



Behoefte mestbewerkingsproducten in Nederland en Europa

Inventarisatie perspectievolle product-markt-combinaties

W. van Dijk, R. Postma, L.R. Gollenbeek, P. Mostert, J. Roefs & N. Verdoes



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH



Behoeftte mestbewaterkingsproducten in Nederland en Europa

Inventarisatie perspectiefvolle product-markt-combinaties

W. van Dijk¹, R. Postma², L.R. Gollenbeek¹, P. Mostert¹, J. Roefs³ & N. Verdoes¹

1 Wageningen University & Research

2 Nutriënten Management Instituut

3 Stichting Nederlands Centrum voor Mestverwaarding

Dit onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), Wageningen Plant Research, in het kader van de publiek private samenwerking (PPS) NL Next Level Mestverwaarden (AF-18136).

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

Wageningen, augustus 2020

Rapport WPR-1011

Van Dijk, W., R. Postma, L.R. Gollenbeek, P. Mostert, J. Roefs & N. Verdoes, 2020. *Behoeftes mestbewerkingsproducten in Nederland en Europa; Inventarisatie perspectievolle product-markt-combinaties*. Wageningen Research, Rapport WPR-1011. 62 blz.; 18 fig.; 13 tab.; 41 ref.

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/528800>

Trefwoorden: Mestbewerkingsproducten, product-markt-combinatie, nutriëntenbehoefte, organische stof

© 2020 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde, Postbus 16, 6700 AA Wageningen; T 0317 48 07 00; www.wur.nl/plant-research

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

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

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

Rapport WPR-1011

Foto omslag: Tomasz Darul, Shutterstock.com

Inhoud

	Voorwoord	7
	Samenvatting	9
1	Inleiding	13
	1.1 Achtergrond en aanleiding	13
	1.2 Doel en afbakening	13
	1.3 Leeswijzer	14
2	Aanpak	15
	2.1 Literatuurstudie	15
	2.2 Interviews	15
	2.3 Formuleren product-markt combinaties	16
3	Nutriënten en organische stof behoefte in Nederland	17
	3.1 Nutriëntengebruik en –beschikbaarheid in Nederland	17
	3.2 Gewas- en bodembehoefte nutriënten en organische stof Nederland	18
	3.2.1 Akkerbouw en melkveehouderij	18
	3.3 Kleinere sectoren en nieuwe bestemmingen	26
	3.3.1 Vollegrondstuinbouw	26
	3.3.2 Veenvervangers	26
	3.3.3 Glastuinbouw	26
	3.3.4 Kweek van biomassa op mestproducten	27
4	Gewas- en bodembehoefte nutriënten en organische stof buitenland	29
	4.1 Huidige meststoffengebruik per land	30
	4.2 Potenties afzet naar Duitsland, Frankrijk en Polen	31
	4.2.1 Afleiden van landbouwkundige behoefte	32
	4.2.2 Huidige gebruik organische meststoffen	40
	4.2.3 Potentie voor producten uit mestverwerking	42
	4.3 Europa overig	47
	4.4 Potenties afzet buiten Europa	48
5	Product-Markt Combinaties	49
	5.1 Mestproducten	49
	5.1.1 Bemestingsproducten	49
	5.1.2 Nieuwe producten	49
	5.2 Potentiële afzetmarkten bemestingsproducten	50
	5.2.1 Algemeen beeld	51
	5.2.2 Minerale producten	51
	5.2.3 Organische stoffhoudende producten	56
6	Slotopmerkingen	59
	Referenties	61



Voorwoord

De Nederlandse veehouderij produceert niet alleen hoogstaande producten zoals vlees en zuivel, maar ook de waardevolle grondstof mest. Dierlijke mest van goede kwaliteit is met name van groot belang voor het sluiten van kringlopen, in een klimaatvriendelijke, circulaire voedselproductie. Zes bedrijven in de agrarische sector (Agrifirm, Darling Ingredients International, ForFarmers, Royal Friesland Campina, Van Drie Group en De Heus) hebben, samen met Wageningen University & Research, het Nederlands Centrum Mestverwaarding (NCM) en het ministerie van LNV, de handschoen opgepakt om tot een transitie rond mest en bemesting te komen. Deze transitie is gericht op het verwaarden van mest tot marktrijpe organische en anorganische bemestingsproducten voor afzet in de land- en tuinbouw in Nederland en daarbuiten.

Het onderzoeksprogramma NL Next Level Mest Verwaarden is een Publiek Private Samenwerking, waarbij het ministerie van LNV en de 6 bedrijven financieren. Het bestaat uit 4 werkpakketten:

1. Kwaliteitseisen specificeren voor marktwaardige, emissiearme bemestingsproducten,
2. Technologieën opschalen waarmee die producten kunnen worden geproduceerd,
3. Op boerderijniveau maatregelen nemen om gewenste grondstoffen voor mestverwaarden te leveren,
4. Komen tot een duurzame, transparante en betrouwbare 'mestketen'.

Het onderzoek dat hier gerapporteerd wordt behoort tot werkpakket 1 en is uitgevoerd door Wageningen Plant Research, Wageningen Livestock Research, het NCM en het Nutriënten Management Instituut (NMI). De auteurs danken de financiers voor hun deskundige en waardevolle bijdrage in het onderzoek. Ook danken ze de personen die voor dit rapport zijn geconsulteerd.

Namens het onderzoeksteam,

Nico Verdoes, projectleider

Samenvatting

In 2019 is het onderzoeksprogramma NL Next Level Mestverwaarden opgestart dat tot doel heeft emissiearme bemestingsproducten uit dierlijke mest te ontwikkelen waarmee de noodzaak van aanvullend bemesten met kunstmest afneemt en die bijdragen aan een goede bodemkwaliteit. De vraag naar bemestingsproducten door gebruikers, veehouders en akkerbouwers, staat hierbij centraal. In de onderhavige deelstudie is gekeken naar de behoefte in zowel de Nederlandse als de Europese landbouw. Bij de laatste is vooral gekeken naar de perspectieven voor mestproducten in Duitsland, Frankrijk en Polen.

Bij de behoefte aan nutriënten is gefocust op stikstof (N), fosfaat (P) en kali (K). Voor organische stof is gekeken naar de behoefte aan effectieve organische stof (EOS), het deel van de aangevoerde organische stof dat een jaar na toediening nog aanwezig is in de bodem.

De NPK-behoefte is benaderd vanuit de volgende vertrekpunten:

- *De landbouwkundige behoefte minus de gebruikte NPK uit onbewerkte dierlijke mest die al in de huidige praktijk gebruikt wordt.* Aangenomen is dat het aanbod van nieuwe mestproducten het gebruik van gangbare dierlijke mest niet zal verdringen, maar vooral kunstmest zal vervangen.
- *Het huidige kunstmest NPK-gebruik.* Deze hoeveelheid NPK is in potentie te vervangen door mestproducten.

Nederland

In Nederland is vooral behoefte aan:

- (Geconcentreerd) product voor de N-bemesting bij grasland en als bijbemesting in de akkerbouw (met name wintertarwe).
- Organische stofproduct met relatief weinig P dat kan worden ingezet als basisbemesting of als aanvulling op een basisbemesting met (dunne fractie) van varkensdrijfmest. Afhankelijk van de situatie moet het product meer of minder werkzame N en K bevatten.

Het geconcentreerde minerale N-product kan het kunstmest-N-gebruik in Nederland verlagen. Wel is het dan nodig dat voor dit doel te maken mestproducten niet meer de status van dierlijke mest hebben en dus bovenop de N-gebruiksnorm voor dierlijke mest (170-250 kg N per ha) mogen worden toegediend. Ook bij volledig gebruik van alle in Nederland geproduceerde mest-N zal er nog steeds kunstmest nodig zijn. Het mest-N-overschot in Nederland, circa 80 mlj kg N, is aanzienlijk lager dan het kunstmest-N-gebruik, 235 mlj kg N (beide niveau 2017).

Het organische stofproduct heeft vooral een functie als bodemverbeteraar, namelijk aanvoer van organische stof. Een zo laag mogelijk P-gehalte is dan van belang, met name wanneer er ook al gangbare dierlijke mestsoorten worden gebruikt.

Europa

Nederland heeft op dit moment (niveau 2017) een mest-P overschot van circa 45 mlj kg P₂O₅ en circa 80 mlj kg N. Het mest-P-overschot van Nederland bedraagt circa 1,5% van het totale Europese kunstmest-P-gebruik en circa 10% van het kunstmest-P-gebruik van Duitsland en Frankrijk, de landen waar nu de meeste mest vanuit Nederland naar toe gaat. Het mest-N-overschot in Nederland bedraagt ruim 0,5% van het totale Europese kunstmest-N-gebruik. Er is dus voldoende ruimte om het te veel aan mest-N- en -P in Europa of de nabije omgeving van Nederland (Duitsland, Frankrijk) af te zetten.

Duitsland, Frankrijk en Polen

Het grootste deel van het akkerbouwareaal van deze landen bestaat uit graan. De teelt van knol- en wortelgewassen beperkt zich vaak tot specifieke regio's: het noordwesten van Duitsland en Frankrijk en het westen en zuidoosten van Polen. Vanuit bemestingsoogpunt komen de volgende mestproducten in beeld:

- Voor bemesting in granen (een enorm areaal) lijken er vooral mogelijkheden te zijn voor een (liefst geconcentreerd) N-houdend product, aangezien de N-behoefte hoog is en de P- en K-

behoefte laag. Afhankelijk van de P- en K-toestanden van de bodem kan het zijn dat ook voor granen op de lange termijn een NPK-houdende (organische) meststof gewenst is, waarbij de verhouding tussen de nutriënten min of meer overeen dient te komen met de onttrekking van het gewas (volgens bemestingsadviezen).

- Er is potentie voor een (N)PK-rijk mestproduct (al dan niet met organische stof) voor toepassing in de gewassen maïs, aardappelen, suikerbieten en koolzaad. Dit is vooral het geval in regio's die op enige afstand verwijderd zijn van regio's met een hoge veedichtheid.

Op basis van bovenstaande zijn de volgende mestproducten geïdentificeerd:

- Mineraal N-product (5% en 20%), zowel binnen- als buitenland
- Mineraal P-product (>20%), vooral buitenland
- Mineraal K-product (5%), vooral binnenland
- Organische stofproduct (korrel en compost) geblend met extra N en K, vooral buitenland
- P-arm organische stofproduct, binnenland

Product-marktcombinaties

Vervolgens is nagegaan wat de potentiële afzetmarkten zijn voor deze producten in zowel Nederland als Europa en hoe groot het afzetvolume (kg nutriënt, financieel) is in bepaalde regio's/sectoren (Tabel S1). Dit geeft een overzicht van product-markt-combinaties.

In Tabel S1 is voor elke combinatie van mestproduct en regio weergegeven hoe groot het potentieel volume is (kolom "potentieel volume", meestal gebaseerd op het kunstmestgebruik). Vervolgens is in de kolom "Financiële volume" voor de financiële omvang van de markt een bandbreedte aangegeven. Deze is afgeleid op basis van variatie in de verwachte acceptatiegraad en prijs van aanwezige nutriënten en organische stof. Voor het meest pessimistische scenario is uitgegaan van een lage acceptatiegraad, 75% van de kunstmestprijs voor de NPK en er is geen financiële waarde voor organische stof. Voor het meest optimistisch scenario is uitgegaan van een hogere acceptatiegraad, 100% van de kunstmestprijs en een prijs voor de organische stof in het product.

Onder acceptatiegraad wordt verstaan het percentage van de gebruiksruimte van een huidig product, meestal kunstmest, dat de gebruiker bereid is te vervangen door het mestbewerkingsproduct.

Voor de minerale producten is de financiële ruimte het grootst voor de minerale N-producten en het minerale P-product. Bij het minerale N-product is nog onderscheid gemaakt tussen een product met 5% en een product met 20% N. Het product met 5% N is volumineuzer en zal naar verwachting dichterbij worden afgezet in Nederland of in de westelijk deelstaten van Duitsland en Noord-Frankrijk; het heeft een relatief lage acceptatiegraad. Het product met 20% N is meer vergelijkbaar met gangbare vloeibare N-kunstmeststoffen en heeft een breder toepassingsbereik en hogere acceptatiegraad.

Het minerale P-product kan naar verwachting goed concurreren met gangbare kunstmestsoorten en heeft daardoor een groot toepassingsbereik en hoge acceptatiegraad.

Het K-product is een volumineuzer product en zal daardoor ook dichterbij de productielocatie moeten worden afgezet. Door het geringere afzetgebied, de lagere acceptatiegraad en lagere financiële waarde van K (t.o.v. N en P) is het financiële volume relatief laag.

Voor de organische stofproducten is naar verwachting de financiële ruimte het grootst voor de gedroogde korrel. Een compostproduct is volumineuzer en zal een lagere acceptatiegraad hebben. Hierdoor is de financiële afzetruimte beperkter dan voor de gedroogde korrels.

Het P-arme product is bedoeld voor de Nederlandse markt, met name de akker- en tuinbouw. De financiële afzetruimte is beperkt. Dit komt mede omdat in Nederland er al veel dierlijke mest wordt gebruikt waardoor er weinig P-ruimte is voor extra mestproducten.

Tabel S1 Product Markt Combinaties, potentieel volume en de geschatte financiële omvang van de markten gebaseerd op verschillende scenario's voor acceptatiegraad mestproducten en waarde mineralen (op basis van kunstmestprijs voor NPK) en EOS (bij 'Potentieel volume' is alleen de kolom (nutriënt) ingevuld op basis waarvan het volume is bepaald; bij veel producten komen meerdere nutriënten mee, deze zijn wel meegenomen bij de berekening van het financieel volume).

Product	Regio	Potentieel volume (mlj kg)			Acceptatiegraad (%)	Financieel volume (mlj euro)
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Mineraal-N, 5%	Nederland, mvh + akk ¹	195			12,5-50	18-94
	Duitsland, NS + NRW ²	397			12,5-50	36-191
	Noord-Frankrijk ³	620			12,5-50	56-298
Mineraal-N, 20%	Nederland, mvh + akk ¹	195			25-75	35-140
	Duitsland	1675			25-75	302-1206
	Frankrijk	2191			25-75	394-1578
	-	Europa-overig	7121			25-75
Mineraal-K, 5%	Nederland, akkerbouw			25	12,5-50	1-7
	Duitsland, NS + NRW ²			135	12,5-50	7-37
	Noord-Frankrijk ³			162	12,5-50	8-45
Mineraal-P, 22%	Duitsland		284		50-100	110-292
	Frankrijk		474		50-100	183-488
	Polen		341		50-100	132-351
		EU-totaal		2708		50-100
Organische stofproduct, korrel	Duitsland		284		25-75	178-882
	Frankrijk		474		25-75	297-1473
	Polen		341		25-75	214-1060
Organische stofproduct, compost	Duitsland, NS + NRW ²		43		12,5-50	13-92
	Noord-Frankrijk ³		117		12,5-50	37-252
Organische stofproduct, P-arm	Nederland		3		12,5-50	5-47

1 mvh = melkveehouderij, akk = akkerbouw.

2 NS = Nieder-Sachsen, NRW = Nordrhein-Westfalen.

3 Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardenne, Lorraine.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond en aanleiding

In Nederland wordt er meer stikstof (N) en fosfaat (P) in dierlijke mest geproduceerd dan er geplaatst kan worden op landbouwgrond op basis van de N- en P-gebruiksnormen. In de huidige mestwetgeving zijn bedrijven die een mestoverschot hebben verplicht om een gedeelte van dit overschot te verwerken en af te zetten buiten de Nederlandse landbouw. Dit betekent vooral export naar het buitenland. De huidige mestverwerking is vooral gericht op het zo goedkoop mogelijk exporteren van de niet in de Nederlandse landbouw plaatsbare mestoverschot en minder op de behoefte aan mestproducten in zowel binnen- als buitenland. Anderzijds wordt er, mede door de situatie met overschotten, door gebruikers weinig tot niet betaald voor de nutriënten en de organische stof in de mest of wordt zelfs geld toe gekregen bij acceptatie van de mest. Hierdoor brengt de afzet van dierlijke mest voor een aantal veehouders hoge kosten met zich mee. Daarnaast wordt er ook nog veel kunstmest (vooral N) toegepast op landbouwgrond om aan de behoefte van gewassen te voldoen, ondanks het overschot aan N en P uit dierlijke mest. In het visie document "Landbouw, natuur en voedsel, waardevol en verbonden" van landbouwminister Schouten in 2018 staat de ambitie om in 2030 de kringlopen op een zo laag mogelijk – nationaal of internationaal – schaalniveau gesloten te hebben, en dat mest zoveel mogelijk opnieuw wordt benut of verwerkt tot nieuwe producten. Om aan deze ambitie te voldoen zullen er nieuwe markten en producten ontwikkeld moeten worden en huidige opgewaardeerd.

Daarom is het onderzoeksprogramma NL Next Level Mestverwaarden opgestart. Het consortium wil emissiearme bemestingsproducten ontwikkelen waarmee de noodzaak van aanvullend bemesten met kunstmest afneemt en die bijdragen aan een goede bodemkwaliteit. In dit programma wordt gewerkt vanuit de vraag naar producten uit dierlijke mest. Het betreft een samenwerking tussen Agrifirm, Darling Ingredients International, De Heus Voeders, VanDrie Group, FrieslandCampina en ForFarmers, samen met Wageningen University & Research en het Nederlands Centrum Mestverwaarding (NCM) en het ministerie van LNV.

Het programma bestaat uit 4 werkpakketten (WP):

5. Kwaliteitseisen specificeren voor marktwaardige, emissiearme bemestingsproducten,
6. Technologieën opschalen waarmee die producten kunnen worden geproduceerd,
7. Op boerderijniveau maatregelen nemen om gewenste grondstoffen voor mestverwaarden te leveren,
8. Komen tot een duurzame, transparante en betrouwbare 'mestketen'.

In WP 1 is in 2019 de focus gelegd op de inventarisatie van emissiearme en waardevolle eindproducten. WP 1 wordt opgedeeld in 2 fasen:

- 1^e fase, 1^e half jaar: inventarisatie naar waardevolle eindproducten en omvang van de markten hiervoor (dit rapport),
- 2^e fase, 2^e half jaar: bepalen massabalansen van de processen die nodig zijn om de gewenste eindproducten te maken en raming van de hiermee gepaard gaande kosten (later te rapporteren).

1.2 Doel en afbakening

Doel

Dit rapport omvat de resultaten van fase 1. Hierin is een analyse uitgevoerd van de marktbehoefte in binnen- en buitenland (met name Europa), voor minerale en organische stofrijke mestproducten. Het doel is om voor beide productcategorieën een aantal basis (export)producten te produceren die

– afhankelijk van de exacte vraag – geblend of gewijzigd kan worden. Daarnaast zal er ook gekeken worden of er nieuwe markten gecreëerd kunnen worden.

Afbakening

In 2019 is vooral gekeken naar de behoefte aan bemestingsproducten in buitenteelten (grasland en bouwland). Nieuwe toepassingen van mestproducten, zoals grondstof voor veenvervangers, mineralenproducten voor de glastuinbouw en kweekmedium voor biomassa als insecten en wormen, worden wel kort genoemd, maar zijn in de verdere uitwerking nog niet meegenomen. Later in het project zullen deze opties mogelijk wel worden geadresseerd.

Bij de bemestende waarde van potentiële mestproducten ligt in deze eerste verkenning de focus op stikstof, fosfaat en kali. Later in het project zal er ook aandacht zijn voor andere voedingselementen.

1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de globale aanpak beschreven. In hoofdstuk 3 en 4 wordt de behoefte aan nutriënten en organische stof uitgewerkt voor, respectievelijk, Nederland en het buitenland (met focus op Europa). In hoofdstuk 5 worden een aantal perspectievolle product-markt-combinaties beschreven. Het rapport wordt afgesloten met een aantal slotopmerkingen.

2 Aanpak

Om de marktbehoefte in binnen- en buitenland te analyseren voor minerale en organische stof rijke mestproducten is een literatuurstudie uitgevoerd en zijn interviews gehouden met verschillende partijen. De markten in het buitenland zijn hierbij opgesplitst in drie schillen, waarbij (voorlopig) de focus zal zijn op de markten in de eerste twee van drie schillen:

1. Bestaande markten: Nederland, Duitsland, Frankrijk, Polen.
2. Markten op korte termijn mogelijk kansrijk: Scandinavië, andere Oostbloklanden en Baltische staten.
3. Markten waar nu op kleine schaal naar wordt geëxporteerd, maar logistiek of economisch nog niet op grote schaal haalbaar worden geacht: landen in Azië en Afrika.

2.1 Literatuurstudie

Voor schil 1 wordt eerst een overzicht gegeven van de behoeften van de akkerbouw en melkveehouderij in Nederland aan stikstof, fosfaat, kali en organische stof. Hierbij wordt er rekening gehouden met de regio en grondsoort. Vervolgens is voor de andere landen in schil 1 een uitgebreide literatuurstudie gedaan naar het huidige gebruik van nutriënten uit dierlijke mest en kunstmest in deze landen, aangevuld met de geteelde gewassen, voorkomende grondsoorten en bodemvruchtbaarheid, op basis waarvan de behoefte aan nutriënten en organische stof is vastgesteld. Hieruit is de mogelijke plaatsingsruimte voor producten uit dierlijke mest vanuit Nederland afgeleid. Hierbij wordt gekeken naar logistieke mogelijkheden en of er marktoegang is of gecreëerd kan worden.

Voor landen in schil 2 was de analyse met name gericht op het huidige gebruik van nutriënten uit dierlijke mest en kunstmest. Hiermee wordt een goede eerste indicatie verkregen van een mogelijke vervanging van kunstmest door producten uit dierlijke mest.

Voor de landen in schil 3 was de verkenning indicatief en meer kwalitatief.

2.2 Interviews

Versillende bedrijven (bij verwerkers, exporterende partijen, buitenlandse afnemers, tuinbouw kunstmestindustrie) en organisaties in Nederland zijn geïnterviewd (Tabel 1). Daarnaast zijn er meerdere bedrijven en organisaties in Frankrijk bezocht en geïnterviewd en is de Grain Expo beurs in Oekraïne bezocht. Het doel van de bezoeken was om te ontdekken waar nieuwe en bestaande markten liggen voor minerale en organische producten. Hiervoor werd geëxploiteerd welke mestsoorten, welke producten met welke samenstelling, verhouding en volume en in welke vorm de producten aangeleverd moeten worden voor het binnen- en buitenland. Er is - via ambassades - informatie opgevraagd over de situatie in Polen en Roemenië. Ook is gevraagd naar mogelijke knelpunten en of er later in het traject geparticipeerd wil worden. Elk interview is gehouden door twee auteurs van dit rapport, waarvan minimaal een onderzoeker van de WUR.

De resultaten en belangrijkste conclusies van de interviews zijn verwerkt in de literatuurstudie. Deze zijn in aparte kaders toegevoegd. Wanneer er door verschillende partijen over hetzelfde onderwerp conclusies zijn gegeven, dan staan deze in hetzelfde kader. Elke quote in hetzelfde kader is van een andere partij.

Tabel 1 *Bezochte bedrijven en organisaties voor interviews in Nederland.*

Bedrijf en/of organisatie	
Agrifirm Plant	Kunstmest vrije Achterhoek
Akkerbouwer	Maatschap Van Amstel
Crop Solutions	Melspring
De Heus	NMI
Delphy	OCI (N)
Dumipro	Van Drie
ForFarmers	Van Iperen
Hortinova	ZLTO
ICL	

2.3 Formuleren product-markt combinaties

Op basis van de literatuurstudie en de interviews zijn product-markt-combinaties (PMC's) geformuleerd. In een PMC is een mestproduct(categorie) gekoppeld aan afzetmarkten in binnen- en buitenland. De beoordeling van een PMC heeft op een meer kwalitatieve manier plaatsgevonden, waarbij de naast de omvang van de markt ook aspecten als o.a. de afstand tot Nederland en de technische toepasbaarheid van de producten zijn meegewogen. Hierbij is ook rekening gehouden met wat er uit gesprekken met bedrijven is gekomen. Per PMC is een motivering gegeven voor de waardering.

Bij de omvang van de markt is vooral gekeken naar de nutriënten- en organische stofbehoefte in relatie tot het aanbod vanuit NL. Bij de laatste is er globaal vanuit gegaan dat op dit moment er circa 45 mlj kg mest-P₂O₅ en circa 80 mlj kg mest-N niet in Nederland kan worden geplaatst (situatie 2017).

Bij de technische toepasbaarheid gaat het vooral om de mogelijkheden voor toediening op landbouwland. Het betreft hier de productvorm (o.a. vast of vloeibaar), de beschikbaarheid van bestaande apparatuur om de producten op het land toe te dienen en het volume dat moet worden toegediend.

De afstand is vooral van belang voor meer volumineuze producten met betrekking tot de transportkosten. Dit soort producten zullen dichterbij de productielocatie worden afgezet.

3 Nutriënten en organische stof behoefte in Nederland

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de nutriënten- en organische stofbehoefte van de landbouw in Nederland. Eerst is een overzicht gegeven van het nutriëntengebruik en –beschikbaarheid in organische mest, kunstmest en communaal afvalwater in Nederland. Daarna wordt de nutriënten en organische stofbehoefte van de verschillende sectoren van de Nederlandse landbouw besproken met nadruk op de akkerbouw en melkveehouderij, de sectoren met het grootste grondbeslag. Bij de nutriënten ligt de focus op de hoofdelementen N, P en K.

3.1 Nutriëntengebruik en –beschikbaarheid in Nederland

In Tabel 2 is de NPK-aanvoer op Nederlandse landbouwgronden weergegeven voor 2017. Tevens is de totale hoeveelheid NPK in geproduceerde dierlijke mest en de totale hoeveelheid NPK in de communale afvalwaterketen (RWZI's; influent, slib en effluent) weergegeven.

Voor N en P zijn de gegevens afkomstig uit het Compendium voor de Leefomgeving (www.clo.nl, 2019) en CBS (www.statline.nl, 2019). De hoeveelheden K worden in het kader van het milieubeleid niet geregistreerd. De getallen in Tabel 2 zijn daarom zo goed mogelijk ingeschat op basis van diverse bronnen (zie voetnoten Tabel 2).

Uit de cijfers blijkt dat bij P en K het grootste deel van de toevoer naar landbouwgrond bestaat uit dierlijke mest. Hoewel er via dierlijke mest voldoende P en K is om in de behoefte te voorzien, wordt er nog wel een relatief geringe hoeveelheid kunstmest gebruikt. Deels komt dit, omdat de NPK-verhouding in mest een maximale aanvoer uit mest enigszins beperkt. Daarnaast wordt in sommige sectoren (o.a. klei akkerbouw) nog enige kunstmest-P gebruikt, omdat dierlijke mestgebruik voor bepaalde fosfaatbehoefte gewassen (o.a. uien) lastig is in te passen in het voorjaar. Ook wordt, met name in de akker- en tuinbouw, een klein deel van de fosfaatruimte gebruikt voor de inzet van overige organische meststoffen zoals compost en schuimaarde.

Bij stikstof is er sprake van een forse aanvulling met kunstmest. Dit komt, omdat het gebruik van dierlijke mest wordt beperkt door de N-aanvoernorm voor dierlijke mest (170-250 kg N per ha) en de P-gebruiksnorm. De tabel laat zien dat ook bij eventueel hergebruik van N uit humaan afvalwater, er nog steeds sprake is van een substantieel tekort aan N. Overigens gaat er bij de zuivering van het humane afvalwater circa 65% van de N verloren via gasvormige verliezen.

De tabel laat ook zien dat het mest-N-overschot (circa 70 miljard kg N in 2017) veel lager is dan het kunstmest-N-gebruik in Nederland. Indien er via mestbewerking minerale N-producten uit dierlijke mest kunnen worden gemaakt en deze bovenop de aanvoernorm van dierlijke mest mogen worden toegediend (dit is nu niet toegestaan) resteert nog steeds een relatief groot kunstmest-N-gebruik.

Tabel 2 Hoeveelheid NPK in geproduceerde dierlijke mest, NPK-toevoer naar Nederlandse landbouwgrond en hoeveelheid NPK in humaan afvalwater in 2017.

	N (* 10 ⁶ kg)	P ₂ O ₅ (* 10 ⁶ kg)	K ₂ O (* 10 ⁶ kg)
Dierlijke mest productie	453	167	450 ¹
Plaatsingsruimte dierlijke mest NL	384	135	
Op NL landbouwgrond			
- Dierlijke mest	372	121	366 ²
- Kunstmest	238	11	26 (29) ³
- Overig (o.a. compost)	17	7	13 ⁴
RWZI's ⁶			
- Influent	93	30	30 ⁵
- Slib	19	25	1 ⁶
- Effluent	14	5	29 ⁷

1 berekend op basis van dierlijke mestproductie per diersoort (Van Bruggen, 2018) en het gemiddelde K-gehalte in mestsoorten (www.handboekbodembemesting.nl).

2 voor de fractie van de in dierlijke mest geproduceerde K₂O die in Nederland wordt toegediend is uitgegaan van dezelfde waarde als voor N.

3 www.agrimatie.nl, 2019 (waarde 2015, tussen haakjes gemiddelde 2011-2015).

4 gebaseerd op gemiddelde N/K en P/K-verhouding in GFT- en groencompost.

5 K₂O volume in influent gebaseerd op Kujawa-Roeleveld & Zeeman (2006), K₂O volume in slib gebaseerd op slibproductie (www.statline.nl, 2019) en geschatte K-gehalten in slib (meetwaarden volgens Regelink *et al.*, 2017).

6 N en P₂O₅ via www.statline.nl, 2019.

7 geen informatie over K-gehalte effluent bekend, vracht berekend als verschil tussen K-vracht in influent en slib.

3.2 Gewas- en bodembehoefte nutriënten en organische stof Nederland

3.2.1 Akkerbouw en melkveehouderij

Organische mest is een bron voor nutriënten en organische stof voor akkerbouw- en melkveebedrijven. Welke mestsoorten en/of producten van mestbewerking het meest geschikt zijn hangt af van de behoefte aan nutriënten en organische stof van een gewas, bouwplan of bodem. Om een eerste beeld te krijgen van de omvang van deze behoefte is voor een aantal bouwplannen voor de akkerbouw en melkveehouderij de NPK- en organische stofbehoefte in beeld gebracht.

Bouwplansituaties

Voor de akkerbouw is uitgegaan van de bouwplannen die in een eerdere studie zijn gebruikt naar de effecten van verruiming van de vruchtwisseling (Tabel 3; Van Dijk *et al.*, 2012). De variatie in aandeel graan loopt uiteen van circa 85% op de noordelijke zeeklei (Oldambt) tot 0% in het zuidoostelijk zandgebied (snijmaïs i.p.v. graan). M.u.v. bouwplan NZK1 is er van uitgegaan dat er na graan een groenbemester wordt gezaaid. Bij NZK1 is dat maar voor een klein deel mogelijk, omdat daar veel wintergraan op wintergraan wordt geteeld en het dan niet zinvol is daar tussenin nog een groenbemester te zaaien.

Voor de melkveehouderij is onderscheid gemaakt tussen bedrijven met alleen gras en een combinatie van 80% gras en 20% mais (Tabel 4). Bij de 80-20-variant op zand is onderscheid gemaakt tussen zuidelijk en overig zand vanwege het verschil in gebruiksnorm voor maïs.

Tabel 3 *Bouwplansamenstelling (% van areaal) voor representatieve bouwplannen voor de akkerbouw in Nederland (NZK = noordelijk zeeklei, CZK = centrale zeeklei, ZWK = zuidwestelijke zeeklei, NON = noordoostelijk zand/dalgebied, ZON = zuidoostelijk zandgebied).*

	NZK1	NZK2	CZK1	CZK2	ZWK	NON	ZON	Löss
	graan	poot aard	poot aard	cons aard	cons aard	zetm aard	cons aard	cons aard
Consumptieaardappel				25	20		25	25
Zetmeelaardappel						50		
Pootaardappel		33	33					
Suikerbieten	14	20	16,7	20	15	16,7	12,5	25
Snijmaïs							25	
Wintertarwe	63	39	16,7	30	40			23
Zomergerst						33,3		22
Wintergerst	14							
Graszaad					10			
Winterkoolzaad	9							
Zaaiuien		7	16,7	12,5	15			5
Plantuien								
Waspeen							12,5	
Winterpeen				6,25				
Witlofwortel				6,25				
Conservenerwt+stamslaboon							12,5	
Lelie							12,5	
Tulp			16,7					
Groenbemester ¹	14	39	16,7	30	40	33,3	25	45

1 Na graan of snijmaïs (verplicht vanggewas); bij NZK1 slechts beperkt mogelijk vanwege teelt van wintergraan weer op wintergraan.

Tabel 4 *Bouwplannen voor de melkveehouderij in Nederland.*

	Gras	Snijmaïs
MVH, klei, 100	100	
MVH, klei, 80+20, maïs continueelt	80	20
MVH, klei, 80+20, maïs in wisselbouw	80	20
MVH, zand-overig, 100	100	
MVH, zand-overig, 80+20, maïs continueelt	80	20
MVH, zand-overig, 80+20, maïs in wisselbouw	80	20
MVH, zand-zuid, 80+20, maïs continueelt	80	20
MVH, veen	100	

NPK/EOS-behoefte bouwplan

In Tabel 5 is de NPK-behoefte weergegeven. Voor stikstof en fosfaat is deze gebaseerd op de maximaal toegestane aanvoer volgens de gebruiksnormen. Voor fosfaat is uitgegaan van een **aanvoernorm** bij toestand neutraal. Voor kali is de behoefte gelijk gesteld aan de afvoer met geogst product, waarbij voor zandgrond rekening is gehouden met extra uitspoelingsverliezen (40 kg K₂O/ha/jaar). Voor de akkerbouw is tevens de EOS-behoefte weergegeven, berekend als het verschil tussen de jaarlijkse afbraak en de aanvoer met gewasresten. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een situatie met een jaarlijkse afbraak van 2000 en 3000 kg organische stof per ha.

Voor de nutriëntenafvoer is uitgegaan van de opbrengsten volgens KWIN 2015 en de gehalten in geogst product zoals weergegeven in handboek bodem en bemesting (www.handboekbodemenbemesting.nl, 2019).

Tabel 5 Behoeftte aan werkzame stikstof, fosfaat, kali en effectieve organische stof (EOS, behoefte bij jaarlijkse afbraak van 2000 en 3000 kg EOS per ha) voor verschillende bouwplannen in de akkerbouw en de melkveehouderij (uitgaande van beweiding) bij fosfaattoestand van de bodem neutraal.

	Nwz	Nwz basis	P ₂ O ₅	K ₂ O	EOS 2000	EOS 3000	Nwz/P	Nwz,b /P	K/P	EOS/P 2000	EOS/P 3000
Akkerbouw											
NZK, graan	222	90	60	117	327	1327	3,7	1.5	1,9	5,4	22,1
NZK, pootgoed	202	119	60	153	327	1327	3,4	2.0	2,5	5,4	22,1
CZK, NOP	178	85	60	159	878	1878	3,0	1.4	2,6	14,6	31,3
CZK, Flevo	218	124	60	191	586	1586	3,6	2.1	3,2	9,8	26,4
ZWK	237	118	60	154	318	1318	3,9	2.0	2,6	5,3	22,0
NON	183	140	60	209	577	1577	3,0	2.3	3,5	9,6	26,3
ZON	136	112	60	237	983	1983	2,3	1.9	3,9	16,4	33,1
Löss	165	122	60	168	287	1287	2,7	2.0	2,8	4,8	21,5
Melkveehouderij											
Klei, 100	345		90	381			3,8		4,2		
Klei, 80+20	308		84	351			3,7		4,2		
Zand, 100	250		90	389			2,8		4,3		
Zand overig, 80+20	228		84	364			2,7		4,3		
Zand zuid, 80+20	222		84	364			2,6		4,3		

Akkerbouw

Voor de akkerbouw varieert de behoefte aan werkzame N tussen 135 en 220 kg N per ha. Op de zand- en lössbouwplannen is de behoefte lager dan bij de kleibouwplannen. Dat is deels een gevolg van de lagere N-gebruiksnormen, met name bij bouwplan ZON. Bij een aanvoer van 60 kg P₂O₅ per ha loopt de optimale Nwz/P₂O₅-verhouding uiteen van 2,3 naar 3,7. De kalibehoeftte loopt uiteen van 115-235 kg K₂O per ha en de EOS-behoeftte van 300-1000 bij een jaarlijkse afbraak van 2000 kg organische stof en van 1300-2000 bij een afbraak van 3000 kg organische per ha.

Basisbemesting

In de huidige bedrijfsvoering is de N-bemesting meestal opgedeeld in een basisbemesting en 1-2 bijbemestingen. De basisbemesting probeert men zo veel mogelijk met organische, dierlijke mest te geven en voor de bijbemesting wordt meestal kunstmest gebruikt. Bij de basisbemesting wordt meestal een deel van de N-behoeftte gegeven en de volledige behoefte aan P en K. Deze gangbare praktijk is hierna als uitgangspunt voor de berekeningen gehanteerd. Het uitvoeren van de bijbemesting is met de huidige beschikbare mestproducten lastig, omdat ze relatief volumineus zijn (lage gehalten) hetgeen risico's met zich meebrengt van gewasschade. In Tabel 5 is daarom ook aangegeven hoeveel werkzame stikstof als basisbemesting wordt toegediend (Nwz,basis). Bij de basisbemesting is ook de tweede N-bemesting bij wintertarwe meegenomen, omdat deze ook vaak met gangbare dierlijke mestsoorten wordt ingevuld. Afhankelijk van het bouwplan bedraagt de basisbemesting 40-80% van de totale behoefte van werkzame N. In die basisbemesting zou idealiter alle P, K en EOS moeten zijn inbegrepen. Dit geldt met name voor P en EOS, omdat P goed moet worden ingewerkt voor een goede werking. Tijdige toediening van de organische stof is van belang voor een tijdige mineralisatie van organische stikstof. K kan eventueel ook nog deels worden toegediend met de bijbemesting.

In de huidige praktijk wordt als basisbemesting meestal gebruik gemaakt van rundveedrijfmest, dunne fractie van varkensdrijfmest of varkensdrijfmest. De dunne fractie van varkensdrijfmest vervangt steeds meer onbewerkte varkensdrijfmest, omdat veel varkensmest verplicht wordt verwerkt (door de hogere gehalten leent het zich ook meer voor verwerking dan rundveedrijfmest), waarbij vaak eerst eens scheiding plaatsvindt in een dikke en dunne fractie. De dikke fractie wordt geëxporteerd en de dunne fractie blijft dan achter in Nederland.

In Tabel 6 is weergegeven hoeveel nutriënten maximaal met de hierboven genoemde dierlijke mestsoorten kunnen worden aangevoerd binnen de gebruiksnormen. Bovenin staat de gemiddelde

behoefte van een akkerbouwbouwplan (voor N uitgegaan van de werkzame N nodig voor de basisbemesting). Hieruit komt het volgende naar voren:

- Met rundveedrijfmest wordt de basisbehoefte aan CNPK het beste gedekt. Dit geldt dan voor een fosfaatgebruiksnorm van 60 kg P₂O₅ per ha. Bij een lagere fosfaatgebruiksnorm is er bij de basisbemesting aanvullend behoefte aan N en in minder mate K.
- Bij de dunne fractie van varkensmest is er bij de basisbemesting behoefte aan extra kali en organische stof, met name in een situatie met een hoge EOS-behoefte. Bij de hogere P-gebruiksnormen wordt de P-ruimte niet benut doordat de N-gebruiksnorm voor dierlijke mest beperkend is.
- Bij gebruik van varkensmest als basisbemesting is er bij de basisbemesting nog behoefte aan extra N, K en EOS.
- Hoewel het EOS-gehalte van de dunne fractie lager is dan die van varkensdrijfmest, wordt per eenheid P wel wat meer EOS aangevoerd.

'Het verschil tussen zand en klei is, dat het op zand veel makkelijker is om bij meer gewassen mest toe te dienen. Hierdoor wordt bij onbewerkte varkensmest snel te veel P toegediend en zijn dunne fracties en rundveedrijfmest gunstiger. Veel producten passen goed als basisbemesting. Elke extra handeling verhoogt de prijs en akkerbouwers zullen dan al snel kijken naar goedkopere. Organische stofrijke P-arme producten kunnen vooral interessant zijn voor zandbedrijven. Voor kleibedrijven zijn dit soort producten niet geschikt, omdat ze met zware meststrooiers moeten worden toegediend in het voorjaar op geploegd land. Dat geeft te veel insporing. Dunne producten kunnen met een sleepslangenaanvoer systeem worden toegediend waardoor geen zware mesttank het land over hoeft.'

Het mixen van producten kan ook een optie zijn voor de basisbemesting. Van Dijk *et al.* (2019) lieten zien dat een mix van rundveedrijfmest en dunne fractie van varkensdrijfmest een betere nutriëntenvoorziening gaf dan een afzonderlijke bemesting met één van de twee producten. Postma *et al.* (2013) vonden vergelijkbare resultaten in een studie waarin voor een aantal bouwplannen in de akkerbouw werd nagegaan welke aanvullende mestproducten bovenop een basisbemesting met varkensdrijfmest het beste passen. Zowel met dunne fractie van varkensdrijfmest als mineralenconcentraat kon een aanzienlijk deel van de kunstmest-N en -K worden vervangen.

Tabel 6 Aanvoer van N (totaal en werkzaam), P₂O₅, K₂O en EOS (alle in kg per ha) bij rundveedrijfmest, varkensdrijfmest en dunne fractie van varkensdrijfmest bij drie aangenomen fosfaatgebruiksnormen (40, 50 en 60 kg P₂O₅ per ha; vetgedrukt) of maximale N-aanvoer met dierlijke mest (170 kg N per ha; vetgedrukt) i.r.t. bouwplanbehoefte in de akkerbouw (basisbemesting).

	Ntot kg/ha	Nwz, basis kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	EOS 2000 kg/ha	EOS 3000 kg/ha	Dosering ton/ha
Behoefte		114	60	173	551	1551	
		(90-140)		(115-235)	(325-985)	(1325-1985)	
Aanvoer							
RDM	160	96	60	216	1960	1960	40
RDM	133	80	50	180	1633	1633	33
RDM	107	64	40	144	1307	1307	27
<i>Benodigde aanvulling</i>							
		18					
		34					
		50		29		244	
VDM-Dun	170	135	44	138	440	440	29
VDM-Dun	170	135	44	138	440	400	29
VDM-Dun	155	123	40	125	400	400	27
<i>Benodigde aanvulling</i>							
			16	35	111	1111	
			6	35	111	1111	
				48	151	1151	
VDM	108	82	60	72	400	400	15
VDM	90	68	50	60	333	333	13
VDM	72	54	40	48	267	267	10
<i>Benodigde aanvulling</i>							
		32	0	101	151	1151	
		46	0	113	218	1218	
		60	0	125	284	1284	

Bijbemesting

Terwijl de basisbemesting goed met wat meer volumineuze (bewerkte) mestproducten kan worden ingevuld, is dat bij de bijbemesting een stuk lastiger. In de huidige praktijk wordt meestal gebruik gemaakt van geconcentreerde kunstmeststoffen die met relatief lichte apparatuur worden toegediend. Dit zijn meestal vaste meststoffen, maar soms ook vloeibare, zoals urean. In het laatste geval moet wel de logistiek van het bedrijf daarop zijn aangepast, maar de producten worden vaak met de veldspuit toegediend.

'Het moet via de veldspuit toe te dienen zijn, dus geconcentreerd genoeg, en dat het de filters niet verstopt door organisch materiaal.'

'Het is belangrijk om mee te nemen welke machines voor welke producten gebruikt kunnen worden'. Precisielandbouw kan de toekomst zijn. Hiermee bespaar je ook P en N, maar de bottleneck is nu nog steeds (dat was het 10 jaar geleden ook al) de toepassing op de akker. Dit kan het beste met vloeibare meststoffen, ook al is de hele markt nu ingericht op korreltjes (dit geeft aan dat dit ook niet zo snel ingeburgerd zal raken).

Verder kan bij een bijbemesting een snelle stikstofwerking van belang zijn. Om deze kunstmest te vervangen door mestproducten zullen hoge eisen worden gesteld aan de toepasbaarheid (hierbij is vooral gehalte van belang) van het product. Daar komt bij gebruik van mestproducten nog bij dat er sprake is van een wettelijke inwerkverplichting, wat bij een bijbemesting vaak niet mogelijk is.

'Het N-gehalte moet minimaal 3% zijn (EU stelt mogelijk nog hogere concentratie voor). Mineralenconcentraten zijn niet 'next level', omdat de gehalten te laag zijn, waardoor transport over grotere afstand te duur is. Gestripte ammoniak-producten hebben wel hogere N-gehalten, maar omdat bij de productie meestal zwavelzuur wordt gebruikt wordt de zwavelaanvoer te hoog op rundveebedrijven.'

'Een wens is het gebruik van mineralen concentraten of spuiwater. De concentraties aan N in de huidige producten zijn nog te laag om te voldoen aan hun wens (max 400 liter per hectare aanwenden).

'Hoog geconcentreerd product (20/25%), constante kwaliteit (zuiver, homogeen) en vloeibaar doseren. Er zit overigens een spanningsveld tussen concentraties (gemak, goedkoper, beter te hanteren) en het bodemleven (wat doen die concentraties met dat bodemleven?).'

Mineralen concentraten zijn meer dan alleen N en K. Hier kunnen ook nuttige sporenelementen inzitten. Mineralen concentraten zijn nog niet geconcentreerd genoeg. En de verhoudingen NK zijn niet goed.'

Qua samenstelling betreft dit vooral N-houdende producten die bij voorkeur geen P en soms K bevatten. Deze producten zullen bovenop de basisbemesting worden toegediend. Dat betekent dat in veel gevallen de norm van maximaal 170 kg N per ha uit dierlijke mest wordt overschreden als deze producten worden aangemerkt als dierlijke mest. Naast de samenstellingseisen zal het dan ook van belang zijn dat ze de status hebben van kunstmest, dus te gebruiken boven de norm van 170 kg N per ha. In dat geval vervalt ook de inwerkplicht.

'P en N zoveel mogelijk scheiden. Een fabriek ontwikkelen die multifunctioneel is, dus meerdere producten kan ontwikkelen. Marge bij kunstmest is laag, dus kan een nieuw product economisch uit? Belangrijke punten hierbij: is het droog genoeg (opslag, droogkosten e.d.), is het schoon en constant van kwaliteit, en wat voor andere bewerkingen zijn nodig. Uiteindelijk gaat het om geld. Dus verkoop zelfde bedrag of boer moet aan einde hoger bedrag krijgen voor zijn product als deze 'circulaire' producten gebruik. Bij nieuw product om af te zetten, is massa belangrijk. Als er 1000-1500 ton eindproduct is dan wordt het interessant.'

'Voor akkerbouwgewassen is het wellicht belangrijk dat nutriënten zo veel mogelijk gescheiden zijn, vanwege verschillen in gewassen, tussen percelen en ook moment in het groeiseizoen dat het nodig is.'

'Wat betreft producten uit mest moet het vooral gaan om stikstof. Het kunstmest-N-gebruik in Nederland is fors, dus ga na wat mogelijk is om kunstmest-N-achtige producten uit mest te halen. Toepassing zowel op grasland als in akkerbouw.'

Wanneer kunstmestachtige N-producten uit mest worden gemaakt, dienen deze gelijkwaardig te zijn aan bestaande (vloeibare) kunstmest-producten.

'Financiën belangrijk aspect bij nieuwe producten.'

'Boer maakt keuzes met zijn portemonnee, product moet dus concurrerend zijn.'

'Als een akkerbouwer in de huidige markt de keuze heeft, zal hij in meer dan 90% van de gevallen voorkeur geven aan onbewerkte mest, aangezien dat geld opbrengt.'

Gewassen

In de voorgaande paragrafen is gekeken naar de bouwplanbehoefte. Bij de bemesting speelt ook de behoefte van de afzonderlijke gewassen een rol. In Tabel 7 is de NPK-behoefte van een drietal grote akkerbouwgewassen weergegeven. De fosfaat- en kaliebehoefte hangt sterk af van de bodemvruchtbaarheid. Bij fosfaat is uitgegaan van een gemiddelde fosfaattoestand voor zand en klei zoals ook gebruikt in Postma et al. (2013). Voor kali is uitgegaan van een toestand op streefwaarde. Omdat voor fosfaat en kali ook moet worden voldaan aan het bodemadvies, namelijk compensatie van de afvoer met geogst product, is deze ook weergegeven.

Tabel 7 NPK-behoefte (kg/ha) consumptieaardappelen, wintertarwe en suikerbieten.

	N	P ₂ O ₅		K ₂ O		
		Pw 35	Pw 55	Afvoer	streefw	Afvoer
Consumptieaardappel						
Klei	150	85		55	230	280
Zand	150		0	55	200	280
Wintertarwe						
Klei	90	0	0	70	0	110
Zand	90	0	0	60	55	100
Suikerbieten						
Klei	100	55		70	80	210
Zand	100		0	65	200	185

Naast de nutriëntenbehoefte speelt ook de toepasbaarheid een rol, met name bij gebruik van mestproducten in wintertarwe. In dit gewas wordt op dit moment vaak dunne mest gebruikt (drijfmest of dunne fractie) die met de zodenbemester of sleufkouter wordt toegediend. Dit beperkt de dosering tot 25-30 m³ per ha om te voldoen aan de regels (mest moet in sleufjes in de grond en mag niet vervloeien). Dit betekent dat een mestproduct een voldoende hoog stikstofgehalte moet hebben om de tweede bemesting (80-90 kg werkzame N per ha) volledig te kunnen geven via mest. Bij een gift van 15, 20, 25 en 30 m³ per ha moet het mestproduct dan 3, 3,6 en 4,5 kg werkzame N per ton bevatten. Lagere doseringen (in m³ per ha) zijn gunstiger, omdat dan eenvoudiger kan worden voldaan aan de wettelijk eisen aan de toediening.

Bij toepassing voorafgaand aan poten/zaaien zijn de eisen aan dosering wat minder bepalend, echter ook dan is een beperking van de gift tot maximaal 40-50 ton per ha wel gewenst voor een nette toediening. Bij aardappelen wordt soms ook na het poten mest toegediend, ook dan is een beperkte dosering belangrijk en zijn dus voldoende hoge gehalten belangrijk.

Melkveehouderij

In Tabel 5 is tevens de NPK-behoefte van een aantal melkveehouderijbouwplannen weergegeven. De Nwz/P-verhouding is redelijk vergelijkbaar met die van de bouwplannen in de akkerbouw. De K/P-verhouding is in de melkveehouderij hoger, doordat er met de gewassen t.o.v. P relatief veel K wordt afgevoerd. De situatie zal meestal zo zijn dat met de aanwezige rundveemest wordt voorzien in de PK-behoefte. Aanvullend is dan nog een product nodig met N dat bij voorkeur geen of weinig K bevat om overdosering met K te voorkomen vanwege de risico's van diergezondheid (Luesink *et al.*, 2016).

Gezien het grote areaal gras en de relatief hoge aanvullende kunstmestbehoefte (70-230 kg N per ha) betreft dit een behoorlijke NL markt.

Samengevat

Akkerbouw

De volgende producten zouden in beeld kunnen komen:

- Product waarmee de volledige NPK- en EOS-behoefte voor de basisbemesting wordt gedekt.
- Product als aanvulling op een basisbemesting met varkensdrijfmest of dunne fractie van varkensdrijfmest. In aanvulling op varkensdrijfmest zou het product meer K moeten bevatten dan als aanvulling op dunne fractie van varkensdrijfmest.
- (Geconcentreerd) product voor de N-bemesting bij wintertarwe (injectie in sleufjes).
- Geconcentreerd mineraal N-product voor N-bijbemesting in akkerbouwgewassen.

Bij de basisbemesting is er een bepaalde NPK- en organische stofbehoefte die je idealiter met één product zou willen geven. Er is dan een product nodig waarmee zo'n 100-120 kg werkzame N per ha, 40-60 kg P₂O₅ per ha en circa 200-250 kg K₂O per ha wordt toegediend.

Zoals eerder aangegeven wordt met rundveedrijfmest grotendeels voldaan aan de NPK- en EOS-behoefte van de basisbemesting. Wel is rundveedrijfmest door de lagere gehalten redelijk volumineus. Dit kan op kleigrond bij toediening in het voorjaar mogelijk beperkingen opleveren.

Een ander uitgangspunt is de situatie dat er aan de basis al een gangbaar product wordt gebruikt (zie Tabel 6). Als er rundveedrijfmest wordt gebruikt is er slechts een aanvulling met circa 20-50 kg N/ha nodig. Bij dunne fractie van varkensdrijfmest is er extra organische stof nodig en nog wat kali. Hiervoor zou een mineraalarm organische stofproduct in beeld kunnen komen.

Bij wintertarwe is er vooral behoefte aan stikstof. Mestachtige producten worden nu vooral ingezet bij de tweede N-bemesting in april. Een voldoende hoog gehalte aan werkzame N is dan belangrijk om de dosering beperkt te houden, wat van belang is voor een effectieve, emissiearme toediening. Verder is het van belang dat de N snel beschikbaar is, vanwege de korte N-opnameperiode. Bij toediening bij de eerste N-bemesting is een geconcentreerder product nodig vergelijkbaar met gangbare vloeibare meststoffen die met lichte apparatuur (bijvoorbeeld veldspuit) kan worden toegediend.

Producten voor de N-bijbemesting moeten hoog geconcentreerd zijn en met lichte apparatuur (kunstmeststrooier, veldspuit) zijn toe te passen. Als men de gift wil beperken tot 1000 kg per ha, dan moet er, uitgaande van bijmestgiften van rond 50 kg N per ha, minimaal 5% N inzitten.

Melkveehouderij

Zoals eerder aangegeven zou voor de melkveehouderij in aanvulling op rundveedrijfmest vooral een product nodig zijn met stikstof dat bovenop de norm voor dierlijke mest mag worden toegediend. Er moet bij voorkeur weinig tot geen kali inzitten.

- Mestachtig product (bijvoorbeeld mineralenconcentraat, maar dan met weinig K).
- Geconcentreerd N-houdend product (minimaal 5-10% N).

Punt van aandacht is wel dat de N aanvullend op of in combinatie met dierlijke mest wordt toegediend. Een volumineus product past dan mogelijk minder goed, omdat er dan aanvullend op de mest veel volume moet worden toegediend, wat waarschijnlijk ook in de bodem moet worden ingebracht om ammoniakvervluchtiging tegen te gaan.

'Een stikstofgehalte van 6-7 kg N per ton concentraat is optimaal i.v.m. aanwending op grasland van een mengsel met rundveedrijfmest via sleepslangen (18 meter werkbreedte) om bodemverdichting te beperken. Hogere N-gehalten zijn moeilijk te verdelen en beschadigen het wortelstelsel. Hogere K gehalten zijn niet gewenst i.v.m. kopziekte bij rundvee.'

'Min concentraat is de verhouding niet goed, tijd dat het beschikbaar is, laag N en K, moet 2x zo geconcentreerd.'

Concluderend

Een geconcentreerd N-houdend product (>5% N; zonder P en/of K) biedt de beste mogelijkheden om te worden toegediend in aanvulling op RDM in zowel de melkveehouderij (grasland) als de akkerbouw. Dit product dient de wettelijke status van kunstmest te hebben en niet van dierlijke mest, om giften van >170 kg N-totaal (akkerbouw) of 230-250 kg N-totaal (derogatiebedrijven melkveehouderij) mogelijk te maken.

Voor de bemesting van wintertarwe is een product met minimaal 0,3% N gewenst, waarbij het grootste deel (80-100%) werkzaam is. Dit product mag ook K (en P) bevatten. De toediening van volumineuze producten (waarbij een gift van 10-30 ton/ha gewenst is) zonder dat daarbij ammoniakvervluchtiging en/of bodemverdichting optreedt is een belangrijk aandachtspunt.

In situaties waarbij de dunne fractie van varkensdrijfmest als basismeststof in de akkerbouw wordt gebruikt, is er extra organische stof nodig en nog wat kali. Hiervoor zou een mineraalarm organische stofproduct in beeld kunnen komen. Het is de vraag of het winnen van zo'n product uit mest perspectief heeft en of het voldoende economische waarde heeft. Het zal moeten concurreren met groen- en gft-compost.

3.3 Kleinere sectoren en nieuwe bestemmingen

3.3.1 Vollegrondstuinbouw

In de vollegrondstuinbouw (boomkwekerij, bloembollen en fruit) is ook behoefte aan een product rijk aan organische stof en arm aan P. Anders dan in de akkerbouw is daar de bereidheid daarvoor te betalen groter, mits het product een goede en constante kwaliteit heeft. Met name op duinzandgronden (o.a. bloembollenteelt) is de jaarlijkse organische stofbehoefte groot. In de huidige bedrijfsvoering wordt gebruikt gemaakt van stalmest en hoogwaardige compost. Doordat bij compost maar de helft van de P hoeft te worden ingerekend lukt het om in combinatie met gecomposteerde gewasresten een hoge aanvoer te realiseren. In recent onderzoek is geëxperimenteerd met champost waaruit een deel van de P is verwijderd (Van der Maas *et al.*, 2018).

Daarnaast geldt evenals voor de akkerbouw en melkveehouderij dat geconcentreerde N-houdende

'Dikke fractie na mestscheiding is een prima product in de fruitteelt.'

producten interessant kunnen zijn om bestaande kunstmest-N te vervangen. Ook hier is de toepasbaarheid van belang, omdat bij veel gewassen wordt bijbemest waarbij volumineuze producten niet passen.

3.3.2 Veenvervangers

De vaste fractie zou ook als ingrediënt in potgrond/substraat kunnen worden gebruikt ter vervanging van veen. Dit wordt op dit moment niet gedaan doordat product te weinig stabiel is (er mag geen afbraak plaatsvinden in de teeltperiode), vaak te zout en vanwege de risico's van overdraagbaarheid van humane pathogenen (pers. mededeling Wim Voogt). Als de druk op veenvervanging toeneemt kan mest mogelijk nog wel in beeld komen.

3.3.3 Glastuinbouw

Vloeibare minerale fracties zouden ook kunnen worden gebruikt in de glastuinbouw. In de glastuinbouw vindt de plantenvoeding plaats via goed oplosbare kunstmeststoffen. Hierdoor kunnen de benodigde nutriënten uitgebalanceerd in de tijd worden aangeboden. Vervanging van deze kunstmeststoffen door mestproducten is niet eenvoudig. De producten moeten in de eerste plaats schoon zijn om verstoppingen te voorkomen. Daarnaast wijzen eerdere ervaringen uit dat producten uit mest vaak te zout zijn en dat de NH_4/NO_3 -verhouding ongunstig is. Bovenal is de sector zeer bevreesd voor insleep van ziektes, en daardoor staat organische mest in de perceptie op duidelijke achterstand t.o.v. kunstmest.

Anderzijds zal door de wens naar kringlooplandbouw en circulaire voedselsystemen ook de glastuinbouw moeten nagaan in hoeverre circulaire meststoffen kunnen worden ingepast in de bedrijfsvoering. In 2009 is in het project Glasvarken nagedacht over de mogelijkheden van het combineren van varkenshouderij met glastuinbouw (Verkerke *et al.*, 2009). Wat betreft nutriënten uit varkensmest zijn er technische mogelijkheden, maar de bewerking zal zodanig moeten zijn dat de bovengenoemde problemen worden verholpen.

'Bovenal is men in de glastuinbouw zeer beducht voor allerlei ongeregelde heden die in de kas gebracht zouden kunnen worden. Op een omzet van meer dan €50/m² (dus €500.000 per hectare) wil men echt geen problemen met ziektes of zo meebrengen via de meststoffen. Organische meststoffen zijn per definitie verdacht, en staan dus met 4-0 achter ten opzichte van kunstmest. Vraag is ook wat je aan meerwaarde daar tegenover kan stellen.'

3.3.4 Kweek van biomassa op mestproducten

Dierlijke mestproducten worden nu hoofdzakelijk gebruikt in de bemesting bij open teelten. Een alternatief is om mestproducten te gebruiken voor de kweek van alternatieve biomassa. In de PPS "Kleinschalige Bioraffinage" is gekeken naar de kweek van aquatische biomassa (microalgen, eendenkroos, waterhyacint) op dunne fractie van digestaat. Met name met eendenkroos en waterhyacint zijn in kleinschalige proefopstellingen goede resultaten gevonden met drogestofproducties van 15-30 ton per ha per jaar (Elissen *et al.*, 2016). De kweek van microalgen op dunne fractie was minder succesvol. Dit is vooral een gevolg van de donkere kleur van het groeimedium, waardoor de lichtbenutting afneemt. Op dit moment loopt de PPS "Biobased opwaarderen van mest en digestaat". Hierin wordt vooral gekeken naar de kweek van insecten, compostwormen en paddenstoelen op de vaste fractie van mest- en digestaat. Resultaten van buitenlands onderzoek geven aan dat er potentie is van de kweek van de genoemde organismen op mest (Stoknes *et al.*, 2016; Hanc & Vasak, 2016; Cickova *et al.*, 2016).

De gekweekte biomassa kan worden gebruikt voor feed doeleinden (vissen en landbouwhuisdieren). Bij gebruik van mest als voeding is een goede borging van de veiligheid van de geproduceerde biomassa wel van belang. Op dit moment is het niet toegestaan op mest gekweekte biomassa in veevoer te verwerken.

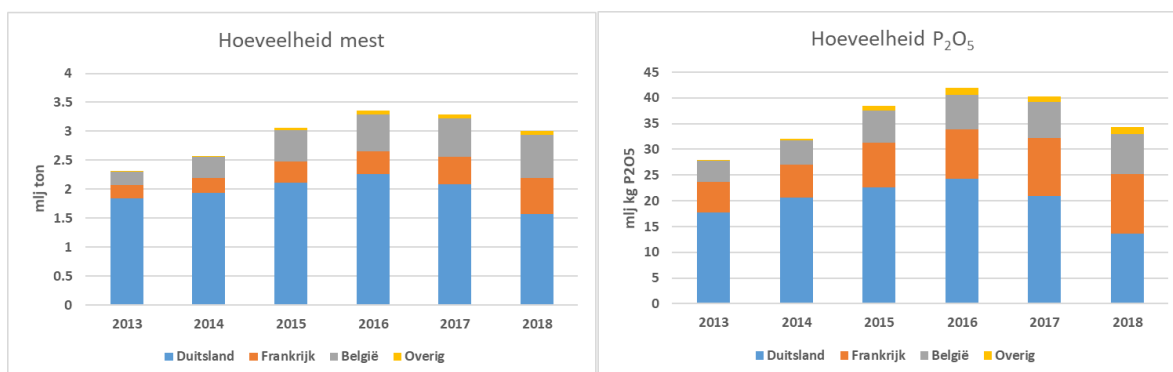
Het voordeel van deze teelten is dat ze geen aanspraak maken op landbouwgrond en het biedt een extra verwerkingsmogelijkheid bovenop de export naar het buitenland.

4 Gewas- en bodembehoefte nutriënten en organische stof buitenland

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de mogelijkheden van inzet van mestproducten in het buitenland. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen:

- Potenties afzet naar Duitsland, Frankrijk en Polen.
- Potenties afzet naar Scandinavië, Baltische staten, Oekraïne, Roemenië.
- Potenties afzet buiten Europa.

De eerste categorie betreft landen waar op dit moment de meeste geëxporteerde mest naar toe gaat (zie Figuur 1). De tweede categorie betreft landen binnen Europa op wat grotere afstand. Bij de derde categorie gaat het om export over ver (o.a. Azië).



Figuur 1 Bestemming hoeveelheid geëxporteerde mest in de periode 2013-2018 (Bron: RVO, 2019).

Uit figuur 1 blijkt dat Duitsland de grootste bestemming is van mest uit Nederland, maar dat de omvang van de export naar Duitsland vanaf 2016 is afgenomen. Als de mestexport wordt uitgedrukt in hoeveelheid fosfaat (P₂O₅), dan lag de export naar Duitsland in 2018 op een vergelijkbaar niveau als die naar Frankrijk. De belangrijkste reden voor de afname van de mestexport naar Duitsland is waarschijnlijk de strenger wordende wet- en regelgeving voor de toediening van mest.

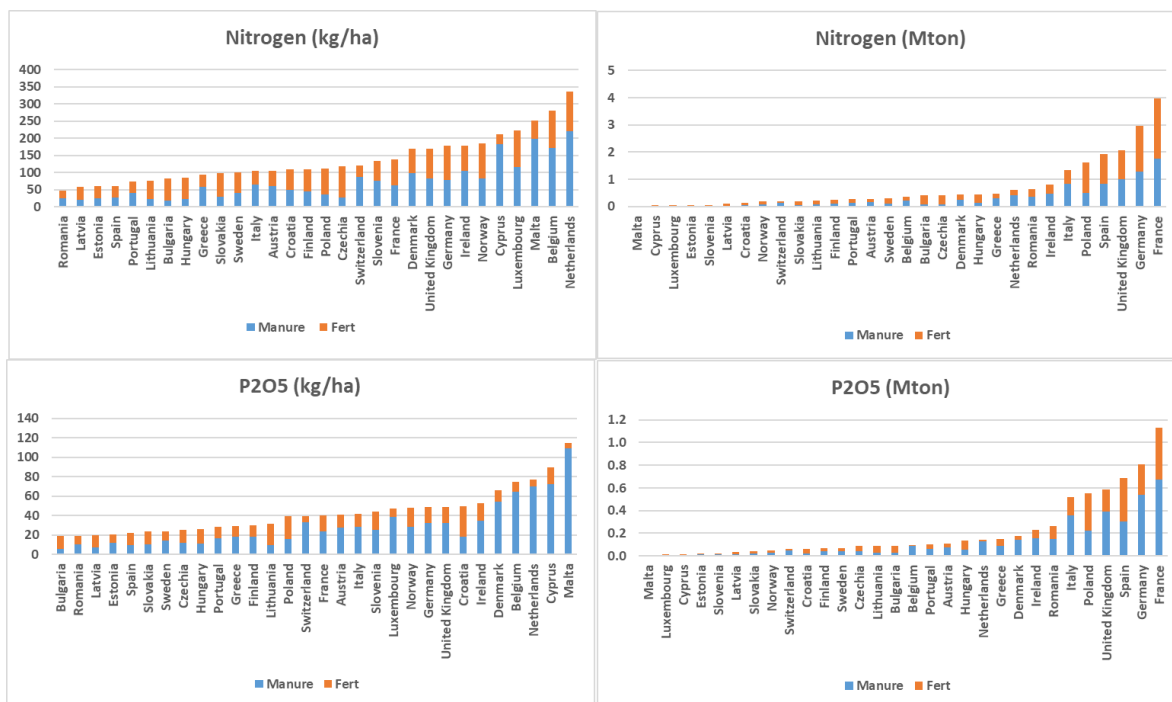
'Wat betreft Europa is het advies het dichtbij te zoeken: (Oost)-Duitsland en (Noord)-Frankrijk. De hoeveelheid mest die vanuit NL geëxporteerd moet worden is relatief klein t.o.v. de beschikbare plaatsingsruimte daar.'

'Gekorrelde mestproducten naar Oost Europa, Zuid Frankrijk, Azië.'

'Groeimarkten ook b.v. Vietnam, Cambodja. De prijs: grens is lokale productie. Wel nadruk op organische componenten. Zeecontainer is efficiënt. Prijs af fabriek is gelijk met de andere bestemmingen; daarna differentiatie. Spanje Portugal: via zeeschepen. In zomer transporten combineren met koelwagens. Portugal: ca. 100 euro/ton.'

4.1 Huidige meststoffengebruik per land

In deze paragraaf wordt globaal ingegaan op de mogelijkheden voor producten uit dierlijke mest in EU-landen op basis van het huidige meststoffengebruik. Op basis van Eurostat-data is in Figuur 2 het gebruik van stikstof en fosfaat in zowel dierlijke mest als kunstmest weergegeven voor de EU-landen (en Noorwegen en Zwitserland). De hoeveelheden zijn zowel uitgedrukt per ha als in totale hoeveelheid per land. Het overzicht beperkt zich tot stikstof en fosfaat, omdat in de overzichten van Eurostat de aanvoer met kali niet is meegenomen. Er is uitgegaan van het jaar 2014, van latere jaren waren nog geen overzichten beschikbaar.



Figuur 2 Gebruik van stikstof en fosfaat met dierlijke mest en kunstmest in de EU-landen (plus Noorwegen en Zwitserland) in 2014 uitgedrukt in hoeveelheid per ha landbouwgrond en totale hoeveelheid per land (Bron: Eurostat, 2019).

Om na te gaan hoeveel ruimte er nog is voor extra (producten uit) dierlijke mest (bovenop het huidige gebruik) zijn de volgende drie benaderingen met elkaar vergeleken:

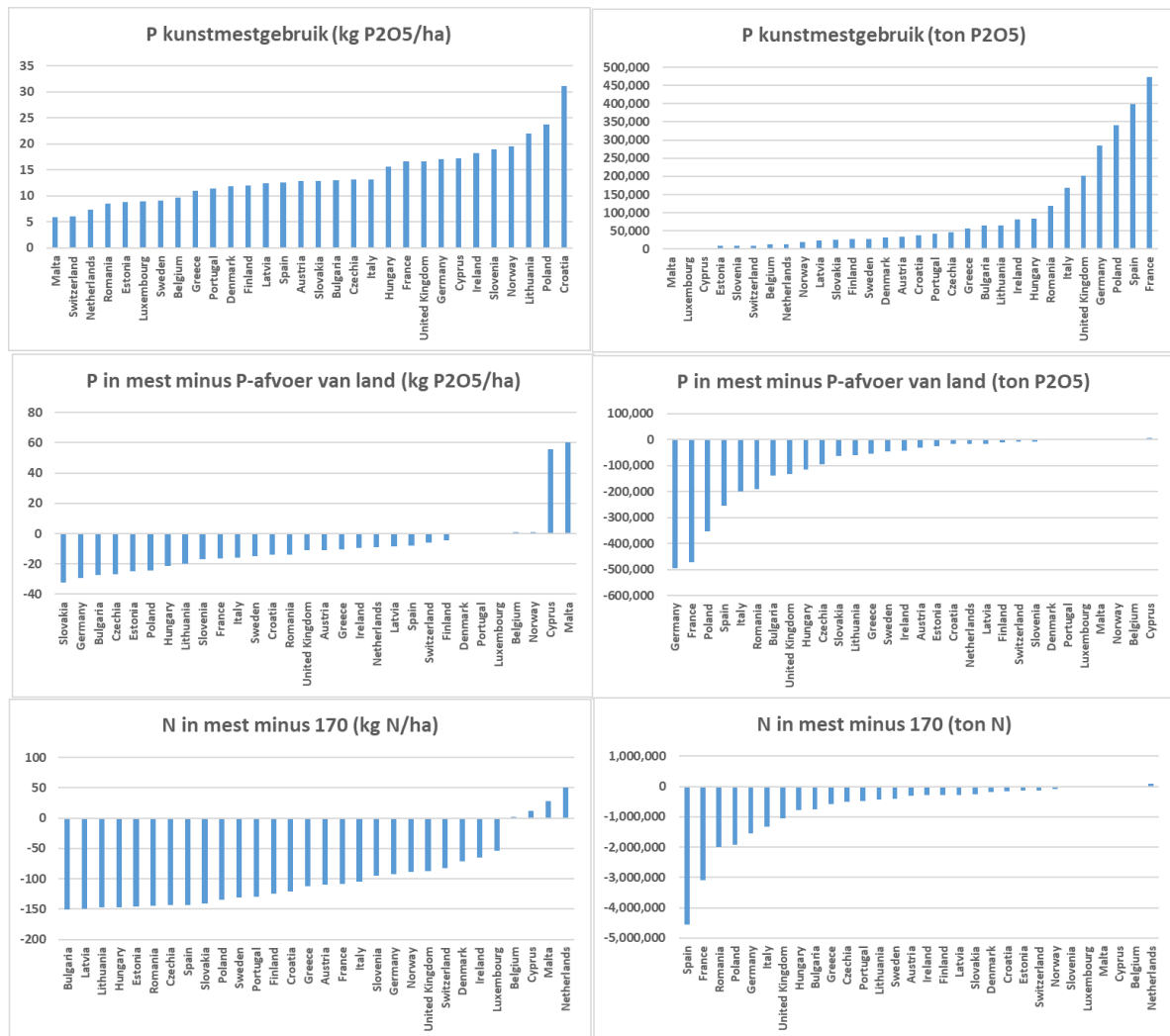
- Vervanging van het huidige kunstmest-P-gebruik door dierlijke mest
- Fosfaatruimte tussen niveau van evenwichtsbemesting (aanvoer = afvoer met geogst product) en huidig P-gebruik uit dierlijke mest (gemakshalve wordt ervan uitgegaan dat evenwichtsbemesting het plafond bepaalt voor fosfaatbemesting).
- Stikstofruimte tussen maximaal toegestane norm van 170 kg N per ha uit dierlijke mest (Nitraatrichtlijn, in een aantal gevallen is een uitzondering toegekend waarbij meer mag worden toegediend) en huidige N-aanvoer uit dierlijke mest.

In Figuur 3 (boven) is de hoeveelheid kunstmest-P weergegeven zowel per ha landbouwgrond als totaal per land. Wanneer het landbouwareaal meegewogen wordt (rechter figuur) dan zit de meeste ruimte (volgens verwachting) in landen met een groot landbouwareaal als Frankrijk, Spanje, Polen, Duitsland, Groot-Brittannië, Italië en Roemenië.

Figuur 3 (midden) geeft aan hoeveel P bovenop de P uit dierlijke mest gegeven zou moeten worden om de afvoer met geogst product te compenseren. Deze hoeveelheid is in de meeste landen meer dan de hoeveelheid kunstmest-P die nu wordt gegeven. Wordt gekeken naar totale hoeveelheden per land dan wordt de meeste ruimte berekend voor de landen met een groot landbouwareaal.

Tenslotte kan qua extra mestruimte ook worden gekeken naar het verschil met de maximale aanvoer van 170 kg N per ha en de huidige N-aanvoer met mest (Figuur 3, onder). Omdat de N/P-verhouding van mestproducten aanzienlijk kan variëren is deze hoeveelheid lastig in hoeveelheid P

uit te drukken. Wanneer uitgegaan wordt van de N/P-verhouding van de mest die nu al wordt gebruikt in de landen, dan is de op deze manier berekende mest-P-ruimte hoger dan voor P-evenwichtsbemesting nodig zou zijn.



Figuur 3 Gebruik van kunstmest-P (boven), verschil tussen hoeveelheid P in geoogst product en de huidige P-aanvoer in dierlijke mest (midden) en verschil tussen 170 kg N per ha en de huidige N-aanvoer met dierlijke mest (onder) in de EU-landen (plus Noorwegen en Zwitserland) in 2014 uitgedrukt in hoeveelheid per ha landbouwgrond en totale hoeveelheid per land (Bron: Eurostat, 2019).

Nederland heeft op dit moment een mest-P overschot van circa 45.000 ton P₂O₅ en circa 80.000 ton N. Het mest-P-overschot van Nederland bedraagt circa 1,5 % van het totale Europese kunstmest-P-gebruik en circa 10% van het kunstmest-P-gebruik van Duitsland en Frankrijk, de landen waar nu de meeste mest vanuit Nederland naar toe gaat. De grootste potenties voor afzet in deze landen liggen in Oost-Duitsland en Noord-Frankrijk (Ros *et al.*, 2014). Op papier zou het Nederlandse overschot daar relatief eenvoudig moeten kunnen worden geplaatst.

4.2 Potenties afzet naar Duitsland, Frankrijk en Polen

In aanvulling op de inschatting van de potenties voor de afzet van producten uit dierlijke mest op basis van het huidige meststoffengebruik (vorige paragraaf) kan ook voor een meer landbouwkundige benadering worden gekozen, waarbij gebruik wordt gemaakt van informatie over geteelde gewassen, voorkomende grondsoorten en bemestingsadviezen. Het voordeel van de regionale insteek is dat deze kan worden gelinkt met transportafstanden vanuit Nederland.

Een dergelijke werkwijze is door Ros *et al.* (2014) toegepast voor enkele deelstaten in het oosten van Duitsland. De werkwijze bestaat uit de volgende stappen:

1. Het afleiden van de landbouwkundige behoefte aan N, P, K en organische stof binnen wettelijke randvoorwaarden op basis van de volgende informatie:
 - Geteelde gewassen en opbrengstniveaus;
 - Grondsoort en bodemsamenstelling;
 - Bemestingsadviezen, -praktijken en wettelijke voorschriften (zoals gebruiksnormen).

Op basis daarvan kunnen de gewenste giften aan N, P, K en organische stof op regioniveau worden berekend.
2. Het in beeld brengen van het huidige gebruik van organische (2a) en minerale meststoffen (2b) op regioniveau en de hoeveelheden N, P en K die daarmee worden aangevoerd.
3. De potentie voor de afzet van producten uit mestverwerking wordt afgeleid uit het verschil tussen de landbouwkundige behoefte enerzijds (stap 1) en het huidige gebruik van organische meststoffen anderzijds (stap 2a). Uitgangspunt daarbij is dat het huidige gebruik van organische meststoffen een min of meer vaststaand gegeven is (b.v. doordat het vooral gaat om mest die lokaal beschikbaar is door de aanwezige veehouderij) en dat producten uit mestverwerking in situaties waar veel lokale onbewerkte mest wordt toegepast, in potentie in aanvulling op de onbewerkte mest kan worden ingezet.

Een veel snellere methode voor het inschatten van de potentie voor producten uit mestverwerking is het actuele gebruik van minerale meststoffen (stap 2b) te gebruiken als directe indicatie daarvoor. Dit is in de vorige paragraaf gedaan voor alle EU-landen. Als het goed is, leiden de hiervoor beschreven stappen 1-3 tot een vergelijkbaar resultaat als een inschatting op basis van het actuele gebruik van minerale meststoffen.

De hiervoor beschreven methode voor het inschatten van de potentie voor de afzet van producten uit mestverwerking is uitsluitend gebaseerd op technisch-landbouwkundige aspecten. Daarnaast spelen een aantal andere aspecten daarvoor een cruciale rol, zoals:

- Acceptatiegraad dierlijke meststoffen: die kan om uiteenlopende redenen sterk verschillen tussen regio's.
- Organisatie en structuur van de landbouwsector: hierbij gaat het o.a. om het type bedrijven (gespecialiseerd of gemengd) en de bedrijfsgrootte;
- Economische aspecten (kosten van productie, opslag, transport en toediening): de kosten dienen niet veel hoger en liefst lager te zijn dan die van minerale meststoffen. Dit verschilt per regio, afhankelijk van de marktsituatie.
- Wettelijke aspecten die betrekking hebben op de handel, het transport en het gebruik van meststoffen.

Vanwege het belang van de acceptatiegraad van dierlijke mest, de economische én de wettelijke aspecten, dient daar voldoende aandacht aan te worden besteed. Dit aspect wordt verderop in deze rapportage behandeld bij de beschrijving van de PMC's en wordt hier slechts kwalitatief behandeld.

4.2.1 Afleiden van landbouwkundige behoefte

Geteelde gewassen

Zoals in de vorige paragraaf is aangegeven vormen de geteelde gewassen een belangrijke ingang voor het kwantificeren van de landbouwkundige behoefte. Het areaal van de geteelde gewassen in regio's in Duitsland, Frankrijk en Polen is beschikbaar via databestanden, zoals Eurostat (2016).

Het totale landbouwareaal was in 2017 in Duitsland, Frankrijk en Polen respectievelijk 16.715.320, 27.814.160 en 14.405.650 hectare.

'De handel in mineralenconcentraat voor afstanden > 150 km te verzorgen was te duur is. Het kan niet goed genoeg concurreren met alternatieven i.v.m. hoge transportkosten.'

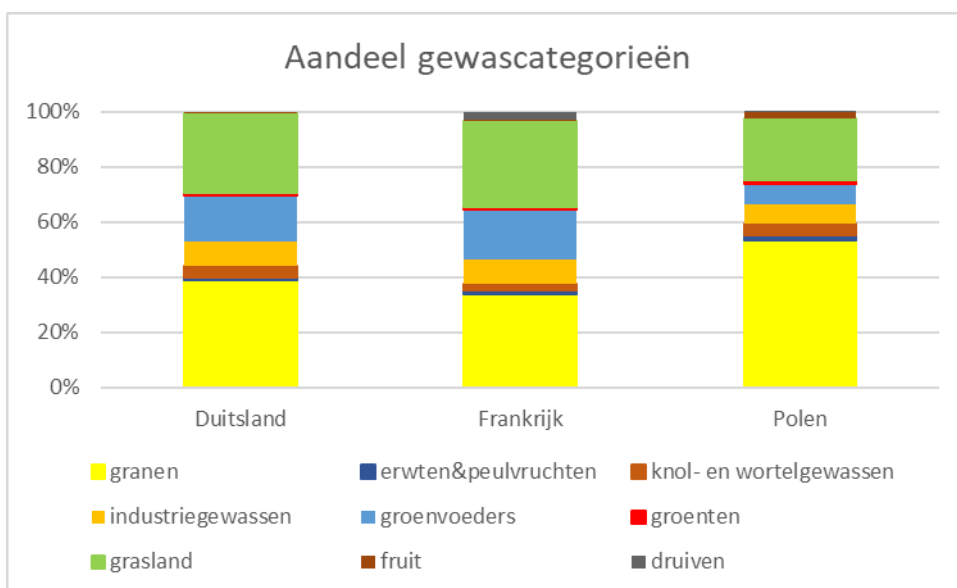
'Alles per schip, over de hele wereld afzet, maar vooral in EU. Afzet P en K is beperkt in Nederland, dus vooral naar EU. Nieuwe producten moeten voldoen aan EU wetgeving. Het moet EU-exportwaardig zijn. Daarnaast moet het per land import-waardig zijn'.

'Graan/mais komen uit Frankrijk en de Baltische staten. Uit oogpunt van circulariteit zou het goed passen dat de mest daarheen weer terug gaat.'

'In Polen veel grote bedrijven. Bedrijven aan de hand nemen, met bemesting strategie, voorlichting, kennis, demo!'

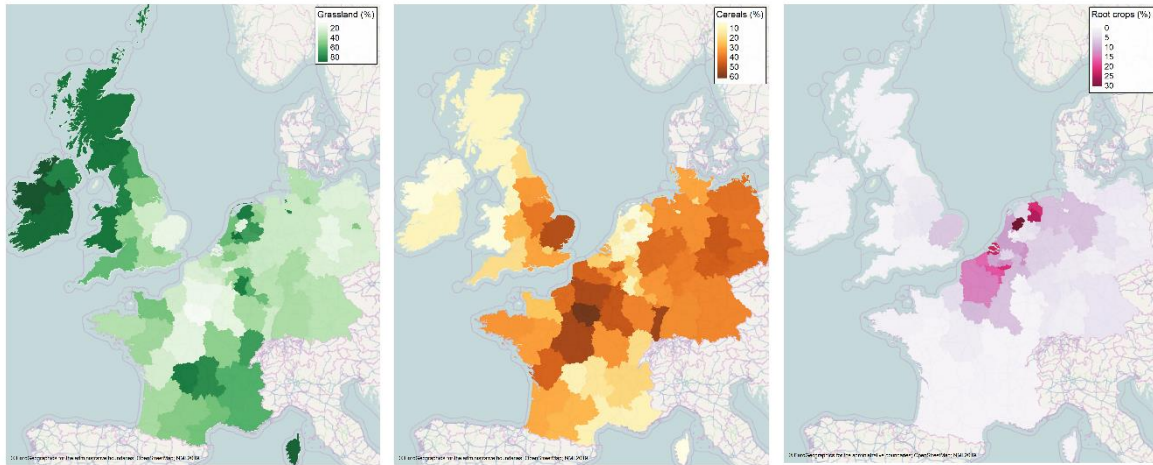
'Het gaat om kostprijs, kostprijs en nog eens kostprijs. Men zal altijd vergelijken per kg N, P, K, en de waarde van organische stof of sporenelementen wordt niet meegerekend'.

In Figuur 4 is het aandeel van de geteelde gewassen in Duitsland, Frankrijk en Polen weergegeven. Hieruit blijkt dat de granen, permanent grasland en de groenvoedergewassen (o.a. snijmaïs en tijdelijk grasland) in alle drie de landen een groot deel van het landbouwareaal beslaan.



Figuur 4 Aandeel (percentage van totale landbouwareaal) van geteelde gewassen (categorieën) in Duitsland, Frankrijk en Polen in 2017 (Bron: Eurostat, 2019).

Aangezien Duitsland, Frankrijk en Polen grote landen zijn, waardoor de transportafstanden enorm variëren afhankelijk van de bestemming in die landen, is het belangrijk ook naar regionale verschillen binnen die landen te kijken. In Figuur 5 zijn de regionale verschillen in het aandeel grasland, granen en knol- en wortelgewassen in een aantal West-Europese landen (waaronder Duitsland en Frankrijk) weergegeven.



Figuur 5 Aandeel grasland (links), granen (midden) en knol- en wortelgewassen (rechts) op regioniveau in een aantal West-Europese landen in 2016 (Bron: Eurostat, 2019).

Uit Figuur 5 blijkt dat vooral in de noordelijke helft van Frankrijk en Duitsland veel akkerbouw (granen en knol- en wortelgewassen) plaatsheeft en dat het aandeel knol- en wortelgewassen in enkele regio's in Noord Frankrijk en het Noordwesten van Duitsland relatief hoog is.

In Polen (niet weergegeven in Figuur 5) wordt in het westen en zuidoosten vooral veel graan (tarwe, triticale en gerst), suikerbieten en koolzaad verbouwd, terwijl in het noorden en oosten sprake is van relatief veel rogge en maïs (Boekhorst *et al.*, 2017; Vannecke, 2017). De opbrengstniveaus liggen relatief laag, waarbij de gemiddelde graanopbrengst zo'n 3,6 ton per hectare bedraagt (Vannecke, 2017).

Bemestingsadviezen

Bemestingsadviezen verschillen tussen landen en regio's, maar in veel gevallen wordt de adviesgift gebaseerd op het geteelde gewas, de grondsoort en de beschikbaarheid aan nutriënten in de bodem. Soms zijn de adviezen heel eenvoudig en wordt een vaste nutriëntengift geadviseerd voor een bepaalde combinatie van gewas en grondsoort, maar in andere gevallen moet bij het vaststellen van de adviesgift rekening worden gehouden met specifieke correctiefactoren, zoals de bodemvruchtbaarheid (b.v. Nmin-voorraad, N-mineralisatie uit de bodem, N-nalevering van de voorvrucht en/of vanggewas voor stikstof) en/of bepaalde gewaseigenschappen (b.v. ras en/of opbrengstniveau).

Meestal zijn de beschikbare bemestingsadviezen gericht op de gewenste gift aan nutriënten (N, P, K, Ca, Mg, S, en micronutriënten) en de benodigde bekalking voor het op peil brengen van de pH. Adviezen voor het op peil houden of brengen van het organische stofgehalte zijn nog vrij schaars, maar daarvoor komt wel steeds meer aandacht.

Stikstof

Een overzicht van N-bemestingsadviezen in een aantal Europese landen is beschreven door Van Dijk & Ten Berge (2009). Daaruit blijkt dat de systematiek in Duitsland en Frankrijk vergelijkbaar is en is gebaseerd op een balansmethode, waarbij de N-opname door het gewas leidend is voor de behoefte en waarbij rekening wordt gehouden met de N-levering vanuit de bodem, de organische bemesting en de voorvrucht. Daarnaast is de maximale toepassing van dierlijke mest beperkt tot 170 kg N ha⁻¹, hetgeen een voorschrift is vanuit de Europese Nitraatrichtlijn. Voor een aantal belangrijke akkerbouwgewassen in het noorden van Frankrijk is de berekening van het N-advies weergegeven voor een gemiddelde situatie (Tabel 8).

Tabel 8 Berekening van het N-advies in Frankrijk op een zavelgrond volgens de N-balansmethode (Chambre d'Agriculture Hauts de France, 2015) met gemiddelde waarden voor een aantal balansposten. Voor suikerbieten en consumptieaardappelen is de N-opname onafhankelijk van de opbrengst vastgesteld op 220 resp. 225 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ (Harms et al.,2019).

	w.tarwe	s.biet	koolzaad	cons.ardappel
N-opname				
streefopbrengst [t ha ⁻¹]	9	83,5	4	41
N-gehalte product [kg t ⁻¹] en voor bieten en aardappelen [kg ha ⁻¹]	3,1	220	7	225
N-behoefte	279	220	280	225
N-residu na oogst	30	30	30	12
Aftrekposten				
N-opname in voorjaar voorafgaand aan start balansberekening	15	0	60	0
N-mineraal voorjaar	40	35	35	35
N-mineralisatie	40	85	40	77
N-nalevering door vanggewas	0	10	0	10
N-nalevering door voorvrucht	20	-10	-20	-10
Balans	194	130	195	126

Fosfaat en kali

De systematiek voor de berekening van het P- en K-advies in Duitsland en Frankrijk is eveneens gebaseerd op de balansbenadering, waarbij de geadviseerde nutriëntengift in principe gelijk is aan de afvoer van nutriënten via het gewas (evenwichtsbemesting). Afhankelijk van de bodemvruchtbaarheid wordt hierop een correctie toegepast: bodems met een hoge beschikbaarheid aan nutriënten, krijgen een lager advies dan bodems met een lage beschikbaarheid. Het onderliggende concept van evenwichtsbemesting wordt gevisualiseerd in Figuur 6.

In Duitsland en Frankrijk worden bodems op basis van de beschikbaarheid van nutriënten (in dit geval dus fosfaat en kalium) ingedeeld in 5 waarderingsklassen (genoemd A tot E). Voor Duitsland geeft het Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsgestalten e.V. (VDLUFA) generieke richtlijnen voor deze klassegrenzen, maar in de praktijk variëren ze tussen de verschillende deelstaten in relatie tot bodemtype en landgebruik.

Voor Frankrijk wordt de adviesgift voor P en K gebaseerd op de verschillen in P- en K-behoefte tussen gewassen (onafhankelijk van de P- en K-opname; vooral bepaald door wortelingseigenschappen) en de beschikbaarheid van fosfaat en kalium in de bodem. Er wordt daarnaast ook rekening gehouden met historische bemesting uit voorgaande jaren. De gift kan hierbij oplopen tot bijna vier keer de onttrekking van fosfaat en 2,5 keer de onttrekking van kalium (Figuur 6; Tabel 9).



Figuur 6 Systematiek voor het P- en K-bemestingsadvies in Duitsland (links) en Frankrijk (rechts), in afhankelijkheid van de beoordeling van de P- en K-beschikbaarheid in de bodem en (voor Frankrijk) de P- en K-opname door het gewas.

Tabel 9 Berekening van het P- en K-bemestingsadvies (in kg/ha) in Frankrijk voor enkele grote akkerbouwgewassen op basis van gemiddelde waarden voor het opbrengstniveau, gehalten in het oogstproduct, grondsoort en bodemvruchtbaarheid in Picardië (Harms et al., 2019).

	w.tarwe	s.biet	koolzaad	cons.aard.
streefopbrengst [t ha ⁻¹]	9	83,6	4	41
P ₂ O ₅ gehalte oogstproduct [kg t ⁻¹]	6,5	0,5	12,5	0,95
P ₂ O ₅ afvoer	59	42	50	39
Correctie factor	0	1,2	1,2	1,2
P ₂ O ₅ adviesgift [kg P ₂ O ₅ ha ⁻¹]	0	50	60	47
streefopbrengst [t ha ⁻¹]	9	83,6	4	41
K ₂ O gehalte oogstproduct [kg t ⁻¹]	5	1,8	8,5	3,9
K ₂ O afvoer	45	150	34	160
Correctie factor	0	1,4	0,5	1,4
K ₂ O adviesgift [kg K ₂ O ha ⁻¹]	0	211	17	224

Uit tabel 9 blijkt dat de P- en K-behoefte van suikerbieten en consumptieaardappelen bij de gegeven bodemvruchtbaarheid hoog is en voor wintertarwe laag (0). Bij koolzaad is sprake van een relatief hoge P-behoefte en een lage K-behoefte. Dit beeld is in andere regio's en andere landen min of meer vergelijkbaar zijn.

NPK-behoefte

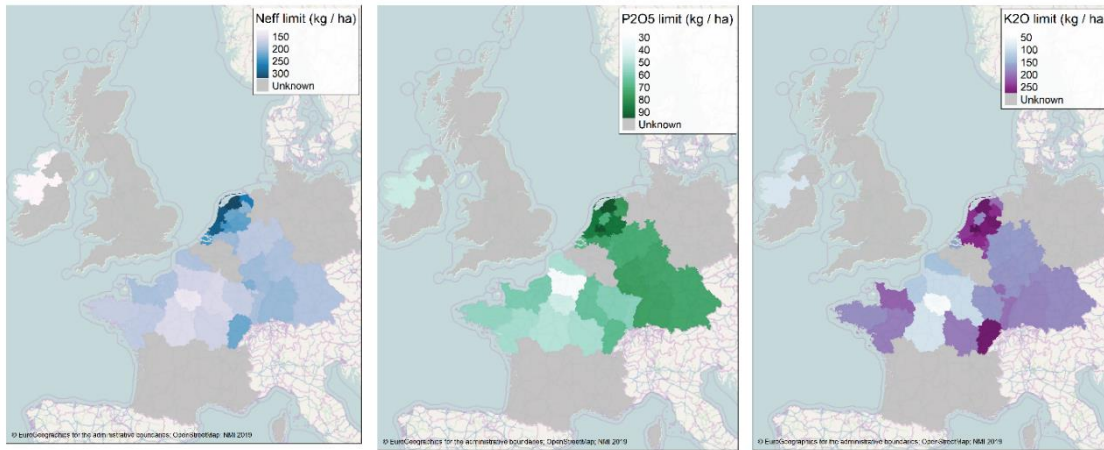
Op basis van beschikbare informatie over de gewasarealen, de bemestingsadviezen, de grondsoorten en de bodemvruchtbaarheid is de N-, P- en K-behoefte op regioniveau in het kader van het Interreg-project ReNu2Farm voor de regio NW-Europa zoveel mogelijk gekwantificeerd (Harms et al., in voorbereiding).

Om inzicht te krijgen in de gemiddelde bodemkwaliteit binnen de geselecteerde regio's is o.a. gebruik gemaakt van de Europese LUCAS (Land Use and land Cover Area frame Survey) dataset. Deze dataset is in 2009 samengesteld in opdracht van de Europese Commissie en bevat bodemgegevens van de bovengrond. Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de basis bodemkenmerken als textuur (kleigehalte), pH, koolstof, stikstof, fosfaat en kaliumgehalte. Voor een uitgebreide toelichting op deze dataset, de gebruikte methode en achtergrondgegevens wordt verwezen naar het EU-rapport van Tóth et al. (2013).

In aanvulling daarop is gebruik gemaakt van landelijke gegevens uit Duitsland (Anoniem, 2011a, 2011b; Lausen & Gosh, 2012; Albert, 2014; Schneider, 2009 en Von Wulffen, 2008) en Frankrijk (BDAT, 2014).

In de Franse BDAT-database zijn bodemgegevens van een groot aantal jaren opgenomen. Deze gegevens zijn afkomstig van 34 agrarische laboratoria uit Frankrijk van bodemanalyses van percelen die in landbouwkundig gebruik zijn.

Het resultaat van de berekende behoefte voor N, P en K is weergegeven in Figuur 7.

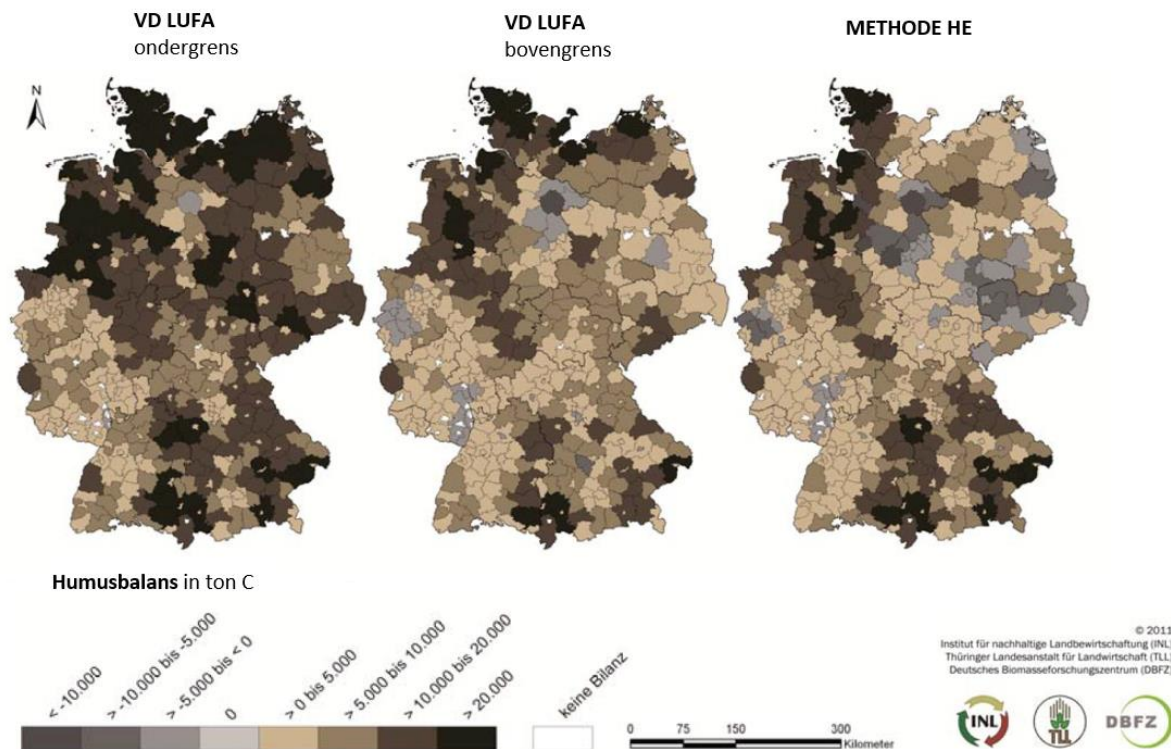


Figuur 7 Regionale verschillen in de N-, P- en K-behoefte op basis van gewasarealen en bemestingsadviezen in een deel van NW Europa (Harms et al., in voorbereiding).

Organische stof

Naast de hoeveelheid beschikbare nutriënten wordt de bodemkwaliteit in belangrijke mate beïnvloed door de hoeveelheid organische stof in de bodem. Organische stof is namelijk van belang voor de natuurlijke nutriëntenlevering, voor de stimulering van het bodemleven, de bodemstructuur en het vasthouden van bodemvocht. In Duitsland zijn er verplichtingen om het organische stofgehalte op peil te houden. Dit is geregeld via de Direktzahlungen-Verpflichtungenverordnung. In deze regeling moet een agrariër via een jaarlijkse organische stofbalans of via bodemanalyses aantonen dat het organische stofgehalte op peil blijft. Randvoorwaarde is dat de organische stofbalans op bedrijfsniveau mag variëren tussen -75 en 125 kg C ha⁻¹ jaar⁻¹, waarbij de ondergrens van -75 kg C ha⁻¹ jaar⁻¹ niet mag worden overschreden. De geadviseerde bovengrens mag wel worden overschreden.

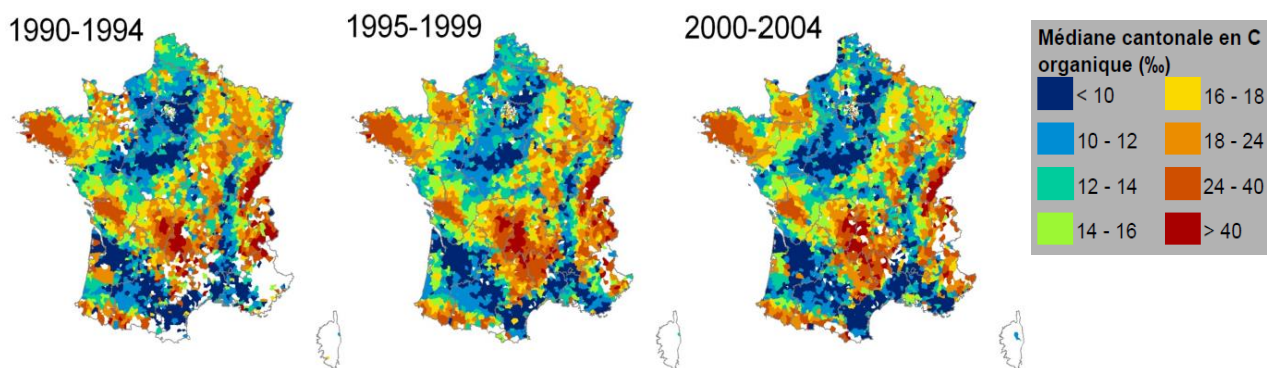
Zeller et al. (2012) hebben de organische stofbalans in kaart gebracht voor alle gemeentes in Duitsland (zie Figuur 8).



Figuur 8 Organische stofbalans in Duitsland bij toepassing van drie balansmethodes (Zeller et al., 2012).

Uit Figuur 8 blijkt dat Duitse deelstaten met een hoge veebezetting worden gekenmerkt door een hogere aanvoer van organische stof. De deelstaten in het oosten van Duitsland hebben relatief minder aanvoer van dierlijke mest en daardoor een lagere organische stofaanvoer. De organische stofaanvoer kan worden verhoogd door het achterlaten van gewasresten (b.v. stro), het telen van groenbemesters of de toepassing van organische meststoffen met een hoog gehalte aan stabiele organische stof.

Ook in Frankrijk is er veel aandacht voor de organische stoftoestand van landbouwgronden, waarbij men de ontwikkeling van het organische C-gehalte nauwlettend volgt en er in bepaalde regio's sprake lijkt te zijn van een achteruitgang (Arrouyas, 2011; Figuur 9).



Figuur 9 Ontwikkeling van organische stofgehalten (mediane waarden van het organische C-gehalte per regio) in Frankrijk (Bron: Arrouyas, 2011; BDAT, 2006).

'Binnen regio's in Frankrijk is wel degelijk vraag naar organische meststoffen. Echter de hoeveelheden toegepaste organische meststoffen circa 2 ton per hectare zijn laag (wel een enorm afzetgebied). De grote akkerbouwers zoeken producten die efficiënt aangewend kunnen worden (strooibaar) en die zo goed mogelijk voldoen aan de wensen van het gewas (dus mest gemixt met mineralen).'

'Dikke fractie kan worden afgezet naar Frankrijk.'

'Buitenland betaalt alleen voor mineralen (m.n. P en K) en niet voor OS.'

In Polen is sprake van veel zandgronden (60% van totale landbouwareaal) en een relatief beperkte hoeveelheid neerslag (gemiddeld <550-700 mm per jaar), waarbij organische stof kan zorgen voor een verbetering van het vochthoudend vermogen van de bodems. Op basis van berekeningen met de organische stofbalans, is vastgesteld dat er in vrijwel heel Polen sprake is van negatieve organische stofbalansen (Figuur 10), wat kan resulteren in een daling van de organische stofgehalten (Homan, 2019). De tekorten op de OS-balans zijn het hoogst in het westen en zuidoosten van Polen.



Figuur 10 Regionale verschillen van berekende organische stofbalansen (kg/ha/jaar) in Polen (Homan, 2019).

Wet- en regelgeving

Naast de landbouwkundige behoefte aan N, P en K en organische stof, die voor uiteenlopende regio's kan worden afgeleid uit bemestingsadviezen voor de voorkomende gewassen, grondsoorten en bodemkwaliteiten, zijn de wettelijke randvoorwaarden in toenemende mate bepalend voor de uitgevoerde bemesting. We beperken ons hier tot een korte bespreking van relevante wetgeving in enkele landen die betrekking heeft op het gebruik van meststoffen (toegestane hoeveelheid, toedieningstijdstip, etc.). Daarnaast is er nog wet- en regelgeving van toepassing voor de export van (producten) van mest, maar daar gaan we hier niet op in. Voor de export van producten uit mest naar Duitsland is dat o.a. beschreven door Ros et al. (2014) en voor de export naar Polen door Boekhorst et al. (2017).

Allereerst is er de Europese Nitraatrichtlijn, die voorschrijft dat de maximale toepassing van dierlijke mest is beperkt tot een gift van 170 kg N ha^{-1} . Dit geldt dus voor alle landen in Europa.

Met name in Duitsland zijn de regels voor het gebruik van meststoffen de afgelopen jaren (vanaf 2017) aangescherpt. De hoeveelheid stikstof die wettelijk (Düngeverordnung, DÜV) mag worden toegediend wordt berekend via een balansmethodiek waarbij rekening wordt gehouden met de gewasbehoefte, de hoeveelheid minerale stikstof in het voorjaar, de N-werking van de gebruikte meststoffen, de N-levering van de bodem en de nawerking van gewasresten. In aanvulling daarop zijn de volgende elementen toegevoegd aan de regelgeving die voor heel Duitsland gelden (Noij & Ten Berge, 2019):

- Er zijn gebruiksnormen per gewas;
- Hierop kunnen correcties worden toegepast in afhankelijkheid van de omstandigheden;
- Voor iedere bemesting $>50 \text{ kg N/ha}$ is een bepaling van de N-mineraalvoorraad in de bodem verplicht;
- Er moet verplicht een nutriëntenbalans worden opgesteld, waarbij het overschot op de N-balans maximaal 60 kg N/ha (vanaf 2020 is dat 50 kg N/ha) bedraagt; voor P geldt een maximaal overschot van $10 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$ of 0 bij een hoge P-toestand van de bodem;
- Er gelden gedetailleerde voorschriften voor de P-bemesting;
- Uitrijperioden worden beperkt.

De aanscherpingen in de Duitse regelgeving zijn waarschijnlijk de belangrijkste reden voor de eerder genoemde afname van de mestexport van Nederland naar Duitsland vanaf 2016 (Figuur 1).

Samengevat

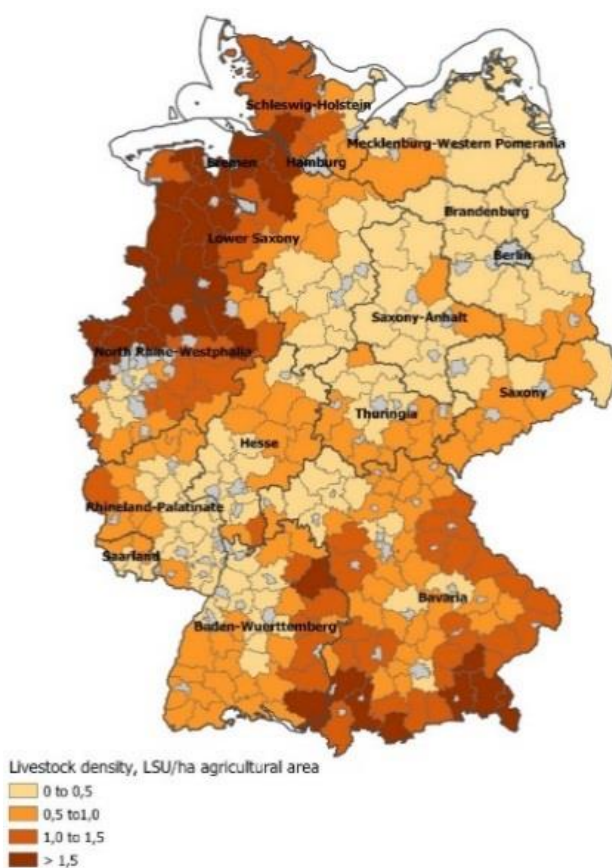
- De behoefte aan N, P, K en organische stof kan worden afgeleid aan de hand van bemestingsadviezen, die beschikbaar zijn op nationaal en/of regionaal niveau. Daarin wordt in

het algemeen onderscheid gemaakt naar voorkomende gewassen, opbrengstniveaus, grondsoorten en bodemkwaliteiten, die leiden tot verschillende adviesgiften.

- Op basis van verschillen tussen regio's t.a.v. de geteelde gewassen, opbrengstniveaus, grondsoorten en bodemkwaliteiten, komen aanzienlijke verschillen voor in de behoefte aan N, P, K en organische stof. Voor N lopen die uiteen van 150-300 kg N/ha, voor P van 30-90 kg P₂O₅/ha en voor K van 50-250 kg K₂O/ha.
- Regio's met relatief weinig grasland en graangewassen en een lage beschikbaarheid aan organische mest, lopen een verhoogd risico van dalende organische stofgehalten. Organische meststoffen met een hoog aandeel stabiele organische stof kunnen een bijdrage leveren aan de organische stofvoorziening.
- Wet- en regelgeving voor het gebruik van meststoffen is in toenemende mate bepalend voor de uitgevoerde bemesting en dus ook voor de N-, P- en K-behoefte in uiteenlopende regio's. Daarmee wordt die steeds meer sturend voor de afzetmogelijkheden van producten uit mestverwerking. Een voorbeeld hiervan is de recente verandering in de Duitse wetgeving.

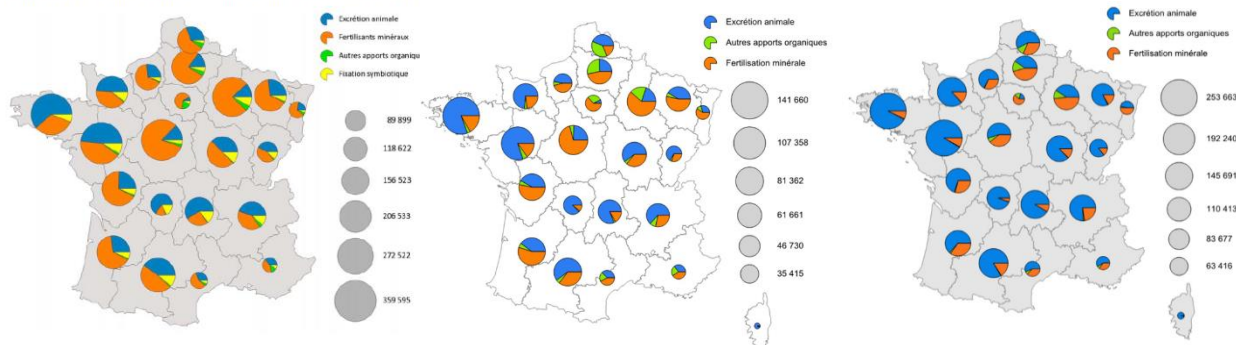
4.2.2 Huidige gebruik organische meststoffen

Het huidige gebruik van organische meststoffen in de EU-landen is weergegeven in Figuur 1. Op nationale schaal is de gemiddelde aanvoer met dierlijke mest voor Duitsland, Frankrijk en Polen resp. 75, 60 en 35 kg N/ha is en 35, 25 en 15 kg P₂O₅/ha. In Duitsland en Frankrijk wordt ca. 40% van de N-input en 60-70% van de P-input gegeven in de vorm van dierlijke mest. In Polen is dat ca. 30% van N- en 40% van P-input. In alle drie de landen is sprake van grote regionale verschillen in de veedichtheid, die de beschikbaarheid aan dierlijke mest bepalen. Voor Duitsland is de veedichtheid weergegeven in Figuur 11.



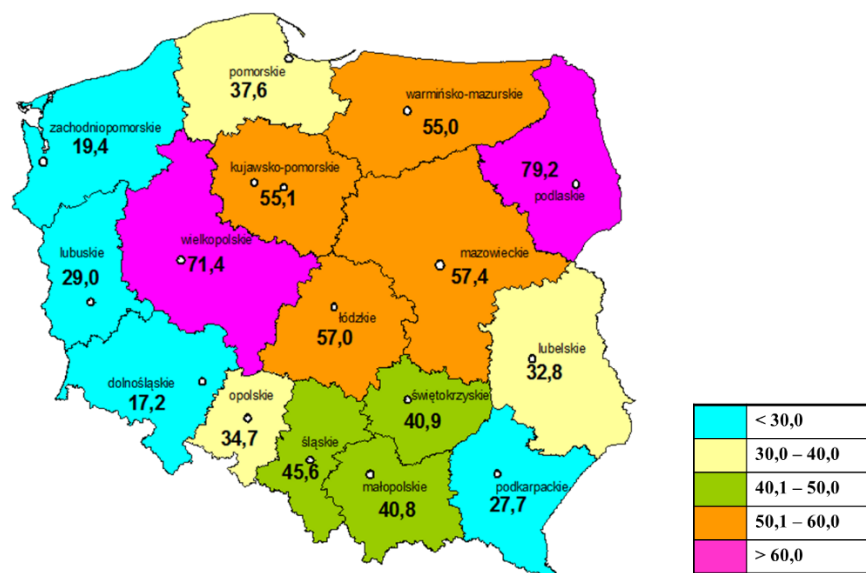
Figuur 11 Regionale verschillen in veedichtheid (in GVE/ha) in Duitsland. Bron: Izes, 2018.

Voor Frankrijk is een vrij uitgebreide studie gedaan naar de regionale verschillen in het gebruik van organische en minerale meststoffen, uitgesplitst naar N, P en K (UNIFA, 2011 en 2014; Figuur 12).



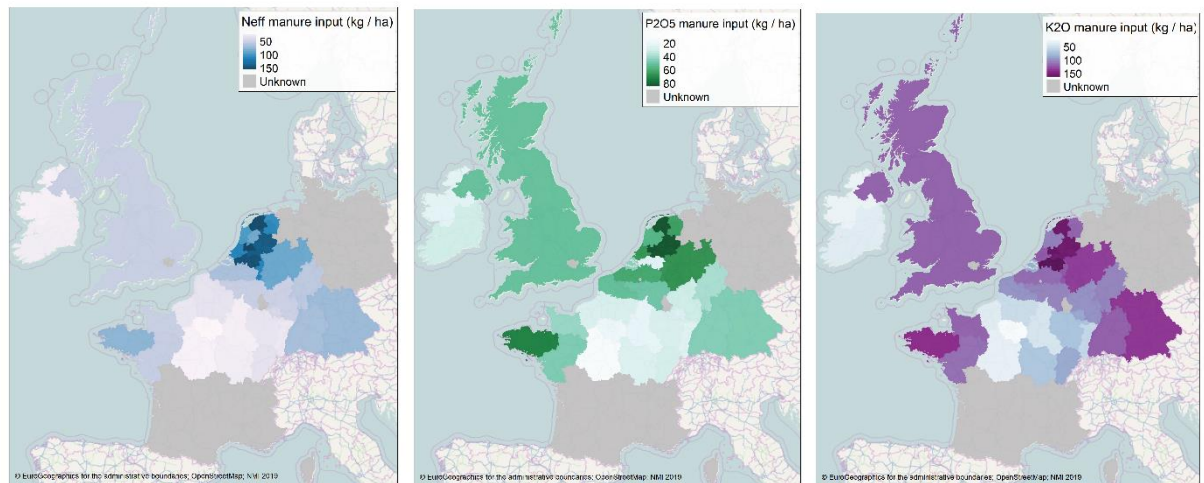
Figuur 12 Omvang van de N- (links), P- (midden) en K-input (rechts) naar landbouwgronden per regio en relatieve bijdrage van dierlijke mest (blauw), minerale meststoffen (oranje), overige organische meststoffen (groen). Voor N is tevens biologische N-binding (geel meegenomen). Het betreft gemiddelden over de jaren 2008-2010 (voor N) en 2011-2014 (voor P en K); Bron: UNIFA (2011; 2014).

Ook in Polen is er sprake van een behoorlijke regionale spreiding in de veedichtheid (Figuur 13; Homan, 2019), waarbij de laagste veedichtheid wordt gevonden in de akkerbouwregio's in het westen en zuidoosten en de hoogste in het midden en noordoosten.



Figuur 13 Regionale verschillen in veedichtheid (in GVE per 100 hectare) in Polen (Bron: Kopinski in Homan, 2019).

In het kader van het Interreg-project ReNu2Farm is de aanvoer van werkzame N, P en K met organische mest voor regio's in NW-Europa zoveel mogelijk gekwantificeerd (Harms *et al.*, 2019). Dat is weergegeven in Figuur 14, waaruit blijkt dat de N-, P- en K-aanvoer met dierlijke mest naar landbouwgronden het hoogst is in regio's met een hoge veedichtheid, zoals Nederland en Bretagne.

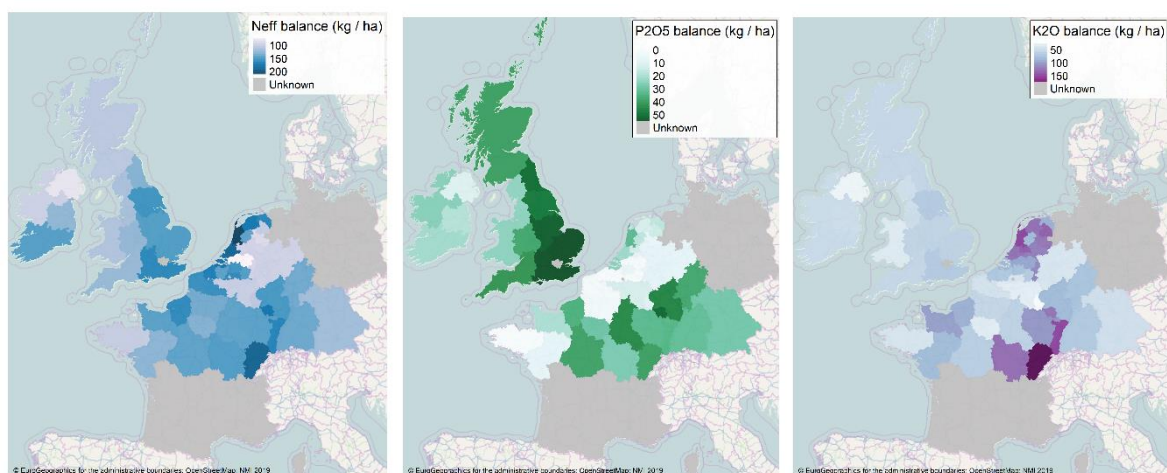


Figuur 14 Regionale verschillen in de aanvoer van werkzame N, P en K met dierlijke mest naar landbouwgronden in een deel van NW Europa (Harms et al., 2019).

4.2.3 Potentie voor producten uit mestverwerking

Zoals bij de beschrijving van de methode al is aangegeven, kan de potentie voor de afzet van producten uit mestverwerking worden afgeleid uit het verschil tussen de landbouwkundige behoefte enerzijds (stap 1) en het huidige gebruik van organische meststoffen (af te leiden uit veedichtheid) anderzijds (stap 2a).

Voor de regio's die zijn weergegeven in Figuur 7 en figuur 14 zijn de resultaten van de N-, P- en K-balans berekend (Figuur 15). Dit geeft dus het verschil aan tussen de nutriëntenbehoefte en de huidige nutriëntenaanvoer met organische meststoffen. Er vanuit gaande dat het huidige gebruik van organische meststoffen een min of meer vaststaand gegeven is (b.v. doordat het vooral gaat om mest die lokaal beschikbaar is door de aanwezige veehouderij) kunnen producten uit mestverwaarding in potentie worden ingezet in aanvulling daarop.



Figuur 15 Het verschil tussen de nutriëntenbehoefte en de nutriëntenaanvoer met organische meststoffen (balans) voor N, P en K in een aantal regio's in een deel van NW Europa (Harms et al., 2019).

Uit Figuur 15 blijkt dat vooral de P-behoefte in regio's met een hoge veedichtheid (o.a. ZO Nederland en Bretagne) vrijwel volledig wordt gedekt door de P-aanvoer uit dierlijke mest. Dat betekent dat er in die regio's geen aanvullende behoefte meer is aan P, terwijl dat nog wel het geval is voor regio's die wat verder verwijderd zijn van de regio's met een hoge veedichtheid. Voor de N-

en K-behoefte is in vrijwel alle regio's nog wel een aanvullende behoefte, maar is die in het algemeen relatief laag in regio's met een hoge veedichtheid.

De informatie die uit Figuur 15 naar voren komt is vrij globaal, aangezien het slechts op regioniveau aangeeft hoeveel N, P en K nodig is naast de organische meststoffen die op dit moment in die regio gemiddeld per hectare worden toegepast. Voor een nadere invulling zijn de volgende vragen relevant:

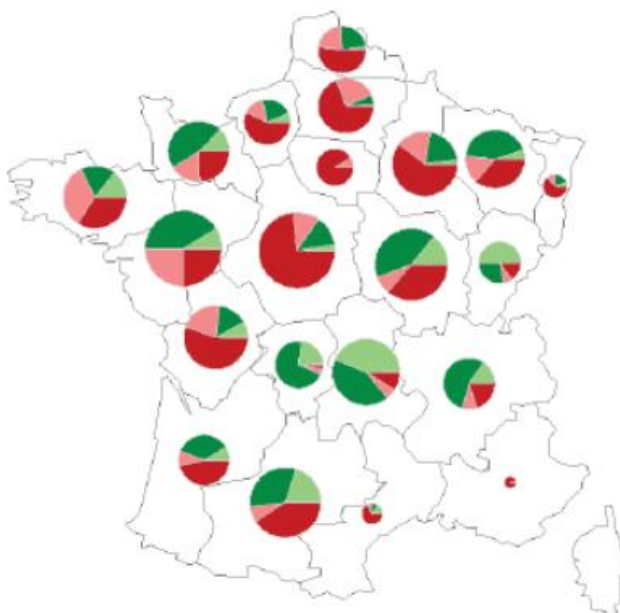
- Welke combinaties van gewas, grondsoort en bodemkwaliteit komen voor in de uiteenlopende regio's en wat is voor die uiteenlopende situaties die behoefte aan N, P, K en organische stof;
- Hoe ziet de huidige bemesting er uit voor de uiteenlopende situaties die in die regio voorkomen. Daarbij kan worden gedacht aan de combinaties van gewas, grondsoort en bodemkwaliteit;
- Wat betekent dat voor de potenties voor de inzet van producten uit mestverwaarding voor die situaties.

We beschouwen dat hierna voor Picardië, een regio in het noorden van Frankrijk. In Tabel 8 en 9 is weergegeven wat de N-, P- en K-behoefte is van de belangrijkste gewassen in die regio, wintertarwe, suikerbieten, koolzaad en consumptieaardappelen, dit is samengevat in Tabel 10.

Tabel 10 Totale N-, P- en K-behoefte van de belangrijkste gewassen bij de voorkomende grondsoorten en bodemkwaliteiten in Picardië, Frankrijk; voor een toelichting zie Tabel 8 en 9.

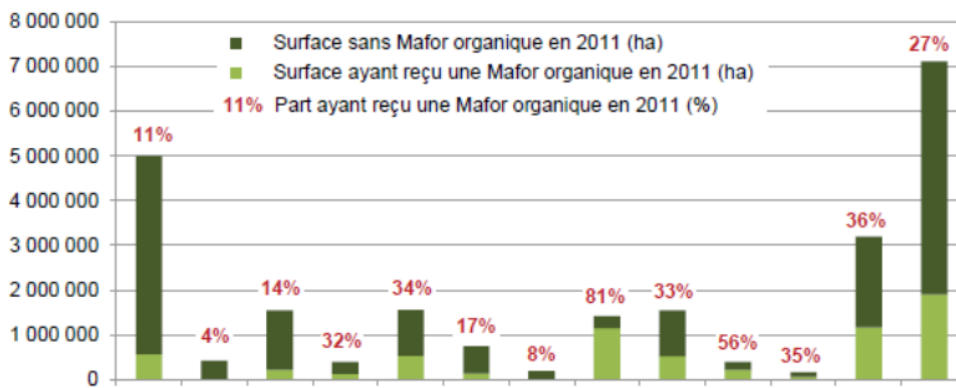
Gewas	N-behoefte (kg N/ha)	P-behoefte (kg P ₂ O ₅ /ha)	K-behoefte (kg K ₂ O/ha)
Wintertarwe	194	0	0
Suikerbieten	130	50	211
Koolzaad	195	60	17
Consumptieaardappelen	126	47	224

Het aandeel van bouwland- en graslandpercelen dat in de huidige situatie organische mest ontvangt is voor de regio's in Frankrijk weergegeven in Figuur 16. Voor Picardië (in noordwesten, tweede van boven) blijkt dat het grootste deel van het bouwlandareaal (ca. 2/3) geen organische mest ontvangt (Houot *et al.*, 2014). Dit wordt bevestigd door de N-, P- en K-aanvoer die in die regio voor het grootste deel met minerale meststoffen plaatsheeft (Figuur 12).



Figuur 16 Gebruik van organische meststoffen op grasland (groen) en bouwland (rood) per regio. Het deel dat geen organische meststoffen krijgt is donkergekleurd en het deel dat wel organische meststoffen krijgt is licht gekleurd. Data van Agreste (2011), kaart van Houot *et al.*, 2014.

In Figuur 17 is het gemiddelde gebruik van organische en minerale meststoffen op gewasniveau in Frankrijk weergegeven. Deze informatie is alleen op nationaal niveau beschikbaar.



Figuur 17 Gewasarealen (in ha) van de belangrijkste gewassen in Frankrijk en het aandeel dat geen organische meststoffen (donkergroen) en wel organische meststoffen (lichtgroen) ontvangt. Van links naar rechts: zachte tarwe, harde tarwe, gerst, triticale, koolzaad, zonnebloem, erwten, snijmaïs, korrelmaïs, suikerbieten, aardappelen, tijdelijk grasland en permanent grasland. Data van Agreste (2011), grafiek van Houot et al. (2014)

Uit Figuur 17 blijkt dat vooral snijmaïs veel organische mest ontvangt (81%) en dat dit bij de granen met 5-10% het laagst is. Ook bij de gewassen aardappelen, suikerbieten en koolzaad, belangrijke gewassen in Picardië met een vergelijkbare P-behoefte van rond de 50 kg P₂O₅/ha (Tabel 10), is het gebruik van organische meststoffen met 35, 56 en 34% nog relatief laag.

Voor de potentie van producten uit mest betekent dit het volgende:

- Voor granen (wintertarwe) is er vooral behoefte aan een N-houdend product, aangezien de P- en K-behoefte bij de huidige P- en K-toestand van de bodem laag is. Dat geldt ook voor andere regio's en landen. Op langere termijn kan dit veranderen, als meerdere jaren geen P en K wordt toegediend via bemesting, terwijl het wel wordt onttrokken. Dan is er sprake van negatieve P- en K-balansen, en dat is op de lange termijn niet vol houdbaar. Op dat moment zou er een behoefte ontstaan naar een NPK-meststof, waarbij de gewenste verhouding tussen de nutriënten in het product aansluit bij de onttrekking van het gewas (Tabel 8 en 9). Daarbij is het van belang of het stro structureel achterblijft of wordt afgevoerd van het perceel. Bij een structurele afvoer van het stro zal met name de K-behoefte aanzienlijk hoger zijn dan als stro wordt achtergelaten. De behoefte aan organische stof in bouwplannen met een hoog aandeel granen wordt ook voor een belangrijk deel bepaald door het lot van stro. Als het stro wordt achtergelaten zal er in het algemeen sprake zijn van een positieve organische stofbalans, aangezien er dan ca. 2600 kg EOS per ha achterblijft, wat in de meeste gevallen voldoende zal zijn om de afbraak van organische stof in de bodem te compenseren.
- Voor aardappelen en suikerbieten kan een organisch NPK-houdend product met een PK-verhouding van 1:4 of 1:5 goed passend zijn voor de basisbemesting. De aanvullende N-behoefte zou met een afzonderlijk product (kunstmestachtig, N-houdend product) ingevuld kunnen worden. Vooral bij aardappelen is de hoeveelheid organische stof die met gewasresten op het veld achterblijft beperkt, zodat een aanvullende organische stof-input met een organisch product goed zou passen. Overigens wordt de organische stofbalans normaalgesproken niet op gewas-, maar op bouwplan- of rotatieniveau bekeken.
- Voor koolzaad kan eveneens een organisch NPK-houdend product worden ingezet voor de basisbemesting, maar dan ligt de gewenste PK-verhouding met 3:1 heel anders.

'Voor de akkerbouwers is vooral de bemestende waarde van Kalium van belang. Verhoudingen als P:K als 1:3 zijn gewoon. Vanwege de teelt van bieten, graan en aardappel is kalium van belangrijkere waarde voor de akkerbouwers dan fosfaat. Een product met hoge gehalten aan Kalium zal goed toepasbaar zijn. Vooral als dit gemixed kan worden tot een homogene totaal mest.'
'Compost naar Frankrijk, Duitsland. Maar dan wel droger maken of waarde toevoegen.'
Er zijn ook gebieden waar kali rijke korrels worden gevraagd in verschillende samenstellingen b.v. varkensmest+ kali, bv min concentraat + dikke fractie. Wel b.v.: K verrijkte, N verrijkte en P verrijkte korrel. 3 producten, anders wordt het te duur'
'Maak basis bemesting voordat gewassen op het land komen, met os, P en K. In ieder geval moet P behoefte gedekt zijn. In Polen kopen akkerbouwers vooral mineralen. Organische stof: betalen ze niet voor. We kunnen wel waarde os berekenen, maar er wordt nog niet naar betaald.'
'Producten met minimaal 100 kg mineralen per ton (10%).'

Conclusies

Duitsland

In Duitsland bedraagt de N-aanvoer naar landbouwgronden gemiddeld 180 kg N per hectare, waarvan zo'n 75 kg N per hectare wordt toegediend met dierlijke mest. De P-aanvoer is zo'n 50 kg P₂O₅ per ha, waarvan ca 35 kg P₂O₅ wordt toegediend met dierlijke mest. Dit betekent dat op nationaal niveau ca. 250 miljoen kg P₂O₅ in de vorm van kunstmest wordt gebruikt, wat meer dan 5x zo veel is als het overschot van 45 miljoen kg P₂O₅ in Nederland. P-houdende producten uit dierlijke mest kunnen in principe de P-kunstmest vervangen en hiervoor zijn in Duitsland dus volop mogelijkheden.

De regels voor het gebruik van meststoffen zijn de afgelopen jaren (vanaf 2017) aangescherpt (dit is vastgelegd in de Düngeverordnung, DÜV). De aanscherpingen in de Duitse regelgeving zijn waarschijnlijk de belangrijkste reden voor de afname van de mestexport van Nederland naar Duitsland in de laatste jaren, maar zoals hiervoor aangegeven zijn er nog genoeg mogelijkheden.

Het grootste deel van het akkerbouwareaal bestaat uit graan, terwijl knol- en wortelgewassen vooral aanwezig zijn in het noordwesten van Duitsland. Bij graangewassen is vooral sprake van een N-behoefte en is de P- en K-behoefte relatief beperkt, terwijl de knol- en wortelgewassen een relatief hoge N-, P- én K-behoefte hebben.

Er zijn grote regionale verschillen in veedichtheid en dus ook in het aanbod en het gebruik van dierlijke mest. In grote delen van Niedersachsen, Nordrhein Westfalen en Sleswig Holstein is de veedichtheid relatief hoog (>1,5 GVE/hectare) en in mindere mate is dit ook het geval in Bayern en Baden-Württemberg. Vooral in de oostelijke deelstaten is sprake van lage veedichtheden (0-0,5 GVE/hectare).

Er is vanuit bemestingstechnisch oogpunt potentie voor een (N)PK-rijk mestproduct (al dan niet met organische stof) voor toepassing in de gewassen maïs, aardappelen, suikerbieten en koolzaad. Dit is vooral het geval in regio's die op enige afstand verwijderd zijn van regio's met een hoge veedichtheid.

Voor bemesting in granen (een enorm areaal) lijken er vooral mogelijkheden te zijn voor een (liefst geconcentreerd) N-houdend product, aangezien de N-behoefte hoog is en de P- en K-behoefte laag. Afhankelijk van de P- en K-toestanden van de bodem kan het zijn dat ook voor granen op de lange termijn een NPK-houdende (organische) meststof gewenst is, waarbij de verhouding tussen de nutriënten min of meer overeen dient te komen met de onttrekking van het gewas (volgens bemestingsadviezen).

De verwachting is dat de beste mogelijkheden voor de afzet van producten uit dierlijke mest aanwezig zijn in gebieden met lage veedichtheden, maar op basis van het gebruik van kunstmest per Bundesland, lijken er ook goede mogelijkheden te zijn in de andere deelstaten (Tabel 11).

Tabel 11 Gebruik van minerale meststoffen per Bundesland, uitgedrukt in miljoen kg N, P₂O₅ en K₂O en in kg/ha (Bron: Destatis, 2018).

Bundesland	Agricultural area ha	Nutrient input mineral fertiliser total [kt]			Average fertiliser dose [kg ha ⁻¹]		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Baden-Württemberg	1,415,980	101	22,5	18,9	71	16	13
Bayern	3,125,366	216	39,7	50,0	69	13	16
Brandenburg	1,315,469	79	8,5	12,8	60	6	10
Hessen	767,332	93	4,9	33,5	121	6	44
Mecklenburg-Vorpommern	1,347,590	159	21,6	31,7	118	16	23
Niedersachsen	2,598,164	250	35,2	90,4	96	14	35
Nordrhein-Westfalen	1,440,539	147	8,0	44,7	102	6	31
Rheinland-Pfalz	698,763	51	6,6	14,1	73	9	20
Saarland	77,755	3	0,3	0,3	42	4	4
Sachsen	903,514	61	9,7	10,7	68	11	12
Sachsen-Anhalt	1,174,525	93	16,1	21,3	79	14	18
Schleswig-Holstein	990,403	167	25,5	48,0	168	26	48
Thüringen	778,996	57	4,1	3,9	73	5	5

Frankrijk

In Frankrijk bedraagt de N-aanvoer naar landbouwgronden gemiddeld 140 kg N per hectare, waarvan zo'n 60 kg N per hectare wordt toegediend met dierlijke mest. De P-aanvoer is zo'n 40 kg P₂O₅ per ha, waarvan ca 25 kg P₂O₅ wordt toegediend met dierlijke mest. Dit betekent dat op nationaal niveau ruim 400 miljoen kg P₂O₅ in de vorm van kunstmest wordt gebruikt, wat ca. 9x zo veel is als het overschot van 45 miljoen kg P₂O₅ in Nederland. P-houdende producten uit dierlijke mest kunnen in principe de P-kunstmest vervangen en hiervoor zijn in Frankrijk dus veel mogelijkheden.

Het grootste deel van het akkerbouwareaal bestaat uit graan, terwijl knol- en wortelgewassen vooral aanwezig zijn in het noordwesten van Frankrijk. Bij graangewassen is vooral sprake van een N-behoefte en is de P- en K-behoefte relatief beperkt, terwijl de knol- en wortelgewassen een relatief hoge N-, P- én K-behoefte hebben.

Er zijn grote regionale verschillen in veedichtheid en dus ook in het aanbod en het gebruik van dierlijke mest. Er is vooral sprake van hoge veedichtheden in Bretagne en in Bretagne en aangrenzende departementen is het aandeel van dierlijke mest relatief hoog (>50% van P-gebruik in de vorm van dierlijke mest). In de meeste andere regio's is het aandeel van dierlijke mest in het totale P-gebruik lager dan 50%.

Er is vanuit bemestingstechnisch oogpunt potentie voor een (N)PK-rijk mestproduct (al dan niet met organische stof) voor toepassing in de gewassen maïs, aardappelen, suikerbieten en koolzaad. Dit is vooral het geval in regio's die op enige afstand verwijderd zijn van regio's met een hoge veedichtheid.

Voor bemesting in granen (een enorm areaal) lijken er vooral mogelijkheden te zijn voor een (liefst geconcentreerd) N-houdend product, aangezien de N-behoefte hoog is en de P- en K-behoefte laag. Afhankelijk van de P- en K-toestanden van de bodem kan het zijn dat ook voor granen op de lange termijn een NPK-houdende (organische) meststof gewenst is, waarbij de verhouding tussen de nutriënten min of meer overeen dient te komen met de onttrekking van het gewas (volgens bemestingsadviezen).

Polen

In Polen bedraagt de N-aanvoer naar landbouwgronden gemiddeld ruim 100 kg N per hectare, waarvan zo'n 35 kg N per hectare wordt toegediend met dierlijke mest. De P-aanvoer is zo'n 40 kg P₂O₅ per ha, waarvan ca 15 kg P₂O₅ wordt toegediend met dierlijke mest. Het grootste deel van de P wordt dus toegediend in de vorm van kunstmest. Dit betekent dat op nationaal niveau ruim 300 miljoen kg P₂O₅ in de vorm van kunstmest wordt gebruikt, wat meer dan 6x zo veel is als het

overschot van 45 miljoen kg P₂O₅ in Nederland. P-houdende producten uit dierlijke mest kunnen in principe de P-kunstmest vervangen en hiervoor zijn in Polen dus volop mogelijkheden.

Het grootste deel van het akkerbouwareaal bestaat uit graan, terwijl knol- en wortelgewassen (suikerbieten) vooral aanwezig zijn in het westen en zuidoosten van Polen. Bij graangewassen is vooral sprake van een N-behoefte en is de P- en K-behoefte relatief beperkt, terwijl de knol- en wortelgewassen een relatief hoge N-, P- én K-behoefte hebben.

Er zijn grote regionale verschillen in veedichtheid en dus ook in het aanbod en het gebruik van dierlijke mest. De veedichtheden in de akkerbouwgebieden in het westen en zuidoosten zijn relatief laag, waardoor het gebruik van dierlijke mest daar relatief beperkt is en er sprake is van negatieve organische stofbalansen. Daar liggen vanuit bemestingstechnisch oogpunt mogelijkheden voor een organische stofrijk (N)PK-rijk mestproduct, maar daarvoor is wel een cultuuromslag nodig, aangezien kunstmest in Polen gangbaar is.

Voor bemesting in granen (een enorm areaal) lijken er vooral mogelijkheden te zijn voor een (liefst geconcentreerd) N-houdend product, aangezien de N-behoefte hoog is en de P- en K-behoefte laag. Afhankelijk van de P- en K-toestanden van de bodem kan het zijn dat ook voor granen op de lange termijn een NPK-houdende (organische) meststof gewenst is, waarbij de verhouding tussen de nutriënten min of meer overeen dient te komen met de onttrekking van het gewas (volgens bemestingsadviezen).

Algemeen

In Luesink *et al.* (2016) wordt ingegaan op de prijs die akkerbouwers bereid zijn te betalen voor mineralen en organische stof in mest. In regio's op minder dan 600 km afstand van Nederland wordt alleen betaald voor fosfaat en kali (80% van de kunstmestwaarde). In regio's verder weg worden voor fosfaat en kali in mestproducten de kunstmestwaarde betaald en voor stikstof wordt maximaal 60% van de kunstmestprijs betaald. Ook wordt er soms betaald voor de organische stof (ca €0.10 per kg).

Een belangrijk aspect bij vervanging van kunstmest door bewerkte mestproducten is dat deze met bestaande apparatuur kunnen worden toegediend

4.3 Europa overig

In de voorgaande paragraaf is ingegaan op de mogelijkheden van afzet van mestproducten in Duitsland, Frankrijk en Polen. Duitsland en Frankrijk zijn op dit moment de landen waar de meeste mest vanuit Nederland naar toe gaat. Polen is een relatief nieuwe markt, waar veel belangstelling voor is in verband met het grote landbouwareaal en de betrekkelijk gunstige transportafstand.

West en Zuid Europa

Uit figuur 3 blijkt dat er ook veel potentiële mogelijkheden zijn voor het vervangen van N- en P-kunstmest door producten uit dierlijke mest in Spanje, het Verenigd Koninkrijk en Italië, aangezien dat landen zijn waar veel N en P wordt toegediend met kunstmest. Vooral het Verenigd Koninkrijk is interessant vanwege de relatief korte transportafstand over zee. De Brexit zal de mogelijkheden op de korte termijn wel beperken.

Scandinavië en Baltische Staten

Hoewel de meeste potentiële ruimte voor mestproducten zich bevindt in de grotere landen kunnen ook landen met een kleiner landbouwareaal interessant zijn. Via zeetransport zijn bijvoorbeeld ook Scandinavische landen en de Baltische staten goed bereikbaar. De Baltische staten tezamen gebruiken bijvoorbeeld al twee keer zo veel kunstmest-P dan de hoeveelheid mest-P die Nederland moet exporteren.

Midden en Oost Europa

Hoewel op grotere afstand van Nederland, bieden midden- en oost-europese landen naast Polen interessante markten voor mestproducten. In een groot landbouwland als Roemenië is de mestproductie en -gebruik relatief laag in verhouding tot het kunstmestgebruik. De afgelopen jaren

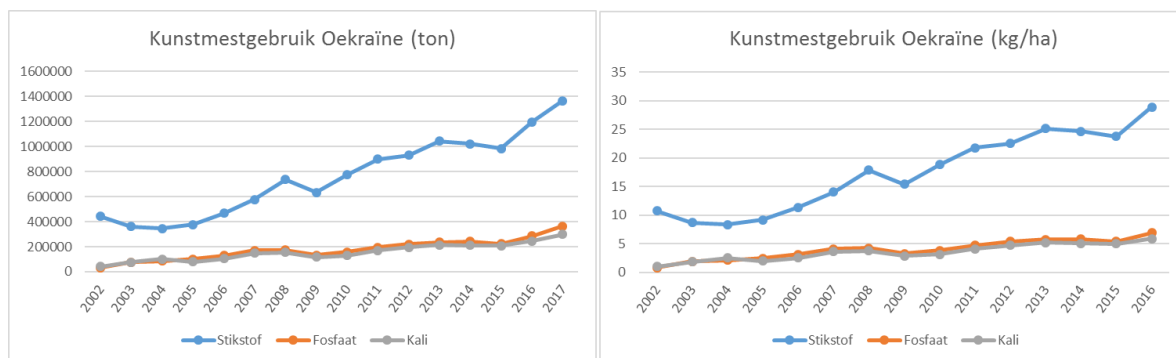
zijn er missies uitgevoerd waarbij de exportmogelijkheden van mestverwerkingsproducten vanuit Nederland zijn verkend. Dit betrof missies naar Roemenië, Hongarije, Tsjechië, Polen en Sachsen Anhalt (Oostelijk Duitsland). Verslagen hiervan zijn bijgevoegd als bijlage.

Oekraïne

Oekraïne is niet in het overzicht in de figuren 2 en 3 opgenomen. Het oppervlakte landbouwgrond (42 miljoen ha) is ruim 23 keer zo groot als in Nederland. Ruim 80% van het areaal betreft bouwland en 20% is grasland. In Figuur 18 is de hoeveelheid gebruikte kunstmest weergegeven. De giften per ha landbouwgrond zijn laag.

Uit het bezoek dat in het kader van Next Level project aan Oekraïne is gebracht komen een aantal zaken naar voren:

- Door klimaatverandering krijgen sommige streken, vooral in het zuiden, steeds meer problemen met droogte. Volgens ministerie van Milieu is naar schatting 15 miljoen hectare onderhevig aan achteruitgang van de bodem, vooral verlies aan humus en voedingsstoffen.
- Op dit moment blijkt het erg moeilijk te zijn om organische meststoffen te importeren in Oekraïne vanwege allerlei fytosanitaire voorwaarden.
- Men is niet bekend met gebruik van organische meststoffen en is zich ook niet bewust van de positieve effecten van organische stof op de bodem en de gewasproductie. Ook het gebrek aan deskundig personeel op de bedrijven speelt een rol bij het wel/niet toepassen en gebruik van meststoffen.
- Vanwege de korte periode in het voorjaar voor bewerkingen (bemesten, poten/zaaien) dienen (organische) meststoffen van te voren al aanwezig te zijn. Dit vereist opslagcapaciteit en het product dient stabiel te zijn (droog product).



Figuur 18 Gebruik van kunstmeststikstof, -fosfaat en -kali in Oekraïne in de periode 2002-2017 (Bron: FAOSTAT).

4.4 Potenties afzet buiten Europa

Buiten Europa zijn er ook potenties voor de afzet van producten uit dierlijke mest, waarbij vooral Zuidoost Azië interessant is. Zo zijn Vietnam en Cambodja groeiemarkten, waar nu al mestkorrels op basis van pluimveemest vanuit Nederland naar toe worden geëxporteerd. Het vervoer per containerschip is interessant, waarbij aandacht nodig is voor het transport vanaf de haven naar de eindbestemming. Men dient zich te realiseren dat de export van producten op basis van varkensmest naar moslim-landen niet mogelijk of zeer lastig zal zijn.

Ook in andere gebieden zijn er mogelijkheden. Zo hebben De Vries et al. (2016) de mogelijkheden voor de export van struviet vanuit Nederland naar West Afrika verkend. Ze concludeerden dat er gezien de zeer lage fosfaattoestanden van de bodem mogelijkheden lijken te zijn voor de export van een P-houdende meststof vanuit Nederland, ondanks de aanwezigheid van lokale fosfaatmijnen, waar ruwfosfaat kan worden gewonnen. Er zijn echter nog geen / weinig ervaringen in de praktijk met deze bestemmingen.

5 Product-Markt Combinaties

5.1 Mestproducten

5.1.1 Bemestingsproducten

Op basis van de inventarisatie van de behoefte aan nutriënten (NPK) en organische stof voor zowel Nederland als het buitenland zijn een aantal mestproducten geïdentificeerd die zijn besproken in een workshop met leden van het projectteam en deskundigen op gebied van mestbewerking. Het verslag van deze workshop is als bijlage aan het rapport toegevoegd. In deze workshop zijn een aantal perspectiefvolle producten geselecteerd (Tabel 12). Het gaat om minerale producten (stikstof, fosfaat en kali) en organische stofproducten, waarbij bij de laatste nog onderscheid is gemaakt tussen P-rijke en P-arme producten. De eerste zijn bedoeld voor afzet in het buitenland en de laatste zijn voor afzet in Nederland. Bij de P-rijke organische stofproducten zijn een gedroogd en een gecomposteerd product onderscheiden.

Bij de organische stofproducten is uitgegaan van een 'ideale' samenstelling gebaseerd op de behoefte van de NPK en organische stof in een bepaalde situatie. De gekozen samenstelling is hieronder bij de bespreking van de afzonderlijke producten beschreven. Er is dus niet gekozen voor een samenstelling die op basis van de huidige stand van techniek gemaakt zou kunnen worden.

Tabel 12 Gehanteerde samenstelling mestproducten en financiële waarde op basis bij drie situaties: 75% van NPK-waarde volgens kunstmestprijs (pessimistische en reële scenario), 100% NPK-waarde volgens kunstmestprijs (optimistische scenario 1) en 100% NPK-waarde volgens kunstmestprijs en EOS-waarde (optimistische scenario 2).

	Samenstelling, kg/ton product				Prijs, euro/ton product ¹		
	Nwerkz	P ₂ O ₅	K ₂ O	EOS	NPK, 75%	NPK, 100%	NPK+EOS, 100%
Minerale producten							
Mineraal-N-product, 5%	50				36	48	48
Mineraal-N-product, 20%	200				144	192	192
Mineraal P-product	30	215	10	0	166	221	224
Mineraal K-product, 5%			50		21	28	28
Organische stofproducten							
P-houdend os-product (gedroogd 85% ds)	100	50	50	200	125	167	207
P-houdend os-product (gecomposteerd, 50% ds)	50	25	25	120	63	84	108
P-arm os-product (vaste fractie)	10	1	20	75	16	21	36

¹ €0,96 per kg Nwerkz, €0,87 per kg P₂O₅, €0,55 per kg K₂O op basis van kunstmestprijzen, €0,20 per kg EOS op basis van kosten alternatieven (groenbemester zaaien, stro achterlaten) en extra opbrengst organische stof.

5.1.2 Nieuwe producten

Naast bemestingsproducten kan dierlijke mest ook worden gebruikt voor nieuwe toepassingen zoals grondstof voort veenvervangers en voedingssubstraat voor kweek van dierlijke en plantaardige biomassa:

- Veenvervangers. Een mestproduct is op dit moment niet direct in beeld als veenvervanger. Er worden behoorlijke eisen gesteld (o.a. weinig tot niet afbreekbaar in teeltperiode, niet te zout). Als de druk op veenvervanging toeneemt kan mest mogelijk nog wel in beeld komen.

- Kweek van dierlijke en plantaardige biomassa. Voorbeelden hiervan zijn insecten, wormen en aquatische biomassa. Voor insecten en wormen is de vaste fractie het meest geschikt, omdat er organische stof nodig is. Voor aquatische plantaardige biomassa (o.a. eendenkroos, waterplanten) zijn dunne fracties nodig met voldoende opgeloste opneembare nutriënten. De ontwikkeling van dergelijke kweeksystemen bevindt zich nog in de onderzoeks- en pilotfase. De biomassa kan worden gebruikt als grondstof voor visvoer, veevoer of voer voor huisdieren. Bij kweek op mestfracties zijn er wel allerlei wettelijke belemmeringen m.b.t. o.a. contaminatie met zware metalen en micro-organismen en voedselveiligheid. Voordeel is dat de kweek kan plaatsvinden op plaatsen waar geen landbouw mogelijk is en dus niet direct concurreert met voedselproductie.

Voor deze nieuwe producten is nog geen verkenning uitgevoerd naar de omvang van de potentiële afzetmarkten.

5.2 Potentiële afzetmarkten bemestingsproducten

Vervolgens is nagegaan wat de potentiële afzetmarkten zijn voor deze producten in zowel Nederland als Europa en hoe groot het afzetvolume (kg nutriënt/organische stof, financieel) is in bepaalde regio's/sectoren (Tabel 13). Dit geeft een overzicht van product-markt-combinaties (PMC).

In Tabel 13 is voor elke combinatie van mestproduct en regio in het blok "Financiële omzet" voor de financiële omvang van de markt een bandbreedte aangegeven op basis van variatie in de verwachte acceptatiegraad en prijs van aanwezige nutriënten en organische stof. Er is uitgegaan van een pessimistisch, reëel en optimistisch scenario:

- In het pessimistische scenario is uitgegaan van een lage acceptatiegraad en een lagere prijs voor de aanwezige nutriënten van de mineralen (NPK) in het mestproduct (75% van de kunstmestprijs). Er is geen waarde toegekend aan de organische stof in het product.
- In het reële scenario is uitgegaan van een hogere acceptatiegraad dan in het pessimistische scenario en 75% van de kunstmestprijs van de mineralen in het product. Er is geen waarde toegekend aan de organische stof.
- Daarnaast zijn een tweetal optimistische scenario's meegenomen:
 - In de eerste is uitgegaan van een hogere acceptatiegraad dan bij het reële scenario en van 100% van de kunstmestprijs voor NPK maar geen vergoeding voor de organische stof.
 - In het tweede optimistische scenario is daar bovenop ook een prijs voor de organische stof is ingerekend (€0,20 per kg EOS; deze prijs is ook gehanteerd in eerdere studies (o.a. Van Dijk & Galama, 2019) en is gebaseerd op de kosten voor alternatieven voor organische mest als organische stofbron zoals groenbemesters en inwerken stro).

Onder acceptatiegraad wordt verstaan het percentage van de gebruiksruimte van een huidig product, meestal kunstmest, dat de gebruiker bereid is te vervangen door het mestbewerksproduct. Hoe dichter de eigenschappen van het mestbewerksproduct liggen bij die van het huidig gebruikte product hoe hoger de acceptatie zal zijn. Bij producteigenschappen gaat het om gehalte van nutriënten, werkzaamheid van aanwezige nutriënten, chemisch/fysische eigenschappen (o.a. vast/vloeibaar) en praktische aspecten rond toediening (dosering, beschikbaarheid apparatuur, kosten).

In de analyse is bij de acceptatie gekeken naar de genoemde technische aspecten van het mestproduct. De acceptatiegraad zal echter ook afhangen van de marktsituatie en de hiermee samenhangende mestprijzen. Bijvoorbeeld in geval van een mestoverschot met negatieve prijzen zal de mestontvanger eerder geneigd zijn de mest te accepteren dan bij een positieve prijs. Dit aspect is hier buiten beschouwing gelaten.

De gehanteerde waarden voor de acceptatiegraad worden gemotiveerd bij de bespreking van de producten (zie hieronder).

Opmerkingen bij Tabel 13

- Bij de vaststelling van het fysieke volume (kolommen 'Potentieel volume') is alleen de kolom/nutriënt ingevuld op basis waarvan het volume is bepaald. bij veel producten komen

meerdere nutriënten mee. Benadrukt moet worden dat deze uiteraard wel meegenomen zijn bij de berekening van het financieel volume).

- Bij de berekening van het financiële volume is uitgegaan van een bepaalde waarde voor NPK en EOS. Voor NPK is deze gebaseerd op de kunstmestprijzen en voor EOS is uitgegaan van een waarde van €0,20 per kg EOS gebaseerd op Van Dijk & Galama (2019). Het betreft dus nadrukkelijk niet een kostprijs of een marktprijs.

5.2.1 Algemeen beeld

In Tabel 13 is een overzicht gegeven van de afzetvolumes van de verschillende mestproducten. De grootste potentiële (financiële) volumes voor de afzet van mestproducten liggen bij minerale N-producten (binnen- en buitenland), minerale P-producten (buitenland) en gedroogde P-houdende organische stofproducten (buitenland). Het kaliproduct en het P-arme organische stofproduct hebben een lager potentiële afzetvolume. Anderzijds zullen dit ook vaak bijproducten zijn van de productie van bijvoorbeeld een mineraal-N-product en een mineraal-P-product.

Ook wanneer uitgegaan wordt van de onderkant van de bandbreedte in (financieel) afzetvolume ('pessimistisch' scenario), is het overschot in Nederland vaak slechts een fractie daarvan. Dat lijkt veelbelovend, maar het zal behoorlijke eisen stellen aan de te ontwikkelen producten (o.a. gelijkwaardig aan bestaande (kunst)mestproducten; dit is voor het N-mineraal product van 5% N per definitie al niet mogelijk, omdat gangbare kunstmest een 5-6 keer hoger N-gehalte heeft).

Hieronder wordt per product een toelichting gegeven.

5.2.2 Minerale producten

Mineraal N-producten

Het N-overschot in dierlijke mest in Nederland bedraagt circa 80 mlj kg N. Hiervan is circa 40-50 mlj kg aanwezig als minerale N en dus potentieel een bron voor het maken van minerale N-producten. Alleen al in de melkveehouderijsector in Nederland wordt al bijna 3 keer zo veel kunstmest-N gebruikt (Tabel 13).

De potentiële markt voor kunstmest-N-achtige producten in Europa is groot. Om te kunnen concurreren met 'echte' kunstmest moeten de eigenschappen van minerale N-producten uit mest bij voorkeur zo dicht mogelijk bij die van bestaande kunstmestsoorten liggen.

Er is uitgegaan van een product met 5% N en een geconcentreerder product met 20% N. In vergelijking met mineralenconcentraten zoals die nu in lopende pilots worden geproduceerd is het 5%-product 5-10 keer geconcentreerder. Qua gehalte is het vergelijkbaar met spuiwater. Voor beide producten is voor de verkenning van de potentiële afzet het huidige kunstmest-N-gebruik in een regio/sector als basis genomen (zie Tabel 13).

Omdat het product met 5% N volumineuzer is, is voor het toepassingsgebied uitgegaan van afzet in Nederland (melkveehouderij en akkerbouw) en relatief dichtbij gelegen regio's in Duitsland (Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen) en Frankrijk (Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardenne en Lorraine). Een vloeibaar product met minimaal 5% N voldoet aan de eis om als kunstmest ('enkelvoudige, vloeibare, anorganische macronutriëntenmeststof') te worden aangemerkt volgens de eisen in de nieuwe concept-EU-Meststoffenverordening. Bij hogere giften (> 50 kg N per ha) wordt het wel lastiger om het met de veldspuit toe te dienen. Dit zou dan aangepaste apparatuur vereisen waarmee doseringen kunnen worden toegediend die tussen een veldspuit en mestinjecteur in zitten. Vanwege deze reden en het volumineuzere karakter van het product (5-6 keer lager N-gehalte dan in gangbare vloeibare kunstmest) is uitgegaan van een relatief lage acceptatiegraad (12,5%, 25% en 50% in pessimistische, reële en optimistische scenario) bij afzet in zowel binnen- als buitenland. Indien op melkveebedrijven in Nederland, waar kunstmeststikstof vooral op grasland wordt toegediend, het product kan worden gemengd met dierlijke mest, zou de acceptatie hoger kunnen zijn. Vanwege veiligheidsredenen (mogelijke chemische reactie van product met mest) zal dit waarschijnlijk meestal niet mogelijk zijn.

Voor het product met 20% N is een groter toepassingsgebied gekozen, namelijk heel Duitsland en Frankrijk en overig Europa. Het product is namelijk minder volumineus en heeft vergelijkbare

eigenschappen als gangbare vloeibare kunstmeststoffen zoals ammoniumsulfaat en ureaan en kan met beschikbare apparatuur (veldspuit, spaakwielinjector) worden toegediend. Omdat in de huidige praktijk veel wordt gewerkt met vaste kunstmeststoffen, zal er bij vloeibare geconcentreerdere mestproducten een drempel zijn deze te gebruiken. Er is daarom uitgegaan van een acceptatiegraad van 25%, 50% en 75% in het pessimistische, reële en optimistische scenario. Bij een trend naar meer precisielandbouw zijn vloeibare meststoffen nauwkeuriger te doseren dan vaste meststoffen. In dat geval zou een vloeibaar product een hogere acceptatie kunnen krijgen dan nu gehanteerd.

Beperking met betrekking tot zwavelaanvoer

Afhankelijk van de productiewijze kunnen er begeleidende voedingselementen meekomen. Een veel gebruikte methode is het strippen van ammoniak met zwavelzuur. Hierdoor komt er een aanzienlijke hoeveelheid zwavel mee in het product. Bij deze productiewijze ontstaat een oplossing van ammoniumsulfaat, ofwel zwavelzure ammoniak. Dit product wordt in de praktijk ook wel spuiwater of spuihoog genoemd. Uitgaande van spuiwater is de N/S-verhouding ruwweg 1 (het S-gehalte in meststoffen wordt uitgedrukt in SO_3 , wat een factor 2,5 hoger is dan S. Daardoor is de N/ SO_3 -verhouding in spuiwater gelijk aan 0,36). Bij toepassing op grasland is de zwavelbehoefte voor de eerste snede maximaal 20 kg S per ha, dat betekent dat er niet meer dan 20 kg N per ha kan worden aangevoerd om een te hoge zwavelgift te voorkomen. De kunstmest-N-gift is vaak wel het 2-3-voudige. Bij bouwlandgewassen zijn vooral koolgewassen zwavelbehoefteig waarbij het advies maximaal 50 kg S per ha is. Om een te hoge zwavelgift overbemesting met zwavelgift te voorkomen kan niet meer dan 50 kg N per ha worden aangevoerd, terwijl de N-behoefte van veel koolgewassen het 4-6-voudige is. Geconcludeerd kan worden dat het gebruik van spuiwater op basis van ammoniumsulfaat sterk wordt beperkt door het hoge zwavelgehalte. Dit geldt zeker voor Nederland, in het buitenland zal de zwavelbehoefte waarschijnlijk wat hoger zijn en is de aanwezigheid van zwavel daardoor mogelijk minder beperkend.

Het alternatief is gebruik te maken van salpeterzuur. Hierbij ontstaat ammoniumnitraat, een veel gebruikte kunstmestsoort. Ten opzichte van zwavelzuur is salpeterzuur duurder en met meer veiligheidsaspecten omgeven. Er wordt ook extra stikstof toegevoegd, maar door de grote behoefte aan stikstof is dat waarschijnlijk geen belemmering.

K-product

Voor kali-concentraten (minimaal 5% K_2O) is, evenals bij minerale N-producten van 5%, uitgegaan van afzet in Nederland en het nabije buitenland (West-Duitsland en Noord-Frankrijk). De melkveehouderij in Nederland is buiten beschouwing gelaten, omdat daar met de eigen dierlijke mest al voldoende kali wordt aangevoerd.

Het verschil tussen in dierlijke mest geproduceerde kali en met dierlijke mest toegediende kali bedraagt in Nederland circa 70 mlj kg K_2O . Het kunstmestgebruik bedraagt circa 25 mlj kg K_2O , vooral in de akkerbouw. Er is dus ook afzet buiten Nederland nodig. In West-Duitsland en Noord-Frankrijk is er voldoende potentieel volume om kali-producten daar af te zetten. Uit tabel 13 (laatste vier kolommen) blijkt dat het potentieel (financieel) volume, in vergelijking met minerale-N-producten, beperkt is.

Omdat het een relatief volumineus product is (meer transportkosten, lastiger met beschikbare apparatuur toe te dienen), is uitgegaan van relatief lage acceptatie van 12,5%, 25% en 50% in het pessimistische, reële en optimistische scenario.

Beperkingen

Het kali-concentraat is een product dat doorgaans ontstaat na het strippen van ammoniak uit dunne fracties. Afhankelijk van de mate waarin de dunne fractie ontdaan is van organisch materiaal zullen er in meer of minder mate andere nutriënten, zoals organische stikstof en fosfaat, en organische stof meekomen. Met name de aanwezigheid van fosfaat kan het gebruik in Nederland beperken.

Mineraal P-product

Op dit moment moet in Nederland vooral fosfaat uit mest worden geëxporteerd. Het fosfaatoverschot in dierlijke mest in Nederland bedraagt circa 45 mlj kg P_2O_5 . Dat is 10-15% van het kunstmestfosfaatgebruik in grote Europese landen als Duitsland, Frankrijk en Polen en circa 1,5% op

het totale kunstmestfosfaatgebruik in de EU. Op papier zou het Nederlandse overschot relatief eenvoudig te plaatsen moeten zijn.

Als een deel van de fosfaat zou kunnen worden verwijderd en worden opgewaardeerd tot een minerale-P-meststof kan deze het bestaande kunstmestgebruik vervangen in zowel het binnen- als buitenland. Als voorbeeld is hier uitgegaan van calciumfosfaat. Een dergelijk product kan worden geproduceerd als eindproduct (met veel toegevoegde waarde) of als halffabricaat / grondstof voor kunstmestindustrie (bv ICL).

Het potentiële afzetvolume is afgeleid uit het kunstmest-P-gebruik. Door het beperkte fosfaatkunstmestgebruik in Nederland ligt de markt vooral in het buitenland. Er is uitgegaan van een acceptatiegraad van 50%, 75% en 100% in het pessimistische, reële en optimistische scenario. De eigenschappen van het minerale P-product uit mest zijn weliswaar vergelijkbaar met die van gangbare kunstmeststoffen, maar omdat het een nieuw product is zal er (in het begin) een zekere drempel zijn om de huidige kunstmest-P te vervangen. Qua toepassing is er geen wezenlijk verschil met gangbare P-kunstmest.

Bij bovengenoemde kunstmest-achtige producten kan er ook voor worden gekozen de mestproducten als grondstof te gebruiken voor de kunstmestindustrie. Het voordeel hiervan is dat dan gebruik kan worden gemaakt van de distributiekanaal van de kunstmestindustrie en de factor onbekendheid bij potentiële gebruikers dan veel minder of geen rol meer speelt. Aanpassing en afstemming op de specifieke situatie van de afnemer (kunstmestfabrikant) is cruciaal, zowel in hun proces als qua vergunningen.

In Nederland is ICL een belangrijke kunstmestfosfaatproducent. In het Ketenakkoord fosfaatkringloop uit 2011 heeft ICL aangegeven dat ze een proefinstallatie voor 15 mlj kg secundair fosfaat wilden bouwen die in de toekomst uitgebreid zou kunnen worden naar 150 mlj kg secundair fosfaat. Het laatste is drie keer zo hoog als het fosfaatoverschot in Nederland. Bij levering aan de fabriek zal niet de kunstmestprijs worden verkregen, maar eerder die van ruwfosfaat, omdat er nog extra bewerkingen plaatsvinden. Daarom is voor het financiële volume uitgegaan van 50% van de kunstmestprijs.

Beperkingen

- Het geproduceerde product is niet zuiver, er zal enige organische stof meekomen. Dit mag niet te hoog zijn anders kan het niet als minerale meststof worden aangemerkt. Wel zou het eventueel als organo-minerale-fosfaatmeststof kunnen worden vermarkt. Ook zou kunnen worden overwogen, om het toe te voegen aan organische mestkorrels.
- Ook voor gebruik als grondstof voor de kunstmestindustrie is een zo zuiver mogelijk product nodig. Het product zou kunnen worden gebrand om organische stof te verwijderen, maar dit heeft mogelijk gevolgen voor de werkzaamheid van de fosfaat. Bovendien kan het stankoverlast tot gevolg hebben en verhoogt het de kosten.
- Om de fosfaat te verwijderen moet er aangezuurd worden. Dit gebeurt doorgaans met zwavelzuur. Hiermee wordt zwavel aangevoerd dat voor een belangrijk deel in het fosfaatproduct terecht komt. De zwavel kan beperkend zijn voor het gebruik (zie ook bij minerale stikstofproducten).

'Struviet (o.a. $NH_4MgPO_4 \cdot 6H_2O$) kan ook, is goed te verwerken.'

'CaP of struviet. Is in studie in Duitsland. Struviet zou ook naar West Afrika kunnen (samen met waterschappen?).'

'Struviet van Ostara is een hoogwaardig product en kan direct worden toegepast als meststof.'

'Calciumfosfaat (liefst monocalcium, want goed oplosbaar voor planten), moet export waardig zijn, droog en steekvast, poedervorm, en mag organisch materiaal inzitten maar daar wordt nog niks mee gedaan.'

'P en N uit mest terug naar voer zou ook interessant kunnen zijn. Dit is wel voor de lange termijn i.v.m. wetgeving.'

Struviet, monocalciumfosfaat (ICL)

Tabel 13 Product Markt Combinaties, potentieel volume en de geschatte financiële omvang van de markten gebaseerd op verschillende scenario's voor acceptatiegraad mestproducten en waarde mineralen (op basis van kunstmestprijs voor NPK) en EOS (bij 'Potentieel volume' is alleen de kolom (nutriënt) ingevuld op basis waarvan het volume is bepaald; bij veel producten komen meerdere nutriënten mee, deze zijn wel meegenomen bij de berekening van het financieel volume).

Product	Toepassingsgebied	Potentieel volume, mlj kg			Acceptatiegraad, %			Financieel omzet, mlj euro	Pessimistisch =kolom F	Realistisch =kolom G	Optimistisch 1 = kolom H	Optimistisch 2 = kolom H
		N	P2O5	K2O	pessimistisch (kolom F)	realistisch (kolom G)	optimistisch (kolom H)					
								Acceptatie, %:				
								Mineralenwaarde, % KM-prijs:	75	75	100	100
								EOS-waarde, % (100=0,20 cent):	0	0	0	100
Mineraal-N-product, 5% N	Melkvee NL	135			12.5	25	50		12	24	65	65
	Grasland	120			12.5	25	50		11	22	58	58
	Akkerbouw NL	60			12.5	25	50		5	11	29	29
	Duitsland, totaal	1675			12.5	25	50		151	302	804	804
	Niedersachsen	250			12.5	25	50		23	45	120	120
	Nordrhein-Westfalen	147			12.5	25	50		13	26	71	71
	Frankrijk, totaal	2191			12.5	25	50		197	394	1052	1052
	Nord - Pas-de-Calais	90			12.5	25	50		8	16	43	43
	Picardie	182			12.5	25	50		16	33	87	87
	Champagne-Ardenne	225			12.5	25	50		20	41	108	108
Lorraine	123			12.5	25	50		11	22	59	59	
Mineraal-N-product, 15-20% N	Melkvee NL	135			25	50	75		24	49	97	97
	Grasland	120			25	50	75		22	43	86	86
	Akkerbouw NL	60			25	50	75		11	22	43	43
	Duitsland	1675			25	50	75		302	603	1206	1206
	Frankrijk	2191			25	50	75		394	789	1578	1578
	Europa, overig	7121			25	50	75		1282	2564	5127	5127
K-product , 5%	NL akkerbouw			25	12.5	25	50		1	3	7	7
	Duitsland, totaal											
	Niedersachsen			90	12.5	25	50		5	9	25	25
	Nordrhein-Westfalen			45	12.5	25	50		2	5	12	12
	Frankrijk											
	Nord - Pas-de-Calais			33	12.5	25	50		2	3	9	9
Picardie			54	12.5	25	50		3	6	15	15	
Champagne-Ardenne			54	12.5	25	50		3	6	15	15	
Lorraine			21	12.5	25	50		1	2	6	6	

Tabel 13 (vervolg) Product Markt Combinaties, potentieel volume en de geschatte financiële omvang van de markten gebaseerd op verschillende scenario's voor acceptatiegraad mestproducten en waarde mineralen (op basis van kunstmestprijs voor NPK) en EOS (bij 'Potentieel volume' is alleen de kolom (nutriënt) ingevuld op basis waarvan het volume is bepaald; bij veel producten komen meerdere nutriënten mee, deze zijn wel meegenomen bij de berekening van het financieel volume).

Product	Toepassingsgebied	Potentieel volume, mlj kg			Acceptatiegraad, %			Financiële omzet, mlj euro	Pessimistisch =kolom F	Realistisch =kolom G	Optimistisch 1 = kolom H	Optimistisch 2 = kolom H
		N	P2O5	K2O	pessimistisch (kolom F)	realistisch (kolom G)	optimistisch (kolom H)					
							Acceptatie, %:					
							Mineralenwaarde, % KM-prijs:	75	75	100	100	
							EOS-waarde, % (100=0,20 cent):	0	0	0	100	
Mineraal-P-product, calciumfosfaat	EU-totaal		2708		50	75	100		1045	1568	2788	2788
	Duitsland		284		50	75	100		110	165	292	292
	Frankrijk		474		50	75	100		183	275	488	488
	Polen		341		50	75	100		132	198	351	351
	Kunstmestindustrie, NL (ICL)		150		50	100	100		49	98	131	131
P-houdend os-product, gedroogd 'ideaal' product (85% ds)	Duitsland		284		25	50	75		178	356	712	882
	Frankrijk		474		25	50	75		297	594	1188	1473
	Polen		341		25	50	75		214	428	855	1060
	Oekraïne		363		25	50	75		227	455	909	1127
P-houdend os-product, gecompoteerd 'ideaal' product (50% ds)	Duitsland, totaal											
	Niedersachsen		35		12.5	25	50		11	22	58	75
	Nordrhein-Westfalen		8		12.5	25	50		3	5	13	17
	Frankrijk											
	Nord - Pas-de-Calais		9		12.5	25	50		3	6	15	19
	Picardie		27		12.5	25	50		8	17	45	58
	Champagne-Ardenne		48		12.5	25	50		15	30	80	103
Lorraine		33		12.5	25	50		10	21	55	71	
P-arm os-product, 'ideaal' product	Nederland, akkerbouw		2.6		12.5	25	50		5	10	28	47

5.2.3 Organische stofhoudende producten

Dit betreft doorgaans producten die als basisbemesting worden gebruikt, waarmee zo veel mogelijk wordt voorzien in de NPK-behoefte aan de basis en tegelijkertijd organische stof wordt toegediend. Voor de organische stoflevering gaat het vooral om het gehalte effectieve organische stof (EOS) en de verhouding tussen de gehalten aan nutriënten (vooral P_2O_5) en EOS.

In Tabel 12 zijn drie producten weergegeven: twee P-houdende producten en een P-arm product. Bij de P-houdende producten is onderscheid gemaakt tussen een gedroogde korrel en een gecomposteerd product. Bij het P-arme product is uitgegaan van een vaste fractie waaruit P is verwijderd die niet verder opgewaardeerd is via compostering en/of droging. De P-houdende producten zijn geschikt voor export en het P-arme product voor binnenlands gebruik op met name bouwland.

Bij de samenstelling is uitgegaan van een 'ideale' samenstelling gebaseerd op een bepaalde gewenste dosering van NPK en EOS. Er is dus niet geredeneerd vanuit bestaande mestsoorten wat haalbaar is, maar alleen gekeken naar de gewenste NPK-EOS-aanvoer die je met het product zou willen geven. Wel is rekening gehouden met de theoretische mogelijkheden. De optelsom van de aanwezige as en organische stof mag niet hoger zijn de hoeveelheid drogestof in het product.

P-houdende producten

Gedroogde korrel

Voor het potentiële afzetvolume is voor de gedroogde korrel uitgegaan van het huidige kunstmest-P-gebruik in grote landen als Duitsland, Frankrijk, Polen en Oekraïne. Omdat het een weinig volumineus product is, is Oekraïne ook meegenomen als potentieel afzetgebied.

Uitgangspunt voor de schatting van het financiële afzetvolume is een gedroogd basisbemestingsproduct (85% ds) met een 'ideale' samenstelling, waarmee 100 kg werkzame N, 50 kg P_2O_5 , 50 kg K_2O en 200 kg EOS per ha wordt toegediend. Dit is gebaseerd op toepassing in graan, dat verreweg het grootste areaal beslaat in de hierboven genoemde landen. Verder is ervan uitgegaan dat het meeste stro (circa driekwart) op het land achterblijft, waardoor er relatief weinig kali wordt afgevoerd. Voor toepassing in gewassen als aardappelen en snijmais is $P_2O_5:K_2O$ -verhouding van 1:2 tot 1:3 wenselijker, maar deze markt zal veel kleiner zijn.

Het mestproduct kan fysiek maximaal circa 200 kg EOS per ton bevatten (uitgaande van een organische stofgehalte van circa 600 kg per ton en een humificatiecoëfficiënt 0.33). Er is uitgegaan van een dosering van 1000 kg product per ha, zodat dit product met een kunstmeststrooier kan worden toegediend.

Er is uitgegaan van een acceptatiegraad van 25%, 50% en 75% in het pessimistische, reële en optimistische scenario. Het is een geconcentreerd en goed hanteerbaar product dat met bestaande apparatuur kan worden toegediend. Ook wordt er in één gift NPK en organische stof toegediend. Wel is het een nieuw product waardoor er naar verwachting een drempel zal zijn voor gebruik. In het optimistische scenario is daarom uitgegaan van 75% t.o.v. kunstmest.

Er is een groot potentieel afzetvolume i.r.t. het mestfosfaatoverschot in Nederland, ook als rekening wordt gehouden met een lage acceptatie (25%) en een lagere prijs (75% van kunstmestprijs en geen vergoeding voor de organische stof).

Gecomposteerd product

Voor dit product is voor het potentiële afzetvolume gekeken naar gebruik in het nabije buitenland (West-Duitsland en Noord-Frankrijk), omdat dit product volumineuzer is dan de gedroogde korrel. Evenals bij de gedroogde korrel is het potentiële afzetvolume gebaseerd op het huidige P-kunstmestgebruik.

Voor de 'ideale' samenstelling is uitgegaan van een gecomposteerd product met 50% droge stof. Dit product kan maximaal circa 120 kg EOS per ton bevatten. Bij de NPK-samenstelling is uitgegaan van een dosering van 2 ton per ha en een aanvoer van 100 kg werkzame N, 50 kg P_2O_5 en 50 kg K_2O . Bij een EOS-gehalte van 120 kg per ton wordt hiermee 240 kg per ha toegediend. De vereiste dosering van 2 ton per ha is eigenlijk aan te laag voor een mestverspreider. Door het hoge P-

gehalte van de ingaande vaste fractie van de varkensmest is het P-gehalte niet veel lager te krijgen dan aangegeven in Tabel 11 en zal bij een gewenste aanvoer van 50 kg P₂O₅ per ha de dosering laag zijn.

Evenals bij de gedroogde korrel is hier wat betreft de gewenste samenstelling uitgegaan van toepassing in vooral granen.

In vergelijking met de droge korrel is uitgegaan van een lagere acceptatiegraad (12,5%, 25% en 50% in het pessimistische, reële en optimistische scenario), omdat het product volumineuzer is en er ook meer kosten moeten worden gemaakt om het toe te dienen. Door de beperktere afzetregio's is het potentiële financiële afzetvolume kleiner dan bij de droge korrel.

Opmerkingen

- Hierboven is uitgegaan van een P₂O₅-K₂O-verhouding van 1:1, passend bij toepassing in graan voor een situatie dat stro wordt afgevoerd of bij de bemesting van aardappelen en mais. Indien zou worden uitgegaan van een verhouding van 1:2 betekent dat het financiële volume (rechter deel Tabel 15) maximaal met 10-15% zal stijgen, indien 1) met het product eenzelfde hoeveelheid kunstmestfosfaat wordt vervangen als bij het product met een 1:1-verhouding en 2) voor de kali eenzelfde prijs wordt gebruikt als bij de kali in het product met een 1:1-verhouding. Echter, de vraag is of de extra kali wordt gewaardeerd. Voor graan zal het uit oogpunt van gewasbehoefte meestal niet nodig zijn. Dat is wel het geval voor bemesting bij aardappelen en mais. Deze markt is echter veel kleiner, vanwege het veel kleinere areaal dan van granen (aardappel) en doordat al relatief veel dierlijke mest (met kali) wordt gebruikt (mais).
- In de verkenning van de markt voor P-houdende mestproducten is de omvang gebaseerd op de vervanging van kunstmest-P in bepaalde regio's, waarbij de teelt van graan een belangrijke plaats inneemt. De insteek kan ook zijn om juist kleinere markten te kiezen waar mestproducten een hogere toegevoegde waarde kunnen hebben. Bijvoorbeeld door meer in te zetten op producten voor hoog renderende teelten, zoals aardappelen. In dat geval wordt mogelijk ook de organische stof beter gewaardeerd en kunnen gewassen ook positief reageren op aanvoer van organische stof. Qua omvang is de markt dan veel kleiner, maar de hoeveelheid P die in Nederland moet worden verwerkt is ook maar een fractie van het totale kunstmest-P-gebruik in Duitsland, Frankrijk en Polen.
- In vergelijking met kunstmest zijn mestkorrels volumineuzer. Dit heeft consequenties voor de opslag en toediening.

P-arm product

Dit product is vooral interessant voor de akker- en tuinbouw in Nederland. Er is vanuit gegaan dat dit product aanvullend op varkensdrijfmest of dunne fractie van varkensdrijfmest wordt toegepast. Voor een eerste verkenning is uitgegaan van een 'ideaal' product gebaseerd op een dosering van 50 kg werkzame N, 5 kg P₂O₅, 100 kg K₂O en 750 kg EOS per ha toegepast op het akkerbouwareaal in Nederland. Er is uitgegaan van een 'vaste fractie-achtig' product met circa 30% drogestof. Er heeft geen compostering of vergisting plaatsgevonden. Een dergelijk product kan maximaal zo'n 75 kg EOS per ton bevatten (uitgaande van droge stofgehalte van 300 kg per ton, 75% organische stof in drogestof en circa 33% EOS in organische stof). Om bovengenoemde hoeveelheid NPK en EOS te kunnen toedienen is een dosering van ruim 10 ton per ha nodig.

Omdat dit product vooral voor de Nederlandse landbouw interessant is, en dan vooral voor de akkerbouw, is het afzetvolume beperkt. Het zal concurreren met bestaande mestproducten als onbewerkte rundveedrijfmest, varkensdrijfmest en dunne fractie van varkensdrijfmest. De toedieningskosten van het product zijn ook hoger dan van de dunne mestproducten. Er is daarom uitgegaan van een relatief lage acceptatie van 12,5%, 25% en 50% in het pessimistische, reële en optimistische scenario.

Beperkingen

Dit product is feitelijk een bijproduct bij de productie van het minerale P-product. Bij de verwijdering van de P uit de vaste fractie wordt vaak zwavelzuur gebruikt. De zwavel blijft deels achter in het P-arme organische restproduct. Dit leidt mogelijk tot beperkingen in het gebruik indien meer zwavel wordt aangevoerd dan de gewassen nodig hebben.

'Grondverbeteraar moet homogeen product zijn, makkelijk toepasbaar. Hoe ziet de toekomst er uit? Nu is een beperking, met name op klei, dat de machines zo zwaar zijn. Organische stofbalans is en blijft een belangrijk thema in de open teelten. Varieer in de aanvoer: Bodemleven eet ook uit de schijf van vijf, varieer dus in de aanvoer.'

'Compost, dik, gehygeniseerd, bij composteren restwarmte gebruiken. Of eerst vergisten en dan composteren (doen GFT composteerders) vanwege duurzaamheid. Korrelen, meer dan 90% ds P erin houden. Bij export mest zouden we P juist erin moeten houden.'

'Korrel met verhouding ongeveer 2/5/4, zal wel 2.5/5.5/4.5 NPK worden.'

'Als een product (korreltje) via kunstmeststrooiers verspreid kan worden (en een goed strooibeeld laat zien) dan is dat natuurlijk het handigste.'

'Uit vaste fracties: Compost of 'droger' (gedroogd/gekorreld/verkoold). Compost en korrels (pluimvee) zijn al heel mooie producten uit mest voor eindgebruik, maar zouden nog meer op maat gemaakt kunnen worden met de hoog geconcentreerde producten uit mest.'

'Blenden is lastig: soortelijk gewicht, gaat ontmengen, geeft vaak klachten. Pellets worden niet geblend, granulaten wel. Ook aanwendingsstechniek is belangrijk.'

'In het granulatieproces (korreltjes maken) letten ze op een aantal dingen: de hardheid (o.a. om het stofvrij te maken), de uniformiteit (strooibeeld op de akkers). Bij mengmeststoffen speelt de dichtheid ook een rol, omdat ze niet willen dat meststoffen gaan ontmengen tijdens de opslag.'

Een aantal overige/praktische/aanvullende tips uit de interviews

'Logisch dat kunstmestfabrikanten de als kunstmest aan te merken mestproducten die ontstaan in het mestbewerkingsproces, gebruiken als grondstof. Je maakt dan gebruik van de logistiek van deze bedrijven. En het draagt volgens hem ook bij aan klimaatvriendelijke meststoffen.'

'Mestverwerkinginstallatie in Noord Brabant kan interessant zijn'.

'Een keurmerk voor verwerkte mest is belangrijk. Ook leveringszekerheid is van belang. De huidige mestafzetkosten zijn te hoog, ze moeten omlaag'.

'Veel concurrentie van kunstmestverkopers (confrontatie of bondgenoot maken)'.

6 Slotopmerkingen

Bij de verkenning van de financiële omvang van de markten voor de geselecteerde mestproducten is uitgegaan van een intrinsieke waarde van de aanwezige nutriënten (75% in het pessimistische en reële scenario en 100% in het optimistische scenario) en de organische stof (alleen optimistische scenario). Het blijkt moeilijk om een beeld te krijgen van marktprijzen die voor mestproducten worden betaald. Deels hangt dit samen met het feit dat de door ons geselecteerde mestproducten nieuw zijn en er dus nog geen bestaande markt voor is. Voor producten waarvoor dat wel het geval is, bijvoorbeeld gedroogde mestkorrels, zijn bedrijven vaak niet bereid om inzicht te geven in de prijzen die op dit moment worden betaald. In andere delen van het project wordt/is verder gekeken naar potentiële marktprijzen (onderdeel 'Marktonderzoek', onderzoek loopt) en naar de productiekosten van de PMC-producten (Gollenbeek *et al.*, 2020).

Een doorrekening van de geselecteerde product-marktcombinaties met economische modellen kan helpen de PMC's verder te prioriteren. Hiervoor is het nodig de kosten om het product te maken zo goed mogelijk in te schatten (Gollenbeek *et al.*, 2020). In de analyse zal er ook aandacht zijn voor de gevoeligheid van de uitkomsten voor de aangenomen kosten voor productieprocessen, prijzen van alternatieve producten als kunstmest en variaties in vraag en aanbod.

Het mest-N- en P-overschot in Nederland is slechts een fractie van het N- en P-kunstmestgebruik in Europa. Ondanks de grote potentiële markt zal het, zoals eerder aangegeven, behoorlijke eisen stellen aan de te ontwikkelen producten en er zal waarschijnlijk moeten worden geïnvesteerd in voorlichting ten behoeve van een hoge acceptatie van mestproducten.

Bij de samenstelling van de organische stofproducten is uitgegaan van een ideale samenstelling op basis van de behoefte in een bepaalde situatie. In overleg met andere deelprojecten zal moeten worden nagegaan in hoeverre deze samenstelling technisch is te realiseren en welke kosten dat met zich meebrengt. Mogelijk dat er om deze redenen concessies aan de gewenste samenstelling moeten worden gedaan.

Bij de te maken minerale mestproducten is het van belang mee te nemen welke nutriënten 'meekomen' als er een mineraal N-product of een mineraal P-product wordt gemaakt. Hierbij kan gedacht aan worden aan zwavel (sulfaat, bij ammoniumconcentraten) of magnesium (bij struvietproducten). Van belang is dat bij gebruik van deze mestproducten er geen overdosering plaatsvindt met de begeleidende nutriënten.

Referenties

- Agreste, 2011. Pratiques Culturelles. <http://agreste.agriculture.gouv.fr/enquetes/pratiques-culturelles/grandes-cultures-prairies/>
- Albert, E., 2014. Grundnährstoffversorgung sächsischer Böden. Presentatie 13 januari 2014 Lehndorf, Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, 68 pp.
- Anoniem, 2011a. Bericht zur Entwicklung der Landwirtschaft in Thüringen 2011. Berichtsjahre 2009-2010. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, 121 pp.
- Anoniem, 2011b. Agrarbericht 2011 des Landes Mecklenburg-Vorpommern. Berichtsjahr 2009-2010. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, Schwerin, 111 pp.
- Arrouays, D., V. Antoni, M. Bardy, A. Bispo, M. Brossard, C. Jolivet, C. Le Bas, M. Martin, N. Saby, N. Schnebelen, E. Villanneau & P. Stengel, 2012. Fertilité des sols conclusions du rapport sur l'état des sols de France. *Innovations Agronomiques* 21, 1-11.
- BDAT, 2015. Franse bodemkwaliteitsgegevens uit agrarische laboratoria. Data beschikbaar via <http://bdat.gissol.fr/geosol/index.php>.
- Boekhorst, L., K. Kowalczywska, & H. Verkerk, 2017. Manure export manual; summary of the most important regulations to be considered when exporting manure to Poland. Embassy of the Kingdom of the Netherlands, Warschau, 21 pp.
- Chambre d'Agriculture Hauts de France, 2015. Guide de calcul de la dose d'azote à apporter sur les cultures et les prairies. https://hautsdefrance.chambres-agriculture.fr/fileadmin/user_upload/Hauts-de-France/029_Inst-Hauts-de-France/Environnement-et-territoires/Eau_sol/Directive_nitrate/guide_calcul_azote_2015.pdf
- Cicková, H., G.L. Newton, R.C. Lacy & M. Kozánek, 2015. The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management* 35, 68-80.
- Destatis, 2018. Statistisches Bundesamt, https://www.destatis.de/DE/Home/_inhalt.html
- De Vries, S., R. Postma, L. van Schöll, G. Blom, J. Verhagen & I. Harms, 2016. Economic feasibility and climate benefits of using struvite from the Netherlands as a phosphate (P) fertilizer in West Africa. Wageningen Research, Report WPR-673, 48 pp.
- Disar, 2015. Database met landbouwkundige statistiek Frankrijk. Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt. Disar 3.11. Beschikbaar via <https://stats.agriculture.gouv.fr/disar/>
- Eurostat, 2016. Database met algemene landbouwkundige kenmerken EU-landen. Te bereiken via <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.
- Elissen, H., W. van Dijk, S. Huurman & R.W. van der Weide, 2016. New value chains in the circular economy – valorising waste water and side streams with aquatic biomass. Chapter 4 in *Small-scale Biorefining*, Chris de Visser & Rene van Ree (ed.), Brochure Wageningen University & Research, 62 p.
- Gollenbeek, L.R., J.P.B.F. van Gastel, J. Schellekens, N. Verdoes, P.J.T.H. Bussmann, J. Roefs & R.W. Melse, 2020. Onderzoek technische mogelijkheden en duurzaamheidsaspecten mestverwerkingsroutes. Wageningen Livestock Research. <https://doi.org/10.18174/530720>
- Hanc, A. & F. Vasak, 2015. Processing separated digestate by vermicomposting technology using earthworms of the genus Eisenia. *International Journal of Environmental Science and Engineering C* 62, 967-974.
- Harms, Imke, Ivona Sigurnjak, Renata Sultanbaeva, Franky Coopman, Alain Bouthier, Robert Trochard, Thierry Denis, Romke Postma, Katharina Laub, Anke De Dobbelaere, Inès Verleden, Niamh Power, 2019. Exploring the demand for recycling-derived nutrients and organic matter in regions of Northwest Europe. ReNu2Farm-rapport WP2, Deliverable 1.2, 57 p.
- Huot, S., M.N. Pons, M. Pradel, I. Savini & A. Tibi, 2014. Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usage agricole ou forestier. Impacts agronomiques, environnementaux, socio-économiques. <https://www.researchgate.net/publication/274380387>
- IZES, 2018. Institut für ZukunftsEnergieSysteme GmbH, <http://www.izes.de/>
- KWIN, 2015. Kwantitatieve Informatie Akkerbouw. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving.

-
- Kujawa-Roeleveld, K & G. Zeeman, 2006. Anaerobic treatment in decentralised and source-separation-based sanitation concepts. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology* 5, 115-139, DOI 10.1007/s11157-005-5789-9
- Lausen, P. & K. Gosch, 2012. Bodengehalte in Schleswig-Holstein untersucht. Die bodemfruchtbarkeit ist rückläufig. *Bauernblatt* 28 juli 2012, 24-28.
- Luesink, H.H., r. Postma, M.J. Smits, L. van Schöll & T.J. de Koeijer, 2016. Effect afzet mestverwerkingsproducten bij wettelijke status kunstmest of EG-meststof. LEI Wageningen UR (University & Research centre), LEI Rapport 2016-034, 64 pp.
- Postma, R., D. van Rotterdam-Los, R. Schils, K. Zwart & P. van Erp, 2013. Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaateffecten van producten van mest. NMI-rapport 1473.11, NMI, Wageningen, 88 p.
- Ros, G., L. van Schöll & R. Postma, 2014. Marktmogelijkheden voor mestproducten in het oosten van Duitsland. NMI-rapport 1568.14, NMI, Wageningen, 53 p.
- Schneider, M., 2009. Moderne verfahren der grundnährstoffinventur und grunddüngung. Presentatie. Datum en locatie onbekend. 26 pp.
- Stoknes, K., F. Scholwin, W. Krzesiński, E. Wojciechowska & A. Jasińska, 2016. Efficiency of a novel "Food to waste to food" system including anaerobic digestion of food waste and cultivation of vegetables on digestate in a bubble-insulated greenhouse. *Waste Management* 56, 466-476.
- Tóth, G., A. Jones & Montanarella (eds), 2013. LUCAS Topsoil Survey. Methodology, data and results. JRC Technical Reports EU, European Union, 154 pp.
- UNIFA, 2009. Evolution de la fertilisation en France et bilans régionaux depuis 20 ans. 44 pp.
- UNIFA, 2011. Eléments des bilans soufre et azote et indicateur d'efficacité de l'azote minéral sur blé tendre.
<https://unifa.fr/images/stories/mediatheque/librairie/rapport%20bilans%20s%20et%20n%20et%20efficacit%20azote%20sur%20bl.pdf>
- UNIFA, 2014. Evolution des bilans régionaux de fertilisation en France de 1988 à 2013. Pour les trois éléments nutritifs: phosphore, potassium, magnésium. 42 pp.
- Van Bruggen, C., 2018. Dierlijke mest en mineralen 2017.
- Van Dijk, W. & P. Galama, 2019. De maat van mest. Perspectief van mestbewerking op de boerderij vanuit belang akkerbouwer en melkveehouder. Wageningen Research, Rapport 547.
- Van Dijk, W., & H. ten Berge, 2009. Agricultural nitrogen use in selected EU countries, Wageningen.
- Van Dijk, W., J. Spruijt, W. Runia & W.C.A. van Geel, 2012. Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven. Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Publicatie nr. 527, 77 pp.
- Von Wulffen, U., 2008. Ks-verwertung aus sicht der landwirtschaft. Presentatie 27 maart 2008, symposium des MLU, Landesanstalt für landwirtschaft und gartenbau Sachsen-Anhalt, 29 pp.
- Zeller, Vanessa, Daniela Thrän, Martin Zeymer, Bernhard Bürzle, Philipp Adler, Jens Ponitka, Jan Postel, Franziska Müller-Langer, Stefan Rönsch, Arne Gröngröft, Claudia Kirsten, Nadja Weller, Marian Schenker, Harald Wedwitschka, Bernhard Wagner, Peter Deumelandt, Frank Reinicke, Armin Vetter, Christian Weiser, Klaus Hennenberg & Kirsten Wiegmann, 2012. Basisinformationen für eine nachhaltige Nutzung von landwirtschaftlichen Reststoffen zur Bioenergiebereitstellung. DBFZ rapport 13, Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, 230 pp.

Websites

- <http://www.handboekbodemembemesting.nl>, geraadpleegd maart 2019
- <http://www.agrimatie.nl>, geraadpleegd maart 2019
- <http://www.statline.nl>, geraadpleegd april 2019
- <http://www.clo.nl>, geraadpleegd februari 2019



Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 16
6700 AA Wageningen
T 0317 48 07 00
www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-1011

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

