmestvervanger mogen worden ingezet is er gebruiksruimte aanwezig om die in Nederland af te zetten. Dat gaat dan ten koste van het gebruik van stikstof en kali kunstmest.

3.6 Conclusies

De gebruiksruimte in Nederland voor fosfaat werd in 2010 al volledig benut. Die gebruiksruimte wordt de komende jaren alleen maar minder. Afzet van fosfaat uit producten van mestverwerking in Nederland is alleen mogelijk wanneer dat ten koste gaat van het gebruik van onbewerkte dierlijke mest. Wanneer mineralenconcentraten (stikstof-kali-concentraat vrijwel zonder fosfaat) als kunstmestvervanger mogen worden ingezet is er gebruiksruimte aanwezig om die in Nederland af te zetten. Dat gaat dan ten koste van het gebruik van stikstof en kali kunstmest.

Export van gehygiëniseerde drijfmest is vanuit kostenoverwegingen mogelijk tot afstanden van zo'n 200 km. Voor Nederlandse drijfmest komen daarvoor alleen West-Duitse akkerbouwregio's in aanmerking. Die afzetruimte lijkt met de omvang van de export in 2011 (7 miljoen kg fosfaat) voor zo'n 60% benut.

Export van vaste mest is vanuit kostenoverwegingen mogelijk tot afstanden van 400 tot 600 km. Die afstand is afhankelijk van de kunstmestprijs. Bij hogere kunstmestprijzen loopt die afstand op. Binnen deze afstand is er in potentie afzet ruimte beschikbaar voor 250 tot 300 miljoen kg fosfaat uit dierlijke mest.

In potentie is er meer dan genoeg afzetruimte in Europa voor de afzet van gedroogde Nederlandse mest en mestkorrels. Er zijn grote onzekerheden rondom de technische en economische aspecten van mestverwerking en de afzet van mestkorrels. De marketing van grote hoeveelheden mestkorrels moet nog ontwikkeld worden, het gevaar van marktbederf ligt daarbij op de loer.

De grootste producent van fosfaat ter wereld voor industriële productie was gevestigd in Nederland en zij hadden de ambitie om op termijn alle fosfaat (180.000 ton) te winnen uit afval. Dan dient er wel een doorstart plaats te vinden, van het eind 2012 failliet gegane Thermphos.

4 Cases

4.1 Afbakening

Voor het terugdringen van het overschot op de Nederlandse fosfaatbalans komen drie grote stromen van organische producten met lage fosfaatgehalten in aanmerking:

- het Nederlandse overschot van dierlijke mest (paragraaf 2.2);
- slib afkomstig van de Nederlandse rwzi's (paragraaf 2.3) en;
- de organische afvalstromen van de Nederlandse agrarische industrie (paragraaf 2.4).

Voor deze drie grote stromen van organische restproducten is met behulp van cases nagegaan wat de economische kansen zijn om daaruit het fosfaat terug te winnen voor recycling. Voor dierlijke mest is uitgegaan van: (1) kleinschalige en (2) grootschalige verwerking; voor rwzi's van: (3) slib verbranden; voor organische afvalstromen uit de agrarische industrie van: (4) vergisting en verwerking. Ten slotte kan (5) struvietwinning plaatsvinden bij alle drie stromen van organische restproducten. Bij alle cases (op struvietwinning na) is fosfaatrecycling gecombineerd met groengaswinning.

Drijvende krachten, mestoverschot, groen gas en biobased economy

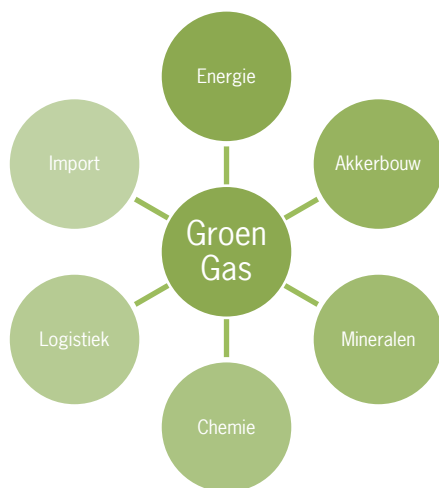
Het terugdringen van het fosfaatoverschot op Nederlandse cultuurgrond heeft vooral gevolgen voor de toekomst van de Nederlandse varkenshouderij. De pluimveehouderij heeft voor haar fosfaatproductie in mest een oplossing gevonden door die te verwerken en te exporteren (Luesink et al., 2011). De rundveehouderij heeft een sterkere concurrentiepositie dan de varkenshouderij en kan 80% van haar fosfaatproductie op het eigen bedrijf kwijt. De varkenshouderij is voor de afzet van fosfaat in haar mest met name aangewezen op de krimpende binnenlandse mestmarkt. Zonder nieuwe markten voor het fosfaatoverschot zullen de kosten voor de varkenssector binnen drie jaar tot faillissementen leiden, aldus een recente prognose van LEI Wageningen UR (De Koeijer et al., 2011). Het is dan ook bij elke door te rekenen fosfaatroute van belang te beseffen wat de referentie is: krimp van de Nederlandse varkenssector.

Industriële vergisters en co-vergisters (groen gas) moeten voor een 'ronde' business case een oplossing hebben voor de afzet van het digestaat (figuur 4.1). De co-vergister kan zijn digestaat als mest afzetten, echter door de toevoeging

van co-substraat wordt de mestproblematiek groter, omdat het fosfaat in het co-substraat dan gelabeld wordt als fosfaat uit mest. De industriële vergister ziet de wettelijke mogelijkheden weliswaar toenemen, maar moet concurreren met mestafzet.

Door de productie van biobrandstoffen en groene chemie op basis van biomassa worden ook fosfaatstromen op gang gebracht (figuur 4.1). Deze worden problematisch indien ze verlopen via industriële navergisting. Wil de biobased economy van de grond komen, dan mag het Nederlandse fosfaatoverschot geen belemmering vormen.

Figuur 4.1 **Verbinding Groen Gas met andere markten**



Bron: LEI.

4.2 Case 1: Kleinschalig mest verwerken

Onder kleinschalig wordt in deze studie verstaan: het verwerken van mest door de boeren zelf op hun eigen bedrijf of een samenwerkingsverband tussen een aantal boeren die op 1 locatie hun mest verwerken. Deze installaties hebben veelal een capaciteit die lager is dan 100.000 ton mest.

Biobased geen oplossing fosfaatoverschot

Biobased toepassingen zoals mest(co-)vergisting hebben geen verlichting van het Nederlandse fosfaatoverschot tot gevolg. De mineralen blijven als restfractie over in het digestaat. Wel kunnen extra economische voordelen optreden door de productie van biogas. Verwerking (scheiden, drogen, filtratie) van mest of digestaat kan een oplossingsrichting zijn om fosfaat en andere mineralen uit mest of digestaat te winnen. Het sluiten van de mineralenkringloop door de producten als meststof toe te dienen in de akkerbouw in plaats van kunstmest wordt vanuit duurzaamheidsoptiek aangeprezen. Er is een markt voor tot mestkorrels verwerkte mest. Regelgeving, economie en logistiek zijn bepalend voor de mogelijkheden. De dikke fractie van mestscheiding kan mogelijk mee-verbrand worden in energiecentrales. De dunne fosfaatarme fractie kan als meststof worden aangewend of de mineralen in deze natte fractie van mestscheiding kunnen worden neergeslagen of ingedikt en als kunstmestvervanger worden ingezet.

Onderzoek naar winning mineralenconcentraat

Het landbouwbedrijfsleven (LTO Nederland en NVV), het ministerie van Economische Zaken (EZ) en het ministerie van Milieu (I en M) hebben in de periode 2009-2013, met instemming van de Europese Commissie, de landbouwkundige, economische en milieukundige effecten van de productie en het gebruik van mineralenconcentraat ter vervanging van kunstmest onderzocht (Velthof, 2011). Op acht locaties is er door de producenten een kleinschalige vorm van mestverwerking in Nederland ingericht. De eindproducten mineralenconcentraat en dikke fractie zijn door honderden agrariërs gebruikt. In de afgelopen jaren zijn er rondom acht pilots de volgende studies uitgevoerd (Velthof, 2011):

- monitoring van producten die ontstaan bij die vormen van mestverwerking;
- landbouwkundige en milieukundige effecten van de toepassing van de producten uit de mestverwerking als meststof;
- gebruikerservaringen en economische analyses van de acht pilots; en
- levenscyclusanalyses.

Welk procedé?

Zoals hierboven vermeld, zijn er bij kleinschalig mest verwerken verschillende opties mogelijk. De exacte verwerkingsprocessen waar van uit is gegaan, zijn vermeld in figuur 4.2. Het verwerkingsproces van kleinschalig mest verwerken bij deze studie is gebaseerd op onderzoek in het kader van de pilot Mineralenconcentraten (Velthof, 2011). De verwerkingscapaciteit van de installatie (Proces H uit Velthof et al., 2011) is 15.000 ton per jaar, waarvan 8.000 ton rundveedrijfmest. Het toegevoegde co-product is met name snijmais. De eerste

stap is mesofiele co-vergisting van rundveedrijfmest met snijmais. Vervolgens wordt het digestaat met een centrifuge gescheiden in een dikke (17%) en een dunne fractie (83%). Daarbij wordt de dikke fractie zonder verdere verwerking tegen geringe kosten in de omgeving van het bedrijf aangewend. De dunne fractie wordt middels ultrafiltratie (UF) en omgekeerde osmose (RO) gescheiden in concentraat UF, concentraat RO en permeaat RO. Het concentraat UF gaat via een retourleiding terug naar de vergister. Het permeaat RO (54%) is vrijwel zuiver water en wordt geloosd. Het concentraat RO wordt afgezet als een vloeibare stikstof/kali-kunstmestvervanger.

Drogen en korrelen dikke fractie

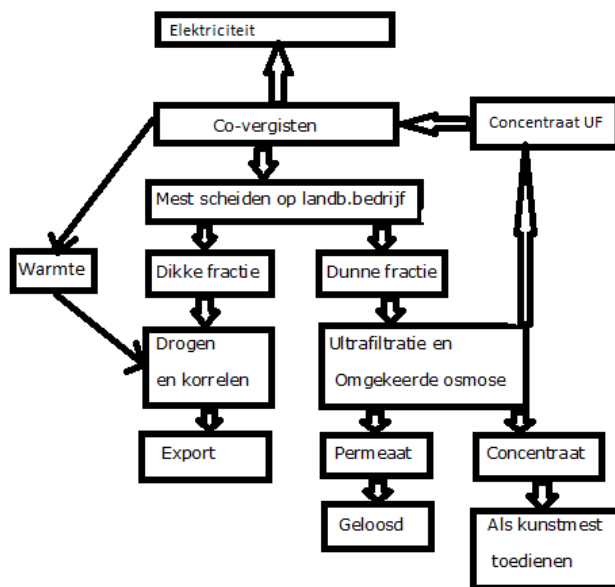
Om het fosfaat in de dikke fractie te recyclen dient die over grote afstand te worden vervoerd. Dat komt omdat de afzetmogelijkheden in Nederland en de westelijke delen van Duitsland al vrijwel volledig zijn benut (zie paragraaf 3.2 en 3.5). Daarbij is drogen en korrelen noodzakelijk. Voor dit onderzoek is drogen en korrelen daarom toegevoegd aan proces H uit Velthof et al. (2011). Alternatieven voor het drogen en korrelen van de dikke fractie zijn:

- de dikke fractie te verbranden en uit de verbrandingsas fosfaat te winnen. Doordat de slibverbrandingsinstallatie van Slibverwerking Noord-Brabant (SNB) te Moerdijk een overcapaciteit heeft, wordt hier de laatste jaren in beperkte hoeveelheden eveneens dikke fractie van varkensmest in verwerkt. Voor recycling van fosfaat via deze route zie case 4: slibverbranding; en
- de dikke fractie samen met droge pluimveemest composteren en vervolgens exporteren naar Frankrijk. Deze route is de afgelopen jaren fors in omvang toegenomen naar ongeveer 150.000 ton dikke fractie in 2012 (EZ-DR, 2013).

Conclusie

Kleinschalig mest verwerken inclusief co-vergisting is volop getest bij het project 'Winning van mineralenconcentraten uit mest'. Hiervan zijn betrouwbare gegevens beschikbaar. Voor de terugwinning van fosfaat is drogen en korrelen van de dikke fractie onontbeerlijk. Omdat die processen ontbreken bij het project 'Winning van mineralenconcentraten', zijn die er bij de case voor dit onderzoek aan toegevoegd.

Figuur 4.2 Schema van de verwerkingsprocessen van case 1: kleinschalig mest verwerken



Bron: LEI.

4.3 Case 2: Grootschalig mest verwerken

Onder grootschalig wordt in deze studie verstaan: verwerken van mest op een centrale plek door een specialistisch bedrijf. Deze installaties hebben een capaciteit die groter is dan 100.000 ton mest.

Grootschalig verwerken varkensmest in Nederland alleen nog maar op papier

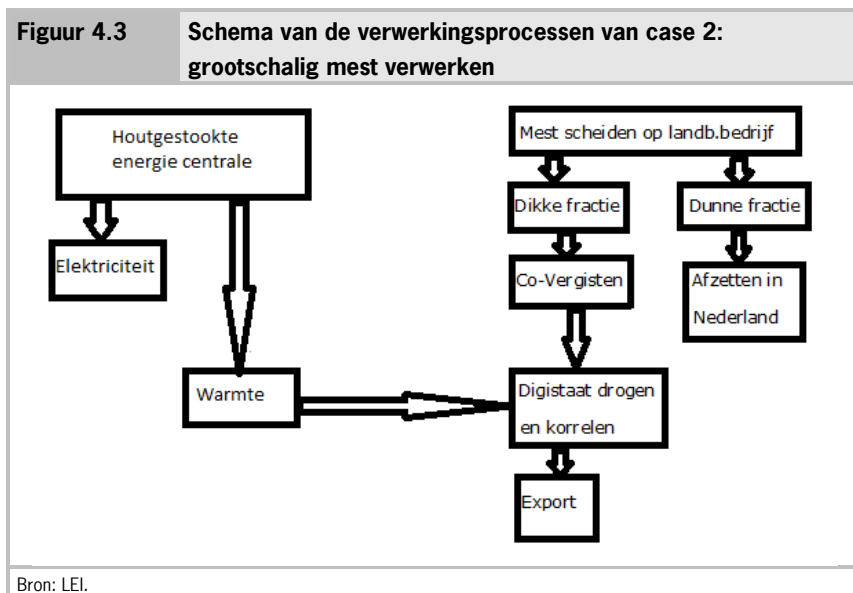
De tweede door te rekenen case komt voort uit de pogingen die op dit moment in Brabant en Gelderland worden ondernomen om varkensmest om te zetten in biogas en diverse hoogwaardige mineralenfracties. Dit proces vindt in Nederland nog niet plaats. In Spanje en België worden dit soort processen in de praktijk al wel toegepast (Lyngso Foged, 2011). Een groot probleem bij deze vorm van verwerken is veelal de grote hoeveelheid energie die nodig is om drijfmest te verwerken tot droge producten. Wanneer er producten gemaakt worden met 90% droge stof, dan bedragen de droogkosten veelal de helft van de kosten van het totale proces (Schoumans et al., 2010 en Lyngso Foged, 2011). Dit proces

lijkt daarom economisch alleen haalbaar wanneer er ter plaatste goedkope afvalwarmte beschikbaar is.

Welk procedé?

Er zijn vergevorderde plannen om zonder vergisting maar met gebruik van afvalwarmte van start te gaan bij de biocentrale van Essent te Cuijk. Essentieel is dat de locatie in of dicht bij een gebied met veel mestoverschotten dient te liggen waar grootschalig afvalwarmte beschikbaar is. In Nederland zijn daarvan maar enkele locaties aanwezig en Cuijk is er daar een van.

Bij deze case (Figuur 4.3) vindt voorscheiding van de mest in een dikke en dunne fractie plaats bij regionale mestverwerkers of op het landbouwbedrijf. De dikke fractie wordt afgevoerd naar de grootschalige mestverwerkingsfabriek en de dunne fractie wordt lokaal afgezet.



Propstroomvergister en digestaat drogen met afvalwarmte

Geroerde vergisters die veelal in de praktijk worden gebruikt bij co-vergisting kunnen producten vergisten tot maximaal 15% droge stof. De dikke fractie van gescheiden drijfmest van varkensmest heeft echter drogestofgehaltes van 25 tot 30%. Propstroomvergisters kunnen deze hoge drogestofgehaltes wel aan. Daarnaast zijn propstroomvergisters flexibeler in het hanteren van de diverse inputstromen dan volledig geroerde vergisters en ze zijn robuuster. Het

vergistingsproces is efficiënter, waardoor de energieopbrengsten hoger zijn. Een realistische biogasproductie van grote geroerde co-vergisters wordt geschat op 120 m³ per ton. Door een hogere efficiency en hogere drogestofpercentages van de input van propstroomvergisters dan volledig geroerde vergisters, wordt van propstroomvergisters een biogasproductie verwacht van 150 m³ per ton product. Het digestaat van de propstroomvergister wordt gedroogd en gekorrelt met de beschikbare restwarmte van de op afvalhout gestookte centrale.

Conclusie

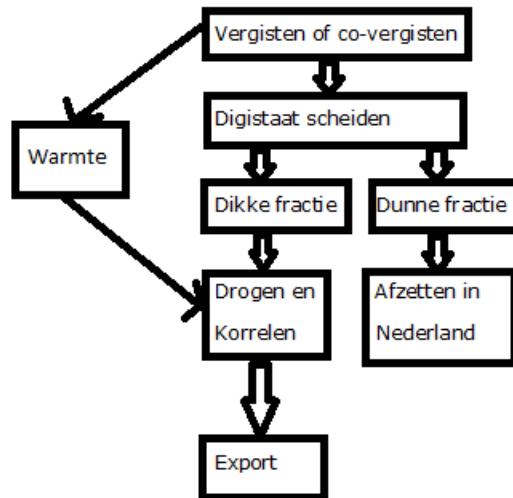
Grootschalig verwerken van drijfmest vindt in Nederland nog niet plaats. Om het droogproces rendabel te kunnen maken dient er goedkope afvalwarmte beschikbaar te zijn. Er zijn uitgewerkte plannen om in Cuijk een fabriek te starten voor het drogen van de dikke fractie van varkensmest met afvalwarmte. Dat wordt de basis van de case in combinatie met een propstroomvergister.

4.4 Case 3: Vergisten en verwerken organisch industrieel afval

Een proces dat door de agrarische verwerkende industrie wordt toegepast betreft nascheiding van het digestaat van een industriële vergister. Hier wordt na de vergisting een scheidingsstap toegepast, met een dikke fractie als fosfaatpreparaat (eventueel door te drogen) en diverse natte fracties.

Al vijf installaties in bedrijf

In 2012 waren er vijf industriële vergisters: in Dinteloord, Moerdijk, Viervelaar, Salland en Terneuzen. Een demo met nascheiding wordt door Landmark voorbereid in de Veenkoloniën. In figuur 4.4 zijn de verwerkingsprocessen van deze case vermeld.

Figuur 4.4**Schema van de verwerkingsprocessen van case 3: vergisten en verwerken organisch industrieel afval**

Bron: LEI.

Eind 2011 is de eerste industriële vergistingsinstallatie van de Suikerunie in Dinteloord in bedrijf gekomen (www.suikerunie.nl en www.nieuwprinsenland.nl). In die installatie worden agrarische afvalproducten vanuit de akkerbouw en de tuinbouw vergist als: bietenpunten, bietenblad, uitgeselecteerd product uit de glastuinbouw en loof, aardappelproducten, perspulp, enzovoort. Daarbij wordt het digestaat als meststof afgezet in de akkerbouw, waar de restproducten die vergist worden ook voor het grootste deel vandaan komen. Dit is een van de grootste vergistingsinstallaties in Nederland met een capaciteit van 100.000 ton plantaardig restmateriaal. Een tweede installatie van de Suikerunie te Vierverlaten (Groningen) is in aanbouw.

In Moerdijk staat een industriële vergister die etensresten uit de horeca vergist (www.bewagroep.nl). Het digestaat wordt verwerkt tot schoon water en een vloeibare meststof.

Hoge gasopbrengst industriële vergisters

Het voordeel van het vergisten van plantaardig restmateriaal is dat de gasopbrengst per ton droge stof aanzienlijk hoger is dan de gasopbrengst van een ton droge stof uit dierlijke mest. De ingaande producten van industriële vergisters

hebben een biogasproductie van een ton beginproduct van 107 m³ gas per ton product (Peene et al., 2011). Dat is lager dan die van co-vergisting. De oorzaak daarvan is dat de co-producten (maissilage, glycerine, plantaardig vet, gaanaafval en dergelijke) van co-vergisters een veel hogere biogasproductie hebben dan de ingaande producten (bietenpuntjes, groenteafval en dergelijke) van industriële vergisters.

In figuur 4.4 is uitgegaan van natte vergisting. Er zijn echter ook nog andere industriële vergistingsprocessen die nog in de onderzoeksfase verkeren:

- biocel anaerobe vergisting van droge organische afvalproducten (www.orgaworld.nl). Hiervan staat een proeffabriek in Lelystad; en
- voorbewerken van biomassa.

Eindproduct wordt als meststof in de landbouw afgezet

Volgens Peene et al. (2011) wordt bij ruim 80% van de industriële vergisters het digestaat middels een pers of centrifuge gescheiden in een dunne en dikke fractie. Bijna 20% van de industriële vergisters droogt vervolgens de dikke fractie tot een product van meer dan 80% droge stof. De industriële vergisters in Dinteloord en Vierverlaten zetten het digestaat af als meststof in de Nederlandse akkerbouw (www.suikerunie.nl). Volgens Peene et al. (2011) werden de eindproducten van industriële vergisters vooral als meststof afgezet. Digestaat gemaakt van producten op de witte lijst (meststoffenwet) mogen als meststof in Nederland worden aangewend. Digestaat van industriële vergisters en de daarvan afgeleide producten vallen wanneer ze als meststof in de landbouw worden gebruikt onder de groep overige organische meststoffen (www.overheid.nl). Bij dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat het digestaat gescheiden wordt en de dikke fractie na drogen en korrelen wordt geëxporteerd (figuur 4.4). Verbranden of composteren van de dikke fractie zijn mogelijke alternatieven voor drogen en korrelen (zie paragraaf 4.2).

Conclusie

Vergisten en verwerken van organisch industrieel afval vindt in de praktijk al een aantal jaren plaats. Het verder verwerken van het digestaat tot exportwaardige eindproducten komt nog vrijwel niet voor. Omdat bij dit onderzoek fosfaatrecycling het doel is, zal worden uitgegaan van het verwerken van digestaat tot exportwaardige eindproducten. De omvang van de hoeveelheid terug te winnen fosfaat lijkt beperkt omdat de fosfaatgehalten in de ingaande stromen laag zijn.

4.5 Case 4: Slibverbranding

Uit 50.000 ton as kan fosfaat worden teruggewonnen

Waterschappen vangen in hun zuiveringen grote hoeveelheden fosfaat af. Dit wordt opgeslagen in het rioolslib. In Nederland is slibeindverwerking wettelijk geregeld door het zuiveringsslib te verbranden. De terugwinnen van fosfaat uit dit proces bestaat uit de benutting van fosfaat uit as van de verbranding van het zuiveringsslib. De helft van alle Nederlandse slib wordt verbrand bij twee monoverbranders: slibverwerking Noord-Brabant (SNB) en DRSH. Een kwart gaat naar composteerdere en nog een kwart wordt mee-verbrand in cementovens. Bij verbranding van het slib blijft het fosfaat achter in de resulterende as. Door Thermphos zijn er proeven genomen om de as van slibverbranding als grondstof voor hun fosfaatproducten te gebruiken in plaats van fosfaaterts. Voor het gebruik van de as als grondstof wordt als eis gesteld, dat het fosfaatgehalte hoger dient te zijn dan 25% en het ijzergehalte lager dient te zijn dan 1%. In figuur 4.5 zijn de verwerkingsprocessen van deze case vermeld. STOWA (2007) concludeert dat een productie van ongeveer 50.000 ton ds./jr aan ijzerarm slib tot de mogelijkheden behoort. Voor de SNB-installatie is een capaciteit van 30.000 ton ds./jr (ofwel 2.500 ton fosforvracht/jr) een reële optie. In 2008 produceerden SNB en DRSH ongeveer 62.000 ton as, waarvan 39.000 ton as afkomstig was van SNB. Hiervan voldoet 23.400 ton as (ofwel 60%) aan de eisen voor terugwinning bij Thermphos.

In 2012 uit 11.000 as fosfaat teruggewonnen

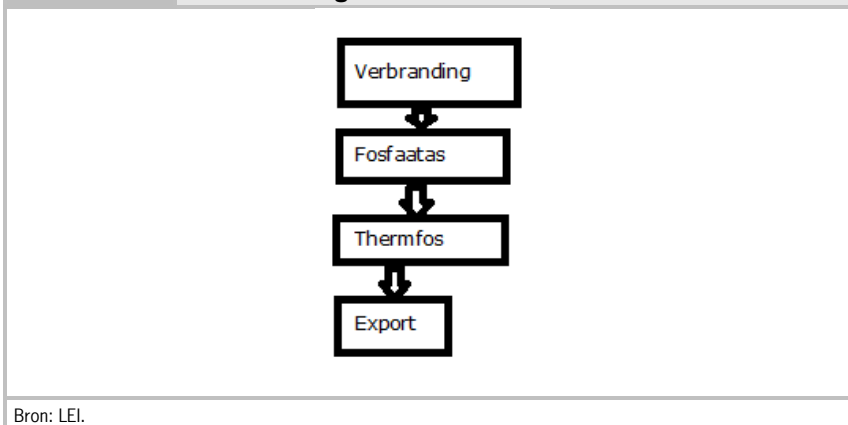
Thermphos heeft in 2012 uit 11.000 ton as van SNB 1.300 ton fosfaat teruggewonnen (Sijstermans, 2013). Dat is 32% van alle fosfaat in de vliegash die SNB produceert (tabel 4.1). Thermphos verwerkt dit tot witte fosfor met diverse toepassingen (tot en met voeding). De potentiële productie van ijzerarm as van verbranding van zuiveringsslib is 50.000 ton. Het gebruik van fosfaaterts door Thermphos is jaarlijks 600.000 ton.

Thermphos had de ambitie om in 2020 alle fosfaat (180.000 ton) te winnen uit afval, waaronder as uit zuiveringsslib (www.thermphosvlissingen.nl). Thermphos is eind 2012 failliet gegaan; een doorstart lijkt onwaarschijnlijk. SNB is volop op zoek naar andere afzetmogelijkheden (Sijstermans, 2013):

- ICL in Amsterdam. ICL is een kunstmestfabrikant en zij doen proeven of het interessant is om de as als basis te gebruiken voor fosfaatkunstmest;
- SNB doet zelf ook proeven om tripelsuperfosfaat uit de as te winnen. Het wel of niet haalbaar zijn is erg afhankelijk van de prijs van ruw fosfaaterts; en

- in België heeft EcoPhos vergevorderde plannen voor het bouwen van een fabriek om uit laagwaardige fosfaatgrondstoffen (waaronder as van zuiveringsslib) fosfaat te winnen voor de veevoederindustrie.

Figuur 4.5 Schema van de verwerkingsprocessen van case 4: slibverbranding



Tabel 4.1 Toepassing van door SNB geproduceerde vlieg-as in 2012 in tonnen en procenten as en fosfaat

	Vlieg-as		Fosfaat (P2O5)	
	ton	%	ton	%
Vulmiddel voor bouwstoffen	24.986	68	4.676	65
Kunstmest	1.212	3	227	3
Productie van fosfor	10.726	29	2.313	32
Totaal	36.953	100	7.216	100

Bron: Sijstermans (2013).

Conclusies

In 2012 is er in Nederland 2,5 miljoen kg fosfaat gerecycled uit de verbrande as van zuiveringsslib. De potentiële mogelijkheden zijn nog veel groter, meer dan 10 miljoen kg. Door het faillissement van ThermPhos eind 2012 is er een terugslag. ICL, SNB en EcoPhos zijn mogelijk goede alternatieven.

4.6 Case 5: struvietwinning

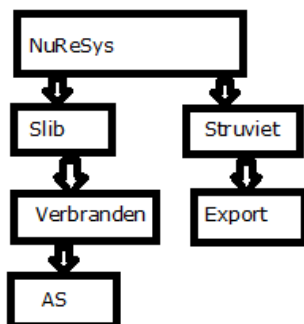
Beperkt toepasbaar

Een route die gekoppeld is aan afvalwater met lage organische stofgehalten betreft het neerslaan van fosfaat uit oplossingen. Daarbij wordt het fosfaat opgevangen in de vorm van een uitgekristalliseerd zout: struviet. Omdat fosfaat slecht oplost, is de hoeveelheid fosfaat die hiermee gewonnen wordt gering. Er is een markt voor struviet, hoewel deze niet is teruggekoppeld naar grote kunstmestproducenten: zij gebruiken gemijnd fosfaat. In figuur 4.6 zijn de verwerkingsprocessen van deze case vermeld.

Met behulp van een stripper en een reactie tank kan met de NuReSys Technologie (www.nuresys.com) struviet gewonnen worden uit vloeibare organische afvalstromen. Dit proces is alleen maar toepasbaar op vloeibare afvalstromen met drogestofpercentages van hoogstens enkele procenten. Proeven en testen zijn gedaan met:

- dunne fractie van mestscheiding 2 à 3% ds. en;
- vleeskalverdrijfmest 3% ds.

Op praktijkschaal draait het proces bij Aviko in Steenderen op afvalwater met hoogstens enkele procenten droge stof. De chemische formule van struviet is: $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ of $\text{MgKPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Struviet gemaakt van de dunne fractie van gescheiden digestaat bevat 5,7% stikstof, 28% fosfaat en 13% magnesium. Winning van struviet in het begin van de afvalstroom heeft als groot voordeel dat de vorming van struviet verderop in het verwerkingsproces niet spontaan gaat plaatsvinden. Spontane vorming van struviet vindt veelal plaats op plekken waar je het niet wilt hebben: in transportleidingen in pompen en bij afsluiters, enzovoort. Winning van struviet heeft daarom als bijkomend voordeel dat flink bespaard kan worden op onderhoudskosten en kosten als gevolg van storingen en uitval van het totale verwerkingsproces.

Figuur 4.6**Schema van de verwerkingsprocessen van case 4: Struviet uit slib**

Bron: LEI.

Omvang van teruggewonnen fosfaat is gering

Door KWR Watercycle Research Institute (KWR) en EPAS Eco Process Assistance (EPAS) is een verkennend onderzoek uitgevoerd naar het terugwinnen van fosfaat uit de proceswaterstromen van de zuivelindustrie (Oosterholt et al., 2011). Daarbij zijn twee verwijderingstechnieken beoordeeld: struvietprecipitatie en calciumfosfaatkristallisatie. De conclusie uit dat onderzoek is dat fosfaatverwijdering uit proceswaterstromen alleen interessant is voor die stromen met hogere fosfaatconcentraties. Bij dit onderzoek betrof dat een proceswaterstroom met 70 milligram fosfaat per liter. Proceswaterstromen met dergelijk hoge gehalten komen alleen voor op kaasproductiebedrijven. Door fosfaatverwijdering wordt bespaard op: verontreinigingsheffing en onderhoudskosten. Daarnaast zijn er in de vorm van kaliumstruviet opbrengsten van het fosfaatproduct als basis voor de fosfaatindustrie en lagere kosten voor de afzet van het slib door de betere kwaliteit. Door het lagere chemicaliën gebruik en de lagere kosten hiervoor is calciumfosfaatkristallisatie financieel aantrekkelijker dan struvietprecipitatie (Oosterholt et al., 2011).

Mogelijkheden struviet als kunstmest onzeker

Om struviet te kunnen gebruiken als minerale meststof dient nog een Europese certificering worden verkregen. Een aanvraag hiertoe is in behandeling. Vlaanderen heeft een ontheffing gekregen en daar mag struviet tijdelijk als kunstmeststof gebruikt worden (Accoe, 2012). De toepasbaarheid hangt af van de mate waarin het struviet verontreinigd is met zware metalen en of organische

microverontreinigingen. Struviet is een 'slow release'-fosfaatmeststof die lang niet overal en altijd toepasbaar is. Een bedrijf in Amsterdam doet proeven om uit struviet de momenteel gebruikte fosfaatkunstmestsoorten te ontwikkelen. Bij winning van struviet in de keten van slib van rwzi's is de kans op verontreinigingen groot, omdat er vaak zware metalen en organische microverontreinigingen in het rioolwater zitten.

Conclusies

Alleen toepasbaar voor vloeibare organische afvalstromen met drogestofgehalten van 3% en lager. Omdat de fosfaatgehalten in deze afvalstromen veelal geringer zijn dan 0,1% is de hoeveelheid fosfaat die hiermee teruggewonnen kan worden in potentie gering. Struvietwinning is een goed middel voor preventief onderhoud aan transportleidingen en pompen. Het is nog onzeker of struviet als kunstmest gebruikt mag worden.

4.7 Conclusies

Kleinschalig mest verwerken inclusief co-vergisting is volop getest bij het project 'Winning van mineralenconcentraten uit mest'. Hiervan zijn betrouwbare gegevens beschikbaar. Voor de terugwinning van fosfaat is drogen en korrelen van de dikke fractie onontbeerlijk. Omdat die processen ontbreken bij het project, zijn die er bij de case voor dit onderzoek aan toegevoegd.

Grootschalig verwerken van drijfmest vindt in Nederland nog niet plaats. Om het droogproces rendabel te kunnen maken, dient er goedkope afvalwarmte beschikbaar te zijn. Er zijn uitgewerkte plannen om in Cuijk een fabriek te starten voor het drogen van de dikke fractie van varkensmest met afvalwarmte. Dat wordt de basis van case 2 in combinatie met een propstroomvergister.

Vergisten en verwerken van organisch industrieel afval vindt in de praktijk al een aantal jaren plaats. Het verder verwerken van het digestaat tot exportwaardige eindproducten komt nog vrijwel niet voor. Omdat bij dit onderzoek fosfaatrecycling het doel is, zal worden uitgegaan van het verwerken van digestaat tot exportwaardige eindproducten. De omvang van de hoeveelheid terug te winnen fosfaat lijkt beperkt omdat de fosfaatgehalten in de ingaande stromen laag zijn.

In 2012 is er in Nederland 2,5 miljoen kg fosfaat gerecycled uit de verbrande as van zuiveringsslib. De potentiële mogelijkheden zijn nog veel groter, meer dan 10 miljoen kg. Door het faillissement van ThermPhos eind 2012 is er een terugslag. ICL, SNB en EcoPhos zijn mogelijk goede alternatieven.

Struvietwinning is alleen toepasbaar voor vloeibare organische afvalstromen met drogestofgehaltes van 3% en lager. Omdat de fosfaatgehaltes in deze afvalstromen veelal geringer zijn dan 0,1% is de hoeveelheid fosfaat die hiermee teruggewonnen kan worden in potentie gering. Struvietwinning is een goed middel voor preventief onderhoud aan transportleidingen en pompen. Het is nog onzeker of struviet als kunstmest gebruikt mag worden.

5 Economisch rendement

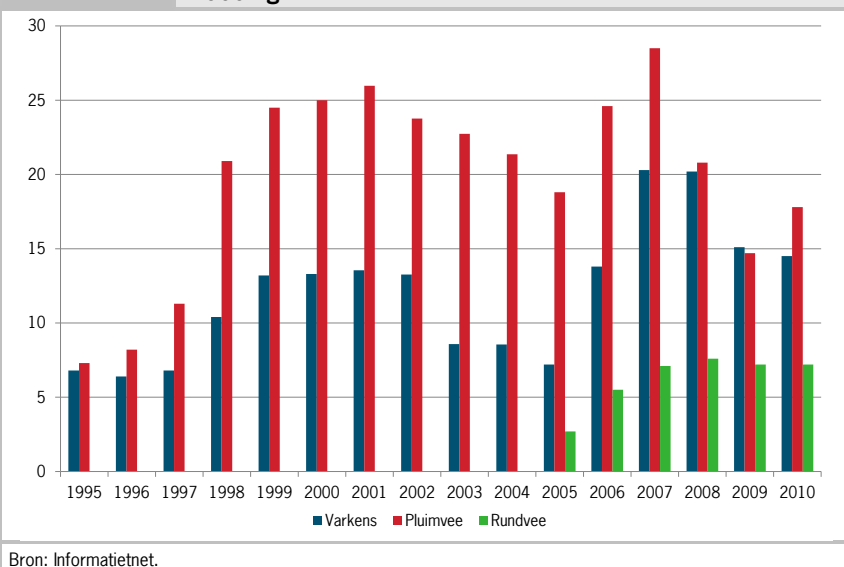
5.1 Mestprijzen in Nederland

Grote variatie

Het niveau van de mestprijzen af-boerderij verschilt per mestsoort en ook de trend in de prijsontwikkeling kan verschillen.¹ Vanaf 1998 is in Nederland de MINAS-wetgeving geleidelijk aan ingevoerd die in 2001 volledig van kracht is geworden en in 2006 is het stelsel van gebruiksnormen ingevoerd. Bij de invoering van een nieuwe mestwetgeving stijgen de prijzen af-boerderij van mest (figuur 5.1). Nadat de agrarische sector gewend is aan de nieuwe regelgeving heeft dat tot effect dat de prijzen dalen. De prijzen af boerderij in deze paragraaf zijn negatief.

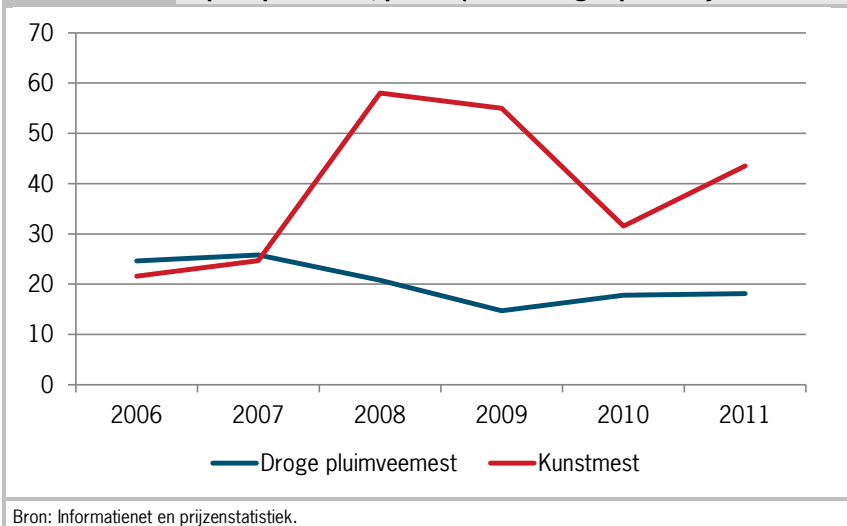
Vanaf 2007 dalen de prijzen voor varkens- en pluimveemest, maar de prijs af-boerderij voor rundveemest blijft stijgen. De prijs van pluimveemest daalt tussen 2007 en 2009 veel harder dan die van varkensmest. De oorzaak daarvan is dat de drie mestsoorten grotendeels andere afzetmarkten hebben (zie paragraaf 2.2). De forse prijsdaling van pluimveemest in 2008 en 2009 ten opzichte van het voorgaande jaar is een gevolg van de DEP-verbrandingscentrale voor vaste pluimveemest in Moerdijk. Deze centrale is in 2008 van start gegaan en draait vanaf 2009 op volle capaciteit. Op volle capaciteit verwerkt de centrale een derde van de jaarlijkse nationale productie van vaste pluimveemest.

¹ In het vervolg van dit rapport bedoelen we met de mestprijs de prijs die de boer af-boerderij moet betalen voor het afvoeren van de mest. Een daling van de mestprijs betekent dan een daling van de mestafzetkosten.

Figuur 5.1**Negatieve prijzen af-boerderij van dierlijke mest in € per 1.000 kg***Kunstmestprijs van invloed op prijs af boerderij van droge pluimveemest*

Uit figuur 5.1 blijkt dat na enkele jaren van prijsdaling vanaf 2007 in 2010 de negatieve prijs af-boerderij van pluimveemest weer oploopt. De oorzaak daarvan is dat in 2010 de prijs van fosfaatkunstmest 40% lager was dan in 2009 (figuur 5.2), waardoor de akkerbouwers in het oosten van Duitsland eveneens minder wensten te betalen voor pluimveemest. Uit figuur 5.2 valt de conclusie te trekken dat de laatste jaren de prijs af boerderij van droge pluimveemest een sterke relatie vertoont met de prijs voor kunstmestfosfaat. Bij hoge fosfaatkunstmestprijzen daalt de negatieve prijs af boerderij voor droge pluimveemest.

Figuur 5.2 De negatieve prijs af boerderij van droge pluimveemest (€ per ton) en de prijs van fosfaatkunstmest (€ per 100 kg tripelsuperfosfaat, positief) van de afgelopen zes jaar

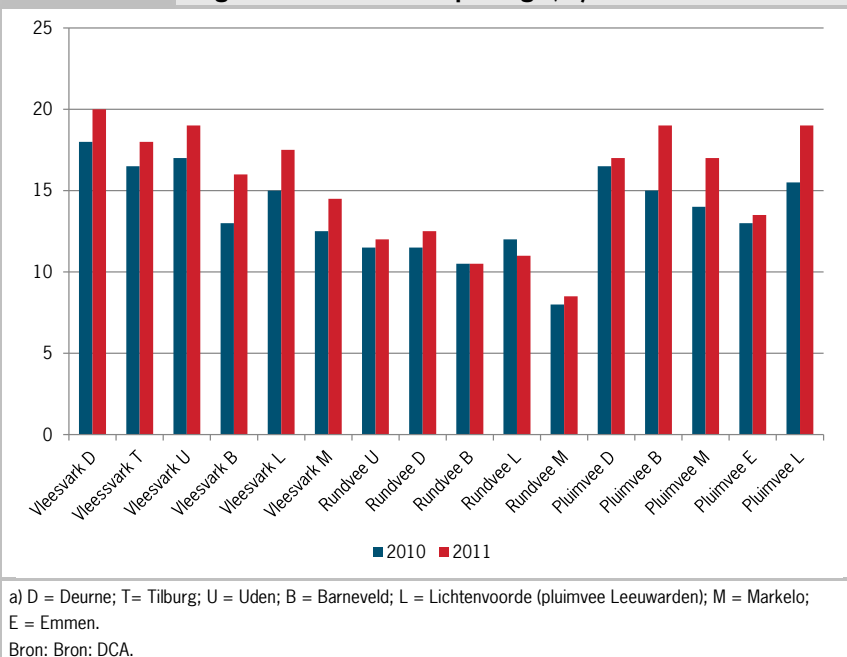


Transportafstanden van invloed op prijs af boerderij van drijfmest

In het zuidelijk zandgebied is de prijs af-boerderij van drijfmest € 2-5 per ton mest hoger dan in de centrale en oostelijke zandgebieden van Nederland (Figuur 5.3). Hoe verder naar het noorden des te lager de prijs. De oorzaak daarvan is de transportafstand tot het Noordelijk akkerbouwgebied; hoe dichter hierbij, des te lager de transportkosten.

Figuur 5.3

Gemiddelde negatieve afzetprijs voor drie mestsoorten op lange afstand in week 17 per regio, a)



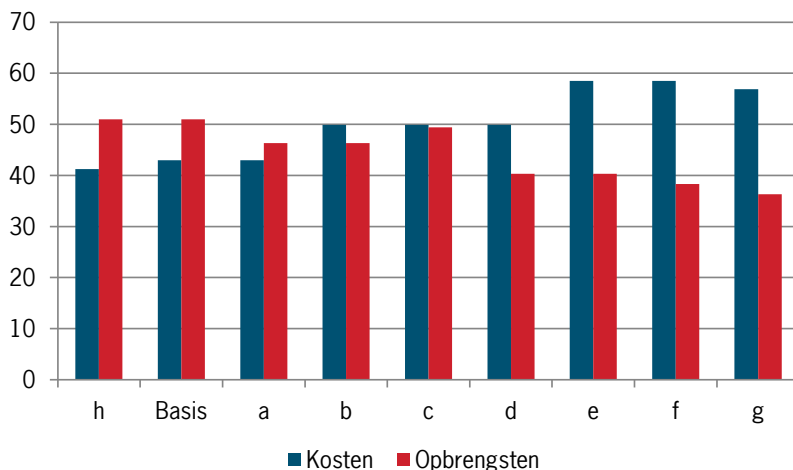
Conclusie

De prijs af boerderij voor dierlijke mest is zeer gevoelig voor veranderingen op de mestmarkt. Hoe hoger de prijs voor kunstmestfosfaat des te lager is de prijs af boerderij voor droge pluimveemest.

5.2 Case 1: kleinschalig mest verwerken

De installatie die als basis heeft gediend voor deze case (Proces H uit Velthof, 2011) werd veelvuldig geplaagd door technische problemen en heeft nooit langdurig naar tevredenheid gedraaid. Mede vanwege lage afzetkosten voor onbewerkt digestaat in de Noordelijke regio is de installatie in 2011 stilgelegd. Deze aspecten zijn niet verrekenend in de basissituatie van figuur 5.4. Wij gaan ervan uit dat de installatie operationeel goed draait. Voor de achtergrondgegevens van het economisch rendement en de tegenvallers zie bijlage 1 en tabel 5.1.

Figuur 5.4 Kosten en opbrengsten in € per ton ingaand product van case 1 bij het opstapelen van de mee- en tegenvallers (a tot en met h) ten opzichte van de basissituatie a)



a) Dit dient als volgt te worden gelezen: de kosten en opbrengsten bij c is de som van de mee- en tegenvallers van a+b+c; de kosten en opbrengsten van e is de som van de mee- en tegenvallers van a+b+c+d+e. Voor een verklaring van de mee- en tegenvallers zie tabel 5.1.
Bron: LEI.

Tabel 5.1 Korte beschrijving van de mee- en tegenvallers a) van de figuren 5.4, 5.5, 5.6 en 5.7

a	Mineralenconcentraat mag van de EU niet gelabeld worden als kunstmest
b	Prijs van het co-product 25-35% hoger
c	Andere regio met hogere opbrengstprijs mineralenconcentraat
d	Lagere energiesubsidie
e	Een verdubbeling van de kosten voor het co-product
f	Halvering prijs mestkorrels af fabriek
g	Geen afzet van mestkorrels maar dikke fractie naar Duitsland en Frankrijk
h	Lagere prijs voor het gebruik van afvalwarmte
i	Het afzetten van drijfmest in de landbouw wordt voor producent goedkoper

a) Voor de beschrijving van de mee- en tegenvallers en de daarbij gehanteerde uitgangspunten zie de bijlagen 1 en 2.
Bron: LEI.

Bij het goed draaien van de installatie werd in de proefperiode (2009 en 2010) een netto-opbrengst gerealiseerd. Wanneer dat omgerekend wordt naar de situatie van deze case (varkensmest in Zuid-Nederland), komt dat neer op een positief resultaat van € 8 per ton te verwerken mest (Basissituatie figuur 5.4). Daarbij is ervan uitgegaan dat het alternatief afzet van drijfmest de varkenshouder € 17,50 per ton mest kost (Bijlage 1).

Risico's op economische tegenvallers zijn groot

Wanneer het concentraat niet als kunstmest kan worden afgezet (a, figuur 5.4) en de prijs van co-producten oploopt (b, figuur 5.4), is er van een positief resultaat geen sprake meer. Bij nog meer financiële tegenvallers wordt het economisch rendement flink negatief, wat kan oplopen tot meer dan € 20 per ton mest (figuur 5.4). Onzekerheden die bij het economische rendement een grote rol spelen zijn:

1. de prijs van het co-product snijmais (b en e figuur 5.4). Daar kan een factor twee tussen zitten;
2. het wel of niet af kunnen zetten van de mineralenconcentraten als kunstmest (a figuur 5.4);
3. de overheidssubsidie bij de energieopbrengst (d figuur 5.4);
4. hogere opbrengst voor het mineralenconcentraat (c figuur 5.4);
5. lagere kosten voor drogen en korrelen door goedkopere afvalwarmte (h figuur 5.4);
6. lagere prijs af fabriek van het eindproduct (f en g figuur 5.4).

Conclusies

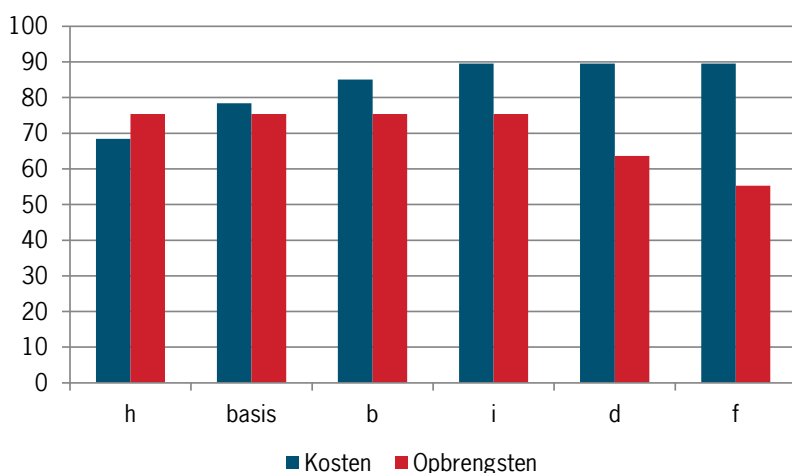
In de basissituatie een positief resultaat van € 8, maar de risico's op tegenvallers zijn erg groot. Door de hoge kosten alleen toepasbaar om van het nationale overschot van drijfmest exportwaardige producten te maken. Hoe hoog het overschot aan drijfmest wordt is nog erg onzeker dat kan zeer gering zijn maar ook oplopen tot 13 miljoen kg fosfaat (paragraaf 2.2.2). Overheidssubsidies en regelgeving zijn erg bepalend, voor zowel de economische haalbaarheid als de omvang van het drijfmest overschot.

5.3 Case 2: grootschalig mest verwerken

Voor de mestscheiding op bedrijfsniveau is uitgegaan van een zeefbandpers. De exploitatiekosten daarvan bedragen ongeveer € 4 per ton ingaande mest (De Hoop et al., 2011 en Melse et al., 2004). De dikke fractie van het schei-

dingsproces gaat vervolgens naar een centrale verwerkingseenheid. Waar de mest eerst wordt covergist met een propstroomvergister om vervolgens te worden gedroogd om als gedroogde organische meststof te worden afgezet in het buitenland. Een overzicht van het economisch rendement van dit procedé wordt vermeld in figuur 5.5. De basisgegevens van dit proces zijn ontleend aan de klasse c installaties uit Peene et al. (2011). Voor de achtergrondgegevens van het economisch rendement en de onzekerheden van deze case zie bijlage 2. Het economisch rendement van beide cases (2a en 2b) is inclusief alle subsidies, waaronder de SDE subsidie en ze wordt afgezet tegen het alternatief: afzet van drijfmest wat een boer € 17,50 per ton af te voeren mest kost.

Figuur 5.5 Kosten en opbrengsten in € per ton ingaand product van case 2a (propstroomvergister en scheiden op bedrijfsniveau vooraf) bij het opstapelen van mee- en tegenvallers ten opzichte van de basis situatie a)



a) Dit dient als volgt worden gelezen: de kosten en opbrengsten bij d is de som van de mee- en tegenvallers van b+i+d. Voor een verklaring van de mee- en tegenvallers zie tabel 5.1.

Bron: LEI.

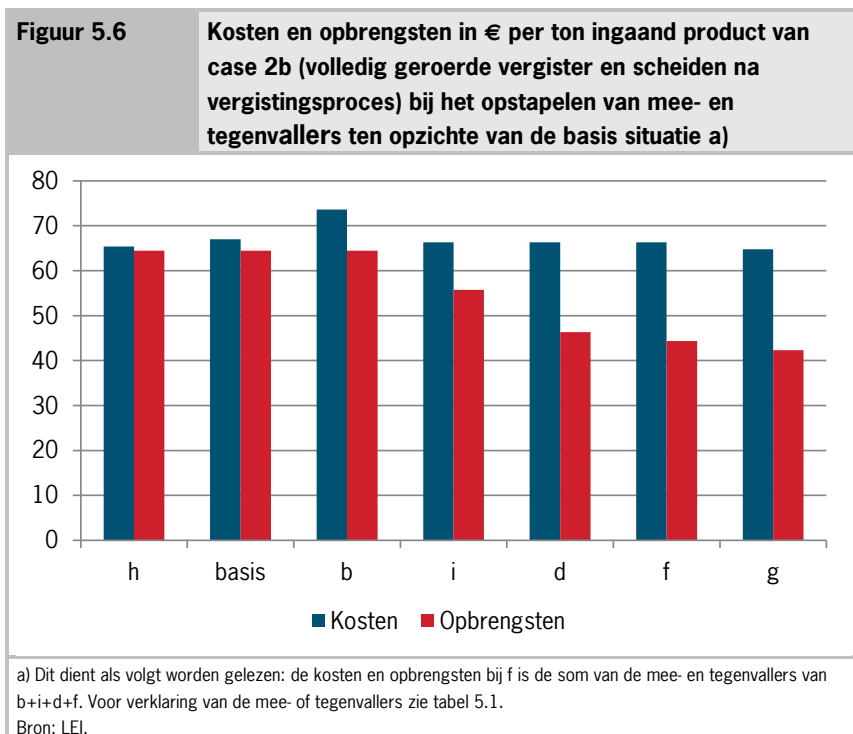
Risico's op economische tegenvallers zijn groot

In de basissituatie is het economisch rendement van deze case € 5 per ton ingaand product negatief (figuur 5.5). Wanneer er gebruik kan worden gemaakt van goedkoop beschikbare of gesubsidieerde afvalwarmte (h) dan kan er een klein positief resultaat worden gerealiseerd. Net als bij case 1 is de kans op financiële tegenvallers groot, waardoor het economisch rendement zwaar nega-

tief uitkomt. Onzekerheden die bij het economische rendement een grote rol spelen zijn:

1. de prijs van de co-producten (b figuur 5.5). Door de grote vraag is de verwachting dat die alleen maar kan stijgen;
2. de overheidssubsidie bij de energieopbrengst (d figuur 5.5);
3. goedkoper worden van het alternatief: drijfmest afvoeren en afzetten in de landbouw, waardoor de gate fee prijs halveert (i figuur 5.5);
4. de afzetprijs van het eindproduct mestkorrels op de wereldmarkt (f figuur 5.5) en;
5. lagere prijs voor het benutten van afvalwarmte (h figuur 5.5).

Een overzicht van het economisch rendement van co-vergisting met een volledig geroerde vergister en scheiding na het vergistingsproces wordt vermeld in figuur 5.6, voor de achtergrondgegevens zie bijlage 2. Een positieve bijdrage kan komen van de uitkoppeling van CO₂ voor de glastuinbouw (Bijlage 3).



Risico's op economische tegenvallers zijn groot

In de basissituatie is het economisch rendement van deze case € 2,50 per ton ingaand product negatief (figuur 5.6). Wanneer er gebruik kan worden gemaakt van goedkoop beschikbare afvalwarmte (h) is er een klein negatief resultaat van € 1 per ton beginproduct. Net als bij de voorgaande twee cases (1 en 2a) is de kans op financiële tegenvallers groot, waardoor het economisch rendement zwaar negatief uitkomt. Onzekerheden die bij het economische rendement een grote rol spelen zijn:

1. een hogere prijs voor de co-producten (b figuur 5.6);
2. de overheidssubsidie bij de energieopbrengst (d figuur 5.6);
3. goedkoper worden van het alternatief: drijfmest afvoeren en afzetten in de landbouw en daardoor een lagere gate fee prijs voor drijfmest (i figuur 5.6);
4. de afzetprijs van het eindproduct (f en g figuur 5.6) en;
5. lagere prijs voor het benutten van afvalwarmte (h figuur 5.6).

Conclusies

In de basissituatie een negatief resultaat van € 5. Risico's op tegenvallers zijn erg groot. Door de hoge kosten alleen toepasbaar om van het nationale overschot van drijfmest exportwaardige producten te maken. Hoe hoog het overschot aan drijfmest wordt is nog erg onzeker dat kan zeer gering zijn maar ook oplopen tot 13 miljoen kg fosfaat (paragraaf 2.2.2). Overheidssubsidies en regelgeving zijn erg bepalend, voor zowel de economische haalbaarheid als de omvang van het drijfmestoverschot.

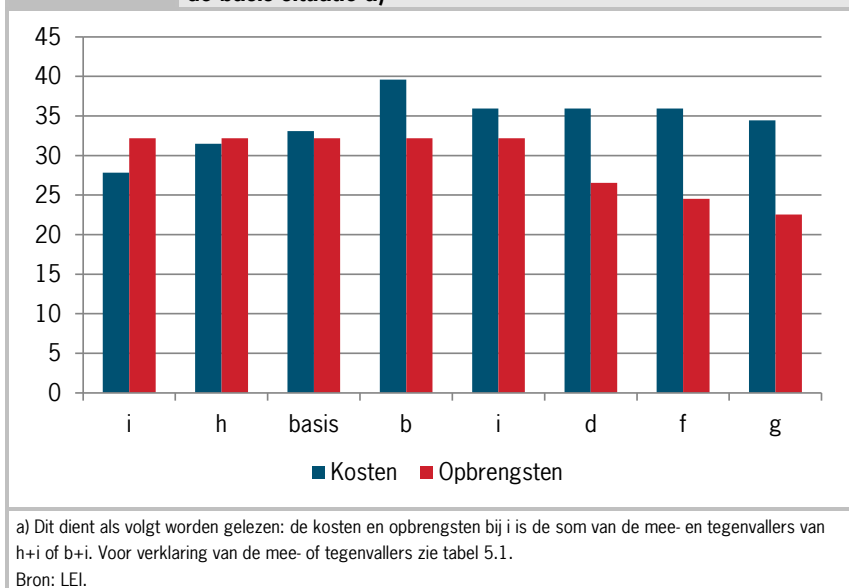
5.4 Case 3: vergisten en verwerken organisch industrieel afval

In het rapport van Peene et al. (2011) zijn industriële vergisters onder gebracht in de groep overige vergisters. In deze groep komen ook de GFT-vergisters voor; het is dus een zeer heterogene groep. Daarnaast zijn door Peene et al. (2011) van deze groep vergisters geen gedetailleerde economische gegevens verzameld en er worden geen economische gegevens gerapporteerd van deze groep. Daarom zijn de economische gegevens voor deze case ontleend aan de grote co-vergistingsinstallaties (klasse C) uit het rapport van Peene et al. (2011). Dat zijn co-vergistingsinstallaties met een capaciteit van meer dan 1.000 kW_E.

Kansen voor economische rendement aanwezig met grote onzekerheden

In de basissituatie is het economisch rendement van deze case € 1 per ton ingaand product negatief (figuur 5.7). Wanneer er gebruik kan worden gemaakt van goedkoop beschikbare of gesubsidieerde afvalwarmte (h) dan kan er een klein positief resultaat worden gerealiseerd. Wanneer daarbovenop ook de prijs van de afzet van de dunne fractie gunstig is, is het positieve resultaat ruim € 4 per ton ingaand product. Net als bij de voorgaande cases is de kans op financiële tegenvallers groot, waardoor het economisch rendement ook flink negatief kan uitkomen.

Figuur 5.7 Kosten en opbrengsten in € per ton ingaand product van case 3 bij het opstapelen van mee- en tegenvallers ten opzichte van de basis situatie a)



Onzekerheden die bij het economische rendement een grote rol spelen zijn:

1. de prijs van de te vergisten producten (b figuur 5.7);
2. overheidssubsidie bij de energieopbrengst (d figuur 5.7);
3. goedkopere afzet eindproduct in de Nederlandse landbouw (i figuur 5.7);
4. de afzetprijs van het eindproduct in het buitenland (f en g figuur 5.7);
5. lagere prijs of subsidie voor het benutten van afvalwarmte (h figuur 5.7);

6. uitkoppelen van CO₂ voor de glastuinbouw (niet verwerkt in de figuur). Dit verhoogd zowel de kosten als de opbrengsten. Of dat uit kan is zeer locatie specifiek (zie bijlage 3) en kan alleen maar berekend worden voor een concrete situatie.

Conclusies

Het verkrijgen van economische gegevens van dit proces bleek niet goed mogelijk. In de basissituatie een rendement van een - € 1, wat erg onzeker is. Risico's op tegenvallers zijn erg groot.

5.5 Case 4: Slibverbranding

Recycling van fosfor uit as zuiveringsslib is economisch haalbaar

Voor de huidige afzet van as als 'vulmiddel' aan bouwbedrijven dient SNB te betalen. Afzet aan ThermPhos was gratis, dus financieel aantrekkelijk. SNB hanteerde een korting op slibverwerking van omgerekend € 50 per ton as wanneer het zuiveringsslib voldoet aan de eisen voor verwerking van de verbrande as in de fosfaatindustrie (Thermphos). Vanwege die korting kan het voor rwzi's interessant maken om ijzerarm slib bij SNB/DRSH te laten verwerken.

Bij huidige prijs ruw fosfaaterts is as slibverbranding goedkoper alternatief

SNB is volop op zoek naar andere afzetmogelijkheden (Sijstermans, 2013):

- ICL in Amsterdam. ICL is een kunstmestfabrikant en zij doen proeven of het interessant is om de as als basis te gebruiken voor fosfaatkunstmest en;
- SNB doet zelf ook proeven om tripelsuperfosfaat uit de as te winnen. Het wel of niet haalbaar zijn is erg afhankelijk van de prijs van ruw fosfaaterts.

Bij de prijzen van ruw fosfaaterts van 2012 kan het financieel uit om uit de as van verbrande zuiveringsslib zuiver fosfor terug te winnen.

Conclusies

Bij de huidige prijs van fosfaaterts is terugwinning van fosfaat uit de as van verbrande zuiveringsslib economisch haalbaar. De financiële risico's zijn gering.

5.6 Case 5: Struvietwinning

Kosten struvietwinning twee keer zo hoog als opbrengst

De kosten van het maken van struviet zijn € 20 per ton ingaand product (Moerman, 2011.) of € 4-5 per kg P. De prijs van fosfaatkunstmest is ongeveer € 2,60 per kg P, geleverd bij de boer. Distributiekosten zijn ongeveer € 40 per ton struviet (Uenk). Dat komt neer op ongeveer € 0,30 per kg P. Dus de opbrengst af fabriek van struviet is maximaal € 2,30 per kg P. Dat is lager dan de kostprijs voor het maken van struviet.

Struvietwinning is preventief onderhoud

Een voordeel van struviet winnen is dat de reactie niet spontaan kan plaatsvinden met als gevolg aangekoekte/verstopte leidingen en apparatuur voor de verdere afvoer en verwerking van het betreffende afvalwater. Door in het begin van de afvalstroom struviet te winnen kan daardoor flink gespaard worden op onderhoudskosten.

Conclusies

Struvietwinning puur voor fosfaatrecycling kan economisch niet uit. Struvietwinning wordt alleen toegepast ten behoeve van preventief onderhoud.

5.7 Conclusies

De prijs af boerderij voor dierlijke mest is zeer gevoelig voor veranderingen op de mestmarkt. Hoe hoger de prijs voor kunstmestfosfaat des te lager is de prijs af boerderij voor droge pluimveemest.

In de basis situatie heeft kleinschalige mestverwerking een positief resultaat van € 8 per ton mest, maar de risico's op tegenvallers zijn erg groot. Door de hoge kosten alleen toepasbaar om van het nationale overschot van drijfmest exportwaardige producten te maken. Hoe hoog het overschot aan drijfmest wordt is nog erg onzeker dat kan zeer gering zijn maar ook oplopen tot 13 miljoen kg fosfaat (paragraaf 2.2.2). Overheidssubsidies en regelgeving zijn erg bepalend, voor zowel de economische haalbaarheid als de omvang van het drijfmest overschot.

Grootschalige mestverwerking heeft in de basis situatie een negatief resultaat van € 5 per ton mest. Risico's op tegenvallers zijn erg groot. Door de hoge kosten alleen toepasbaar om van het nationale overschot van drijfmest exportwaardige producten te maken.

Het verkrijgen van economische gegevens van het vergisten en verwerken van organisch industrieel afval bleek niet goed mogelijk. In de basis situatie een rendement van - € 1, wat erg onzeker is. Risico's op tegenvallers zijn erg groot.

Struvietwinning puur voor fosfaatrecycling kan economisch niet uit. Struvietwinning wordt alleen toegepast ten behoeve van preventief onderhoud.

6 Het innovatieproces

6.1 Algemeen

Om na te gaan wat de kansen en belemmeringen zijn voor fosfaatterugwinning wordt een beknopte analyse van het innovatiesysteem rondom de verschillende routes gemaakt. Het technische innovatiesysteem beschrijft de betrokken partijen, de rollen van die partijen bij de innovatie en de factoren die bevorderend of belemmerend werken. Voor de beschrijving hiervan zie hoofdstuk 4.

Grote investeringen noodzakelijk

Voor alle routes geldt dat er grote investeringen nodig zijn om het proces van de grond te krijgen. Omdat er aan al die routes grote risico's kleven is men hui-verig om die investeringen ook te doen. Daarnaast zijn de veranderingen in de mestwetgeving rondom verplichte mestverwerking nog niet duidelijk en is de in-voering uitgesteld tot 1 januari 2014. Dit alles leidt er toe dat initiatiefnemers voor grootschalige mestverwerking een afwachtende houding innemen.

6.2 Fase van het innovatieproces

De fases van ontwikkelingen in het innovatieproces die worden onderscheiden zijn:

- a Onderzoeksfase;
- b Take-off;
- c Versnelling;
- d Verzadiging.

Voor de vijf cases van hoofdstuk vier wordt het deelproces co-vergisting wat de innovatie-fase betreft apart onderscheiden, omdat dit deelproces zich in een heel ander stadium van ontwikkeling bevindt dan de overige onderdelen van de cases.

Co-vergisting

In Nederland zijn momenteel meer dan honderd ondernemers die een vergis-tings installatie exploiteren (Peene et al., 2011). In de afgelopen tien jaar is het aantal co-vergisters sterk gegroeid. De financiële positie van co-vergisters is

momenteel slecht evenals de vooruitzichten. Een nadeel is bovendien dat de opbrengsten voor twee derde afhankelijk zijn van subsidie (Peene et al., 2011 en bijlage 2).

Conclusie

Co-vergisting verkeert in de verzadigingsfase. Co-vergisting kan een nieuwe impuls krijgen wanneer er technische en/of economische doorbraken komen. De firma Ekwadraat uit Leeuwarden is bezig met het zoeken naar nieuwe technische doorbraken die de biogasproductie uit dierlijke mest sterk verhogen. Verwaarding van CO₂ bij groengasproductie is kansrijk en zou ook een doorbraak kunnen zijn (Peeters, 2012).

Case 1: kleinschalig mest verwerken

In het kader van het onderzoek naar mineralenconcentraten (Velthof, 2011) is hier nog een onderzoeksprogramma voor tot in 2013. Om deze case van de onderzoeksfase in de take off fase terecht te laten komen, dient daarvoor de regelgeving van de Europese Unie van wat kunstmest en dierlijke mest is aangepast te worden. Wanneer mineralenconcentraten uit dierlijke mest van de EU het label van kunstmest krijgen komt dit proces in de take off fase terecht. Door Nederland en België is hiertoe een verzoek ingediend bij de EU. Uitsluitsel hierover kan nog wel enige jaren duren en het is niet bekend wat de kans van slagen is.

Conclusie

Kleinschalig mest verwerken verkeert in de onderzoeksfase

Case 2: grootschalig mest verwerken

Voor de ontwikkelingsfase van co-vergisting zie het kopje vergisting co-vergisting. De overige processen in deze verwerkingsroute zijn de onderzoeksfase min of meer ontstegen. Om in de take off fase terecht te komen wachten de bestaande initiatieven op de definitieve invulling van de randvoorwaarden van het stelsel van verantwoorde mestafzet. Het gaat daarbij specifiek om de voorwaarden rondom het overdragen van de verplichte mestverwerkingspercentages (paragraaf 2.2). Om van de onderzoeksfase in de take off fase terecht te komen is dus afhankelijk van de politieke besluitvorming, welke elk moment kan gaan plaatsvinden.

Conclusie

Grootschalig mest verwerken verkeerd op de grens van de onderzoeks- naar de take off fase.

Case 3: vergisten en verwerken organisch industrieel afval

Volgens Peene et al. (2011) zijn er in Nederland in 2010 maximaal 10 industriële vergisters. Omdat industriële vergisters in het rapport deel uitmaken van de groep overig kan het exacte aantal niet uit die rapportage gehaald worden. Industriële vergisters lijken financieel beter te draaien dan co-vergisters. Momenteel zijn er industriële vergisters in aanbouw (Vierverlaten) en volop plannen tot het realiseren van industriële vergisters (Landmark en Salland). In Terneuzen (12 MW), Twente (6MW) en Salland (2-3 MW) zijn industriële vergisters in bedrijf.

Conclusie

Industriële vergisting en verwerking bevindt zich in de versnellingsfase.

Case 4: Slibverbranding

De onderzoeksfase om uit de as van verbrande zuiveringsslib fosfor te winnen is door Thermphos afgerond. In 2012 werd al uit 11.000 ton as van zuiveringsslib fosfor teruggewonnen. De fosfaatverwerkingsfabriek ThermPhos had de ambitie om in 2020 alle fosfaat te winnen uit afval waaronder as uit zuiveringsslib (www.thermphosvlissingen.nl).

Conclusie

Dit procedé bevond zich op de grens van de Take off en de versnellingsfase, door het faillissement van Thermphos is hier plotsklaps een eind aan gekomen.

Case 5: Struvietwinning

Er zijn diverse proeven gedaan om struviet te winnen. Op commerciële schaal wordt het toegepast in de aardappelverwerkende industrie van Aviko in Steenderen.

Conclusie

Voor organische afvalstromen met lage drogestof percentages (1 à 3) bevindt het procedé zich in de take off fase. Het hoofddoel is in die situatie preventief onderhoud, winning van struviet is een bijkomend voordeel. Voor fosfaat terugwinning zit het nog in de onderzoeksfase.

6.3 Functies van het innovatieproces

Om de kans op doorbraak en succes van nieuwe technologieën te analyseren is door Marko Hekkert de TIS toets ontwikkeld (Hekkert et al., 2010). Daarbij wordt op een score van 1 (zeer zwak) tot 5 (zeer sterk) voor zeven functies beoordeeld hoe de technologie hierop scoort.

De betreffende functies zijn:

1. Ondernemersactiviteiten
 - Zijn er voldoende ondernemers actief?
 - Wordt er voldoende geëxperimenteerd met de nieuwe technologie?
 - Is er voldoende variëteit in de experimenten qua type technologie?
 - Is er sprake van toetredende of verlatende ondernemers in dit veld?
2. Kennisontwikkeling
 - Hoe is de kennisbasis voor dit pad in termen van kwaliteit en kwantiteit?
 - Kwantiteit: zijn er veel projecten, onderzoekers, patenten, artikelen?
 - Kwaliteit: leidende internationale positie, trekker van programma's, veel geciteerde patenten?
 - Hoe verhoudt NL kennisbasis zich tot buitenland?
 - Is de kennis vooral fundamenteel of meer toegepast? Wordt er voldoende gebruikers kennis gegenereerd?
3. Kennisuitwisseling
 - Zijn er sterke samenwerkingsrelaties aanwezig? Tussen wie?
 - Stroomt de kennis of wordt deze sterk beschermd?
 - Is kennis voldoende vraag gestuurd?
 - Worden voldoende gelegenheden georganiseerd waarbij kennis kan worden uitgewisseld?
 - Sluit kennisontwikkeling aan bij behoeften van ondernemers en gebruikers?
4. Richting geven aan het zoekproces
 - Is er een duidelijk gearticuleerde visie ten aanzien van technologie, dat wordt gedeeld door meerdere partijen?
 - Is er een duidelijke overheidsdoelstelling die activerend werkt?
 - Is deze generiek of specifiek voor deze technologie?
 - Worden doelstellingen ondersteund door programma's/beleid?
 - Wordt traject zichtbaar gesteund door Champions?
 - Hoe is het gesteld met de technologische verwachtingen?

- Zijn er negatieve verwachtingen rond deze technologie?
5. Markontwikkeling
 - Hoe ziet momenteel de markt eruit? Wie zijn de huidige en potentiële gebruikers? Grootte van de markt?
 - Zijn er institutionele stimuli/belemmeringen voor marktformatie? Hoe werken deze door op dit transitiepad? Wat belemmert de vorming van een grote markt voor deze technologie?
 6. Beschikbaar stellen van middelen
 - Zijn er voldoende financiële middelen voor technologie ontwikkeling?
 - Zijn er voldoende goed opgeleide mensen in innovatiesysteem actief?
 7. Legitimiteit/doorbreken weerstand door lobby
 - Wordt investeren in deze technologie gezien als een legitieme investeringsbeslissing?
 - Is er veel weerstand tegen verandering? Hoe uit zich dat?
 - Wie verzet zich tegen verandering?
 - Is er voldoende lobbykracht om verandering te bewerkstelligen?

Voor de vijf cases in deze studie en co-vergisting apart is door de onderzoekers de TIS-toets toegepast, die gereviewd is door de stuurgroep. Het eindresultaat van de TIS-toets wordt vermeld in tabel 6.1.

Tabel 6.1		Score op de functies van het innovatieproces				
TIS	Kleinschalig mest verwerken	Grootschalig mest verwerken	Co- vergisting	Verwerking Indust afval	Slib verbranding	Struivietwinning
Ondernemersactiviteiten	4	4	4	4	4	3
Kennisontwikkeling	4	4	3	3	4	3
Kennisuitwisseling	4	4	3	3	4	3
Richting zoekproces	3	2	2	3	4	3
Marktonwikkeling	3	2	3	4	4	2
Beschikbare middelen	2	3	3	3	4	3
Legitimiteit	4	4	4	4	4	3

De verklaring voor de scores lager dan vier van tabel 6.1 en een toelichting hierop is:

Co-vergisten

Vanuit de Europese Unie zijn er duidelijke doelstellingen voor duurzaam energiegebruik. Voor Nederland komt dat er op neer dat in 2020 14% van het energiegebruik duurzaam dient te zijn. In 2010 zat Nederland op 4% duurzaam energiegebruik, daarvan kwam ruim 60% van biomassa (<http://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/duurzame-energie/bio-energie>). De overheidsdoelstelling is generiek, want die geldt voor alle vormen van duurzaam energiegebruik. Co-vergisten staat op een keerpunt. Knelpunt is dat er grote concurrentie is rondom de co-producten met hoge gasopbrengsten. Door de grote vraag ook uit de veevoedersector drijft dit de prijzen van co-producten op, waardoor alle co-vergisters momenteel financieel in zwaar weer verkeren. Doorbraken in de technologie en/of economie zijn nodig voor een verdere uitbouw.

De huidige biogasinstallaties zetten via biogasmotoren het gevormde biogas om tot elektriciteit en warmte. Gemiddeld wordt 15% van de warmte benut voor het opwarmen van de installatie en 25% heeft andere nuttige toepassingen (Peene et al., 2011). Dat houdt dus in dat 60% van de warmte van biogas moto-

ren verloren gaat. Toepassingen van biogas als groen gas zijn nog in ontwikkeling. De uit het vergistingsproces gewonnen CO₂ wordt vrijwel altijd verbrand (Peeters, 2012). Verwaarding van gezuiverd CO₂ in de glastuinbouw is echter kansrijk (Peeters, 2012 en bijlage 3). In de huidige situatie is co-vergisting voor zijn inkomsten voor 98% afhankelijk van de stroomopbrengsten en daarvan is twee derde subsidie (Peene et al., 2011). Voor de beschikbare middelen is men zeer afhankelijk van de overheid.

Case 1: kleinschalig mest verwerken

Deze case is zeer afhankelijk van regelgeving door de overheid, rondom de mineralenconcentraten en de verplichte mestverwerking. Kunstmestachtige producten gemaakt uit dierlijke mest blijven volgens de Europese regelgeving dierlijke mest. Omdat het gebruik van dierlijke mest aan strengere regels is gebonden dan kunstmest, is de afzet hiervan beperkender dan die van kunstmest. Door Nederland is er een verzoek ingediend om die regelgeving aan te passen, in hoeverre hier gehoor aan wordt gegeven en wanneer is nog onbekend. Er is momenteel wetgeving in voorbereiding rondom verplichte mestverwerking. Het is afhankelijk van de detail invulling van deze wetgeving rondom het handelbaar zijn van de mestverwerkingsplicht of dat een stimulans is van het van de grond komen van de mestverwerkingsroute van deze case (De Koeijer et al., 2012). Een deel van de proefinstallaties van de pilot mineralenconcentraten heeft te maken met technische problemen en te hoge kosten voor co-producten.

Case 2: grootschalig mest verwerken

Er zijn enkele initiatiefnemers van deze vorm van grootschalige mestverwerking. Vanwege de concurrentie tussen de initiatiefnemers vindt de verdere kennisontwikkeling binnen de initiatiefroute plaats. Uitwisseling van kennis tussen de diverse initiatieven vindt dan ook maar beperkt plaats. Net als bij case 1 is men hier ook in afwachting van de detail invulling door de overheid van het handelbaar zijn van de mestverwerkingsplicht. Een bijkomend probleem is dat een grootschalige markt voor de afzet van varkensmestkorrels nog niet bestaat, die dient nog volledig ontwikkeld te worden (Uenk, 2012).

Case 3: vergisten en verwerken organisch industrieel afval

Net als bij grootschalige mestverwerking is er concurrentie tussen de initiatiefnemers waardoor kennisuitwisseling maar beperkt plaats vindt. Industriële vergisting en initiatieven vinden plaats voor afvalproducten van de agrarische verwerkende industrie van akker- en tuinbouwgewassen en etensresten uit horeca en instellingen. De afzet van het digestaat met daarin het fosfaat lijkt is voor

afvalproducten van de agrarische verwerkende industrie geen probleem, omdat die retour gaan naar de producenten van die afvalproducten namelijk de akker- en tuinbouw. Omdat beide partijen daar belang bij hebben, worden daar afspraken over gemaakt. Dat heeft tot gevolg verdere verwerking van het digestaat (scheiden en drogen en korrelen van de dikke fractie) waarschijnlijk niet van de grond komt omdat de financiële prikkels daartoe ontbreken. De eindproducten van industriële vergisting van etensresten worden verwerkt tot schoon water en vloeibare kunstmestvervangers (www.bewagroep.nl). Het Nederlandse mestbeleid is geen belemmering voor de afzet van nabewerkt digestaat. Technologie, marketing en management zijn bepalend voor een succesvolle en duurzame afzet van nabewerkt digestaat.

Case 4: Slibverbranding

Het proces is praktijkrijp en economisch haalbaar bij de huidige hoge prijzen voor fosfaaterts. Een probleem kan zijn dat het aantal stakeholders aan het eind van de keten zeer gering is. Wanneer er een partij is die om welke reden dan ook uit valt (bijvoorbeeld SNB of Thermphos), dan kan er jaren vertraging ontstaan. Bij het failliet gaan van Thermphos eind 2012 heeft die vertraging inmiddels plaatsgevonden.

Case 5: Struvietwinning

Er wordt nog veel onderzoek verricht en haalbaarheidsstudies uitgevoerd naar de winning van struviet. Door de EU-regelgeving is afzet van struviet als fosfaat-kunstmeststof niet toegelaten. Struviet kan alleen gewonnen worden uit opgelost fosfaat in afvalstromen met 2 à 3% droge stof. Bij een haalbaarheidsstudie in de zuivelindustrie was de conclusie dat het financiële resultaat alleen positief is bij hoge fosfaatgehalte in de proceswaterstroom (Oosterholt, 2011). Bij de betreffende studie ging het om een stroom met 70 mg fosfaat per liter. Het economisch voordeel dient te komen van besparing op verontreinigingsheffing en onderhoudskosten en niet van de opbrengst van struviet als fosfaatmeststof. Met concurrerende technieken (calciumfosfaatkristallisatie) kunnen in de proceswaterstromen van kaasproductiebedrijven betere financiële resultaten worden bereikt dan met struvietwinning.

6.4 Conclusies

Co-vergisting verkeert in de verzadigingsfase. Co-vergisting kan een nieuwe impuls krijgen wanneer er technische en/of economische doorbraken komen. De

firma Ekwadraat uit Leeuwarden is bezig met het zoeken naar nieuwe technische doorbraken die de biogasproductie uit dierlijke mest sterk verhogen. Verwaarding van CO₂ bij groengasproductie is kansrijk en zou ook een doorbraak kunnen zijn (Peeters, 2012). Kleinschalig mest verwerken verkeerd in de onderzoeksfase. Grootschalig mest verwerken verkeerd op de grens van de onderzoeks- naar de take off fase. Industriële vergisting en verwerking bevindt zich in de versnellingsfase.

Voor organische afvalstromen met lage drogestof percentages (1 à 3) bevindt struvietwinning zich in de take off fase. Het hoofddoel is in die situatie preventief onderhoud, struvietwinning is een bijkomend voordeel. Voor fosfaat terugwinning zit struvietwinning nog in de onderzoeksfase.

7 Discussie en aanbevelingen

Organische mestkorrels of fosfaatkunstmest uit verbrande mest

Door uitputting kampt een groot deel van de akkerbouwgronden in de wereld met lage organische stofgehalten (Duurzame landbouw en bodembehoud, informatieblad nr 9). Organische stof houdt mineralen en water vast. Voor een duurzame landbouw is het van belang om de organische stofgehalten in de bodem op peil te houden of te herstellen. Door de organische stofgehalten weer op peil te brengen en te houden bevordert je daarmee de gewasopbrengsten en een deel van de uitspoeling van mineralen kan dan worden voorkomen.

In organische stof zit veel koolstof. Bij het verbranden van mest (organische stof) komt die koolstof als CO_2 in de lucht. Biomassa maakt deel uit van de korte CO_2 -kringloop. CO_2 die vrijkomt bij verbranding binnen de korte CO_2 kringloop wordt niet meegeteld als broeikasgas voor het klimaatprobleem. Bij verbranding gaat de stikstof verloren, terwijl kunstmestfabrieken de stikstof vervolgens weer met behulp van veel energie uit de lucht halen voor kunstmestproductie. Dat bevordert het broeikaseffect en daarmee het klimaatprobleem. Recycling van fosfaat in de vorm van organische mestkorrels naar akkerbouwgronden met lage organische stofgehalten wordt daarom als duurzamer beoordeeld dan het verbranden van de mest en het terugwinnen van fosfaatkunstmest uit de verbrande as.

Aanbeveling: stimuleer die mestverwerkingsinitiatieven, waarbij de organische stof behouden blijft.

Veel subsidie voor duurzame energie niets voor fosfaatrecycling

Zo wel op wereld, Europees als nationaal niveau is er een omvangrijk beleid rondom duurzaam energiegebruik, wat gepaard gaat met veel subsidie op winning van duurzame energie en belasting op energieconsumptie. Rondom het terugwinnen van fosfaat is er op zowel wereld, Europees als nationaal niveau geen beleid. De verwachting is dat de makkelijk winbare voorraden olie, gas en kolen na 10 à 15 jaar op beginnen te raken (Chefurka, 2007) en de gemakkelijk winbare fosfaatvoorraden zijn op zijn vroegst pas na 50 jaar op (De Wilt, 2011), dus dat ligt nog verder weg. Voor energie zijn er alternatieven voor fosfaat niet. De consequenties van het opraken van de fosfaatvoorraden zouden wel eens heel groot kunnen zijn, namelijk een tekort aan voedsel in de armere delen van

de wereld, doordat er onvoldoende betaalbare fosfaat beschikbaar is voor een goede gewasgroei.

Aanbeveling: Ga na hoe je naast duurzame energie ook fosfaatrecycling kunt stimuleren, bijvoorbeeld met subsidies.

8 Conclusies en aanbevelingen

Fosfaataanbod voor recycling kan oplopen tot 30 miljoen kg

Het aanbod van fosfaat in Nederland voor recycling is voor verbrande as van zuiveringsslib ongeveer 14 miljoen kg en voor dierlijke mest is dat maximaal 13 miljoen kg (hoofdstuk 2). Het aanbod van fosfaat voor recycling van de agrarische verwerkende industrie en voor struvietwinning is onbekend. De verwachting is echter dat die hoeveelheden aanzienlijk lager zijn (vooral voor struvietwinning) dan die van zuiveringsslib en dierlijke mest.

Potentiële vraag naar fosfaat is honderden miljoenen kg

De vraag naar fosfaat uit dierlijke en organische mest door de Nederlandse landbouw neemt tot 2014 met 10% af (paragraaf 3.2). Ter vervanging van kunstmest fosfaat is er binnen 200 km van de Nederlandse grens een beperkte extra vraag beschikbaar van 4 miljoen kg fosfaat uit dierlijke mest. Op een afstand van 350-600 km is er voor mest uit Nederlandse overschotgebieden in het Oosten van Duitsland en het Noorden van Frankrijk voor de vervanging van kunstmestfosfaat een zeer grote vraag aanwezig van minimaal 200 miljoen kg fosfaat. De potentiële vraag naar mestkorrels in de rest van Europa ter vervanging van kunstmestfosfaat is nog groter. De potentiële vraag door de industrie was in Nederland meer dan 200 miljoen kg fosfaat.

Aanbod is in lage gehalten, vraag in hoge gehalten

De fosfaatgehalten in de aangeboden producten: drijfmest, zuiveringsslib en organisch afval van de agrarische industrie zijn erg laag (niet hoger dan een 0,5%). Gebieden met een overschot aan fosfaat door de dierlijke mestproductie en een tekort aan fosfaat voor de gewasproductie liggen geografisch minimaal enkele honderden kilometers van elkaar verwijderd. Om de distributiekosten niet te hoog te laten oplopen kunnen deze afstanden alleen maar overbrugd worden met meststoffen met relatief hoge fosfaatgehalten (minimaal 3 à 4%). De verwerkende fosfaatindustrie vraagt om producten met minimaal 20% fosfaat en weinig of geen verontreinigingen met zware metalen.

Regelgeving overheid is doorslaggevend voor omvang en type mestverwerking

Relatief hoge fosfaatgehalten kunnen met behoud van de organische stof (gunstig voor het milieu) alleen bereikt worden door producten uit mest te maken met minimaal 80% drogestof. Daarbij zijn de economische onzekerheden erg

groot. Wanneer met regelgeving mestverwerking wordt afgedwongen (paragraaf 2.2.2) kan dat een enorme stimulans zijn voor kleinschalige en grootschalige mestverwerking. De verschillende mestverwerkingsroutes concurreren dan alleen onderling met elkaar op economisch rendement. Welke van de cases vanuit economisch rendement het voordeligst is, is afhankelijk van de lokale en individuele situatie. Wanneer de Europese Unie de regelgeving rondom kunstmest zodanig aanpast dat mineralenconcentraten gebruikt mogen worden als kunstmest, lijkt kleinschalige mestverwerking financieel aantrekkelijker te zijn dan grootschalig.

Kennis naar de vraag van de mineralensamenstelling van organische mestproducten is onvoldoende

In potentie is er meer dan genoeg afzetruimte in Europa voor de afzet van gedroogde Nederlandse mest en mestkorrels. Marktverkenning naar de samenstelling en lokale behoefte van mestkorrels van varkensmest moet nog ontwikkeld worden. Het op de markt brengen van gedroogde mest en mestkorrels dient zeer zorgvuldig en gedetailleerd te gebeuren. De klant is koning, er dienen producten op de markt te worden gebracht waar de klant om vraagt. Als het niet zorgvuldig wordt aangepakt, ligt het gevaar van marktbederf op de loer.

Aanbeveling: laat een marktverkenning uitvoeren naar de samenstellingen en het soort mestproduct dat akkerbouwers en/of tuinders wensen in Europese NUTS-2-gebieden met een veedichtheid van minder dan 0,5 per hectare.

Recycling van fosfaat uit zuiveringsslib is praktijkrijp

Recycling van zuiver fosfor en fosfaat voor industriële toepassingen (voedingsmiddelenindustrie, vlamvertragers, en dergelijke) uit verbrandingsas van zuiveringsslib is praktijkrijp. Doordat er maar een paar afnemers zijn en het aanbod groot dient te zijn is de basis smal. Wanneer een partij zich terugtrekt kan dat tot jaren vertraging leiden. Door het failliet gaan van Thermphos eind 2012 heeft die vertraging inmiddels plaatsgevonden.

Struvietwinning is preventief onderhoud

Recycling van fosfaat via struvietwinning heeft heel veel beperkingen. Struvietwinning is alleen mogelijk uit vloeibare organische afvalstromen met maximaal 3% droge stof. Daarnaast bevat struviet vaak verontreinigingen en is door de EU niet erkend als meststof. Economisch is struvietwinning alleen mogelijk wanneer flink bespaard kan worden op onderhoudskosten als gevolg van spontane struviet vorming of door besparing op verontreinigingsheffing. In dat kader is

struvietwinning preventief onderhoud. Wanneer RWZI's op grote schaal struviet gaan winnen daalt het fosforgehalte in het slib en wordt winning van fosfor of fosfaat uit verbrandingsas van zuiveringsslib minder rendabel.

Co-vergisting vereist een doorbraak

De exploitanten van de huidige co-vergistingsinstallaties staat het water door de gestegen kosten tot aan de lippen en ze zijn zeer afhankelijk van overheidssubsidies en van de prijs en beschikbaarheid van co-producten. Voor verdere ontwikkeling van co-vergisting dient er een doorbraak (financieel of technisch) te komen om hogere financiële opbrengsten te realiseren.

Literatuur

Accoe, F., 2012. *Workshop Innovatie in mestverwerking en vermarkting*. Antwerpen, VCM en Innovatienetwerk.

Boosten, G.G.M. en J.G. de Wilt, 2011. *Markt voor mest, ontwikkeling van vraaggestuurde ketens voor grondstoffen uit mest*. Utrecht, Innovatienetwerk.

Boerderij vandaag, 2013. *Slechte waterkwaliteit zuiden door overbemesting*. Boerderij vandaag, jaargang 27, nummer 131.

Broens, D.F., H.H. Luesink en M. van Galen, 2012. *Biobased Park Cuijk, Innovatieve contracten in de mestmarkt*. Rapport VR2012-001. Den Haag: LEI.

Chefurka, P., 2007. *World energy and Population, trends to 2100*. <http://www.paulchefurka.ca/WEAP/WEAP.html>

Compendium voor de Leefomgeving, 2011. *Zuivering van stedelijk afvalwater: stikstof en fosfor, 1981-2009, indicator 0152, versie 13, 22 juni 2011*. D Centraal Bureau voor de Statistiek, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

EC, 1991. *Richtlijn 91/271/EEG van de Raad van 21 mei 1991 inzake de behandeling van stedelijk afvalwater*. Document L 135/ 30/05/1991, *Publicatieblad van de Europese Unie*, Bureau voor publicaties van de Europese Unie, Luxembourg.

EL&I, 2011. *Toekomstig mestbeleid*. Den Haag, EL&I, brief 230297 (28 september 2011) aan de Tweede Kamer.

EL&I, 2012. *Mestverwerkingspercentages stelsel verantwoorde mestafzet*. Den Haag, EL&I, Brief 280876 (29 juni 2012) aan de tweede Kamer.

EL&I, 2012. *Memorie van toelichting op: wijziging van de meststoffenwet (invoering stelsel van verantwoorde mestafzet)*. Den Haag.

EZ-DR, 2013. *Export van dierlijke mest per jaar*. Assen, Dienstregelingen, ministerie van Economische zaken.

Groenendijk, P., L.V. Renaud, O.F. Schoumans, H.H. Luesink en T.J. de Koeijer, 2012. *MAMBO- en STONE-resultaten van rekenvarianten. Evaluatie Mestwetgeving 2012: deelrapport Ex-ante milieu*. Rapport 2317. Alterra Wageningen UR.

Hekkert, H. en M. Ossebaard, 2010. *De innovatiemoter, het versnellen van baanbrekende innovaties*. ISBN 9789023246121.

Hoop, J.G. de, C.H.G. Daatselaar, G.J. Doornewaard en N.C. Tomson, 2011. *Mineralenconcentraten uit mest, economische analyse en gebruikerservaringen uit de pilots mestverwerking in 2009 en 2010*. Rapport 2011-030. Den Haag: LEI.

Horne, P.L.M., van en H.H. Luesink, 2009. *Market for dry poultry manure, 2008-2019*. Interne notitie. Den Haag: LEI

Hubeek, F.B. en D.W. de Hoop, 2004. *Mineralenmanagement in beleid en praktijk. Een evaluatie van beleidsinstrumenten in de Meststoffenwet (EMW 2004)*. Rapport 3.04.09. Den Haag: LEI.

HVC, 26 mei 2011. *Van rioolwaterzuiveringsslib tot kunstmest: SNB, EcoPhos en HVC onderzoeken terugwinning grondstof fosfaat uit afval*. HVC Persbericht.

IVA, 2013. *Gevaar acuut fosfaattekort geweken door nieuwe vondsten*. Frankfurt am Main, Industrieverband Agrar (Duitse federatie van gewasbeschermingsmiddelen- en kunstmestfabrikanten). In: Weekblad de Boerderij van 21 mei 2013.

Koeijer, T.J., de, M.W. Hoogeveen en H.H. Luesink, 2011. *Synthese monitoring mestmarkt 2006-2010*. WOT Natuur & Milieu. Rapport 116. Wageningen.

Koeijer, T.J., de, A. van den Ham en H.H. Luesink, 2011. *Quick scan economische aspecten van het mestbeleid, evaluatie meststoffenwet 2012: deelrapport ex post*. Rapport 2011-068. Den Haag: LEI.

Koeijer, T.J., de, H.H. Luesink en A. van den Ham, 2012. *Ex-ante analyse wetsvoorstel van verantwoorde mestafzet*. Nota 12-085. Den Haag: LEI.

Land- en tuinbouwcijfers, 2012. Den Haag: CBS en LEI.

Linea Trovata, 2011. *Drooginstallaties*. Gent, Conferentie: een nieuwe markt voor mest.

LVN/VRM, 1991. *Besluit kwaliteit en gebruik van overige organische meststoffen (BOOM)*. Staatsblad 1991, nr. 613.

Luesink, H.H., P.W. Blokland en J.N. Bosma, 2011. *Monitoring mestmarkt 2010, achtergrondrapportage*. Rapport 2011-048. Den Haag: LEI.

Lyngso Foged, H., 2011. *Final Report to the European Commission, Directorate-General Environment, Manure Processing Activities in Europe - Project reference: ENV.B.1/ETU/2010/0007*. Agro Business Park in cooperation with GIRO Centre Tecnològic

Melse, R.W., F.E. de Buissonje, N. Verdoes en H.C. Willers, 2004. *Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest*. Rapport 1390938000. ASG, Lelystad.

Moerman, W., 2011. *Productie van struviet uit mest: procesvoering en afzetmogelijkheden*. Conferentie: een nieuwe markt voor mest. Gent.

Oesterholt, F.J.H.M., N. D'Haese en S. van der Beken, 2011. *Kringloopsluiting fosfaat in zuivelindustrie, verkennende studie*. Rapport 2011.041. KWR, Nieuwegein.

Peene, A, F. Velghe en I. Wierinck, 2011. *Evaluatie van de vergisters in Nederland*. Organic Waste Systems, Gent.

Richards, I.R. en D.J. Dawsen, 2008. 'Phosphorus imports, exports, fluxes and sinks in Europe.' In: *Proceedings 638, International Fertilizer Society*, York, UK: pp. 1-28

Rooyackers, B., 2012. *Economische en organisatorische aspecten van aanvoer van mest naar BBE park Cuijk*. MESTAC, Veldhoven. Persoonlijke mededeling.

Salomons, K., 2013. *Persoonlijke mededelingen over de afzet van droge pluimveemest naar Duitsland*. Salomons Agro bv. Dronten.

Schoumans, O.F., W.H. Rulkens, O. Oenema en P.A.I. Ehlert, 2010. *Phosphorus recovery from animal manure, technical opportunities and agro-economical perspectives*. Report 2158. Alterra, Wageningen

Schröder, J.J., D. Cordell, A.L. Smit en à Rosemarin, 2010. *Sustainable use of phosphorus*. EU tender ENV.B1/ETU/2009/0025.

Sijstermans, L., 2013. *Persoonlijke mededelingen: verbranding en afzet van zuiveringsslib en vliegas*. SNB, Moerdijk.

Uenk, J.H., 2012. *Financiële aspecten van afzet van mestkorrels in Europa*. Persoonlijke mededeling. DOFCO BV Ruurlo.

Velthof, G.L., 2011. *Synthese van het onderzoek in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten*. Rapport 2211. Alterra, Wageningen.

VROM, 1997. 'Besluit stortplaatsen en stortverboden afvalstoffen.'
In: *Staatsblad* 1998, nr. 665.

Wilt, J. de en O. Schuiling, 2011. 'Fosfaat in balans, urgentie en opties van onderzoek en beleid.' In: *Spij*, pp. 271-274.

Bijlage 1

Uitwerking economisch rendement en onzekerheden kleinschalig mest verwerken

De kosten van de installatie per ton verwerkt product (De Hoop et al., 2011):

- Vaste kosten € 14,70
- Variabele kosten € 5,05
- Kosten co-product snijmais € 18,96¹
- Kosten afzet permeaat € 0,44 (Gemiddelde 8 installaties De Hoop et al., 2011)
- Totaal € 39,15

Drogen en korrelen vindt niet plaats bij proces H uit Velthof et al. (2011). De benodigde energie wordt verkregen van de restwarmte die vrij komt bij de opwekking van elektriciteit uit biogas (m.b.v. een WKK).

Opbrengsten per ton verwerkt product

- Energie € 45,41 (De Hoop et al., 2011). Bij verse mest is de energieopbrengst 30% hoger wanneer mest een tijd opgeslagen is geweest (Boosten et al., 2011). In de huidige varkenshouderij is het praktisch niet uitvoerbaar om verse mest aan te voeren. De stalsystemen dienen daartoe anders te worden ingericht.
- Mineralenconcentraat € 0,0. Bij gewinning van de afnemers aan dit product zou de opbrengstprijs op kunnen lopen tot € 1 à 2 per ton verwerkt product (De Hoop et al., 2011). Deze opbrengsten kunnen alleen maar gerealiseerd worden wanneer de mineralenconcentraten als kunstmest afgezet mogen worden.
- Mestkorrels van varkensmest (los product, 2,5% stikstof, 3,5% fosfaat en 1% kali) heeft afhankelijk van de kwaliteit een verwachte opbrengst van tussen de € 25 en 50 per ton af fabriek (Uenk, 2011). De hoeveelheid dikke fractie is 16% van het begin product, bij drogen verdwijnt er nog eens ongeveer 70% in de vorm van waterdamp. De opbrengst omgerekend naar een ton beginproduct is dan maximaal € 4,00 en minimaal € 2,00.

¹ Dit komt neer op een prijs voor snijmais van € 44 per ton product. In 2011 lag de gemiddelde prijs van snijmais rond de € 60 per ton product.

Bij de kosten van tabel B1.1 is voor drogen en korrelen uitgegaan van exploitatiekosten van € 25 per ton (is € 4 per ton beginproduct) te drogen en te korrelen mest. Linea Trovata heeft een droogtechniek ontwikkeld waarbij de exploitatiekosten per ton ingaande mest € 14 per ton bedragen (Conferentie een nieuwe markt voor mest, 2011). Dergelijke exploitatiekosten zijn waarschijnlijk alleen haalbaar wanneer er restwarmte wordt benut. Volgens een onderzoek van Olfascan, is de geuremissie van de droogtechniek van Linea trovata te hoog en dient er extra geïnvesteerd te worden in systemen voor reductie van de geuremissie. Kan drogen en korrelen op deze kleine schaal? Dit is wel verwerkt in figuur B1.1. De totale kosten van dit proces zijn € 42,98 en de totale opbrengsten € 50,96. Wanneer gekeken wordt naar het huidige alternatief: drijfmest afvoeren en afzetten in de landbouw waarvan de kosten af boerderij momenteel € 17 à 18 per ton varkensdrijfmest voor bedragen in het zuidelijke veehouderij gebied (periode 2009-2010), is verwerken van varkensdrijfmest op bedrijfsniveau financieel erg aantrekkelijk. In Noord-Nederland zijn de afzetkosten af boerderij van rundveemestoverschotten € 0-5 per ton mest (periode 2009-2010).

Onzekerheden

1. (a) Wanneer mineralenconcentraten niet als kunstmest afgezet mogen worden dan zijn de afzetkosten van concentraat ongeveer € 10 per ton concentraat (Afzet varkensmest kost ongeveer € 15 per ton, en concentraat heeft voordelen ten opzichte van varkensmest). Dat komt neer op € 3,10 per ton beginproduct (31% is concentraat).
2. (b en e) Hogere kosten co-product snijmais. (b) Bij de snijmais prijs van rond de € 60 per ton van 2011 lopen de totale kosten op tot € 50,05 per ton ingaande mest. (e) Prijs van snijmais loopt op tot € 80 per ton
3. (c) Goedkoper worden van het alternatief: drijfmest afvoeren en afzetten in de landbouw, daardoor een hogere prijs voor het mineralenconcentraat.
4. (d) Van de energie opbrengst bestaat ongeveer twee derde uit subsidies (Peene et al., 2011). Er wordt van uit gegaan dat, de subsidie met een derde daalt
5. (f) halvering prijs voor de mestkorrels of (g) niet korrelen en pelleteren maar afzet dikke fractie.
6. (h) Lagere prijs voor het gebruik van afvalwarmte.

Wat de economische consequenties zijn van het opstapelen van onzekerheden wordt vermeld in tabel B1.1. Wanneer de opbrengstprijs af fabriek van mestkorrels daalt van € 50 naar 25, dan heeft dat tot gevolg dat het voordeel

ten opzichte van het alternatief € 2 per ton beginproduct lager wordt. Wordt er niet gedroogd en gekorrelt, maar het eindproduct dikke mest wordt gehygie-niseerd en als vaste mest in het oosten van Duitsland en het noorden van Frank-rijk afgezet dan is het voordeel ten opzichte van het alternatief € 3,90 per ton ingaande mest ongunstiger.

Tabel B1.1		Economische consequenties van opstapelen van mee- en tegenvallers in € per ton ingaande mest a)							
	h	basis	a	b	c	d	e	f	g
Vaste kosten	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7
Variabele kosten	3.29	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05	5.05
Snijmais	18.96	18.96	18.96	25.86	25.86	25.86	34.48	34.48	34.48
Drogen+korrelen	4	4	4	4	4	4	4	4	0
Afz. dikke fractie	0	0	0	0	0	0	0	0	2.4
Afz. permeaat	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
Totaal	41.22	42.98	42.98	49.88	49.88	49.88	58.5	58.5	56.9
Opbrengsten									
Energie	45.41	45.41	45.41	45.41	45.41	36.33	36.33	36.33	36.33
Concentraat	1.55	1.55	-3.1	-3.1	0	0	0	0	0
Korrelen	4	4	4	4	4	4	4	2	0
Totaal	50.96	50.96	46.31	46.31	49.41	40.33	40.33	38.33	36.33
Alternatief	-17.5	-17.5	-17.5	-17.5	0	0	0	0	0
Voordeel t.o.v. alternatief	27.24	25.48	20.83	13.93	-0.47	-9.55	-18.17	-20.17	-20.57
a) Voor beschrijving van de kolommen zie kopje onzekerheden.									

Bijlage 2

Uitwerking economisch rendement en onzekerheden grootschalig mest verwerken en verwerken organisch industrieel afval

Scheiden op bedrijfsniveau voor grootschalige mestverwerking

Zes van de acht bedrijven welke Velthof et al. (2011) rapporteert passen het proces toe van flotatie in combinatie met een zeefbandpers of vijzelpers. Flotatie kan de kwaliteit van mestkorrels negatief beïnvloeden. Door toevoeging van ijzer sulfide of ijzer chloride wordt het fosfaat gebonden en is daardoor niet meer voor de plant beschikbaar. Met dit effect is geen rekening gehouden. Bij het proces van mestscheiding op bedrijfsniveau wordt uitgegaan van de meest voorkomende techniek uit Velthof et al. (2011). De exploitatiekosten van een goede scheider zonder gebruik van toevoegingen bedragen ongeveer € 4 per ton ingaande mest (De Hoop et al., 2011, Melse et al., 2004 en Schröder et al., 2009). Bij dat scheidingsproces ontstaat er per ton ingaande mest gemiddeld 17% dikke en 83% dunne fractie (De Hoop et al., 2011). De verwachting is dat de dunne fractie tegen vrijwel dezelfde kosten kan worden afgezet als drijfmest. Omdat de agrariër niet met extra kosten wil blijven zitten ten opzichte van het alternatief: afzet van alle drijfmest in de Nederlandse landbouw, dienen de exploitatiekosten van mestscheiding opgebracht te worden door de afnemer van de dikke fractie. Dat komt op het volgende neer:

- Afzet varkensdrijfmest kost veehouder in het zuidelijk zandgebied nu € 17,50 per ton
- Exploitatiekosten scheiden € 4 per ton drijfmest = € 23,52 per ton dikke fractie
- Transportkosten dikke fractie van veehouder naar fabriek € 4,00 per ton (Rooyackers, 2012).

Voor de dikke fractie dient de verwerker dan € 10,02 te betalen (poorttarief), dat is € 5,11 per ton (51% is dikke mest) input voor de co-vergistingsinstallatie.

Covergisting voor grootschalige mestverwerking en industriële vergisting en verwerking

Basis klasse c installaties uit Peene et al. (2011).

De exploitatiekosten van co-vergistingsinstallaties met een capaciteit van meer dan 1.000 kWe (klasse c) uit Peene et al. (2011) berekend is 51,80 per ton ingaand product.

Dit zijn in hoofdzaak volledig geroerde vergisters (Industriële vergisting en verwerking), maar er zitten ook propstroomvergisters (grootschalige mestverwerking) tussen. Uit Peene et al. (2011) valt niet te halen wat de exploitatiekosten zijn van volledig geroerde en propstroomvergisters apart alleen een gemiddelde.

De gemiddelde exploitatiekosten bestaan uit de volgende onderdelen:

- Vaste kosten € 12,43
- Variabele kosten € 9,32
- Kosten substraat aankoop € 22,79¹
- Kosten afzet digestaat en van digestaat afgeleide producten € 7,26

Opbrengsten

- Energie/elektriciteit € 16,46
- Subsidie € 30,50
- Warmte en overig € 1,45

Bij 70% van de klasse c installaties uit Peene et al. (2011) wordt het digestaat nabehandeld middels persen, centrifugeren en/of drogen. Dus een deel van de exploitatiekosten van het drogen en korrelen van het digestaat zit al in de exploitatiekosten van het rapport van Peene et al. (2011). Er wordt van uitgegaan dat de helft van de exploitatiekosten van drogen en pelleteren van € 4 al zijn verrekend. Bij grootschalige mestverwerking is er van uitgegaan dat de benodigde energie voor drogen en korrelen van het digestaat om niet wordt geleverd.

Verschillen tussen volledig geroerde vergisters en propstroomvergisters:

¹ Bij de klasse c installaties is 51% van het aangevoerde substraat dierlijke mest (waarvan twee derde varkensmest) en 49% bestaat uit co-producten. Bij het afnemen van varkensdrijfmest wordt geld toegegeven en de andere dierlijke mestsoorten (vooral rundveemest) worden om niet geleverd. Bij een afboerderij prijs van varkensmest van € 15,00 (nationaal gemiddelde) en transportkosten van € 4,00 (Rooyackers, 2012), krijgt een vergister bij de afname van varkensdrijfmest € 11,00 per ton drijfmest toe. Dit houdt in dat de kosten van de aankoop van co-substraat gemiddeld € 26,55 per ton ingaand product kost en € 54,20 per ton co-substraat.

De input van propstroomvergisters heeft 25-30% ds (Bij gegevens tabel B2.2, uitgegaan van 30%) en die van volledig geroerde vergisters maximaal 15%. Propstroomvergisters zijn flexibeler in het hanteren van de diverse inputstromen dan volledig geroerde vergisters en bovendien robuuster. Het vergistingsproces is efficiënter waardoor de energieopbrengsten hoger zijn. In het rekenvoorbeeld is uitgegaan van 20% hogere energieopbrengsten. Het nadeel is dat ze wat hogere investeringskosten hebben ten opzichte van volledig geroerde vergisters. In het rekenvoorbeeld is er van uitgegaan dat de vaste kosten van propstroomvergisters daardoor € 2 per ton input hoger zijn.

Bovenstaande uitgangspunten leveren de resultaten op van tabel B2.2 (propstroomvergisters) en tabel B2.3 (volledig geroerde vergisters).

Tabel B2.2	Grootschalige mestverwerking propstroomcovergisting, voorscheiding bij landbouwbedrijf, economische consequenties bij opstapelen van mee en tegenvallers					
Kosten	Basis	(h) Afval warmte goedk.	(b) Prijs co-product 25% hoger	(i) Halvering mestaf-zetprijs naar € 7,50	(d) Lagere subsidie energie	(f) Lagere prijs mestkorrels
Vaste kosten	13.43	13.43	13.43	13.43	13.43	13.43
Variabele kosten	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32
Co-producten	26.55	26.55	33.19	33.19	33.19	33.19
Drogen korrelen	25	15	25	25	25	25
Dikke fractie	5.11	5.11	5.11	9.57	9.57	9.57
Totaal	78.41	68.41	85.05	89.51	89.51	89.51
Opbrengsten						
Energie incl. subsidie	56.35	56.35	56.35	56.35	46.96	46.96
Korrels van dikke fractie	16.65	16.65	16.65	16.65	16.65	8.33
Totaal	73	73	73	73	63.61	55.29
Voordeel t.o.v. alternatief	-5.41	4.59	-12.05	-16.51	-25.9	-34.22

Tabel B2.3		Grootschalige mestverwerking volledig geroeidig scheiden digestaat en drogen en korrelen dikke fractie. Economische consequenties bij opstapelen van onzekerheden.						
Kosten	Basis	(h) Afval warmte goedk.	(b) Prijs co-product 25% hoger	(i) Halvering mestafzetprijs naar € 7,50	(d) Lagere subsidie en-ergie	(f) Lagere prijs mest-korrels	(g) Afzet dikke fractie DL en Fr	
Vaste kosten	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43	
Variabele kosten	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	
Co-producten	26.55	26.55	33.19	33.19	33.19	33.19	33.19	
Scheiden, drogen en korrelen dikke fractie	6	4.40	6	6	6	6	2	
Afzet dunne fractie	14.7	14.7	14.7	7.35	7.35	7.35	7.35	
Afzet dikke fractie	0	0	0	0	0	0	2.5	
Totaal	67	65.40	73.64	66.29	66.29	66.29	64.79	
Opbrengsten								
Energie incl. subsidie	46.96	46.96	46.96	46.96	37.57	37.57	37.57	
Korrels van dikke fractie	4	4	4	4	4	2	0	
Stortingstarief drijfmest	13.5	13.5	13.5	4.75	4.75	4.75	4.75	
Totaal	64.46	64.46	64.46	55.71	46.32	44.32	42.32	
Voordeel t.o.v. alternatief	-2.54	-0.94	-9.18	-10.58	-19.97	-21.97	-22.47	

Tabel B2.4								Volledig geroerde industriële vergisting scheiden digestaat en drogen en korrelen dikke fractie				
Kosten	basis	(h) Lagere prijs afval-warmte	(b) Prijs vergisting-sproduct hoger	(i) Halvering mestafzetprijs naar € 7,50	(d) Lagere subsidie en-ergie	(f) Lagere prijs mestkorrels	(g) Afzet dikke fractie DL en Fr					
Vaste kosten	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43	11.43					
Variabele kosten	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32	8.32					
Prijs vergistingsproduct	0	0	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5					
Scheiden, drogen en korrelen dikke fractie	6	4.4	6	6	6	6	2					
Afzet dunne fractie	7.35	7.35	7.35	3.68	3.68	3.68	3.68					
Afzet dikke fractie	0	0	0	0	0	0	2.5					
Totaal	33.1	31.5	39.6	35.93	35.93	35.93	34.43					
Opbrengsten												
Energie incl. subsidie	28.18	28.18	28.18	28.18	22.54	22.54	22.54					
Korrels van dikke fractie	4	4	4	4	4	2	0					
Totaal	32.18	32.18	32.18	32.18	26.54	24.54	22.54					
Voordeel t.o.v. alternatief	-0.92	0.68	-7.42	-3.75	-9.39	-11.39	-11.89					

Bijlage 3

CO₂ levering aan de glastuinbouw

Zowel bij case 1, 2 en 3 komt koolzuurgas (CO₂) vrij. Wanneer er een grote hoeveelheid zuivere koolzuurgas bij deze processen uit gekoppeld kan worden, kan deze gebruikt worden in de glastuinbouw. Bij kleine hoeveelheden worden de investeringskosten niet meer terugverdiend. Bij case 1 gaat het echter om kleine hoeveelheden (<50 miljoen kg CO₂), waardoor die niet in aanmerking komt voor uitkoppeling naar de glastuinbouw. Voorwaarde voor uitkoppeling is dat er vlak bij de vergistingsinstallatie een glastuinbouwlocatie aanwezig dient te zijn waar die CO₂ benut kan worden. Uit 1 m³ ruw biogas wordt circa 0,6 kg CO₂ geproduceerd. Afhankelijk van de lokale infrastructuur is tot een afstand van ongeveer 12 km het aanleggen van een CO₂ leiding voordeliger dan wegtransport (www.groengas.nl).

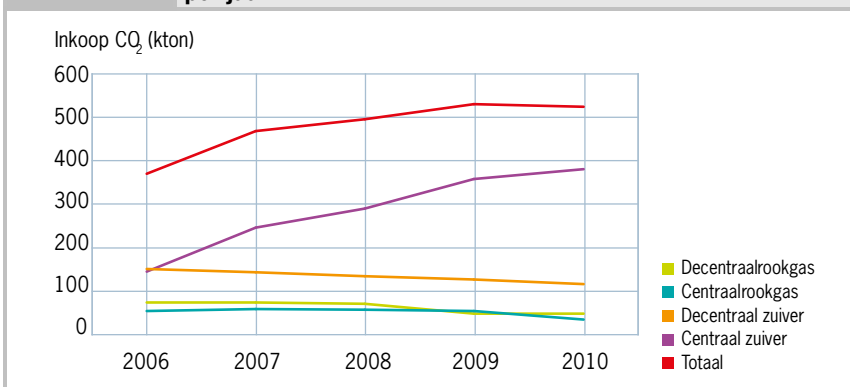
CO₂ gebruik in de glastuinbouw

Dosering van CO₂ als meststof voor de groei van gewassen wordt al decennia in kassen toegepast. Tot voor kort werden vooral de rookgassen uit de aardgas-ketels gebruikt. Na 2003 worden door de glastuinbouwbedrijven op grote schaal rookgassen uit eigen wk-installaties met rookgasreiniger gebruikt.

Glastuinbouwbedrijven gebruiken ook CO₂ van derden. Dit betreft de toepassing van CO₂ die vrijkomt als reststroom (bijvoorbeeld bij de productie van elektriciteit- en warmte, de productie van kunstmest, olieraffinage en andere industriële processen). Anderzijds betreft het CO₂ die beter benut kan worden; bijvoorbeeld door opslag van CO₂ overschotten op glastuinbouwbedrijven.

De afname van CO₂ van derden is de laatste jaren gegroeid naar meer dan 500 Mton (Bron: Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2010).

Figuur B3.1 Inkoop van externe CO₂ door de glas tuinbouw naar CO₂-bron per jaar



Vormen van externe CO₂

Er zijn twee vormen van CO₂ die de glastuinbouw van buiten betreft: zuivere en rookgas CO₂. Beide worden meestal geleverd via leidingnetwerken, zuivere CO₂ wordt echter ook per vrachtwagen geleverd.

De prijs van geleverde zuivere CO₂ varieert tussen de € 0,05 en € 0,12 per kg. Deze prijs is afhankelijk van: opwerking- en zuiveringskosten, distributie kosten en marktwerking. Levering per vrachtwagen heeft de hoogste distributie-kosten en hierdoor de hoogste prijs. De prijzen van rookgas CO₂ zijn lager (van 'om niet' tot € 0,04 per kg) en afhankelijk van zuiverings- en distributiekosten. (Bewerking van bron: Energiemonitor van de Nederlandse glastuinbouw 2010)

CO₂ levering aan de glastuinbouw biedt perspectieven

In de glastuinbouw wordt de ontwikkeling in toepassing van externe CO₂ beïnvloed door:

- Duurzamere invulling van de energievraag, door te zoeken naar alternatieve bronnen voor fossiele energie en;
- Selectiever CO₂ doseren voor een zo hoog mogelijke productie en zo laag mogelijke kosten.

Richting het jaar 2020 wordt een verdubbeling tot een verviervoudiging van de vraag verwacht (0,5-2,0 Mton meer dan de 0,5 Mton in 2012). (Bron: CO₂ voorziening glastuinbouw 2008-2020: Vooruitblik bij toepassing van 20% duurzame energie).

Locatie en schaalgrootte

Locatie en schaalgrootte zijn de meest belangrijke aspecten om structurele levering te realiseren. Het locatie aspect is tweeledig. Enerzijds dient het glastuinbouwgebied of -kern omvangrijk genoeg zijn om voldoende afname te kunnen realiseren. Anderzijds is een geconcentreerde afzet belangrijk om de distributiekosten te drukken.

Zowel absolute als relatieve schaalgrootte is belangrijk: Als er jaarrond veel van de ter beschikking gekomen CO₂ wordt verkocht is dit efficiënt.

Daarnaast is leveringszekerheid van belang. CO₂ is een essentiële factor voor de productie van gewassen in kassen. Leveringsonderbreking kan kostbare gevolgen hebben voor de (in stand houding van de) teelt.

Conclusie: CO₂ levering aan de glastuinbouw zou een economisch positieve bijdrage kunnen leveren aan grootschalige verwerking van organische afvalstromen. Alleen is het zo locatie specifiek dat het niet bij de cases is betrokken.

LEI Wageningen UR ontwikkelt voor overheden en bedrijfsleven economische kennis op het gebied van voedsel, landbouw en groene ruimte. Met onafhankelijk onderzoek biedt het zijn afnemers houvast voor maatschappelijk en strategisch verantwoorde beleidskeuzes.

LEI Wageningen UR vormt samen met het Departement Maatschappijwetenschappen van Wageningen University en het Wageningen UR, Centre for Development Innovation de Social Sciences Group.

Meer informatie: www.wageningenUR.nl/lei

