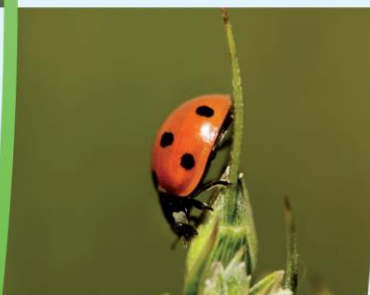


Soil for life

Rapport 1568.N.14

Marktmogelijkheden voor
mestproducten in het oosten van
Duitsland



Marktmogelijkheden voor mestproducten in het oosten van Duitsland

Auteurs: Dr. ir. G.H. Ros
Dr. ir. L. van Schöll
Ir. R. Postma

December 2014

© 2014 Wageningen, Nutriënten Management Instituut NMI B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit de inhoud mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de directie van Nutriënten Management Instituut NMI.

Rapporten van NMI dienen in eerste instantie ter informatie van de opdrachtgever. Over uitgebrachte rapporten, of delen daarvan, mag door de opdrachtgever slechts met vermelding van de naam van NMI worden gepubliceerd. Ieder ander gebruik (daaronder begrepen reclame-uitingen en integrale publicatie van uitgebrachte rapporten) is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van NMI.

Disclaimer

Nutriënten Management Instituut NMI stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen voortvloeiend uit het gebruik van door of namens NMI verstrekte onderzoeksresultaten en/of adviezen.

Uitgevoerd in opdracht van het ministerie van Economische zaken en het Landbouwbureau van de Nederlandse Ambassade in Berlijn. Het ministerie en RVO.nl <<http://RVO.nl>> zijn niet aansprakelijk voor eventuele fouten en wijzigingen in de Duitse wetgeving.

Verspreiding

Ministerie van Economische Zaken

Inhoud

	pagina
Samenvatting	2
1 Inleiding	4
1.1 Achtergrond	4
1.2 Doelstelling en werkwijze	4
1.3 Leeswijzer	5
2 Afbakening mestproducten en regio's	6
2.1 Inleiding	6
2.2 Beleidsontwikkelingen in Nederland en mestoverschot	6
2.3 Verwachte productie en export per mestsoort	7
2.4 Samenstelling mestproducten	9
2.5 Geselecteerde mestproducten voor export	10
3 Landbouwkundige behoefte	12
3.1 Inleiding	12
3.2 Geselecteerde regio's	12
3.2.1 Locatie en landgebruik	12
3.2.2 Bedrijfskenmerken	13
3.2.3 Bodemkwaliteit in relatie tot bemesting	14
3.2.4 Gerealiseerde bemesting	18
3.2.5 Nutriëntenbehoefte	22
3.3 Gewenste samenstelling mestproducten	24
4 Wet en regelgeving	27
4.1 Inleiding	27
4.2 Europese wet- en regelgeving	27
4.3 Duitse wetgeving	28
4.4 Nederlandse wetgeving	29
4.5 Ontwikkelingen	30
5 Evaluatie marktmogelijkheden mestproducten	31
5.1 Inleiding	31
5.2 Acceptatie mestproducten	32
5.3 Landbouwkundige geschiktheid	33
5.3.1 Landbouwkundige producteisen	33
5.3.2 Landbouwkundige beoordeling mestproducten	34
5.4 Economische haalbaarheid	37
5.4.1 Verwerkingskosten en afzet	37
5.4.2 Verwachte productprijzen	39
5.5 Wet- en regelgeving	41
6 Conclusies en aanbevelingen	43
7 Literatuur	46
Bijlage 1. Gemiddelde samenstelling organische mestproducten	51
Bijlage 2. Gebruikte datasets	52

Samenvatting

Deze studie beschrijft de marktmogelijkheden voor de afzet van dierlijke mestproducten in de oostelijke deelstaten van Duitsland: Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein en Thüringen.

Wat is de verwachte hoeveelheid mest die geëxporteerd wordt/ moet worden?

- Dit varieert van 29 mln. kg P₂O₅ in 2012 tot 25 á 41 mln. kg P₂O₅ in 2020;
- Dit zal voornamelijk gebeuren in de vorm van pluimveemest en gehygiëniseerde, gedroogde en/of gekorrelde dikke fractie van varkensdrijfmest en de dikke fractie na co-vergisting.

Wat is de landbouwkundige behoefte aan organische stof en nutriënten?

- In Duitsland moet het organische stofgehalte in de bodem (wettelijk voorgeschreven) op peil worden gehouden. Een externe organische stofbron, zoals organische mestkorrels, kan daar aan bijdragen. Er is een hogere fosfaat- en kaliumbemesting nodig dan de gewasonttrekking op respectievelijk 27 tot 48% en 17 tot 70% van het bouwlandareaal door een bodemvruchtbaarheid die vanuit landbouwkundig oogpunt als suboptimaal wordt beoordeeld.
- De totale potentiële afzetruimte is 167 tot 207 mln. kg P₂O₅, waarbij de variatie samenhangt met het stro-management: bij stro-afvoer mag er wettelijk meer fosfaat worden aangevoerd (gebaseerd op landbouwkundige behoefte). Voor kalium is het beeld niet duidelijk: enerzijds lijkt de kaliumboefte in de huidige situatie grotendeels vervuld te worden door de inzet van organische meststoffen, terwijl er anderzijds in vrijwel alle deelstaten sprake is van een dalende kalitoestand van de bodem. Het lijkt zinvol dit gegeven en de consequenties nader te onderzoeken. Is er vanuit landbouwkundig oogpunt inderdaad sprake van een overschot op de kaliumbalans en is dat een reden om de aanvoer van fosfaat en organische stof te beperken?
- De behoefte is het grootst in Mecklenburg-Vorpommern (53 mln. kg P₂O₅), gevolgd door Thüringen, Sachsen en Sachsen-Anhalt (27-29 mln. kg P₂O₅) en Schleswig-Holstein (12 mln. kg P₂O₅).

Wat is de huidige marktsituatie?

- Bemestingsadviezen in de Duitse akker- en tuinbouw zijn gebaseerd op het concept van evenwichtsbemesting, waarbij de behoefte aan nutriënten wordt bepaald door de afvoer met het gewas.
- Het grootste deel van de P- en K-aanvoer wordt gerealiseerd met organische mest. Het merendeel hiervan bestaat uit dierlijke mest. Gemiddeld wordt aan 34 tot 45% van het bouwlandareaal organische mest toegediend, met een uitschieter voor Schleswig-Holstein (72%).
- Van de deelstaten in het oosten van Duitsland is Schleswig-Holstein de deelstaat waar de mestproducten uit Nederland de grootste concurrentie zullen ondervinden van daar geproduceerde mest.
- Er is landbouwkundig geen belemmering voor afzet en gebruik van bewerkte mestproducten.

Wat zijn de gewenste mestproducten?

- Het optimale mestproduct bevat veel organische stof, weinig water en veel mineralen in de juiste verhouding. De gewenste NP-verhouding voor de top-5 gewassen varieert tussen 1,8 en 2,3 bij voorjaarstoediening terwijl de gewenste PK-verhouding kan variëren tussen 0,4 en 2,1.

- De gewenste samenstelling varieert per gewas en deelstaat en hangt tevens af van de gebruikte marketingstrategie (aanvullend of concurrerend).
- Organische mestproducten zullen als basismeststof worden ingezet, waarbij aanvullend kunstmeststikstof (en/of kalium) ingezet zal worden om aan de gewasbehoefte te voldoen.

Welke wet- en regelgeving is van belang voor de export van mest?

- Vier verordeningen en richtlijnen uit Europa: de Verordening dierlijke bijproducten (EG nr. 1069/2009), de Uitvoeringsverordening dierlijke bijproducten (EG nr. 142/2011), de Verordening betreffende de overbrenging van afvalstoffen: EVOA (EG nr. 1013/2006) en de EG Nitraatrichtlijn.
- Vijf wetten en verordeningen uit Duitsland: Düngegesetz (DüngeG), Düngemittelverordnung (DüMV), Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger (WDüngV), Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) en de Bioabfallverordnung (BioabfV).
- Drie wetten en regelingen uit Nederland: de Meststoffenwet (Msw), het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet (Ubm) en de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (Urm).

Beoordeling mestproducten

- Acht producten variërend in samenstelling, wettelijke status en verwachte export zijn beoordeeld: 3 producten van varkensdrijfmest, één van pluimveemest, drie digestaten en één struviet.
- De acceptatie van mestproducten zal samenhangen met de inpasbaarheid binnen de bestaande bedrijfsvoering én milieuwetgeving, een homogene mestkwaliteit, en een positief effect op de bodemvruchtbaarheid. Alle producten kunnen een waardevolle landbouwkundige toevoeging zijn op bestaande mestproducten, waarbij producten met een hoog drogestofgehalte die rijk zijn aan mineralen de voorkeur hebben. Dit zijn vooral pluimveemest, struviet, de gedroogde dikke fractie na co-vergisting, en de gedroogde en gekorrelde dikke fractie van varkensdrijfmest. IJzerhoudende toevoegingen moeten worden voorkomen, omdat die de fosfaatwerking negatief beïnvloeden.
- De grootste risico's dan wel onzekerheden voor export van mestverwerkingsproducten (met uitzondering van pluimveemest) liggen in de economische haalbaarheid. Marktstrategieën en logistieke concepten staan nog in de kinderschoenen en moeten nog ontwikkeld worden. Aandacht voor de marktbehoefte is cruciaal (terwijl huidige technieken vooral gebaseerd zijn op kostenreductie).
- Bij de export neemt het aantal randvoorwaarden vanuit wet- en regelgeving af van vergiste plantaardige bioafvalstromen > onverwerkte mest > verwerkte varkensdrijfmest > verwerkte pluimveemest. Voor struviet is nog niet duidelijk welke voorwaarden er gesteld gaan worden.

Wat zijn nog openstaande vragen/ aanbevelingen?

- Afzet van bewerkte mest heeft meer kans als het product vanuit de vraagkant goed is gedefinieerd. Een verdere verkenning van die vraagkant door het verzamelen van aanvullende informatie over de marktmogelijkheden in de beoogde afzetgebieden is gewenst.
- De discrepantie tussen de positieve kaliumbalans enerzijds en de daling van de kaliumtoestand van de bodem in veel van de Oostduitse deelstaten anderzijds dient nader onderzocht te worden. Dit geldt ook voor de consequenties daarvan voor de afzetruimte van mestproducten.
- De marktontwikkeling (incl. logistiek en distributie) en marketingstrategie staat voor veel bewerkte mestproducten nog in de kinderschoenen. Het is aan te bevelen om dit met meerdere partijen gezamenlijk op te pakken om ongewenste concurrentie te voorkomen.
- Veranderingen in beleid en de Nederlandse mestmarkt evenals de kunstmestprijs hebben grote invloed op het aanbod van mest. Een frequente update van de marktsituatie is aan te bevelen.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

De veehouderijsector is van wezenlijk belang voor de positie van de Nederlandse landbouw. Door een relatief hoge intensiteit van de veehouderij en de import van veevoer, is de hoeveelheid mest die wordt geproduceerd groter dan er op een verantwoorde wijze kan worden ingezet op landbouwgronden. Om de productie van dierlijke mest te reguleren, bestaat het Nederlandse mestbeleid uit een stelsel van gebruiksregels voor meststoffen (gebruiksnormen en gebruiksvoorschriften) en (ondersteunende) regels waarmee de mestproductie wordt begrensd. Het is de verwachting dat het overschot aan niet-plaatsbare mest zal toenemen na 2015 (PBL, 2013).

Vanaf 2014 is er sprake van een mestverwerkingsplicht: veehouders met een bedrijfsoverschot aan dierlijke mest zijn verplicht een deel van het mestoverschot op hun bedrijf te verwerken. Het percentage van het mestoverschot dat verplicht verwerkt moet worden, is afhankelijk van de locatie in Nederland en neemt de komende jaren toe (Tabel 1.1).

Tabel 1.1. Mestverwerkingspercentages voor 2014 en 2015 met bijbehorende hoeveelheden te verwerken mest (PBL, 2013).

Regio	2014	2015
Zuid – Nederland	30	50
Oost – Nederland	15	30
Overig Nederland	5	10
Totaal hoeveelheid te verwerken mest (mln. kg)	17	28

Het landbouwbureau van de Nederlandse ambassade in Berlijn wil onderzoek doen naar de afzetkansen van Nederlandse mestproducten op de Duitse markt. Daarom heeft het Ministerie van Economische Zaken aan Nutriënten Management Instituut NMI gevraagd om de marktmogelijkheden te beschrijven voor afzet van dierlijke mestproducten in de oostelijke deelstaten van Duitsland. In dit rapport worden de resultaten van deze marktverkenning gepresenteerd.

1.2 Doelstelling en werkwijze

Deze studie heeft als doel de marktmogelijkheden van dierlijke mestproducten in de oostelijke deelstaten van Duitsland in beeld te brengen. Om de marktmogelijkheden in de Duitse akker- en tuinbouw in beeld te brengen, zijn de volgende stappen doorlopen:

- selectie relevante mestproducten en exportregio's;
- beschrijving huidige marktsituatie voor meststoffen per deelstaat, inclusief de landbouwkundige behoefte aan nutriënten;
- beschrijving relevante nationale en internationale wet- en regelgeving voor de export van dierlijke mestproducten vanuit Nederland naar de oostelijke deelstaten in Duitsland; en
- beschrijving en evaluatie van de marktmogelijkheden om Nederlandse mestproducten te exporteren naar de oostelijke deelstaten, in relatie tot de landbouwkundige meerwaarde en de economische haalbaarheid ervan.

De benodigde informatie om bovenstaande onderdelen uit te voeren is verzameld via nationale en internationale databestanden en literatuurgegevens, en besproken met deskundigen en vertegen-

woordigders uit mestverwerking, meststoffenhandel (o.a. Dofco) en landbouworganisaties.

1.3 Leeswijzer

Na deze inleiding wordt in Hoofdstuk 2 een beschrijving gegeven van het huidige mestbeleid in Nederland en de verwachte beleidsontwikkelingen in de komende jaren. Gebaseerd op de verwachte ontwikkeling van de veestapel en de mestwetgeving wordt een inschatting gegeven van de hoeveelheid dierlijke mest die moet worden geëxporteerd. Daarnaast worden diverse mestbewerkingstechnieken beschreven om dierlijke mest zodanig op te waarderen dat het als een waardevolle meststof of bodemverbeteraar kan worden geëxporteerd. Gebruik makend van de gemiddelde mestsamenstelling en producteigenschappen worden een achttal mestproducten geselecteerd waarvan de marktpotentie verder in kaart zal worden gebracht. Vervolgens wordt in Hoofdstuk 3 een beschrijving gegeven van zes Oost-Duitse deelstaten wat betreft het landgebruik, algemene bedrijfskenmerken, de bodemkwaliteit, gangbare bemestingsstrategieën en de prijs die agrariërs (willen) betalen voor organische meststoffen. Al deze gegevens worden geïntegreerd om kwantitatief de landbouwkundige behoefte aan nutriënten in beeld te brengen, waarna duidelijk wordt in welke deelstaten de grootste potentiële afzetmarkt aanwezig is voor dierlijke mestproducten uit Nederland. Omdat de landbouwkundige behoefte in kaart is gebracht voor stikstof, fosfaat en kalium, wordt vervolgens nagegaan hoe de samenstelling van een optimale meststof zou moeten zijn om aan de gewasbehoefte te voldoen. In Hoofdstuk 4 wordt op hoofdlijnen een beschrijving gegeven van de relevante wet- en wetgeving die van belang is voor de export van mestproducten, waarna in Hoofdstuk 5 de marktmogelijkheden voor de acht geselecteerde mestproducten worden beschreven en geëvalueerd, zowel vanuit landbouwkundig oogpunt als vanuit de economische haalbaarheid en de acceptatie ervan in de praktijk. Deze studie sluit vervolgens af met de belangrijkste conclusies (Hoofdstuk 6).

2 Afbakening mestproducten en regio's

2.1 Inleiding

Deze studie heeft als doel de marktmogelijkheden voor *dierlijke* mestproducten in de oostelijke deelstaten van Duitsland in beeld te brengen. Op basis van de verwachte beleidsontwikkelingen wordt in dit hoofdstuk aangegeven welke mestproducten in Nederland beschikbaar zijn/ komen en in aanmerking komen voor export. In combinatie met de belangrijkste karakteristieken van deze mestproducten worden een aantal producten geselecteerd waarvoor in latere hoofdstukken de marktpotentie in beeld wordt gebracht. Dit zal worden gedaan voor de oostelijke deelstaten van Duitsland. Voor deze deelstaten zal de landbouwkundige behoefte aan nutriënten in beeld worden gebracht. De zes deelstaten zijn Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern en Brandenburg.

2.2 Beleidsontwikkelingen in Nederland en mestoverschot

Mestverwerking is wettelijk gedefinieerd als het behandelen van dierlijke meststoffen tot een eindproduct dat voldoet aan vastgestelde specificaties (omzetting tot as, maximaal 10% organische stof) of het exporteren van meststoffen (Tweede Kamer, 2013). Met beide definities wordt ervoor gezorgd dat dierlijke meststoffen, en dan met name het fosfaat daarin, aan de Nederlandse landbouw wordt onttrokken. Tot de eerste definitie horen behandelingen als verbranding en vergassing, en in de toekomst mogelijk de mineralenconcentraten (Velthof, 2011) en gepelleteerde pluimveekorrels met een droge stof percentage van meer dan 90%. Bij export van meststoffen gaat het voornamelijk om de afvoer van mest of mestproducten naar het buitenland.

De hoeveelheid dierlijke mest wordt in Nederland gereguleerd via productiebegrenzings van de veestapel (varkens en pluimvee), de aanwezigheid van de melkquotering voor melkvee en het gebruiksnormenstelsel. Binnen het mestbeleid wordt daarbij onderscheid gemaakt naar drie gebieden: de regio's Oost en Zuid met veel intensieve veehouderij en het overige deel van Nederland (PBL, 2013). Verplaatsing van productierechten naar en tussen de regio's Oost en Zuid is niet toegestaan. In 2005 heeft de Nederlandse overheid met de Europese Commissie tevens een productieplafond afgesproken: de omvang van de mestproductie is gemaximaliseerd op 173 mln. kg fosfaat en 502 mln. kg stikstof.

Veehouders die meer dierlijke mest produceren dan ze volgens de gebruiksnormen op eigen grond mogen toepassen, moeten een percentage van dit bedrijfsoverschot laten verwerken. Dit percentage zal naar verwachting jaarlijks worden vastgesteld, rekening houdend met de productieomvang, plaatsingsruimte, dieraantallen, binnenlandse afvoer, de beschikbare verwerkingscapaciteit in Nederland en de afzetmogelijkheden in het buitenland (PBL, 2013). Voor 2014 is het percentage vastgesteld op 30% voor regio Zuid, op 15% voor regio Oost en op 5% voor de rest van Nederland. Voor 2015 zijn deze percentages 50, 30 en 10%.

Voor de periode na 2015 verwacht de agroketen *Veehouderij en Milieu* een toename van het mestoverschot omdat de melkveestapel naar verwachting met 14% zal groeien door het verdwijnen van de melkquotering. Deze groei gaat samen met een verhoging van de melkproductie met 20% (Huijbers et al., 2013). Rekening houdend met deze ontwikkeling, wordt de mestproductie van de veestapel in 2020 geschat op 156 tot 162 mln. kg fosfaat en 454 tot 467 mln. kg stikstof. Gebaseerd op de huidige gebruiksnormen voor fosfaat en het areaal landbouwgrond, hebben Willems & Schröder (2013) berekend dat er 130 mln. kg fosfaat uit dierlijke mest op Nederlandse landbouwgronden geplaatst kan worden als

de volledige ruimte van de gebruiksnormen wordt benut. In werkelijkheid is de benutting lager. De binnenlandse mestafzet in 2020 wordt geschat op 110 tot 120 mln. kg fosfaat (PBL, 2013). Netto betekent dit dat er 36 tot 52 mln. kg fosfaat verwerkt moet worden, waarvan 26 mln. kg fosfaat afkomstig is van verwerkte pluimveemest.

2.3 Verwachte productie en export per mestsoort

De totale mestproductie in 2013 bedroeg 73 miljoen ton (CBS, 2014), waarvan het overgrote deel afkomstig was van dunne mest van rundvee (79%) en varkens (16%). Het resterende deel wordt gevormd door mest van pluimvee en de overige diersoorten (schapen, geiten, paarden, konijnen). De bijdrage van de verschillende diersoorten aan de totale mestproductie blijft naar verwachting redelijk constant tot 2020: de totale fosfaatproductie van varkens, pluimvee en rundvee wordt geschat op respectievelijk 38, 28 en 83-87 miljoen kg P₂O₅ (Tabel 2.1). Hierbij is aangenomen dat het ingezette beleid om via voermaatregelen de P-benutting te verhogen op langere termijn effectief is (Schröder & Van Krimpen, 2013).

Tabel 2.1. Mestproductie (in mln. kg N en mln. kg P₂O₅) in en huidige en verwachte export (mln. kg P₂O₅) vanuit Nederland in 2013 en 2020.

Mestsoort	N-productie		P-productie		Export	Taakstelling
	2013	2020	2013	2020	2012	2020
Varkens	102	111	40	38	6,9	9-23
Rundvee	289	264-278	91	83-87	0,9	1-3
Pluimvee	61	63	27	28	15,2	15,2
Overig	21	16-17	8	6-7	5,8	5,8
Totaal	473	454-467	166	156-162	29	25-41

* Bron N- en P-productie en export in 2012, 2013: CBS. Overige mestsoorten zijn schapen, geiten, paarden, konijnen en pelsdieren (categorieën in CBS-database). De N- en P-productie in 2020 is gebaseerd op de PBL/ WUR-schatting, afgeleid van Velthof (2013). Bron taakstelling: PBL (2013) voor totale hoeveelheden P₂O₅. De verdeling over mestsoorten is indicatief geschat op basis van de export van dierlijke mestproducten in 2012, aannemend dat de export van pluimveemest en overige mestsoorten stabiel blijven. De export van pluimveemest is exclusief de verbrande pluimveemest.

Gebaseerd op recente inschattingen van productie en plaatsingsruimte moet in 2020 circa 25 tot 41 miljoen kg P₂O₅ worden verwerkt, waarvan 10 tot 26 mln. kg grotendeels afkomstig is van varkens- en rundveemest (PBL, 2013). Welke soort mest beschikbaar zal komen voor de externe markt hangt af van de mate waarin verwerkingsplichten worden overgedragen: vanwege de verschillen in fosfaatgehalte van varkens- en rundveemest is het voor melkveehouders aantrekkelijk om de verwerkingsplicht over te dragen aan varkenshouders. De overdracht van verwerkingscapaciteit van varkens- en melkveehouders naar pluimveeouders is niet toegestaan.

De beschikbare installaties in 2013 waren vooral gericht op het behandelen en verwerken van varkensmest en pluimveemest: de productie van verwerkte mestproducten bedroeg 21 mln. kg fosfaat. Van 35% van de 128 bestaande en geplande mestverwerkingsinstallaties is bekend dat ze vooral gericht zijn op de productie van een gehygiëniseerde dikke fractie, organische mestkorrels, gehygiëniseerde digestaat en gecomposteerde mestproducten als champost (PBL, 2013).

Bij mestbewerking worden technieken gebruikt om de afzetkosten voor veehouders te reduceren en mestproducten te maken die afgezet kunnen worden met een hogere acceptatiegraad dan onbehandelde

mest (Melse et al., 2004; Uenk, 2014). De belangrijkste technieken worden kort toegelicht in Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Mestbehandelingen in Nederlandse mestbewerkingsinstallaties.

Techniek	Bestaande technieken	Producten
Scheiden & opwerken	Mechanische scheiding via zeefschermen, trommelfilters en vijzelpersen, bezinken, centrifuges, filtratie, flotatie, osmose	Dikke en dunne fractie of mineralenconcentraat
Drogen & indikken	Mechanisch, indampen, sproeidroging, thermische droging	Droge (ingedikte) mest
Hygiëniseren	Warmtebehandeling met tanks, vijzels of stoomdrogers	Hygiënische mest
Vergisting	Vergisting zonder of met dierlijke mest	Mest, biogas, energie
Compostering	Natuurlijke afbraak, diverse methodieken	Compost, warmte
N-verwijdering	Beluchten & denitrificatie, strippen & absorberen, aanzuring	Dunne fractie, condensaat en concentraat
Verbranding	Droge verbranding, pyrolyse, vergassing	P-K-rijke assen, warmte
Mengen	Combinatie van mestproducten en additieven	Verrijkt mestproduct

Afhankelijk van het type behandeling komen één of meerdere producten beschikbaar die in een landbouwkundige context kunnen worden benut als meststof of bodemverbeteraar (Postma et al., 2013; Luesink et al., 2013; Lambers-Jukema et al., 2013). Dit zijn achtereenvolgens:

- Gehygiëniseerde mest: via een warmtebehandeling (minimaal 60 minuten bij 70°C) worden aanwezige pathogenen gedood. De behandeling kan worden gekoppeld aan alle andere mestbewerkingstechnieken.
- Dikke fractie na mestscheiding: via mestscheiding wordt het drogestofgehalte verhoogd en het product relatief verrijkt met fosfaat (ten opzichte van stikstof en kalium). Voor een goede scheiding worden soms hulpstoffen zoals polymeren en ijzerzouten gebruikt, die de samenstelling en werking beïnvloeden. Akkerbouwers kunnen dit product gebruiken om organische stof en fosfaat aan te voeren waarbij de N-bemesting via kunstmest wordt bijgestuurd. De dikke fractie wordt vooral gezien als exportproduct.
- Dunne fractie na mestscheiding/ concentraten: het vloeibare restant na mestscheiding (met of zonder nabehandelingen) bevat weinig fosfaat en wordt vooral lokaal toegepast.
- Gedroogde mest: door drogen wordt het drogestofgehalte verhoogd terwijl de verhouding tussen mineralen gelijk blijft. Stikstofgehalten zijn lager door verliezen tijdens het droogproces. De inzet van gedroogde mest is vergelijkbaar met die van de dikke fractie. Na drogen kan nog een nabewerking volgen (korrels/ pellets) die het gebruiksgemak én de kostprijs verhoogt. Drogen (en korrelen) wordt veel toegepast voor pluimveemest.
- Gecomposteerde mest: na compostering bevat het product veel gestabiliseerde organische stof en beschikbare nutriënten en is toepasbaar als bodemverbeteraar. Het bevat minimaal 70% droge stof en kan onbewerkt of in pellets worden vermarkt. Dit wordt voornamelijk toegepast voor pluimvee- en paardenmest (met toeslagstoffen als stro en gips). In gekorrelde vorm ligt het drogestofgehalte boven de 80 á 90%.
- Co-vergiste mest: digestaat is het restproduct dat overblijft na de (co)-vergisting van drijfmest voor de productie van biogas. De vergiste mest is qua samenstelling vergelijkbaar met onbewerkte mest maar is constanter van samenstelling (afhankelijk van gebruikte producten) en bevat veel plant-beschikbaar stikstof. Vergiste mest zonder verdere bewerking wordt vooral op

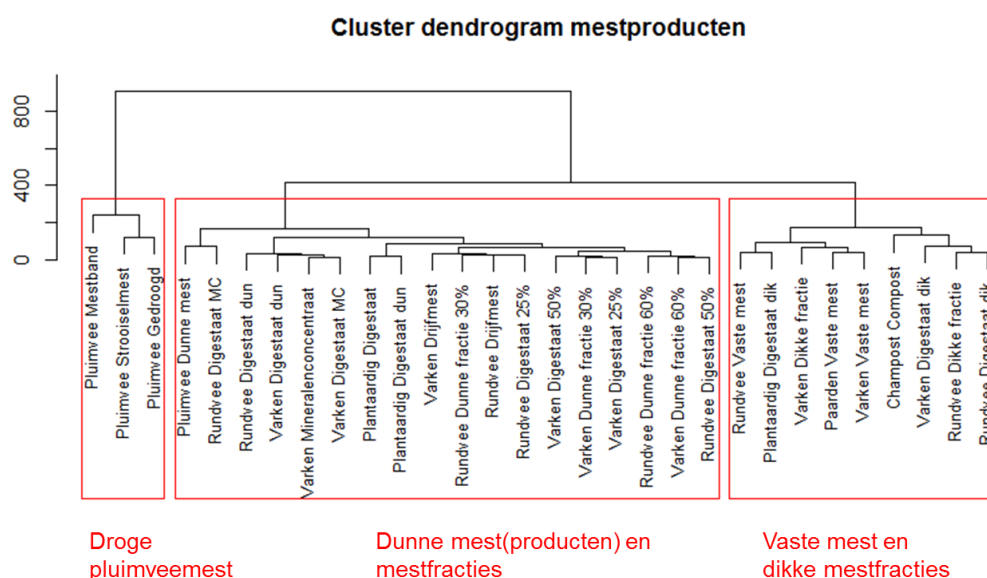
de binnenlandse markt afgezet. Nabehandelingen (scheiden, drogen, korrelen, compostering, etc.) kunnen worden ingezet om een gedroogd eindproduct te realiseren dat beter geschikt is voor export.

- Veraste 'mest' via verbranding of vergassen: verbrandingsassen bestaan voornamelijk uit minerale delen en bevatten macronutriënten (met uitzondering van stikstof). Het resultaat is een afvalstof (onder Nederlandse wetgeving) en wordt voornamelijk geëxporteerd (vooral kippenmest).
- Gemengde mest: via mengen worden één of meerdere uitgang producten en additieven gemengd om de fysische of chemische samenstelling van het mestproduct te verbeteren.

De belangrijkste producten naast pluimveemest die in 2013 werden verwerkt en geëxporteerd zijn gecomposteerde mest (32% jaarlijkse P-afvoer), de dikke fractie van varkensmest (27%), gehygiëniseerde mest, voornamelijk varkens (20%) en digestaat (21%). Eind 2013 werd door PBL de fosfaatexport van de bestaande mestverwerkingsinstallaties geschat op 9,7 mln. kg P_2O_5 , exclusief pluimveemest. De export van pluimveemest was in 2013 10,1 mln. kg P_2O_5 (RVO, 2014). De inventarisatie van Bureau Mest Afzet uit 2014 laat een vergelijkbaar beeld zien: de operationele en geplande installaties maken voor 40-45% gebruik van hygiënisatie, voor 30% van drogen, voor 15-20% van composteren en biothermisch drogen, en voor 20 tot 35% van vergisting (BMA, 2014). Slechts in 15% van de situaties wordt mest gekorrelt.

2.4 Samenstelling mestproducten

De chemische samenstelling van mestproducten wordt gekarakteriseerd op basis van het drogestofgehalte, het organische stofgehalte, de hoeveelheid nutriënten (stikstof, fosfaat en kalium), en de beschikbaarheid van deze nutriënten. De gemiddelde samenstelling van de meest voorkomende mestproducten (onbewerkt en bewerkt) is opgenomen als bijlage I. Gebaseerd op de mestsamenstelling van de onbewerkte en bewerkte mestproducten zonder nabehandeling, kunnen deze worden onderverdeeld in drie groepen (Figuur 2.1).



Figuur 2.1. Cluster dendrogram van mestproducten op basis van hun chemische samenstelling. De waarde op de y-as is een statistische maat die aangeeft hoe sterk de verschillende (groepen van) mestproducten aan elkaar gecorreleerd zijn.

Via een eenvoudige clusteranalyse blijkt dat de drie groepen sterk variëren in drogestofgehaltenes (en daarmee samenhangend het organische stofgehalte), de hoeveelheid mineraal stikstof en de relatieve verhouding tussen de macronutriënten stikstof, fosfaat en kalium (Tabel 2.3). De eerste groep bevat drie pluimveemestproducten die relatief droog en rijk zijn aan nutriënten met NPK-hoeveelheden groter dan 20 kg ton⁻¹. De tweede groep bestaat voornamelijk uit relatief natte mestproducten (droge stof < 100 kg ton⁻¹) met relatief veel mineraal stikstof en weinig fosfaat. Hierbij gaat het om onbewerkte drijfmesten en digestaten, de mineralenconcentraten en de dunne fracties na mestscheiding en vergisting. De derde groep bevat de organische mestproducten met relatief veel droge stof, weinig mineraal stikstof, en relatief rijk in fosfaat (in vergelijking met onbewerkte dierlijke mest). Binnen deze derde groep vallen de vaste mestproducten en de dikke fracties na mestscheiding.

Tabel 2.3. Gemiddelde (mediaan) samenstelling van de drie groepen mestproducten (zie Figuur 2.1).

Groep	Categorie	DS	OS	N _{tot}	P ₂ O ₅	K ₂ O	N _{min}	NP	NK	PK
		kg ton ⁻¹						% N _{tot}	-	-
1	Droge pluimveemest	713	416	28	25,6	20,1	11	2,8	2,0	0,7
2	Dunne mest (fractie)	69	33	5,8	1,4	5,9	72	6,8	1,0	0,1
3	Vaste mest (fractie)	250	160	7,8	5,0	5,5	21	3,9	1,6	0,5

De samenstelling van bewerkte mestproducten is sterk afhankelijk van de gebruikte scheidings- en bewerkingsmethoden (Postma et al., 2013; Van Geel & Van Dijk, 2013). Bij co-vergisting heeft de hoeveelheid en aard van de co-producten daarnaast invloed op de samenstelling. De samenstelling van de mestproducten en de wettelijke status kan veranderen als er aanvullende technieken worden ingezet om de mest geschikter te maken voor export. Het gaat daarbij met name om nabehandelingen als drogen, hygiëniseren, korrelen en mengen van mestproducten. Hierdoor wordt het drogestofgehalte verhoogd, worden aanwezige pathogenen geëlimineerd of wordt de chemische samenstelling op maat aangepast. Het is vooralsnog onduidelijk welke nabehandeling de komende jaren gangbaar wordt voor het merendeel van de te exporteren mest. Ook is het mogelijk dat alternatieve en innovatieve technieken beschikbaar komen om fosfaat terug te winnen uit de mest (bijvoorbeeld via winning van struviet).

2.5 Geselecteerde mestproducten voor export

Voor de export van dierlijke mestproducten naar Duitsland wordt wettelijk onderscheid gemaakt naar twee verschillende categorieën: gehygiëniseerde en niet-gehygiëniseerde mest. Voor niet-gehygiëniseerde mest moet exporttoestemming worden aangevraagd, met uitzondering voor pluimveemest en paardenmest; voor deze uitzonderingen is geen hygiëniseren vereist. Binnen beide categorieën is het hele spectrum aan onbehandelde en behandelde mestproducten in potentie beschikbaar mits de economische randvoorwaarden het mogelijk maken het product te vermarkten. De mate waarin deze producten aansluiten bij de gewenste landbouwkundige behoefte hangt af van de producteigenschappen en de eigenschappen van het agro-ecosysteem qua bodem, gewas en bedrijfssysteem. Ook regionale gewoontes en tradities kunnen van grote invloed zijn op de vraag naar mestproducten. Desalniettemin wordt de vraag naar dierlijke mest voor een belangrijk deel bepaald door de hanteerbaarheid (voor opslag en transport) en de prijs (een laag mineralengehalte heeft hoge distributiekosten per kg mineraal tot gevolg) in relatie tot het alternatief kunstmest.

Voor dierlijke mest en de daarvan afgeleide producten zijn de volgende categorieën te onderscheiden:

- Slecht hanteerbaar is drijfmest en dunne fracties en mineralenconcentraten. Het is volumineus, vereist zware machines en heeft lage mineralengehalten;

- Matig hanteerbaar zijn vaste mestproducten (incl. dikke fracties). Deze zijn lastig te verspreiden, vereisen middelzware machines en hebben relatief veel organische stikstof en fosfaat;
- Goed hanteerbaar zijn gedroogde en gepelletiseerde mestproducten. Deze zijn goed te verspreiden, vereisen lichte machines en hebben mineralengehalten groter dan 3%; en
- Uitstekend hanteerbaar zijn kunstmest of kunstmestachtige producten gemaakt uit dierlijke mest: deze zijn in kleine hoeveelheden goed te verspreiden, vereisen lichte machines en hebben een hoog mineralengehalte (>10%).

Omdat de wettelijke status, de hoeveelheid beschikbare mest voor export, de landbouwkundige geschiktheid, de hanteerbaarheid én verhandelbaarheid sterk varieert tussen mestproducten, wordt in deze studie gefocust op acht uiteenlopende producten (Tabel 2.4). Producten die kostentechnisch niet realistisch zijn (bijvoorbeeld de export van dunne fracties of onverwerkte drijfmest) worden in dit marktonderzoek niet meegenomen.

- Plumveemest is een mestproduct dat op dit moment veel wordt geëxporteerd (sectie 2.3), in zowel onbewerkte als bewerkte vorm. Het is een gedroogd product, goed hanteerbaar en voornamelijk toepasbaar als meststof;
- De dikke fractie van varkensdrijfmest zal veel worden geëxporteerd omdat het veel fosfaat bevat, weinig anorganisch stikstof en relatief veel organische stof. Afhankelijk van de uitgevoerde bewerking (wel/ geen hygiënisatie, vergisting of nabehandeling) is het product te gebruiken als meststof, bodemverbeteraar of covergistingmateriaal. De dikke fractie van runderdrijfmest zal naar verwachting minder beschikbaar komen voor export (sectie 2.3); en
- Na opwerking van de dunne fractie kan struviet (of een equivalent product) op de markt komen dat rijk is aan mineralen en een vergelijkbare werking heeft als kunstmeststoffen.

Tabel 2.4. Geselecteerde mestproducten (inclusief de toegepaste nabehandeling, zoals hygiënisatie, indikken, drogen, composteren, korrelen) die mogelijk een rol gaan spelen bij de toekomstige export. Per product is een beoordeling van de hanteerbaarheid en toepassingsmogelijkheden toegevoegd.

Product	Hygiënisatie	Nabehandeling	Hanteerbaarheid	Toepassing *
Plumveemest	nee	gedroogd	goed	M
Varkensdrijfmest dikke fractie	ja	nee	matig	M + BV + CM
Varkensdrijfmest dikke fractie	ja	composteren	goed	M + BV
Varkensdrijfmest dikke fractie	ja	drogen, korrelen	goed	M + BV
Digestaat VDM dikke fractie	ja	indikken, drogen	matig	M + BV
Digestaat plantaardig dik	ja	-	matig	M
Digestaat overig dikke fractie	ja	-	matig	M
Struviet (of equivalent product)	nee	indikken, drogen	goed	M

* BV staat voor bodemverbeteraar, M voor meststof en CM voor covergistingmateriaal, en VDM staat varkensdrijfmest

3 Landbouwkundige behoeftes

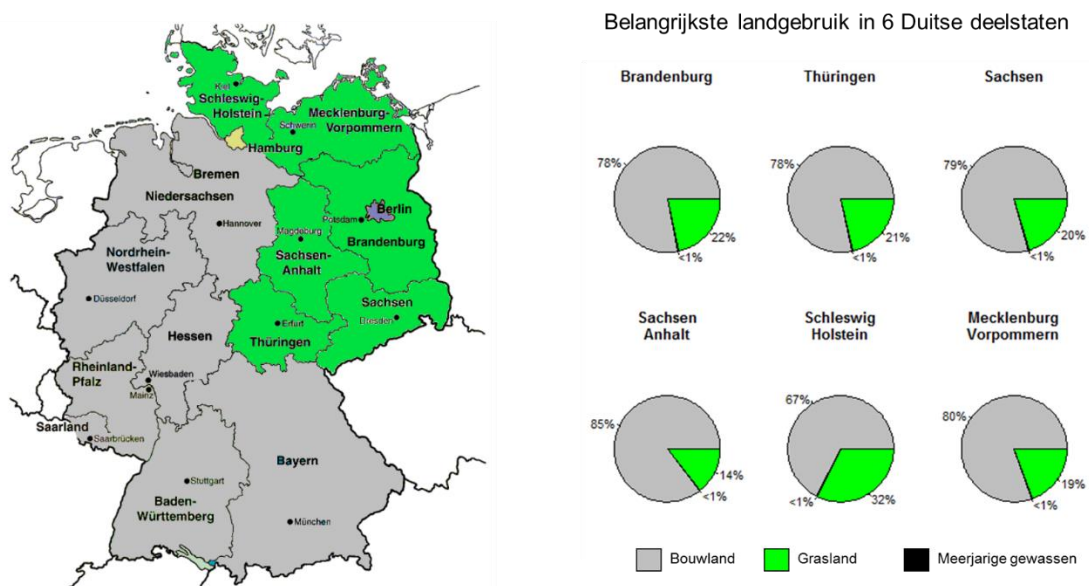
3.1 Inleiding

Om een indicatie te krijgen van de mogelijke bijdrage die Nederlandse mestproducten via export kunnen leveren is voor de geselecteerde deelstaten de landbouwkundige behoefte aan organische stof en nutriënten in beeld gebracht. Organische stof is belangrijk voor de instandhouding van de natuurlijke bodemvruchtbaarheid op lange termijn, terwijl de behoefte aan nutriënten bepaald wordt door de gewasproductie binnen de regio in relatie tot de beschikbare nutriënten in de bodem. De landbouwkundige behoefte is gekwantificeerd op basis van een inventarisatie van de geteelde gewassen, de meest voorkomende grondsoorten en bodemsamenstelling, en de beschikbare bemestingsadviezen. Om de mogelijke bijdrage van dierlijke mestproducten in beeld te brengen wordt de landbouwkundige behoefte vergeleken met het huidige aanbod en gebruik van kunstmeststoffen en organische mestproducten. Op basis van het landbouwkundige advies wordt voor de belangrijkste gewassen in de zes deelstaten ook een indicatie gegeven van de gewenste productsamenstelling. De gebruikte gegevens en databronnen worden kort toegelicht in bijlage II. In de figuren wordt de naamgeving van de verschillende deelstaten weergegeven met de volgende afkortingen: B voor Brandenburg, M voor Mecklenburg-Vorpommern, S voor Sachsen, SA voor Sachsen-Anhalt, SH voor Schleswig-Holstein en T voor Thüringen.

3.2 Geselecteerde regio's

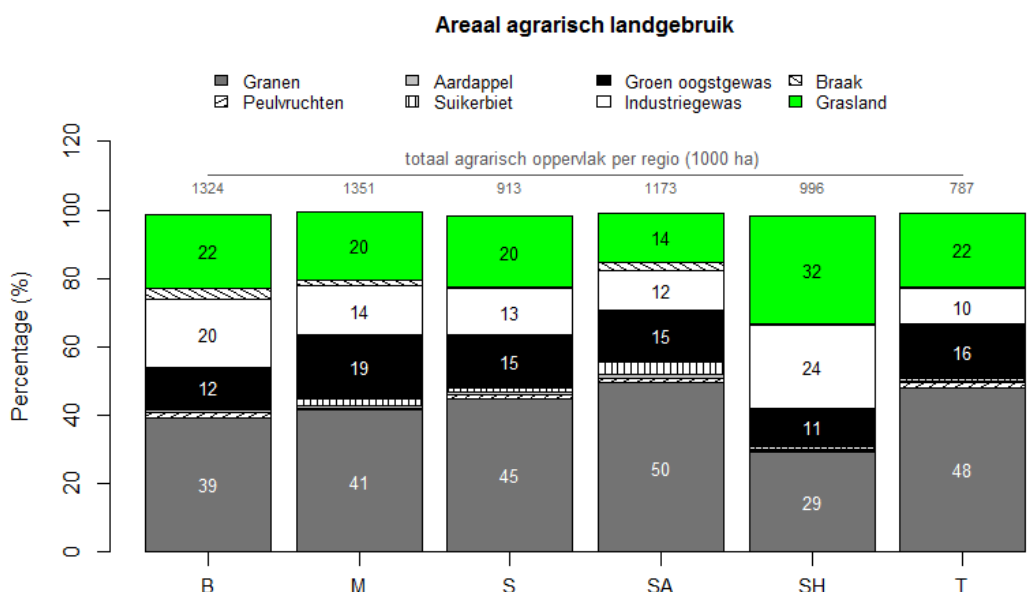
3.2.1 Locatie en landgebruik

Deze studie richt zich op de volgende zes deelstaten in het oosten van Duitsland: Schleswig-Holstein, Sachsen-Anhalt, Thüringen, Sachsen, Mecklenburg-Vorpommern en Brandenburg. Het agrarisch landareaal varieert van 787.000 ha in Thüringen tot 1351.000 ha in Mecklenburg-Vorpommern. In alle regio's is het belangrijkste agrarisch landgebruik bouwland: 67 tot 85% van het agrarisch landareaal wordt benut voor akker- en tuinbouwgewassen. Het resterende deel wordt voornamelijk benut voor permanent grasland. Permanente meerjarige teelten als fruitbomen of wijngaarden komen beperkt voor (Figuur 3.1).



Figuur 3.1. Locatie van geselecteerde regio's (groen) en het belangrijkste landgebruik in de zes regio's.

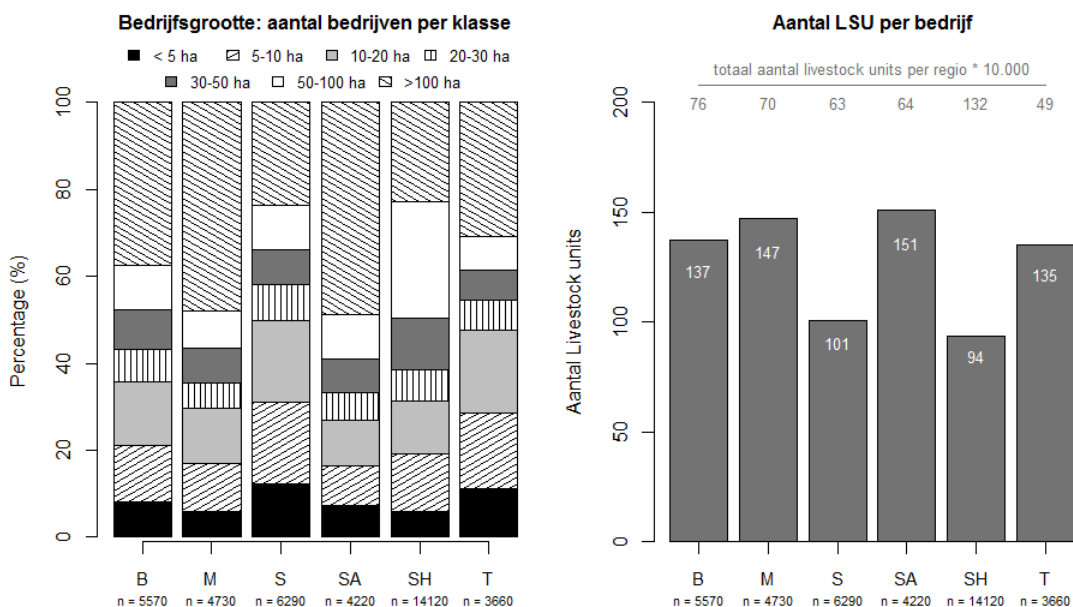
De belangrijkste gewassen die geteeld worden binnen de akker- en tuinbouw zijn granen, groen geoogste gewassen (met name snijmais) en zogenoemde industriegewassen als koolzaad, lijnzaad en soja (Figuur 3.2). De bijdrage van wortel- en knolgewassen en peulvruchten is in alle deelstaten kleiner dan 5%.



Figuur 3.2. Areaal akkerbouw- en tuinbouwgewassen in de 6 Duitse deelstaten.

3.2.2 Bedrijfskenmerken

De hoeveelheid agrarische bedrijven varieert van 4.730 in Mecklenburg-Vorpommern tot 14.120 bedrijven in Schleswig-Holstein (Figuur 3.3). Het merendeel van deze bedrijven heeft een oppervlakte groter dan 30 ha, waarbij de meeste grote bedrijven (met een oppervlakte groter dan 100 ha) te vinden zijn in Mecklenburg-Vorpommern en Sachsen-Anhalt.

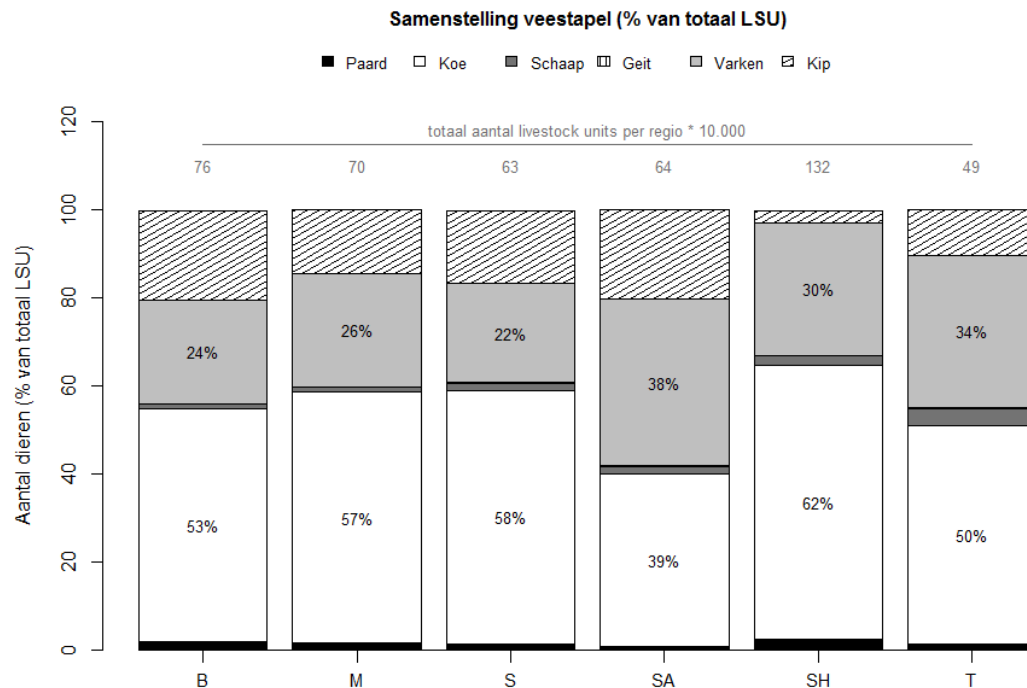


Figuur 3.3. Algemene bedrijfskenmerken per deelstaat: het aantal bedrijven in relatie tot de bedrijfsgrootte (links) en het aantal livestock units per bedrijf (rechts) voor 6 deelstaten.

Het aantal livestock units (in Nederlands 'grootvee-eenheid' (GVE); een referentie-eenheid equivalent aan

een volwassen melkkoe die 3000 kg melk jaar⁻¹ produceert) varieert tussen 490.000 en 1.320.000 eenheden. De deelstaten met het grootste aantal dieren zijn Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern en Brandenburg. In deze deelstaten is dan ook de grootste hoeveelheid dierlijke mest aanwezig voor binnenlands gebruik. Op bedrijfsniveau (niet gedifferentieerd naar bedrijfsareaal) varieert het gemiddeld aantal grootvee-eenheden tussen de 94 en 151 GVE per bedrijf. Wanneer wel rekening wordt gehouden met bedrijfsgrootte, dan varieert de gemiddelde dierdichtheid van 16 tot 124 GVE bedrijf⁻¹ voor bedrijven kleiner dan 20 ha en van 211 tot 310 GVE bedrijf⁻¹ voor bedrijven met een areaal groter dan 100 ha.

Het merendeel van de veestapel bestaat uit runderen en varkens. De samenstelling van de veestapel is min of meer vergelijkbaar in alle deelstaten, met uitzondering van Sachsen-Anhalt en Schleswig-Holstein. In Schleswig-Holstein bestaat 92% van de veestapel uit runderen en varkens en is relatief weinig pluimvee aanwezig. In Sachsen-Anhalt zijn relatief minder runderen en meer varkens aanwezig. Gemiddeld bestaat de veestapel voor 39 tot 62% uit runderen en voor 22 tot 38% uit varkens.

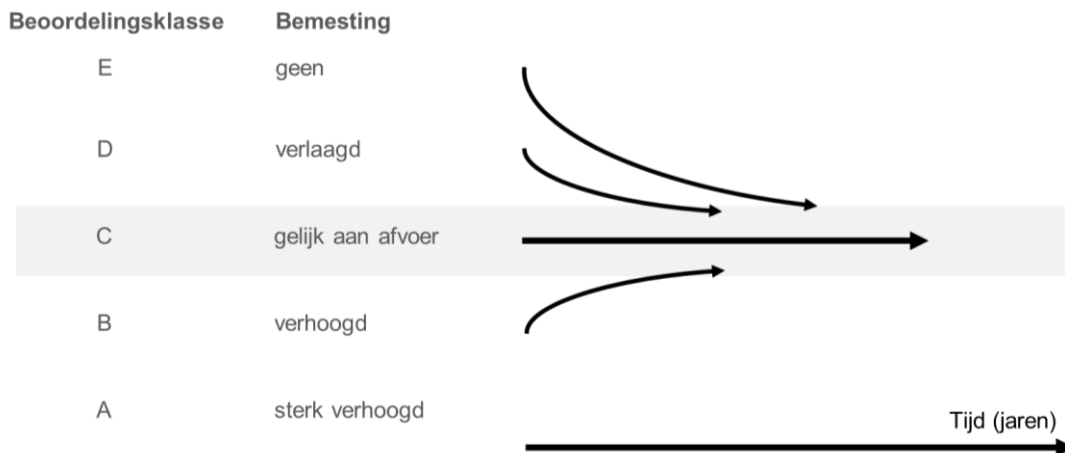


Figuur 3.4. Gemiddelde samenstelling van de veestapel in 6 Duitse deelstaten (in % van totaal aantal livestock units per regio).

3.2.3 Bodemkwaliteit in relatie tot bemesting

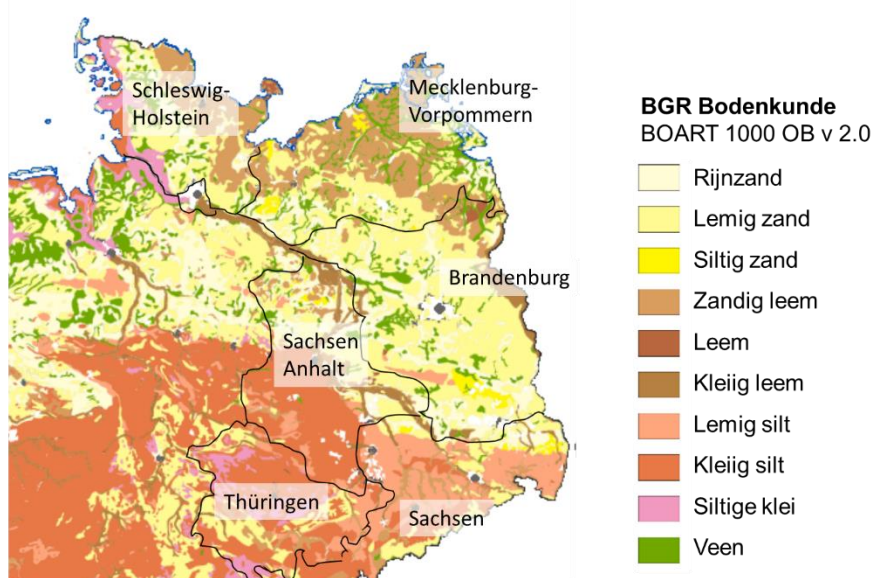
De hoeveelheid stikstof die wettelijk (Düngeverordnung, DÜV) mag worden toegediend wordt berekend via een balansmethode waarbij rekening wordt gehouden met de gewasbehoefte, de hoeveelheid minerale stikstof in het voorjaar, de N-werking van de gebruikte meststoffen, de N-levering van de bodem en de nawerking van gewasresten. De maximale toepassing van dierlijke mest is daarbij beperkt tot 170 kg N ha⁻¹ via de Europese Nitraatrichtlijn. De bemesting van fosfaat en kalium hangt onder andere af van de hoeveelheid beschikbare nutriënten in de bodem. In Duitsland wordt daarbij gestreefd naar evenwichtsbemesting, dat wil zeggen dat de hoeveelheid nutriënten die via bemesting mag worden aangevoerd maximaal gelijk is aan de afvoer van nutriënten via het gewas. Afhankelijk van de bodemvruchtbaarheid wordt hierop een correctie toegepast: bodems die veel nutriënten bevatten mogen minder bemest worden dan bodems die arm zijn aan nutriënten. Het onderliggende concept van evenwichtsbemesting wordt

gevisualiseerd in Figuur 3.5. Bodems worden daarbij verdeeld in 5 waarderingsklassen (genoemd A tot E) waarbij de grenswaarden waarbij een bodem in de ene of andere klasse valt, bepaald wordt door de hoeveelheid fosfaat en kalium in de bodem). Het Verband deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsgestalten e.V. (VDLUFA) geeft generieke richtlijnen voor deze klassegrenzen, maar in de praktijk variëren ze tussen de verschillende deelstaten in relatie tot bodemtype en landgebruik.



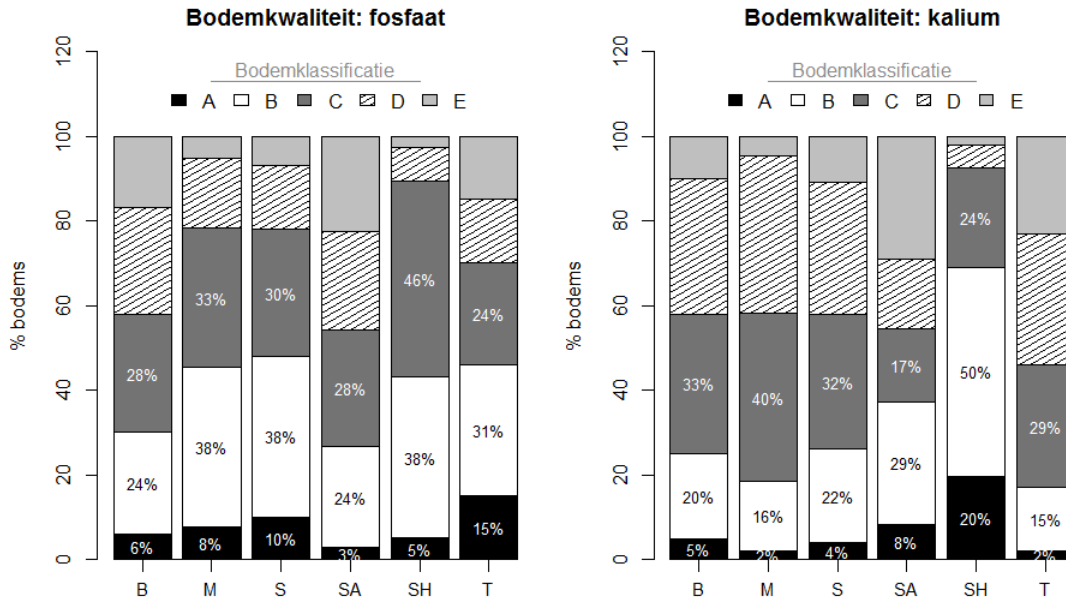
Figuur 3.5. Bemestingsconcept volgens bodemwaarderingsklassen in Duitsland.

De Oost-Duitse deelstaten hebben over het algemeen een lemige en zandige textuur in het bijzonder voor Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein en het noorden van Sachsen-Anhalt (Figuur 3.6). In het zuiden van Sachsen-Anhalt, Thüringen en Sachsen komen meer kleirijke bodems voor.



Figuur 3.6. Bodemindeling naar textuurklassen volgens Duitse indeling (bron: <http://geoviewer.bgr.de>).

Gebruik makend van de Europese LUCAS-dataset (zie bijlage II) is de variatie in bodemkwaliteit per deelstaat in kaart gebracht, vergelijkbaar met de methodiek gepubliceerd bij Tóth et al. (2014) en Jordan-Meille et al. (2012). Uit een vergelijking van deze gegevens met verschillende Duitse studies die op landsniveau zijn uitgevoerd, bleek deze benadering tot een onderschatting van de bodemwaardering te leiden. Daarom is gebruik gemaakt van de gepubliceerde gegevens op deelstaatniveau (zie Bijlage 2). De variatie in bodemkwaliteit voor fosfaat en kalium in bouwland wordt samengevat in Figuur 3.7.

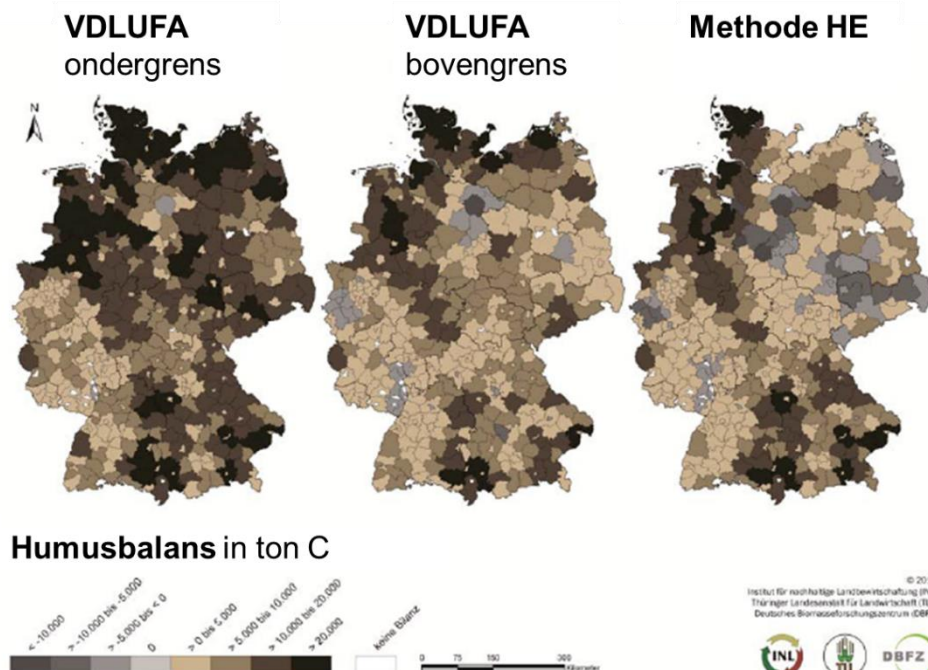


Figuur 3.7. Bodemwaardering voor fosfaat en kalium in bouwland voor de 6 deelstaten.

Uit deze gegevens blijkt dat 27 tot 48% van de akkerbouwbodems gekenmerkt worden door een lage P-beschikbaarheid en 17 tot 70% door een lage K-beschikbaarheid. De beschikbaarheid van fosfaat ligt gemiddeld lager dan die voor kalium, wat mede veroorzaakt wordt door negatieve P-balansen in de laatste jaren. Uitzondering is Schleswig-Holstein waarbij tot 70% van de bodems weinig kalium bevat. De oorzaak hiervoor wordt onder andere gezocht in uitspoeling op zandige bodems en lage K_2O -aanvoer (Lausen, 2012). Gemiddeld ligt 10 tot 20% van de bodems in de hoogste waarderings-klasse: hiervoor is dus geen bemesting nodig. Voor vrijwel alle deelstaten in deze studie is er in de laatste 5 jaar een duidelijke trend aanwezig richting een dalende nutriëntenbeschikbaarheid: het percentage bodems in de klasse A en B stijgt terwijl het percentage bodems in klasse D en E daalt. Om de bodemvruchtbaarheid ook voor de toekomst in stand te houden, is een goede bemestingsstrategie cruciaal. Voor bodems onder grasland is de situatie vergelijkbaar met die van bouwland; alleen is de hoeveelheid bodems in de laagste waarderingsklasse een aantal keren hoger (niet weergegeven).

Naast de hoeveelheid beschikbare nutriënten wordt de bodemkwaliteit in belangrijke mate beïnvloedt 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 tegenstelling tot Nederland zijn er in Duitsland ook 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 humusbalans of via bodemanalyses aantonen dat het organische stofgehalte op peil blijft. Randvoorwaarde is dat de humusbalans op bedrijfsniveau mag variëren tussen -75 en $125 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$, waarbij de ondergrens van $-75 \text{ kg C ha}^{-1} \text{ jaar}^{-1}$ niet mag worden overschreden. De geadviseerde bovengrens mag wel worden overschreden.

In een recente studie hebben Zeller et al. (2012) de humusbalans in kaart gebracht voor alle gemeentes in Duitsland (zie Figuur 3.8). Deelstaten met een hoge veebezetting worden daarbij gekenmerkt door een hogere aanvoer van organische stof. De deelstaten in het oosten van Duitsland hebben relatief minder aanvoer van dierlijke mest, wat betekent dat het gebruik van organische mestproducten en het inwerken van stro belangrijk zijn om het organische stofgehalte op peil te houden.



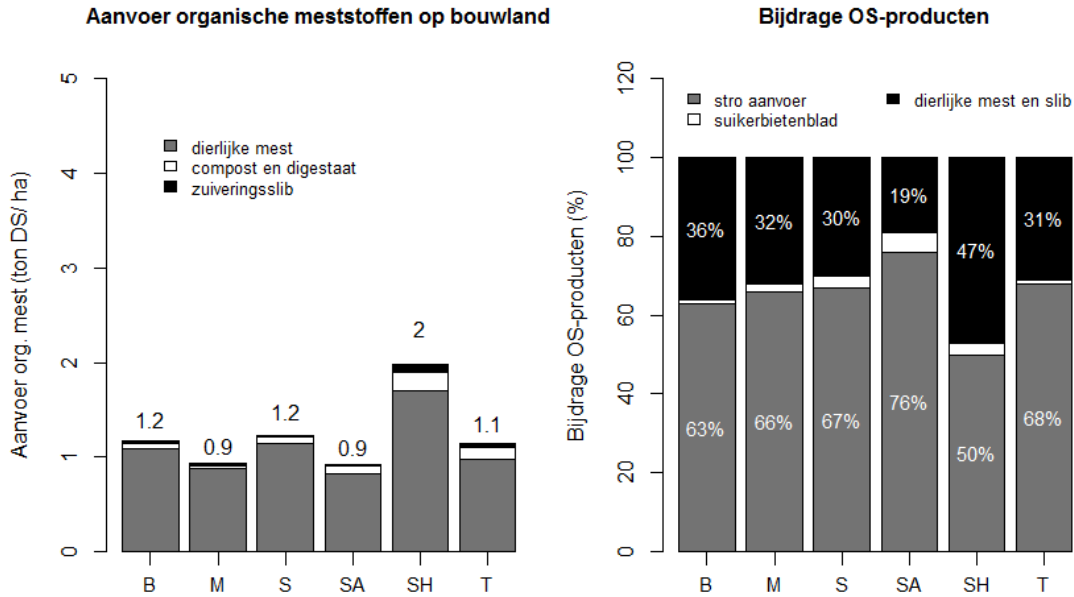
Figuur 3.8. Humusbalans in Duitsland bij toepassing van drie balansmethodes (Zeller et al., 2012).

Om voldoende organische stof aan te voeren, kan een gebruiker een bouwplan hanteren met gewassen die veel stro produceren of een uitgebreid wortelstelsel hebben, beschikbare gewasresten onderwerpen (m.n. stro) of organische mestproducten gebruiken met een hoog gehalte aan effectieve organische stof (EOS). Producten als drijfmest en groen geoogste gewasresten bevatten weinig stabiele organische stof terwijl stro en gecomposteerde producten worden gekenmerkt door een hoge hoeveelheid organische stof. Door de VDLUFA zijn er voor verschillende mestproducten richtlijnen opgesteld (VDLUFA, 2004). Een selectie daarvan wordt ter illustratie weergegeven in Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Richtlijnen voor hoeveelheid EOS in verschillende organische producten (VDLUFA, 2004).

Mestproduct	Omschrijving	Droge stof (%)	Humus-C (kg ton ⁻¹)
Gewasmateriaal	Stro	86	80-110
	Gewasresten (groen)	10	8
Stalmest	Verse stalmest	20	28
	Gecomposteerde stalmest	35	62
Drijfmest	Varken	8	8
	Rund	7	9
Vaste mest	Pluimveemest	35	30
Compost	Verse/ stabiele compost	50	58-66
Zuiveringsslib	Onbehandeld	15	12
Digestaat	Vloeibaar	7	9
	Vast	35	50

In de huidige situatie wordt er in de geselecteerde deelstaten gemiddeld 0.9 tot 2.0 ton droge stof ha⁻¹ aangevoerd met organische meststoffen (Figuur 3.9). De meerderheid van deze aanvoer bestaat uit dierlijke mestproducten. Door het grote areaal aan granen en het bouwplan is er tegelijkertijd veel stro aanwezig dat gebruikt wordt (of kan worden) om de OS-balans op peil te houden. In de studie van Zeller et al. (2012) wordt de bijdrage van stro geschat op 50 tot 76% (zie Figuur 3.9, rechts).



Figuur 3.9. Aanvoer van organische mestproducten op bouwland (links) en hun bijdrage aan de humusbalans in relatie tot stro- en gewasrestenaanvoer (rechts, bron: Zeller et al., 2012).

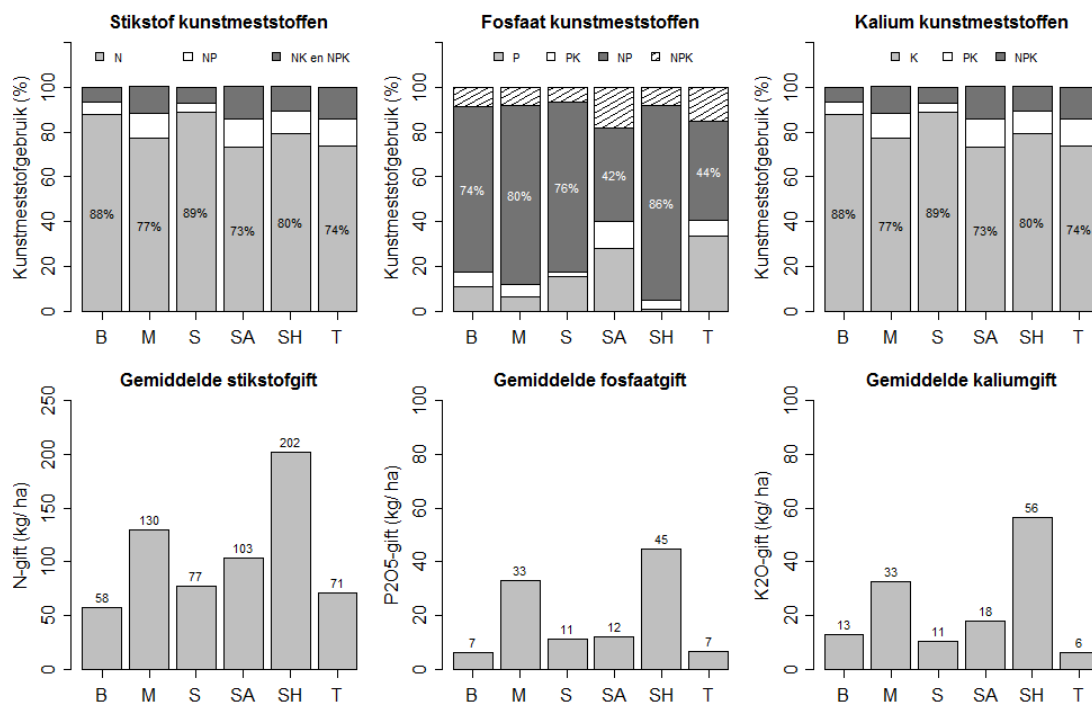
3.2.4 Gerealiseerde bemesting

In de Duitse mestwetgeving wordt onderscheid gemaakt naar verschillende soorten mestproducten. Hierbij is er sprake van landbouwkundige meststoffen, bodemverbeters, substraten en gewas-hulpmiddelen (Düngemittelverordnung). Daarnaast kan er gebruik worden gemaakt van biologisch behandeld organisch materiaal zoals compost of digestaat zonder dierlijke toevoegingen (Europäischer Abfallverzeichnis) of zuiveringsslib (Klärschlammverordnung). In de praktijk betekent dit dat al deze producten gebruikt kunnen worden als meststof of bodemverbeteraar. Vanaf 2015 is het gebruik van zuiveringsslib verboden of alleen onder strikte voorwaarden toegelaten.

Kunstmeststoffen

De hoeveelheid toegediende kunstmeststoffen zijn op deelstaatniveau bekend. Voor stikstof wordt er voornamelijk gebruik gemaakt van enkelvoudige meststoffen zoals kalkammonsalpeter, ammoniumnitraat en ureum. Voor fosfaat is dat niet het geval: deze wordt voornamelijk toegediend via samengestelde NP-meststoffen: circa 42 tot 86% van de gegeven P-bemesting is toegediend als een NP-meststof. De bemesting met kalium vindt vooral plaats via enkelvoudige kunstmeststoffen als kaliumchloride, kaliumzout en kaliumsulfaat. De verschillen tussen de deelstaten zijn klein (Figuur 3.10).

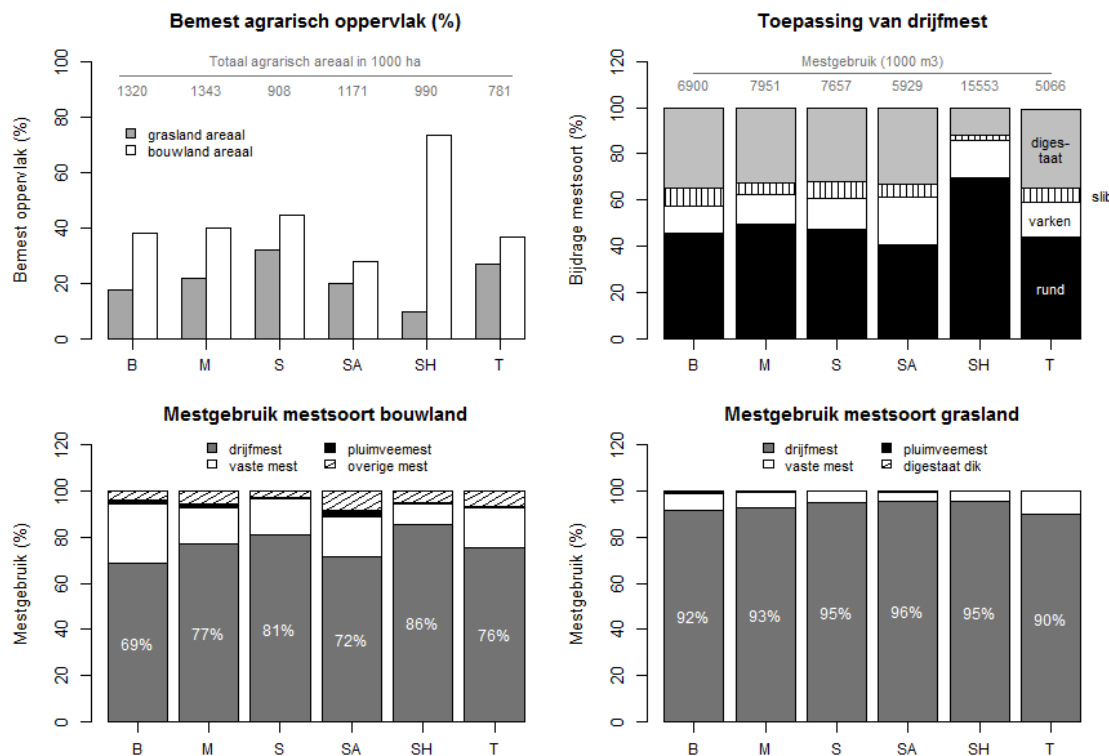
De gemiddelde kunstmestgift (zonder correctie voor onbemest areaal) daarentegen varieert sterk tussen de verschillende deelstaten. De N-gift varieert tussen 58 en 202 kg N ha⁻¹ agrarisch landgebruik met de hoogste giften in Schleswig-Holstein en de laagste giften in Brandenburg. De P- en K-bemesting ligt structureel hoger in zowel Mecklenburg-Vorpommern als Schleswig-Holstein: de gemiddelde gift varieert tussen 33 en 45 kg P₂O₅ ha⁻¹ en 33 en 56 kg K₂O ha⁻¹. Voor de overige deelstaten ligt de gemiddelde kunstmest gift altijd lager dan 18 kg ha⁻¹.



Figuur 3.10. Gemiddelde kunstmestgift voor het agrarisch areaal (bouwland plus grasland) in 6 Duitse deelstaten (onder) en de verdeling ervan over verschillende kunstmestsoorten (boven).

Organische mestproducten

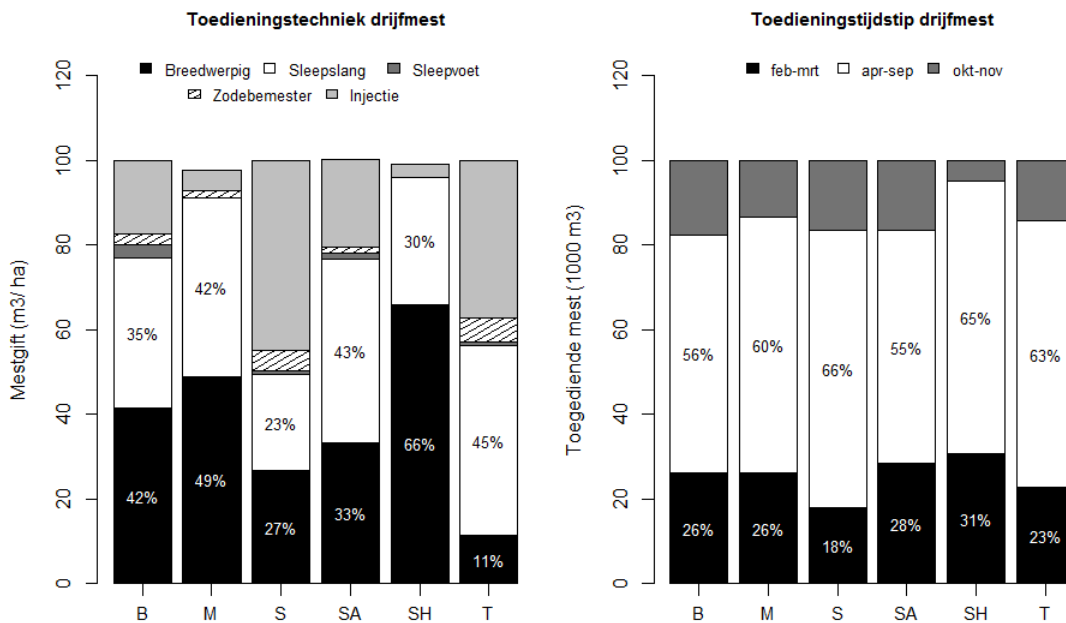
Het areaal bouwland dat wordt bemest via organische dierlijke meststoffen varieert van 34% in Brandenburg tot 72% in Schleswig-Holstein (Figuur 3.11).



Figuur 3.11. Percentage areaal dat wordt bemest met organische dierlijke mestproducten als percentage van het areaal grasland en het areaal bouwland (linksboven), de hoeveelheid en soorten drijfmest die worden toegediend (rechtsboven) en de bijdrage van drijfmest en vaste organische mestproducten (inclusief compost en zuiveringsslib) aan de totale mestaanvoer op bouw- en grasland (onder).

Het gaat hierbij vooral om drijfmest en vaste mest afkomstig van runderen, varkens, pluimvee. De verschillen tussen de 6 deelstaten zijn klein, met uitzondering van het hoge bemestingsareaal in Schleswig-Holstein. Het merendeel van de mest wordt toegepast op bouwland: het percentage bouwland dat wordt bemest ligt gemiddeld 20% hoger dan het areaal grasland dat wordt bemest. Het percentage grasland dat wordt bemest ligt gemiddeld op 21%. Het resterende deel wordt voornamelijk benut als extensief beheerd grasland. Het merendeel van de toegediende organische meststoffen wordt als drijfmest uitgereden (Figuur 3.11). Voor grasland is dit het geval voor 90 tot 96% van de hoeveelheid organische mestproducten terwijl de hoeveelheid drijfmest op bouwland varieert tussen 71 en 90%. De resterende hoeveelheid mest die wordt toegediend bestaat voornamelijk uit vaste mest van varkens en runderen. De hoeveelheid pluimveemest, compost, zuiveringsslib en digestaat is kleiner dan 10%. De gemiddelde gift van dierlijke organische mestproducten op grasland varieert tussen 20 en 24 m³ ha⁻¹ voor drijfmest en tussen 8 en 12 m³ ha⁻¹ voor vaste mest (data niet weergegeven). Voor bouwland ligt de gift op gemiddeld 23 tot 28 m³ ha⁻¹ voor drijfmest en op 11 tot 20 m³ ha⁻¹ voor vaste mest. Pluimveemest wordt op bouwland toegediend met een gemiddelde dosering van 4 tot 5 m³ ha⁻¹. Voor digestaat varieert de gift tussen 8 en 17 m³ ha⁻¹.

Een aantal praktische aspecten qua bemesting worden hieronder kort toegelicht (Figuur 3.12). Het merendeel van de drijfmest wordt via breedwerpige toedieningstechnieken of een sleepslang toegediend. In de meeste situaties wordt de mest ondergewerkt binnen 8 uur na toediening (data niet weergegeven). Emissiearme toedieningstechnieken worden niet vaak ingezet, met uitzondering voor Thüringen en Sachsen. Het merendeel van de mest (55 tot 65%) wordt gedurende het groeiseizoen uitgereden.

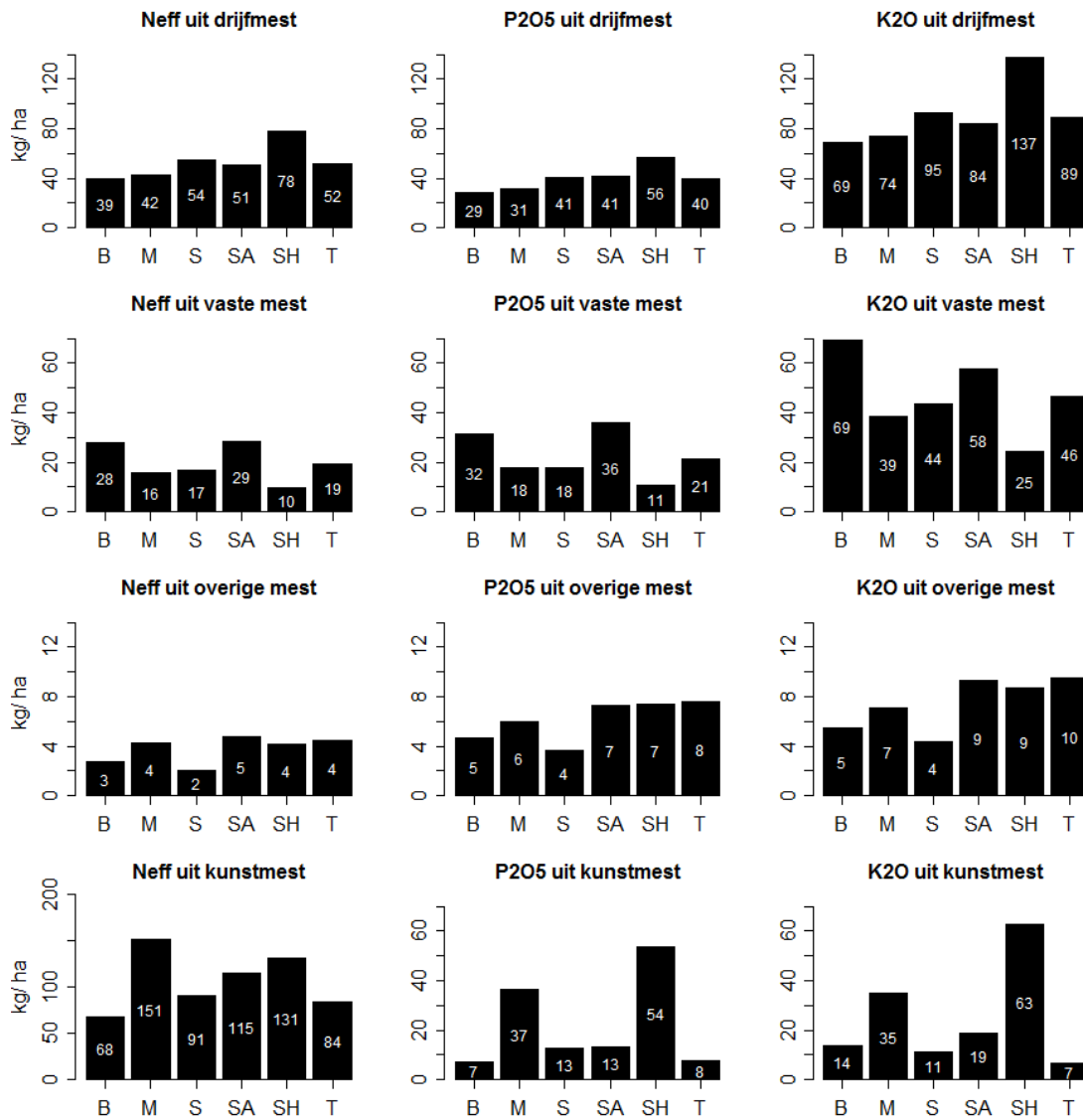


Figuur 3.12. Relatieve verdeling van de gebruikte toedieningstechniek en -tijdstip bij toepassing van drijfmest op bouwland in 6 Duitse deelstaten.

Stikstof-, fosfaat- en kaliumgiften

Via organische mestproducten en kunstmeststoffen worden er nutriënten aangevoerd om aan de gewasbehoefte te voldoen. De hierboven gepresenteerde gegevens geven een beeld van de aangevoerde hoeveelheid bemesting, en geven daarmee indicatief ook een beeld van de gewasbehoefte in akker- en tuinbouw. De geogste gewassen zijn namelijk naar alle waarschijnlijkheid bemest

overeenkomstig het landbouwkundig advies. Gebruik makend van de gemiddelde mestsamenvatting kan hiermee de nutriëntengiften in kaart worden gebracht. Omdat het gebruik van kunstmest alleen bekend is op deelstaatniveau, is de verdeling van de fosfaat- en kaliumgiften via minerale meststoffen over grasland en bouwland *indicatief* geschat op basis van de aanname dat de gemiddelde giften aan N, P en K per hectare lager zijn in grasland dan in bouwland. Dit hangt samen met het feit dat een groot deel van het graslandoppervlak extensief beheerd wordt (Figuur 3.11), terwijl de bemesting bij bouwland minimaal gelijk zal zijn aan de onttrekking van het gewas. Uit de gegeven bemestingscijfers blijkt dat de fosfaat- en kaliumgiften uit organische meststoffen varieert tussen 2 en 78 kg werkzame N ha⁻¹, tussen 4 en 56 kg P₂O₅ ha⁻¹ en tussen 4 en 137 kg K₂O ha⁻¹ bemest bouwland (Figuur 3.13). Het merendeel van de fosfaat en kalium wordt toegediend via drijfmest. De gemiddelde kunstmestgiften op deelstaatniveau varieert van 68 tot 151 kg werkzame stikstof ha⁻¹, van 7 tot 54 kg P₂O₅ ha⁻¹ en van 7 tot 63 kg K₂O ha⁻¹ bouwland.



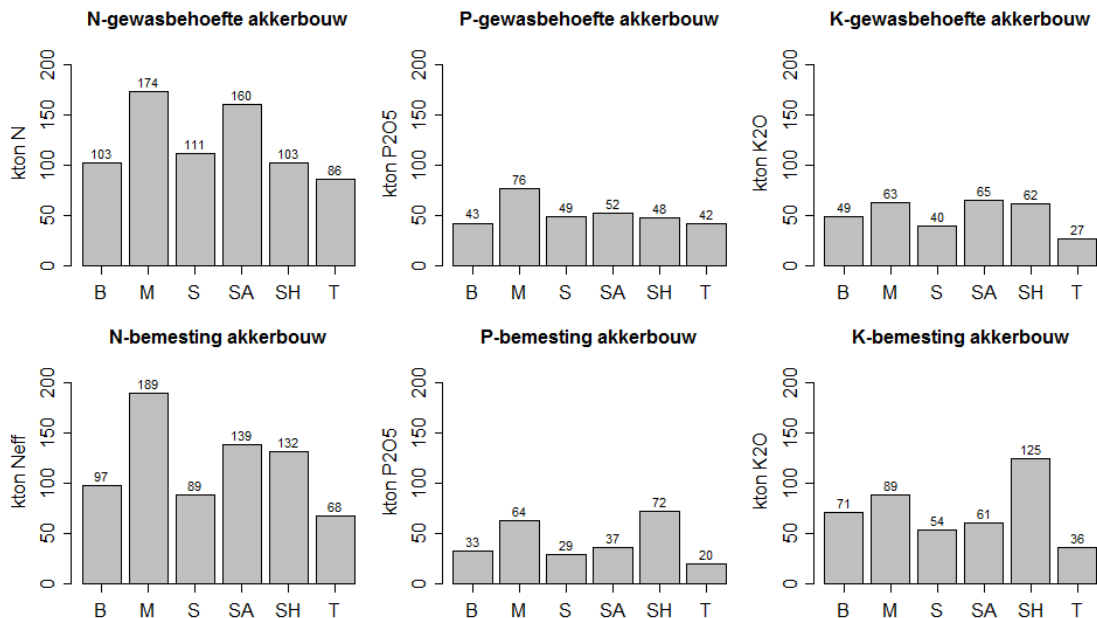
Figuur 3.13. Gemiddelde stikstof-, fosfaat- en kaliumgiften via dierlijke mest (drijfmest, vaste mest), overige mest (compost, digestaat, klärschlamm) en kunstmest op bouwland in 6 Duitse deelstaten. Stikstofgiften (Neff) is de werkzame N-giften. De giften met organische meststoffen zijn berekend op basis van gemiddelde mestgiften en –samenstelling en het areaal bouwland waaraan deze meststoffen zijn toegediend. De kunstmestgiften is de gemiddelde giften op basis van het totale areaal bouwland per deelstaat.

3.2.5 Nutriëntenbehoefte

Voor de verschillende deelstaten is de behoefte aan stikstof, fosfaat en kalium in kaart gebracht (Figuur 3.14). Dit is gedaan via twee sporen: via de huidige bemesting en via het optimale landbouwkundige advies. Het eerste spoor via de huidige bemesting brengt de behoefte in beeld door het gebruik van organische en minerale meststoffen te kwantificeren. Het tweede spoor brengt de landbouwkundige behoefte in beeld, rekening houdend met de variatie in bodemkwaliteit, de gewasopbrengsten en het daaraan gekoppelde bemestingsadvies.

Via het gewasspoor blijkt de N-behoefte op deelstaatniveau te variëren tussen 86 en 174 mln. kg werkzame N, tussen 42 en 76 mln. kg P_2O_5 en tussen 27 en 63 mln. kg K_2O per deelstaat waarbij aangenomen is dat 80% van het stro wordt ingewerkt (op 20% van de percelen wordt het stro dus afgevoerd). Als al het stro wordt afgevoerd, dan is er extra fosfaat en kalium nodig om er voor te zorgen dat de bodemkwaliteit op peil blijft. In die situatie moet er 48 tot 89 mln. kg P_2O_5 en 58 tot 131 mln. kg K_2O worden aangevoerd om aan de gewasbehoefte te voldoen. De N-bemesting verandert niet zoveel: de behoefte varieert tussen 92 en 177 mln. kg stikstof als al het stro wordt afgevoerd. De hogere fosfaat en kaliumbemesting bij stroafvoer hangt samen met de forfaitaire samenstelling van het stro; omdat het stro relatief veel kalium bevat, hoeft er minder bemest te worden als het stro achterblijft op het land.

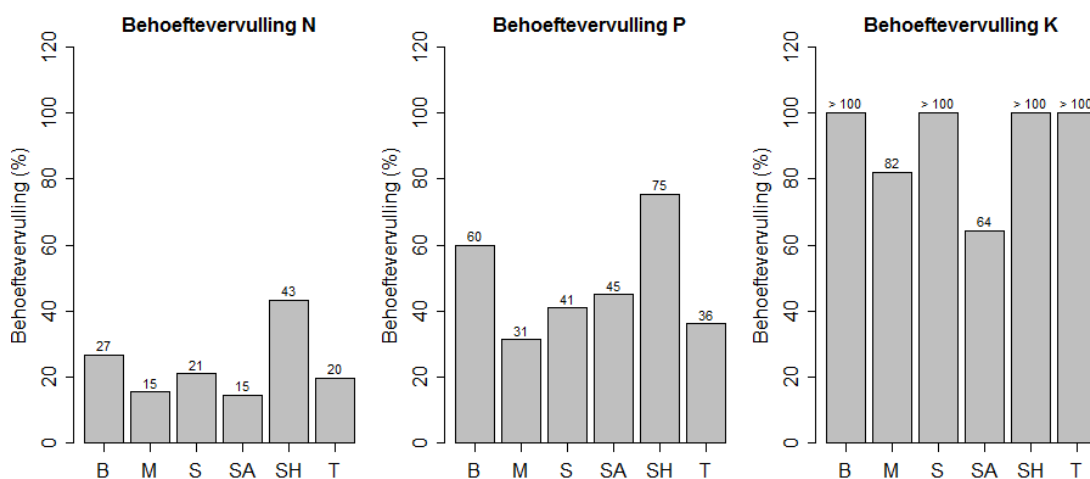
De huidige fosfaatbemesting is in veel situaties gelijk aan of kleiner dan het landbouwkundige advies, met uitzondering voor Schleswig-Holstein. Bij de situatie dat 80% van het stro achterblijft op het perceel is de K-bemesting in vrijwel alle deelstaten ruim voldoende om aan de kaliumbehoefte van de gewassen te voldoen. Als al het stro wordt afgevoerd, is dat echter niet het geval (data niet weergegeven).



Figuur 3.14. Gemiddelde nutriëntenbehoefte voor bouwland in 6 Duitse deelstaten, berekend op basis van gewasbehoefte (boven) en gerealiseerde bemesting (onder).

Gebaseerd op de landbouwkundige behoefte aan stikstof, fosfaat en kalium, en de huidige bemestingsstrategieën is voor de zes deelstaten in beeld gebracht in welke mate de huidige behoefte

vervuld wordt door organische meststoffen (Figuur 3.15.). Voor stikstof blijkt dat 15 tot 43% van de gewenste behoefte op bouwland gedekt wordt door organische mestproducten. Voor fosfaat en kalium is dat respectievelijk 31 tot 75% en 64 tot >100%¹. Als al het stro wordt afgevoerd, dan is de K-behoefte slechts voor 36 tot 72% gedekt en de P-behoefte voor 26 tot 73% (data niet weergegeven). Dit laat zien dat het stromanagement van grote invloed is op de gewenste fosfaat- en kaliumbemesting.



Figuur 3.15. Gemiddelde behoeftevervulling (%) door organische meststoffen voor akker- en tuinbouwgewassen in 6 Duitse deelstaten voor de situatie dat 20% van het stro wordt afgevoerd.

De resterende behoefte kan worden opgevuld met minerale kunstmeststoffen of met bewerkte mestproducten die geïmporteerd kunnen worden vanuit Nederland. In veel gevallen zal voor stikstof gebruik worden gemaakt van kunstmeststoffen omdat deze snel inzetbaar zijn en een hoge landbouwkundige werking hebben. Voor fosfaat en kalium kunnen ook alternatieve organische producten worden ingezet. Een betrouwbare werking is daarbij belangrijk.

De grootste potentie om Nederlandse mestproducten af te zetten kan worden gerealiseerd in gebieden:

- waar de behoeftevervulling voor fosfaat en kalium door organische producten lager is dan 50% (Figuur 3.15): de te exporteren producten kunnen dienen als mogelijke vervanging van kunstmeststoffen. In de situatie dat 80% van het stro wordt ingewerkt, komt deze situatie niet voor voor kalium. De grootste behoefte is te vinden in Mecklenburg-Vorpommern en Thüringen, gevolgd door Sachsen en Sachsen-Anhalt;
- waar de aanvoer van organische stof laag is en extra organische stof moet worden aangevoerd om de humusbalans op peil te houden (Figuur 3.7). Dit is met name van belang voor de deelstaten Sachsen, Sachsen-Anhalt en Thüringen en relatief minder voor Mecklenburg-Vorpommern en Schleswig-Holstein;
- waar de concurrentie met andere dierlijke meststoffen klein is. Deelstaten met een lage veedichtheid zoals Thüringen, Sachsen en Sachsen-Anhalt (Figuur 3.3) en een lage inzet van

¹ De hoge behoeftevervulling voor kalium is een opvallend resultaat, omdat vrijwel de totale landbouwkundige behoefte wordt gedekt door organische meststoffen. Dit staat in contrast met de lage (en mogelijk verslechterende) K-toestand in de deelstaten. De reden hiervoor is onbekend, maar kan samenhangen met het feit dat de forfetaire K-gehalten hoger kunnen zijn dan de gehalten die daadwerkelijk voorkomen in de praktijk. Een andere reden kan zijn dat de aanname dat 80% van het stro achterblijft een overschatting is van de gangbare praktijk. De implicaties hiervan voor de potentiële afzetruimte van dierlijke mest zijn echter bediscussieerbaar. Vanuit landbouwkundig oogpunt (best practices) is het niet aan te bevelen om meer kalium te geven dan nodig is voor een goede gewasproductie. Het toevoeren van organische meststoffen heeft een positief effect op de bodemvruchtbaarheid en gaat inherent samen met een toevoer van kalium. Het is aan te bevelen om deze problematiek nader uit te werken en met praktische richtlijnen te komen waarbij bodemvruchtbaarheid en mineralenefficiëntie optimaal op elkaar zijn afgestemd.

dierlijke mestproducten zoals Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen en Thüringen (Figuren 3.11 en 3.13) hebben daarbij meer potentie als afzetmarkt;

- waar sprake is van een dalende bodemvruchtbaarheid. Gebaseerd op de huidige situatie (Figuur 3.6) is in alle deelstaten sprake van een verslechtering van de bodemkwaliteit. Voor fosfaat zijn de verschillen tussen deelstaten klein (de beste bodems komen voor in Brandenburg en Sachsen-Anhalt) terwijl voor kalium de laagste bodemvruchtbaarheid wordt gevonden in Schleswig-Holstein.

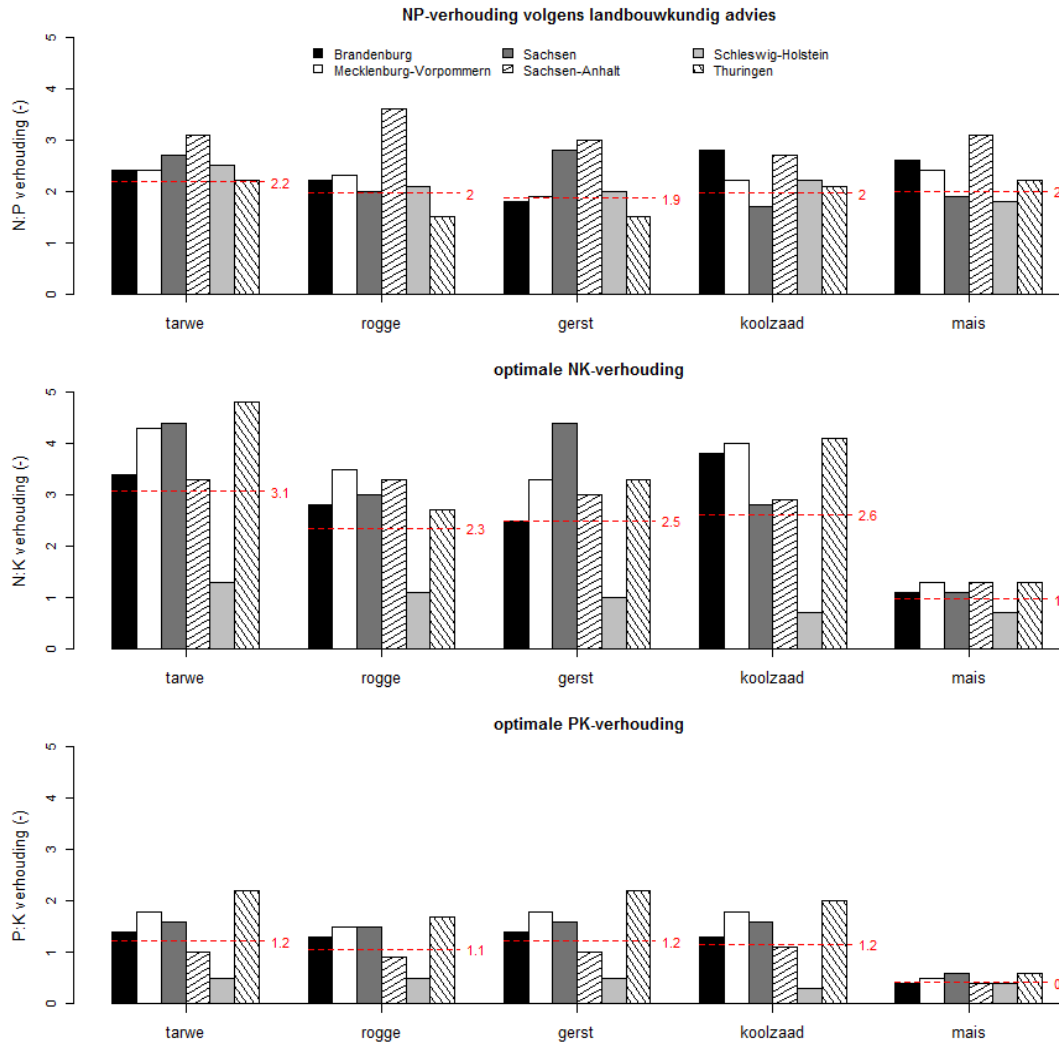
In alle deelstaten is er ruimte om organische meststoffen in de landbouw af te zetten. Gegeven de hierboven geschetste achtergronden, is er met name potentie om dierlijke mestproducten af te zetten in akkerbouwgebieden van Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen, Sachsen en Sachsen-Anhalt. Voor Schleswig-Holstein is dit minder het geval door de hoge veedichtheid en het gebruik van dierlijke mest.

3.3 Gewenste samenstelling mestproducten

Gezien de samenstelling en eigenschappen van organische meststoffen worden ze in de akker- en tuinbouw vooral gebruikt als basismeststof. Een organische meststof met een optimale samenstelling is in staat om volledig te voorzien in de P- en K-behoefte van het gewas, en in mindere mate in de behoefte van stikstof. De reden hiervoor is dat de gewenste N-bemesting sterk kan variëren in relatie tot lokale bodemeigenschappen, weersomstandigheden en de bemestingshistorie. In de praktijk wordt de basisbemesting dan ook aangevuld met N-kunstmeststoffen om aan de gewasbehoefte gedurende het seizoen te voldoen, waarbij de basisbemesting waar mogelijk voldoende stikstof levert voor de eerste fase van groei. Door het gebruik van kunstmeststoffen tijdens het groeiseizoen kan een agrariër beter sturen op de directe gewasbehoefte. Ook vanuit milieukundig oogpunt is dit van belang: potentiële verliezen van stikstof zijn hoger bij toediening van dierlijke meststoffen dan bij kunstmest. Bij vaststelling van de gewenste N-gift wordt uiteraard de nalevering van stikstof uit organische mestproducten meegenomen.

In een systeem van evenwichtsbemesting is de gewasopname de belangrijkste sturende factor voor de hoeveelheid bemesting, voor zowel stikstof als fosfaat en kalium. Daarnaast wordt in de advisering rekening gehouden met de werking van nutriënten: niet alle toegediende nutriënten komen ook daadwerkelijk beschikbaar voor gewasopname. Dit is met name het geval voor stikstof, en in mindere mate ook voor fosfaat en kalium. In de Duitse wet- en regelgeving zijn er per mestsoort richtlijnen bekend voor de N-werking van diverse organische mestproducten. Voor bewerkte mestproducten zijn deze echter nog niet bekend. In de bewerkte mestproducten in deze studie wordt vooralsnog uitgegaan van een P- en K-werking van 100%, dat wil zeggen dat de toegediende nutriënten in het jaar van toediening beschikbaar komen voor gewasopname. Voor kalium is dat een gangbare aanname, terwijl de fosfaatwerking van producten van mestverwerking veelal gelijk wordt gesteld aan die van dierlijke meststoffen (Ehlert & Hoeksma., 2011). De fosfaatwerkingscoëfficiënt van varkensmest wordt geschat op 80% bij toediening op grasland en op 100% bij toediening op bouwland (Adviesbasis Bemesting). Deze aanname komt overeen met de schatting van Schröder et al. (2010) voor 4 vier verschillende dikke fracties varkensmest: de P-werking was bij gebruik van milde extractiemethodes vergelijkbaar met die van ruwe dierlijke mest zolang geen ijzerbevattende toevoegmiddelen waren gebruikt tijdens het scheidingsproces.

De belangrijkste gewassen in de zes onderzochte deelstaten zijn granen (met name tarwe, rogge en gerst), gevolgd door koolzaad en snijmais. Rekening houdend met de *huidige* bodemkwaliteit en het daaraan gekoppelde landbouwkundige advies, wordt in Figuur 3.16. de optimale samenstelling van toe te dienen meststoffen in beeld gebracht.



Figuur 3.16. Optimale meststofsamenstelling wat betreft stikstof, fosfaat (P_2O_5) en kalium (K_2O) voor de vijf belangrijkste gewassen volgens het landbouwkundige advies, uitgedrukt als N:P-, N:K- en P:K-verhouding. In rood de gemiddelde optimale verhouding (gemiddeld over de verschillende deelstaten).

Uit de gewenste meststofsamenstelling blijkt dat een optimale organische meststof een NP-verhouding heeft van 1,9 tot 2,2 en een NK-verhouding van 1,0 tot 3,1. De PK-verhouding ligt structureel lager en varieert rond 0,4 voor snijmais tot 1,2 voor granen en koolzaad. Voor de graangewassen betekent dit dat er gemiddeld genomen evenveel fosfaat als kalium nodig is voor een goede gewasgroei. Zoals eerder toegelicht, heeft het stromanagement een grote invloed op de gewasbehoefte aan kalium. De huidige berekeningen gaan uit van de aanname dat 80% van het stro achterblijft. Als de praktijk hiervan afwijkt door meer stro af te voeren, dan zal extra kalium nodig zijn voor een goede gewasgroei. Opvallend is de hoge kaliumbehoefte in Schleswig-Holstein, wat resulteert in een structureel lagere NK-verhouding en PK-verhouding. In Thüringen daarentegen is er relatief meer fosfaat nodig.

Afhankelijk van de gebruikte marketingstrategie is het gewenst om de samenstelling van de mestproducten in Nederland zodanig aan te passen dat deze aansluit bij de gewenste gewasbehoefte op gewas- of deelstaatsniveau. Als het mestproduct als mogelijke vervanging van kunstmest in de markt wordt gezet, dan is het gewenst om het kaliumgehalte te verlagen ten opzichte van fosfaat (want de kaliumbehoefte wordt al grotendeels vervuld door organische mestproducten). Bij gedeeltelijke

concurrentie met andere binnenlandse dierlijke mestproducten, is een PK-verhouding van rond de één gewenst. Door het bijmengen met andere reststromen kan de optimale meststofsamenstelling worden gerealiseerd (zie bijv., Ros et al., 2014). Is het bijmengen niet gewenst, dan kan ook via aanvullende adviezen en richtlijnen de gebruiker inzicht worden in de noodzaak voor aanvullende bemesting met kunstmeststoffen.

Deze berekening is uitgevoerd voor de situatie dat organische mestproducten in het voorjaar worden toegediend. Bij toediening in het najaar is het gewenst om een lager N-gehalte in de meststof te hebben om hiermee de verliezen tijdens het winterseizoen te beperken. In die situatie is dan een lagere NP- en NK-verhouding wenselijk.

4 Wet en regelgeving

4.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt de relevante wet- en regelgeving die van belang is voor de export van (producten) van mest beschreven. Dit betreft een beschrijving op hoofdlijnen, die o.a. wordt gebaseerd op een separate studie die in 2014 wordt uitgevoerd door het Landbouwbureau van de Nederlandse Ambassade in Berlijn waarin een stappenplan en handleiding voor de export van mest en digestaat wordt opgesteld (Landbouwbureau Berlijn, 2014). Wet- en regelgeving in relatie tot bodembeheer en nutriënten management (toedieningstijdstippen, acties voortvloeiende uit het gemeenschappelijk landbouwbeleid, etc.) op agrarische bedrijven maakt hiervan geen onderdeel uit. Meer informatie hierover is onder andere te vinden in de studies van Amery & Schoumans (2014) en Van Dijk & ten Berge (2009).

Bij de handel en export in mest en mestproducten moet rekening worden gehouden met wet- en regelgeving vanuit zowel de EU, Nederland als Duitsland.

Voor Europa zijn de volgende verordeningen en richtlijnen van belang:

- EG nr. 1069/2009 Verordening dierlijke bijproducten
- EG nr. 142/2011 Uitvoeringsverordening dierlijke bijproducten
- EG nr. 1013/2006 Verordening betreffende de overbrenging van afvalstoffen: EVOA
- EG Richtlijn Nitraatrichtlijn

Voor Duitsland zijn de volgende wetten en verordeningen relevant:

- Düngegesetz (DüngeG) Meststoffenwet
- Düngemittelverordnung (DüMV) Meststoffenverordening
- Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger (WDüngV) Verordening voor in verkeer brengen en verhandelen van Dierlijke mest
- Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) Kringloopwet
- Bioabfallverordnung (BioabfV) Bioafvalverordening

Voor Nederland zijn de volgende wetten en regelingen relevant:

- Meststoffenwet (Msw)
- Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet (Ubm)
- Uitvoeringsregeling Meststoffenwet (Urm)

De verschillende wetten, verordeningen en regelingen worden hieronder kort toegelicht.

4.2 Europese wet- en regelgeving

In de EG verordening dierlijke bijproducten 1069/2009 en de EG uitvoeringsverordening 142/2011 worden de gezondheidsvoorschriften voor niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten gegeven. Ten aanzien van de export van mest binnen de EU wordt er onderscheid gemaakt tussen enerzijds onverwerkte (=niet-gehygiëniseerde) mest en anderzijds verwerkte (=gehygiëniseerde) mest en daarvan afgeleide producten. Voor de export van onverwerkte mest is er een handels-toestemming nodig van het land van bestemming, met uitzondering voor pluimveemest en paardenmest. In Duitsland moet deze handelstoestemming bij de deelstaten aangevraagd worden. Bij de export van onverwerkte pluimveemest en overige mest, met uitzondering van mest van paardachtigen, is een veterinaire

gezondheidsverklaring van het land van herkomst vereist. Daarbij zijn er een aantal veterinaire randvoorwaarden gedefinieerd, waarmee voorkomen moet worden dat mest uit een gebied waar een besmettelijke ziekte heerst geëxporteerd wordt.

Bij de export van verwerkte mest en daarvan afgeleide producten is er geen handelstoestemming nodig van het land van bestemming. Mest geldt als verwerkt (gehygiëniseerd) als het gepasteuriseerd is in een erkende installatie bij een temperatuur van minstens 70°C gedurende minstens 60 minuten, of een erkende gelijkwaardige methode. De verordening geeft ook de voorwaarden waaraan het transport van mest en mestproducten moet voldoen op gebied van traceerbaarheid, hygiëne en etikettering. Deze eisen zijn voor export niet wezenlijk anders dan voor het transport binnen de grenzen.

De EG verordening 1013/2006 voor de overbrenging (export) van afvalstoffen (EVOA) is van belang bij mestproducten die naast mest ook andere stoffen bevatten die gezien kunnen worden als afval, bijvoorbeeld bij digestaat uit de vergisting of co-vergisting van plantaardige reststromen. Reststromen uit de verwerking van plantaardige producten worden gezien als afval. Mest zelf valt niet onder de reikwijdte van EVOA, omdat de export al via EG verordeningen 1069/2009 en 142/2011 gereguleerd is. Binnen EVOA wordt onderscheid gemaakt tussen niet-gevaarlijke afvalstoffen (groene lijst) en gevaarlijke afvalstoffen (oranje lijst). Niet-gevaarlijke afvalstoffen mogen worden geëxporteerd naar andere lidstaten indien zij in het land van bestemming nuttig worden aangewend. Zowel uitrijden op landbouwgrond als gebruik in compost- of biogasinstallatie gelden als nuttige toepassing. Deze toepassing dient geborgd te zijn door middel van een juridisch contract tussen de opdrachtgever van het transport en de ontvanger. Bij de export van afvalstoffen die als niet-gevaarlijk worden beschouwd dient er bij het transport een begeleidend document aanwezig te zijn (Bijlage VII van EVOA) waarin onder andere de aard van het afval, de hoeveelheid en de toepassing worden vermeld. Er hoeft, in tegenstelling tot overbrenging van gevaarlijk afval, geen vergunning (de zogenaamde 'kennisgeving') te worden aangevraagd.

Indien de afvalstof in zowel het land van herkomst als bestemming niet meer als afvalstof wordt beschouwd (maar bijvoorbeeld als meststof) kan het transport ook plaatsvinden zonder EVOA verplichtingen. Hiermee moeten beide landen dan instemmen. In Duitsland wordt vastgehouden aan de afvalstatus voor plantaardige bioafvalstromen, ook wanneer deze toegelaten zijn voor gebruik als meststof. Daarmee valt ook het digestaat van de vergisting van plantaardige bioafvalstromen onder de afvalstoffenwetgeving.

De Nitraatrichtlijn (richtlijn 91/676/EEG) is van belang vanwege de definitie van dierlijke mest: hieronder wordt verstaan dierlijke uitwerpselen, mengsels van dierlijke uitwerpselen met strooisel alsook alle producten daaruit. Dit betekent onder meer dat struviet geproduceerd uit mest de status dierlijke mest blijft houden.

4.3 Duitse wetgeving

Binnen de Düngegesetz (DüngeG) en de Düngemittelverordnung (DüMV) wordt gedefinieerd welke producten als meststof verhandeld mogen worden, en aan welke eisen deze moeten voldoen ten aanzien van minimale gehalten aan nutriënten, toleranties, voorkomen van zware metalen en andere verontreinigingen en risico's voor gezondheid van mens, dier en milieu. Een aparte categorie meststoffen is Wirtschaftsdünger: meststoffen bestaande uit dierlijke mest en/of plantaardige producten die direct afkomstig zijn uit de plantaardige productie of landbouw, alsook de gecomposteerde of vergiste producten hiervan. Het digestaat van de vergisting van dierlijke mest, gewassen, gewasresten en energiegewassen,

of een mengsel hiervan (NaWaRo Gärreste) valt hier dus onder. Het digestaat van de co-vergisting van dierlijke mest met plantaardig bioafval (rest- en afvalstromen van de verwerking van plantaardige producten, mits toegelaten via BioAbfV) en/of dierlijke bij-producten of van enkel plantaardige bioafval (CoFermentation Gärreste) is geen Wirtschaftsdünger maar Organische (N-P-K) Dünger.

Alle meststoffen, ook dierlijke mest, moeten voorzien zijn van etiket, de Kennzeichnung of Deklaration, waarbij onder andere in strikt voorgeschreven bewoordingen de samenstelling, herkomst en gehalten gegeven moeten worden. Bij digestaat moeten alle gebruikte mestsoorten en co-materialen opgegeven worden.

Met de Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger (WDüngV) wordt beoogd zicht te krijgen op de hoeveelheid dierlijke mest en organische meststoffen die worden verhandeld en toegepast. Alle mesthandelaren en mesttransporteurs moeten zich voor het eerste transport aanmelden (Mitteilungspflicht). Alle partijen dierlijke mest moeten afgeleverd worden met een zogenaamd Lieferschein of Aufzeichnung (vergelijkbaar aan Vervoersbewijs Dierlijke Mest in Nederland), waarop in ieder geval de aard en totale hoeveelheid van de partij staat vermeld, de hoeveelheid P en N, en het aandeel N vanuit dierlijke mest. Daarnaast dient in de afzonderlijke deelstaten jaarlijks een opgave te worden gedaan van de totale hoeveelheid afgeleverde dierlijke mest, de zogenaamde Meldepflicht. Afhankelijk van de deelstaat moet deze melding gedaan worden door de ontvanger van de mest, (bijvoorbeeld Thüringen), of (ook) door de leverancier, uitgesplitst naar mestsoort en afnemer (bijvoorbeeld NordRhein Westfalen).

De Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG) betreft het voorkómen, verwerken en hergebruik van afval. Voor de toepassing van biologisch afval (uitgezonderd dierlijke bij-producten) in de landbouw is dit verder uitgewerkt in de Bioabfallverordnung (BioabfV). In de BioabfV wordt geregeld welke soorten biologisch afval in de landbouw gebruikt mogen worden, aan welke criteria deze moeten voldoen, de eisen ten aanzien van verwerking en hygiënisatie en de controle daarop. Deze verordening is van toepassing op het verhandelen van digestaat uit de vergisting van plantaardig bioafval (reststoffen uit de verwerking van plantaardige producten), al dan niet samen met mest, de zogenaamde CoFermentation Gärreste. Omdat dit digestaat in Duitsland de afvalstatus heeft zal dit bij de export moeten voldoen aan de eisen vanuit EVOA 1013/2006. Bij het afleveren van organische meststoffen die onder de BioabfV vallen moet er tevens een uitgebreide Lieferschein aan de ontvanger overhandigd te worden, dat aan de Landwirtschaftskammer (LWK) en de lokale afvalautoriteit binnen een Landkreis (een regionale bestuursseenheid) toegezonden moet worden.

Ten aanzien van het gebruik van meststoffen uit bioafval gelden een aantal verplichtingen:

- Gehalte zware metalen is onderzocht;
- Bodemonderzoek naar zware metalen is verplicht voor uitrijden;
- De hoeveelheid toegelaten bioafval is maximaal 20 of 30 ton DS per 3 jaar (afhankelijk van gehalte zware metalen);
- Bioafval mag niet worden toegepast op gronden waarop in het afgelopen jaar zuiveringsslib is uitgereden, en;
- Melding van uitrijden bij de lokale afvalautoriteit en LWK tesamen met Lieferschein.

4.4 Nederlandse wetgeving

De Meststoffenwet, verder uitgewerkt in het bijbehorende Uitvoeringsbesluit en Uitvoeringsregeling, geeft

de voorwaarden voor de handel en het gebruik van meststoffen. Dierlijke mest mag vrij worden verhandeld zonder nadere eisen aan gehalten of verontreinigingen. Digestaat mag alleen als meststof worden verhandeld en gebruikt indien de co-producten zijn opgenomen op de Lijst IV van Bijlage Aa van de Uitvoeringsregeling. Het transport van dierlijke mest en (co-)digestaat uit mest is aan strenge eisen onderworpen (voor drijfmest en vaste mest onder andere automatische bemonstering en laad- en losmelding, GPS volgsystemen), en deze eisen zijn eveneens van toepassing op mest die geëxporteerd wordt. Bij elk transport van dierlijke mest (ook digestaat en struviet uit dierlijke mest) dient een Vervoersbewijs Dierlijke Mest aanwezig te zijn. Bij de export van mest moet er daarnaast bij de uitvoeringsorganisatie RVO een melding worden gedaan en exportdocumenten worden aangevraagd.

4.5 Ontwikkelingen

Met het recente inwerkingtreden van de WDüngV en de daaruit voortkomende verplichtingen (Mitteilungspflicht, Aufzeichnung en Meldepflicht) worden de administratieve lasten voor het overbrengen van mest en digestaat verhoogd. De uitwerking van de WDüngV kan tussen de verschillende deelstaten verschillen. Ook aanvullende regelgeving op deelstaatniveau, bijvoorbeeld ten aanzien van de beperking van de uitrijperiodes voor dierlijke mest of eisen rond opslag op bedrijfsniveau kan de afzetkansen van mest beperken. Verder heeft staatsecretaris Dijkema begin 2014 aangegeven met de deelstaten Nordrhein Westfalen en Niedersachsen te willen samenwerken bij het controleren van de afzet van dierlijke mest vanuit Nederland naar deze deelstaten. Ook hieruit kunnen aanvullende regels en verplichtingen voor de export naar (deelstaten in) Duitsland voortkomen.

Het merendeel van de pluimveemest en paardenmest wordt nu nog onverwerkt geëxporteerd. Bij de export van onverwerkte dierlijke mest is er een handelstoestemming nodig vanuit de deelstaat van bestemming, die daarmee invloed uit kan oefenen op de in te voeren hoeveelheden en de periodes dat de mest overgebracht mag worden.

Het digestaat van de co-vergisting van mest met plantaardige bioafvalstromen wordt in Duitsland vanuit de BioabfV (federale wetgeving) gedefinieerd als afval, waardoor de regels vanuit EVOA 1013/2006 van toepassing zijn op de export. Onduidelijk is of het digestaat dan als gevaarlijk of niet-gevaarlijk afval bestempeld wordt. Tot 2007 viel dierlijke mest wel onder de reikwijdte van EVOA en werd beschouwd als gevaarlijk afval, wat aanleiding kan geven om ook het digestaat als gevaarlijk afval te bestempelen. In een aantal deelstaten speelt daarnaast nog de discussie of ook dierlijke mest zelf, bestemd om vergist te worden in vergistingsinstallatie, als afval gekwalificeerd zou moeten worden. Extra complicatie is dat dierlijk mest is uitgezonderd van het werkingsgebied van EVOA 1013/2006 dat de export van afvalstoffen tussen EU landen reguleert, en dat binnen EG verordeningen 1013/2009 en 142/2011 inzake dierlijke bijproducten dierlijke mest niet als afval gezien wordt. Strikt genomen zouden de regels van EVOA alleen van toepassing op het plantaardige bioafval, waarmee het digestaat als niet-gevaarlijk afval aangemerkt zou worden. Ook in dit geval kunnen er verschillen tussen de deelstaten optreden. Het is op dit moment onduidelijk of dat al het geval is.

5 Evaluatie marktmogelijkheden mestproducten

5.1 Inleiding

Deze studie focust op de marktmogelijkheden van mestproducten in Oost-Duitse deelstaten. Hiervoor zijn 8 mestproducten geselecteerd die al beschikbaar zijn of komende jaren op de markt beschikbaar komen, die variëren in samenstelling en die aan verschillende eisen vanuit de wet- en regelgeving moeten voldoen. De geselecteerde producten zijn gedroogde pluimveemest, onbewerkte en bewerkte dikke fracties van varkensdrijfmest, struviet en een aantal bewerkte digestaten. De gemiddelde samenstelling van deze producten wordt weergegeven in Tabel 5.1. In de praktijk kan er binnen deze categorieën grote spreiding optreden, met name voor de digestaten waarbij covergistingsmaterialen worden gebruikt. De marktmogelijkheden van onbewerkte drijfmest en mestproducten met een laag drogestofgehalte worden in deze studie buiten beschouwing gelaten; export van deze producten is vanuit kostenoverwegingen slechts mogelijk tot afstanden van ~200 km (Luesink et al., 2013).

Tabel 5.1. Gemiddelde samenstelling geselecteerde mestproducten[#].

Mestproduct	DS	OS	N _{tot} N _{min}		NP	NK	PK	NWC	HC
	%	%	kg ton ⁻¹		-	-	-	%	%
Pluimveemest	81	43	34	3,9	1,2	1,7	1,4	55	36
VDM dik onbehandeld	25	12	10,5	3,8	0,9	2,2	2,6	22-64	33
VDM dik gecomposteerd*	65	35	10,5	< 1	0,3	0,8	2,6	15-20	50-70
VDM dik droog gekorrelt*	90	42	31,0	6,8	0,7	1,8	2,6	22-64	33
Digestaat VDM	29	22	11,2	6,0	0,7	2,2	3,4	24-65	36
Digestaat plant [§]	21	12	10,6	-	2,1	1,9	0,9	40-50	10
Digestaat divers gedroogd [§]	85	61	25,6	-	0,8	1,1	1,5	24-65	10-70
Struviet**	45	<1	8	8	0,1	0,1	2,3	100	-

[#] DS = droge stof, OS = organische stof, NWC = stikstofwerkingscoëfficiënt, HC = humificatiecoëfficiënt. Samenstelling voor zover mogelijk gebaseerd op landelijke gemiddeldes (den Boer et al., 2012).

* bij indrogen en korrelen blijven de verhouding in gehalten van fosfaat en kalium gelijk; gehalten zijn berekend op basis van de aanname dat 50% van het NH₄ vervluchtigt tijdens drogen en 40% van organisch N en 100% van het NH₄ tijdens het composteren (de Buissonjé et al., 2013).

[§] De samenstelling van digestaat plant is gebaseerd op vergisting van suikerbieten (dikke fractie Betafert) en de samenstelling van gedroogde digestaten uit co-vergisting op gemiddelde waarnemingen van VLACO (VLACO, 2012).

**Voor struviet is uitgegaan van kaliumstruviet via verwerking van kalvergier (praktijkcijfers Stichting Mestverwerking Gelderland, Ehlert et al., 2013). De N-werking is verondersteld vergelijkbaar te zijn met kunstmest (er zijn geen proefgegevens bekend).

De potentiële vraag naar organische mest en bewerkte mestproducten is groot: een eerdere studie door Van Horne (2009) schatte de potentiële afzetruimte in de Duitse deelstaten Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern en Sachsen-Anhalt op 90 tot 100 miljoen kg fosfaat uit dierlijke mest, inclusief de jaarlijkse export van Nederlandse droge pluimveemest (Luesink et al., 2011). Deze studie laat zien dat de potentiële afzetruimte (als alle kunstmest-P wordt vervangen door organische P-meststoffen) varieert van 12 mln. kg P₂O₅ in Schleswig-Holstein tot circa 50 á 60 mln. kg P₂O₅ in Mecklenburg-Vorpommern. Voor alle deelstaten gezamenlijk is de potentiële afzetruimte 167 tot 207 miljoen kg fosfaat, afhankelijk van hoeveel stro wordt afgevoerd. Dit is 4 á 5 keer groter dan de geschatte/verplichte fosfaatexport in 2020.

De werkelijke perspectieven en marktpotentie hangt samen met de landbouwkundige geschiktheid van het exportproduct, de acceptatie van dierlijke mestproducten, de kostprijs van het eindproduct en de wettelijke randvoorwaarden. In dit hoofdstuk worden deze aspecten kort beschreven en geëvalueerd.

5.2 Acceptatie mestproducten

De belangrijkste afnemers op de mestmarkt waarop deze studie focust, zijn agrariërs in de akker- en tuinbouw. De acceptatie van organische mestproducten afkomstig uit Nederland hangt samen met de bestaande markt aan mestproducten: akkerbouwers in de Duitse deelstaten hebben de keuze tussen het gebruik van dierlijke mest, co-vergiste mest, compost en kunstmest. Bij deze keuze spelen veel factoren een rol, waaronder regelgeving (gebruiksnormen en uitrijperiodes), mestkwaliteit, de prijsverhouding tussen de verschillende mestproducten, de beschikbaarheid van nutriënten in de mest, de bodemomstandigheden, het bouwplan en de houding van de ondernemer ten opzichte van het gebruik van dierlijke mest (De Hoop et al., 2011). Hieronder worden deze factoren kort toegelicht.

- Dierlijke mest kan door regelgeving maar in een deel van de behoefte voorzien. Dit kan in theorie de acceptatie/ afzetmarkt beperken, maar dit lijkt in de 6 deelstaten (nog) niet de beperkende factor te zijn. De totale aanvoer van stikstof uit dierlijke mest op het *bemeste* bouwlandareaal varieert tussen 95 en 135 kg N ha⁻¹ (exclusief het niet bemeste areaal), ruim lager dan de maximale norm van 170 kg N ha⁻¹ uit de Europese Nitraatrichtlijn.
- Een hoge mestkwaliteit waarbij de gehalten (en de werking) bekend zijn én de kwaliteit homogeen is, verhoogt de acceptatie. De N-werking van de meeste Nederlandse bewerkte mestproducten zijn (indicatief) bekend. De fosfaat- en kaliumwerking blijkt vergelijkbaar te zijn met kunstmest. Wel is het belangrijk dat er geen ijzerhoudende toevoegmiddelen gebruikt worden (wat in sommige scheidingstechnieken wel de praktijk is) omdat deze de fosfaatwerking van de dikke fractie substantieel verlagen (Ros et al., 2014). Naast het leveren van mest met een constante kwaliteit (mineralensamenstelling) bij levering van verschillende vrachten aan één gebruiker, is het ook van belang dat mestproducten vrij zijn van verontreinigingen (stenen, metaaldeeltjes (spijkers), hout, plasticdeeltjes bij digestaat, etc.).
- Als in de behoefte van organische stof en sporenelementen is voorzien via gewasresten of alternatieve producten, heeft het gebruik van dierlijke mest weinig meerwaarde en zal het alleen worden afgenomen als het een prijsvoordeel oplevert ten opzichte van kunstmest en/ of compost. Het huidige gebruik van dierlijke mestproducten in de 6 deelstaten bevestigt dat er geen substantiële bezwaren zijn tegen het gebruik van dierlijke mest: het grootste deel van de aanwezige dierlijke mest wordt toegepast in de akker- en tuinbouw. De te exporteren producten uit Nederland zullen dan ook moeten concurreren met de bestaande organische mestproducten. De behoefte aan organische stof is in de Duitse Deelstaten hoog (in verband met de Directzahlungen-Verpflichtungenverordnung die verplicht om het organische stofgehalte van de bodem op peil te houden) en de dalende bodemvruchtbaarheid in veel deelstaten bevordert het gebruik van dierlijke mestproducten (sectie 3.2.3).
- Voor het uitrijden van niet gekorrelde dierlijke mestproducten wordt veelal relatief zwaar materiaal gebruikt, wat vooral bij kleirijke natte bodems tot structuurschade kan leiden. Uiteraard spelen hierbij ook allerlei andere factoren een rol zoals de gebruikte machinerie, de bandenspanning en de ontwatering van het perceel. Afhankelijk van de weersomstandigheden tijdens uitrijperiodes kan dit de acceptatie van dierlijke mestproducten (in vergelijking met kunstmest) verminderen. Dit kan potentieel een rol spelen in het zuiden van Sachsen-Anhalt, Thüringen en Sachsen omdat daar relatief veel kleirijke bodems voorkomen (Figuur 3.6). In de overige deelstaten zijn er vooral zandbodems aanwezig waarbij structuurschade een minder groot risico is. Ten opzichte van de andere factoren, is de invloed hiervan beperkt.
- Het bouwplan beïnvloedt hoe nauwkeurig de bemesting moet zijn wat betreft het vrijkomen van stikstof en de gewenste mestsamenstelling: de opnameperiode van nutriënten varieert namelijk tussen gewassen waarbij het vrijkomen van stikstof uit organische producten minder stuurbaar is

in vergelijking met kunstmeststoffen. In de zes deelstaten zijn de belangrijkste teelten graangewassen waar een goede stikstofvoorziening belangrijk is voor het opbrengstniveau en eiwitgehalte in het geogste graan. In veel situaties zal dan ook bijsturing via stikstofkunstmeststoffen nodig zijn (aansluitend op de huidige praktijk, zie Figuur 3.13).

- De acceptatie van dierlijke mestproducten hangt samen met de gangbare bemestingsstrategie van agrariërs. Meest voor de hand ligt dat dierlijke mest wordt gebruikt als basismeststof en vervolgens wordt aangevuld met kunstmest. Dit is met name belangrijk voor stikstof, omdat het grootste deel van de toegediende fosfaat en kalium in hetzelfde groeiseizoen beschikbaar zijn voor gewasopname. Stikstof kan daarentegen makkelijk verloren gaan via uitspoeling en gasvormige verliezen. De gebruikte inwerktechnieken en meststoffen suggereren inderdaad dat het gebruik van dierlijke mest als basisbemesting een gangbare praktijk is, waarbij de gewasbehoefte op maat wordt ingevuld via kunstmeststoffen (Figuren 3.12 en 3.13). Naast stikstof, fosfaat en kali kunnen andere mineralen zorgen voor een plus bij de acceptatie van de mest. Hierbij kan met name worden gedacht aan calcium (kalk) en zwavel. Ter illustratie: aanwending van pluimveemest met 80 à 100 kg CaO per ton zorgt tegelijkertijd voor de beïnvloeding van de zuurtegraad van de bodem, waarbij een werkgang gericht op bekalking kan worden voorkomen of de bekalking van de grond kan worden verminderd.

Per jaar kunnen er grote verschillen optreden in acceptatie van dierlijke mest, door bijvoorbeeld weersomstandigheden in het voorjaar (Van den Ham et al., 2009). Daarbij wordt in Nederlandse studies opgemerkt dat akkerbouwers wel vaak wensen hebben met betrekking tot mestkwaliteit (samenstelling, beschikbaarheid, etc.) maar meestal niet bereid zijn daarvoor te betalen: als het erop aankomt, accepteren ze een lagere kwaliteit mest als de prijs daarvan laag is (De Hoop et al., 2011). Op zandgrond wordt over het algemeen zo veel mogelijk mest gebruikt, terwijl het op kleigrond sterk afhangt van bouwplan en weersomstandigheden.

5.3 *Landbouwkundige geschiktheid*

5.3.1 Landbouwkundige producteisen

Om de landbouwkundige geschiktheid van een meststof te beoordelen, zijn de volgende parameters van belang: de samenstelling, het drogestofgehalte, de landbouwkundige werking, de stabiliteit van de organische stof en de aanwezigheid van pathogenen en/of onkruidzaden. Daarnaast zijn er een aantal praktische randvoorwaarden die belangrijk zijn voor een goede acceptatie. De ideale mest als exportproduct zou moeten voldoen aan de volgende criteria (Smit et al., 2004):

- de samenstelling van de mest is bij levering bekend, en de samenstelling is homogeen;
- de mest is makkelijk transporteerbaar (hoog drogestofgehalte);
- de mest wordt op het juiste tijdstip geleverd;
- de mest die in het voorjaar wordt uitgereden bevat hoge gehalten aan mineralen, terwijl de mest die in het najaar wordt uitgereden laag moet zijn in stikstof in verband met hoge milieuverliezen. Om in te kunnen op specifieke wensen van afnemers is flexibiliteit in de distributiefase nodig; en
- de mest moet hygiënisch in orde zijn en weinig ongerechtigheden bevatten.

In de praktijk blijkt er aanzienlijke variatie aanwezig te zijn in de toepassing van mestproducten. Alhoewel het grootste deel van de gebruikte organische mestproducten bestaat uit lokale drijfmesten, wordt er in de verschillende deelstaten 11 tot 32 kg P₂O₅ ha⁻¹ toegediend in de vorm van vaste dierlijke mestproducten. Omdat de verschillende mestproducten die mogelijk geëxporteerd gaan worden binnen dezelfde categorie

meststof blijven (*Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft*) zijn er *vanuit landbouwkundig oogpunt* geen belemmeringen aanwezig voor de acceptatiegraad van de Nederlandse mestproducten. Homogeniteit, traceerbaarheid, tijdige beschikbaarheid, minimale aanwezigheid van onkruidzaden (en minimale geur) zijn algemene eisen die voor de agrarische markt belangrijk zijn (Besseling et al., 2000). Algemene richtlijnen vanuit wet- en regelgeving wat betreft pathogenen en zware metalen zijn voor alle organische producten toepasbaar.

Via dierlijke mest en co-vergistingmaterialen kunnen ziekteverwekkende bacteriën en schimmels worden verspreid en overgedragen. Via vergisting, compostering of hygiënisering vindt een reductie plaats van deze bacteriën, schimmels en kiemkrachtige onkruidzaden. Bij composteren en vergisten is de temperatuur tijdens het proces en de verblijftijd van invloed op de grootte van deze reductie. De meeste vergisters op veehouderijbedrijven zijn mesofiele vergisters (37 °C) waardoor hygiënisatie bij 70 °C gedurende tenminste één uur nodig zal zijn om het risico van ziekteverspreiding te verkleinen (Van Geel & Van Dijk, 2013).

Andere landbouwkundige kwaliteitseisen zijn afhankelijk van de specifieke toepassing. Bij najaars-toepassing van organische meststoffen is het bijvoorbeeld gewenst om een mestproduct te gebruiken met een lage NP-verhouding in verband met de stikstofverliezen die optreden gedurende de winterperiode. Bij voorjaarstoepassing is juist een hoge NP-verhouding gewenst. De kwaliteitseisen qua samenstelling en werking variëren daarbij per sector met grote verschillen tussen de grondgebonden veehouderij, de akkerbouwmatige, de intensieve (vollegrondsgroenteteelt) en de meerjarige teelten. Gegeven het landgebruik ligt de grootste potentie bij het areaal granen, snijmaïs en koolzaad. De verhouding tussen N, P en K voor de optimale meststof voor de 5 belangrijkste gewassen in de 6 deelstaten wordt samengevat in Tabel 5.2. De optimale meststof voor het groen geogste snijmais heeft daarbij de laagste NK- en PK-verhouding (en wordt ook niet beïnvloedt door het wel/ niet afvoeren van gewasresten) terwijl een hogere verhouding met name gewenst is voor graangewassen. Voor de praktijk is het daarbij echter wel belangrijk om niet te veel soorten te introduceren: een breed scala aan producten geeft onduidelijkheid naar de afnemer (Smit et al., 2004). Uitgangspunt is wel dat de vraag van de klant leidend is bij wat er wordt geleverd. Hoe beter ingespeeld kan worden op de wensen van de teler van akkerbouw- en tuinbouwgewassen, hoe beter er onderhandeld kan worden over de opbrengstprijis (Uenk, 2014).

Tabel 5.2. Optimale samenstelling meststoffen voor de top-5 gewassen bij voorjaarstoepassing.

Mestproduct	NP	NK	PK
Bij afvoer van gewasresten	1,8 – 2,0	1,0 – 1,6	0,4 – 0,7
Bij 20% afvoer van gewasresten	1,9 – 2,2	1,0 – 3,1	0,4 – 1,2
Zonder afvoer van gewasresten	1,8 - 2,3	1,0 – 5,1	0,4 – 2,1

5.3.2 Landbouwkundige beoordeling mestproducten

Producten met een hoog organischstofgehalte zijn gewenst, zeker in het licht van de Duitse verplichting om het organische stofgehalte in de bodem op peil te houden. Alle geselecteerde producten, met uitzondering van struviet, bevatten organische stof en kunnen zowel als bodemverbeteraar als meststof worden ingezet. De gecomposteerde mest/ dikke fractie zorgt hierbij voor de grootste aanvoer van effectieve organische stof. Dit komt doordat composteren (evenals vergisting) ervoor zorgt dat makkelijk afbreekbaar koolstof wordt omgezet in gasvormige verbindingen. Door middel van nadrogen kan de compost op een hoger drogestofgehalte worden gebracht, waarmee de marktkansen hoger worden. Gecomposteerd mest wordt als gecomposteerd mest (65% droge stof) en ook als pellets aangeboden

(Uenk, 2014). Voordelen van compost zijn bovendien dat het een stankvrij (geurloos) product is met een flinke afdoding van eventuele ziekteverwekkende bestanddelen. Nadelen zijn de mogelijk hogere gehalten aan zware metalen in het product (mg kg^{-1} droge stof). Zolang echter aan de hiervoor opgestelde wettelijke criteria wordt voldaan, levert het gebruik van gecomposteerde mest geen nadelige landbouwkundige gevolgen op zowel korte als lange termijn. In hun marktverkenning voor de dikke fractie van varkensdrijfmest geven Ros et al. (2014) op basis van enkele metingen aan dat het gehalte aan zware metalen vrijwel altijd lager is dan de grenswaarde uit de Duitse meststoffenverordening DüMV. De levering van stikstof uit gecomposteerde mestproducten is substantieel lager, waardoor het met name geschikt is als bodemverbeteraar en als fosfaat- en kaliummeststof. Gezien de hoge PK-verhouding zal in veel gevallen een aanvullende K_2O -bemesting gewenst zijn, tenzij mestverwerkers de dikke fractie kunstmatig verrijken met K_2O uit kunstmest of alternatieve restproducten.

Nederlandse pluimveemest is een product dat al jaren in de praktijk wordt toegepast: de jaarlijkse export naar Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern en Sachsen-Anhalt was in 2010 rond de 13 á 14 miljoen kg fosfaat (Luesink et al., 2011). Ook in de andere deelstaten is het gebruik van gedroogde pluimveemest een gangbare praktijk (Uenk, 2014). Pluimveemest bevat én veel organische stof én veel nutriënten. In vergelijking met de overige meststoffen bevat dit product het meeste stikstof waardoor het goed inzetbaar is in akkerbouwmatige teelten. Daarnaast bevat de meststof relatief veel fosfaat en komt de PK-verhouding dicht bij de gewenste waarde. Vanwege het hoge drogestofgehalte (Tabel 5.1) is het een prima grondstof voor de productie van mestkorrels en daarom wordt het in de praktijk vaak gekorrelt (Uenk, 2014). Onbewerkte pluimveemest die voor de export wordt aangeboden, heeft over het algemeen een iets lagere drogestofgehalte, variërend van 60 tot 70%.

De onbehandelde dikke fractie van varkensdrijfmest is goed geschikt als bron van fosfaat en kalium, en in mindere mate als stikstofmeststof. Dit heeft als voordeel dat akkerbouwers aan het begin van het groeiseizoen een basisbemesting kunnen geven met alle benodigde macronutriënten en via bemesting met kunstmeststikstof op elk gewenst moment bij kunnen sturen. De N-werking én de P-werking kunnen sterk variëren in relatie tot de gebruikte scheidingsmethodieken (Schröder et al., 2011; Ros et al., 2014). Als het product wordt ingezet als P-meststof (de meest voor de hand liggende toepassing), moet het *gebruik van ijzerhoudende hulpstoffen worden voorkomen*. Kalium is voor 90 tot 100% beschikbaar voor gewasopname. De dikke fractie kan met dezelfde apparatuur worden toegediend als de vaste meststoffen. Omdat in alle deelstaten vaste mest wordt gebruikt, is het waarschijnlijk dat de dikke fractie eenvoudig ingepast kan worden binnen bestaande bedrijfsvoering. In de praktijk zal een onbewerkte dikke fractie met een drogestofgehalte van 25% nauwelijks geschikt zijn voor export omdat het geen consistente massa bevat (Uenk, 2014). Mestscheidingstechnieken met een hoger scheidingsrendement zorgen voor een hoger drogestofgehalte en verhogen daarmee de exporteerbaarheid.

Het drogen en korrelen van de dikke fractie varkensdrijfmest verhoogt de transporteerbaarheid, het gebruiksgemak (opslag, aanwending), het gehalte aan mineralen en daarmee ook de prijs. Op basis van kostentechnische overwegingen concluderen Luesink et al. (2013) dat het merendeel van de bewerkte mestproducten voor export naar Oost-Duitse deelstaten zal bestaan uit gedroogde of ingedroogde mestproducten in bulk terwijl het gebruik van mestkorrels relevant wordt voor regio's op een afstand van meer dan 600 km van Nederland. De hogere productie- en logistieke kosten van mestkorrels worden namelijk niet gecompenseerd door een hogere opbrengstprijs vanwege de concurrentie in deze gebieden met de vaste mestsoorten. De verwachting is dan ook dat het grootste deel van bewerkte varkensmest zal bestaan uit gedroogde dikke fractie. Op dit moment worden er nog weinig mestkorrels geleverd aan

de akkerbouw in Duitsland (Uenk, 2014).

Na vergisting kan de dikke fractie (afhankelijk van de samenstelling) benut worden als bodemverbeteraar of als fosfaat- en kaliummeststof. Tijdens vergisting wordt 50-80% van de organische stof uit de mest en co-producten vergist waardoor het makkelijk afbreekbare organische stof wordt omgezet in CH_4 en CO_2 (LTO Noord, 2009). De resterende organische stof is daardoor moeilijker afbreekbaar en zorgt voor een positief effect op het organischstofgehalte van de bodem (Van Geel & Van Dijk, 2013). Omdat het drogestofgehalte daalt tijdens de vergisting, zal de concentratie (in mg kg^{-1} drogestof) aan mineralen (met uitzondering van stikstof) en zware metalen stijgen. Nadat de dunne fractie (rijk aan stikstof, kalium en oplosbare mineralen) is afgescheiden, blijft een fosfaatrijke dikke fractie over die inzetbaar is als meststof op akkerbouwbedrijven. De PK-verhouding van plantaardige digestaten lijkt daarbij beter bij de gewenste samenstelling te passen dan de digestaten waarbij dierlijke mestproducten zijn gebruikt. De PK-verhouding van digestaten waarbij dierlijke mestproducten zijn gebruikt (Tabel 5.1.), zijn te hoog in vergelijking met de optimale meststofsamenstelling. Voor een hoge marktpotentie is het daarom wenselijk dat de PK-verhouding wordt aangepast of dat het mestproduct voornamelijk als P-meststof moet worden ingezet.

Struviet komt voor als ammoniumstruviet ($\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) en kaliumstruviet ($\text{MgKPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$). De meeste initiatieven richten zich op de productie van ammoniumstruviet, maar op praktijkschaal wordt door Mestverwerking Gelderland al vele jaren kaliumstruviet geproduceerd. Struviet wordt ook in toenemende mate geproduceerd bij de waterzuivering. Het bevat weinig organische stof en veel fosfaat (tot 28% P_2O_5 bij zuiver struviet), waarbij de zuiverheid en vorm afhangt van de gebruikte technologie. Afhankelijk van de samenstelling en bodemeigenschappen hebben struvieten een landbouwkundige snelle tot trage werking als P-meststof. Vooral onder zure omstandigheden is de fosfaatwerking hoog (Postma et al., 2011). Omdat het inspeelt op de maatschappelijke wens voor recycling en duurzaamheid, zou het de (grondstof voor de) traditionele fosfaatkunstmest (deels) kunnen vervangen. De verschijningsvorm (die uiteenloopt van witte korrels tot bruin "zand") heeft consequenties voor de marktmogelijkheden. Fosfaat in mest kan behalve als struviet, ook worden teruggewonnen als calciumfosfaat (Schoumans et al., 2011).

De bovenliggende bespreking van de verschillende mestproducten wordt samengevat in een kwalitatieve beoordeling waarbij de verschillende producten worden beoordeeld op hun geschiktheid als generiek inzetbare meststof (Tabel 5.3).

Tabel 5.3. Algemene kwalitatieve beoordeling van marktgeschiktheid geselecteerde mestproducten.

Mestproduct	Transport	Humus	N	P	K	N-werking	Score
	<i>d.s.</i>	<i>aanvoer</i>	<i>gehalte</i>				<i>Totaal</i>
Pluimveemest	3	2	3	2	2	3	15
VDM dik onbehandeld	1	1	1	2	2	1	8
VDM dik gecomposteerd*	2	3	1	3	3	0	12
VDM dik droog gekorrelde*	3	2	3	2	2	1	13
Digestaat VDM	1	1	1	2	2	2	9
Digestaat plant	1	1	1	1	2	1	7
Digestaat divers gedroogd	3	2	2	2	3	2	14
Struviet	2	0	1	4	3	3	13

* producten worden kwalitatief gescoord op geschiktheid voor export dan wel toepassing in agrarische praktijk: 0 = verminderd, 1 = gemiddeld, 2 = verhoogd, 3 = hoog en 4 = erg hoog. Kwantificering is relatief: de geselecteerde producten worden ten opzichte van elkaar vergeleken.

Producten met een hoog drogestofgehalte en rijk aan mineralen hebben vanuit landbouwkundig oogpunt de grootste potentie om geëxporteerd te worden vanuit Nederland. Dit zijn achtereenvolgens de pluimveemest, het struviet, de gedroogde dikke fractie na co-vergisting, en de gedroogde en gekorrelde dikke fractie van varkensdrijfmest. Pluimveemest (met 60 à 70% droge stof) is al jaren een gewilde meststof in de akkerbouw in Duitsland. De akkerbouwers hebben ervaring met het gebruik en de inpassing ervan in het bemestingsplan. Met de dikke fractie van varkensmest is nog veel minder gebruikservaring. Het stikstofgehalte van de dikke fractie ligt lager dan dat van pluimveemest, evenals het gehalte aan fosfaat en kalium. Omdat er in de praktijk een grote variatie is in gebruikte mestscheidingstechnieken, en daarmee ook in mestsamenstelling, betekent dit dat er meer risico's zijn voor een succesvolle vermarkting van de dikke fractie. Dit komt tot uiting in de vraag en de opbrengstprijis van de dikke fractie. Marketingstrategieën en de ontwikkeling van een afzetmarkt (inclusief distributiekanaalen) om bewerkte mestproducten van varkensdrijfmest succesvol te vermarkten, staan nog in de kinderschoenen. Op korte termijn betekent dit dat de acceptatie van pluimveemest in een aantal opzichten aantrekkelijker is voor de gebruiker dan dikke fractie varkensmest (Uenk, 2014).

5.4 Economische haalbaarheid

5.4.1 Verwerkingskosten en afzet

Nederlandse melkveehouders die mest moeten afvoeren omdat de fosfaatgebruiksnorm beperkend is, hebben baat bij het scheiden van mest: de verwerkingskosten bij eigen aanschaf bedragen circa 2 euro per ton mest (Verloop et al., 2009). Uiteraard hangen de daadwerkelijke kosten voor mestscheiding samen met de gebruikte scheidingstechniek en de schaalgrootte van toepassing. De investeringskosten voor een mestscheider lopen afhankelijk van type en maatvoering uiteen van 10.000 á 20.000 euro tot meer dan 100.000 euro (Schröder et al., 2009; Uenk, 2014). In de praktijk is er sprake van een grote variatie aan toegepaste mechanische scheidingstechnieken. Veel toegepaste technieken zijn de vijzelpers en de schroefpersfilter (Uenk, 2014). Voor toepassingen als onderdeel van centrale mestverwerking worden veelal zeefbandpersen of centrifuges toegepast. De exploitatiekosten van bestaande eenvoudige scheidingstechnieken variëren van 2 tot 5 euro per ton ingaande mest. Voor geavanceerdere systemen lopen de exploitatiekosten uiteen van 9 tot 17 euro per ton ingaande mest (Boerderij, 2014; DLV Advies, 2012). De exploitatiekosten van technieken waarbij drijfmest wordt verwerkt tot mestkorrels en losbaar water bedragen in de praktijk minimaal 20 euro per ton ingaande drijfmest (Uenk, 2014). De hierboven genoemde prijzen voor mestverwerking komen overeen met de afzetkosten van drijfmest op de reguliere

Nederlandse markt (~20 euro ton⁻¹), al kan de hoogte van het bedrag per regio verschillen.

In recente studies van Schröder et al. (2009), Postma et al. (2013) en Evers et al. (2010) worden de totale kosten inclusief afschrijving, elektriciteitsverbruik, onderhoudskosten en toeslagstoffen geschat op 0,81 á 0,99 euro per ton gescheiden mest voor eenvoudige mestscheiders. Bij gebruik van centrifuges lopen de kosten op tot 3,5 á 4,3 euro ton⁻¹ product. Deze inschatting geldt bij een jaarproductie van 5000 ton. Bij een verwerkingscapaciteit van 100.000 ton per jaar reduceren de totale kosten met 40 á 50% tot 0,30 euro ton⁻¹ voor eenvoudige mestscheiding en tot circa 2 euro ton⁻¹ bij het gebruik van centrifuges. Drogen en korrelen kan op grote schaal worden toegepast en reduceert het volume. Door AgentschapNL werden in 2010 de kosten voor drogen geschat op 19 euro per ton product. Na drogen kan de mest worden gehygiëniseerd en gepelleteerd. De meest gebruikte methode voor hygiënisatie is die met warmte-wisselaars en overschotwarmte van een warmtekrachtkoppeling-installatie; dit kost circa 5 euro per ton. Voor een warmtevizel is een energieverbruik nodig van 5 á 7 euro per ton. Pelletieren en hygiëniseren kost circa 25 euro per ton en gelden vanaf een schaalgrootte van 20.000 ton per jaar. Ter illustratie, de totale verwerkingskosten voor een ton gedroogde mestkorrels loopt daardoor op tot 44 á 48 euro per ton mestkorrel (Tabel 5.4).

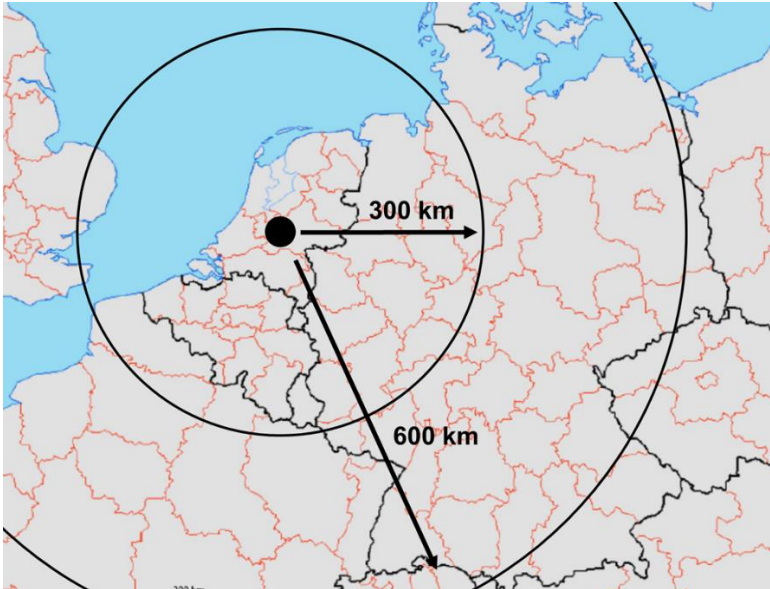
Tabel 5.4. Inschatting kosten voor grootschalige verwerking gepelleteerde mestkorrel (in euro ton⁻¹).

Mestscheiding	Drogen	Hygiënisatie	Pelletieren	Totaal excl. transport	Transport
0,3 – 2,0	19	5 - 7	20	44 - 48	40 - 60

Transportkosten naar het buitenland zijn hoger dan die voor binnenlands transport door veterinaire eisen en maximale gewichtseisen voor vrachtwagencombinaties (Luesink et al., 2013). Kosten voor mestafzet via wegtransport kost circa 4 euro ton⁻¹ per 100 km (Pijpenburg, 2014). Voor transport naar Oost-Duitsland wordt dan ook gerekend met 40-45 euro per ton voor vaste mest en met 40 á 60 euro per ton voor gedroogde mestkorrels (Van Horne et al., 2009). De totale logistieke kosten (exclusief verkoopkosten en marge) bij wegtransport in Europa tussen fabriek en afnemer varieert daarmee tussen de 40 en 60 euro per ton product. Wanneer ook rekening wordt gehouden met mestverwerkingskosten, dan lopen de totale kosten voor mestafzet op van circa 50 euro ton⁻¹ voor een gehygiëniseerde dikke fractie tot circa 100 euro ton⁻¹ voor een gepelleteerde mestkorrel. De kosten voor alternatieve logistieke concepten (schip, trein) is in deze studie niet onderzocht.

Door de hoge distributiekosten is de Oost-Duitse markt alleen bereikbaar voor vaste mestsoorten met een drogestofgehalte van meer dan 50%: Duitse agrariërs zijn bereid ongeveer de helft van de fosfaat- en stikstofkunstmestwaarde te betalen voor vaste mest (Luesink et al., 2013). Export van vaste mest is vanuit kostenoverwegingen mogelijk tot afstanden van 400 tot 600 km, waarbij die afstand afhankelijk is van de vraag en de opbrengstprijis van het mestproduct. De kunstmestprijis is richtinggevend voor de opbrengstprijis. Afhankelijk van vraag en aanbod is het de verwachting dat boeren bereid zijn circa 60% van de kunstmest-waarde van stikstof en 80% van de kunstmestwaarde van fosfaat en kali te betalen. Dat komt afhankelijk van de productsamenstelling neer op 50 tot 55 euro per ton product. Bij grotere afstanden (> 600 km; zie Figuur 5.1) wordt de inzet van mestkorrels voordelig in verband met de lagere concurrentiedruk met de vaste mest: de opbrengstprijis van mestkorrels neemt toe omdat de vraag-aanbod verhouding wijzigt en afnemers bereid zijn tot 100% van de kunstmestwaarde van fosfaat en kalium te betalen (Uenk, 2012). De mineralenwaarde van een ton mestkorrels met de samenstelling 2,5% N, 3,5% P₂O₅ en 1% K₂O per ton mest ligt rond de 50 euro (Luesink et al., 2013). Als de organische stof ook wordt

meegenomen in de waardebepaling ($0,10 \text{ euro kg}^{-1} \text{ OS}$), dan stijgt de prijs tot circa 110 euro per ton mestkorrels. Deze indicatieve opbrengstprijzen laten zien dat een reductie in verwerkingskosten gewenst dan wel noodzakelijk is om de dikke fractie van varkensdrijfmest (of gerelateerde producten) te exporteren naar de Oost-Duitse deelstaten. Het gebruik van restwarmte kan hierbij een belangrijke rol spelen.



Figuur 5.1. Indicatieve transportafstand naar afzetgebieden rond Nederland.

Concreet betekenen deze logistieke kosten dat de opbrengstprijzen van mestproducten (af fabriek) niet meer kan zijn dan 0 á 10 euro per ton vaste mest of 30 á 50 euro per ton mestkorrels. De opbrengstprijzen in de afzetmarkt is bepalend voor de prijs af fabriek. De hoogte van de kunstmestprijs is hierbij van grote invloed. Vanwege de logistieke kosten bieden de westelijke deelstaten van Oost-Duitsland (in het bijzonder Thüringen en Sachsen-Anhalt) vooralsnog een relatief groot perspectief als afzetmarkt, in het bijzonder voor vaste mestproducten. Binnen een exportafstand tot 600 km is het niet de verwachting dat de noodzakelijk hogere opbrengstprijzen voor mestkorrels de hogere productie- en logistieke kosten van mestkorrels kan compenseren (Luesink et al., 2013). Dit hangt samen met de aanwezige concurrentie in deze gebieden met de vaste mestsoorten. Feitelijk moet worden voorkomen dat vaste mest en mestkorrels met elkaar in concurrentie gaan bij de afzet ervan in een bepaalde regio. Het risico is dan groot dat de gebruiker het meer aantrekkelijke product (mestkorrels) wenst te gebruiken en daarvoor niet bereid is een hogere prijs te betalen dan voor vaste mest (Uenk, 2014). Per saldo betekent dit een kostenverhoging voor de veehouderijsectoren bij mestexport c.q. de verwerking van dierlijke mest. De ontwikkeling van een goede marketingstrategie is cruciaal.

5.4.2 Verwachte productprijzen

Uit de daadwerkelijk gegeven bemesting blijkt dat het gebruik van dierlijke mestproducten wijdverspreid is: drijfmest en vaste mest worden in alle deelstaten toegepast vanwege de lokale beschikbaarheid. Hiermee wordt het overgrote deel van de P- en K-behoefte vervuld. Duitse boeren betalen voor drijfmest circa 5 euro ton^{-1} en voor vaste mest circa 25-30 euro ton^{-1} (Luesink et al., 2013; Salomons, 2013). Dat is ongeveer de helft van de fosfaat- en stikstofwaarde ten opzichte van kunstmest (Luesink et al., 2013). Als er meer geconcentreerde producten worden geleverd met een hoger drogestofgehalte, is de verwachting dat akkerbouwers 50-55 euro per ton product willen betalen. Organische mestproducten als compost en digestaat zijn qua prijs vergelijkbaar met vaste organische mest, maar zijn minder beschikbaar en hebben

een lagere werking van stikstof. Gebruik makend van de gemiddelde samenstelling, de gemiddelde werking (beschikbaarheid van nutriënten) en de vijfjaar-gemiddelde kunstmestprijzen wordt in Tabel 5.5. een *indicatie* gegeven van de prijs die betaald wordt (of kan worden) voor gangbare organische mestproducten. Nutriënten als Mg en Ca zijn in deze berekening niet meegenomen evenals de mogelijke meerwaarde van organische stofaanvoer. Let op: dit is een bepaling van de intrinsieke waarde van de producten, maar de opbrengstprijzen in de markt kan hier wel van afwijken. Aanbod en vraag, en de relatie met de kunstmestprijzen, zijn mede bepalend voor de opbrengstprijzen van dierlijke mestproducten.

Tabel 5.5. Indicatieve prijsinschatting organische mestproducten op basis van nutriëntengehalte.

Product	N-gehalte	P ₂ O ₅ -gehalte	K ₂ O-gehalte	N-werking	Prijs
	kg m ⁻³	kg m ⁻³	kg m ⁻³	%	euro m ⁻³
Varkensdrijfmest	7,5	5,16	5,06	40-60	9,8
Runderdrijfmest	3,8	1,52	5,32	30-50	5,6
Stalmest varken	7,1	5,39	6,49	15-30	9,1
Stalmest rund	6,1	3,24	12,47	10-20	10,8
Pluimveemest (droog)	32,1	30,9	21,8	30-50	45,5
Compost	7,7	4,35	7,47	0-20	8,3
Digestaat	4,3	1,83	3,7	70-85	6,3
Zuiveringsslib	11,5	11,7	0,9	40-50	12,8

* prijs kunstmest: 0,81 euro kg⁻¹ N, 0,69 euro kg⁻¹ P₂O₅ en 0,63 euro kg⁻¹ K₂O. Werkingscoëfficiënten stikstof zijn gebaseerd op adviezen uit Thüringen. De P- en K-werking is gesteld op 100%.

Dezelfde systematiek is vervolgens ook gebruikt voor de 8 geselecteerde mestproducten in deze studie. Op basis van expert judgement en praktijkgegevens is aangegeven hoeveel procent van de kunstmestwaarde akkerbouwers bereid zijn te betalen voor de organische mestproducten. De potentiële bijdrage aan de humusbalans is op twee manieren in geld uitgedrukt: i) door aan te nemen dat agrariërs 25% van de stro-waarde willen betalen voor de aanwezige effectieve organische stof en ii) door de aanname dat agrariërs bereid zijn 10 eurocent te betalen per kg organische stof (Luesink et al., 2013).

Tabel 5.6. Indicatieve prijsinschatting organische mestproducten op basis van nutriënten- en OS-gehalte.

Mestproduct	Prijsstelling		Prijs (-OS)	Prijs (+OS)*
	stikstof, %	fosfaat & kali, %	euro ton ⁻¹	euro ton ⁻¹
Pluimveemest	50	60	19	33 - 62
VDM dik onbehandeld	50	50	6	9 - 18
VDM dik gecomposteerd	30	60	19	40 - 55
VDM dik droog gekorrel	60	80	33	47 - 75
Digestaat VDM	30	50	7	15 - 29
Digestaat plant	30	50	4	5 - 16
Digestaat divers gedroogd	30	80	29	52 - 90
Struviet	50	70	91	-

* bovengrens: inschatting van Luesink et al. (2013); ondergrens: 25% van stro-waarde.

Er zijn met name goede perspectieven voor de afzet van droge mestsoorten (zoals bijvoorbeeld de export van gedroogde pluimveemest). De geselecteerde producten zijn allemaal het resultaat van een bewezen en haalbare techniek én leveren daarmee een product dat in potentie afgezet kan worden in de Duitse deelstaten. De voorkeur voor OS-rijke producten met een hoog drogestofgehalte wordt bevestigd door de

ationale inventarisatie van operationele en geplande installaties (BMA, 2014). Deze inventarisatie laat zien dat 75% gebruik maakt van mechanische scheidingstechnieken, 45% de mest hygiëniseert en 45-55% de mestproducten in gedroogde vorm op de markt brengt/ wil brengen. Voor 2016 en verder wordt verwacht dat het merendeel van de fosfaat via mestkorrels, gecomposteerde mest of gehygiëniseerde dikke fractie wordt verwerkt en geëxporteerd. Hierbij wordt wel opgemerkt dat de huidige verwerkingstechnieken in Nederland hoofdzakelijk bepaald worden door de kostprijs van de techniek (Uenk, 2014); er wordt weinig tot geen rekening gehouden met de vermarktbaarheid van de eindproducten. Het is daarom heel goed mogelijk dat het aanbod beschikbare mestproducten de komende jaren wijzigt.

5.5 *Wet- en regelgeving*

Zowel vanuit de Europese als Duitse wet- en regelgeving lopen de randvoorwaarden die er aan de export van de verschillende producten gesteld worden sterk uiteen.

Bij de export van niet gehygiëniseerde dierlijke mest zijn de risico's op het invoeren van ziekteverwekkers hoog. Onverwerkte pluimveemest en dikke fractie van VDM kan daarom enkel geëxporteerd worden als er een handelstoestemming is gegeven door de deelstaat van bestemming. De mest mag niet afkomstig zijn uit een gebied met besmettelijke dierziekte, en er dient vanuit Nederland een veterinaire gezondheidsverklaring gegeven te worden. Naast de administratieve lasten geeft dit ook een onzekerheid ten aanzien van de afzetmogelijkheid: de hoeveelheid en de periode van overbrengen kunnen door de deelstaten worden begrensd. Bij het optreden van een besmettelijke ziekte in het productiegebied wordt de export verboden.

Bij de export van de gehygiëniseerde dikke fractie, al dan niet met een bewerking tot VDM compost, VDM digestaat (mono-vergisting) of VDM mestkorrels, wordt verondersteld dat door de bewerking het risico op verspreiding van besmettelijke ziekten is ondervangen. Er hoeft dan ook geen handelstoestemming bij de deelstaten of veterinaire gezondheidscertificaat aangevraagd te worden. De voorschriften voor de sanitatie en de controle daarop zijn vastgelegd in de EU verordening dierlijke bijproducten. De deelstaten hebben daardoor geen directe mogelijkheid om de import te reguleren. Dat betekent dat niet alleen de administratieve lasten lager zijn dan bij onverwerkte mest maar ook dat er minder onzekerheden rond de afzetmogelijkheden zijn.

Het digestaat plant (vergisting van enkel plantaardige reststromen) of van digestaat divers (co-vergisting mest en plantaardige reststromen) valt in Duitsland (anders dan in Nederland) onder de afvalstoffenwetgeving. Hierdoor worden deze digestaten ook bij de export gezien als afvalstoffen. Dat betekent dat er een begeleidend EVOA-document bij het transport aanwezig moet zijn, en een contract tussen de leverancier en ontvanger van het digestaat. Als het digestaat door de ontvangende deelstaat als gevaarlijk afval wordt aangemeld zijn er aanvullend nog meer eisen, waaronder toestemming voor export. De digestaten mogen alleen als meststof verhandeld worden als de gebruikte ingangsmaterialen zijn genoemd in de bioafvalverordening. De digestaten moeten aantoonbaar voldoen aan fytosanitaire eisen, en het digestaat divers tevens aan de veterinaire sanitatie eisen voor verwerkte mest. Bij het digestaat plant en digestaat divers zijn er vanwege de afvalstatus ook bij de ontvangende partij een aantal wettelijke verplichtingen (onder andere grondonderzoek naar zware metalen, melding van uitrijden).

De administratieve en uitvoeringslasten bij de export van gehygiëniseerd digestaat plant en digestaat divers liggen hoger dan bij de export van gehygiëniseerde mest of digestaat VDM, zowel bij de leverancier als bij de ontvanger.

Struviet is in Duitsland toegelaten als hoofdbestanddeel van fosfaatmeststoffen. Struviet geproduceerd uit dierlijke mest blijft echter aangemerkt als dierlijke mest. In de geldende regelgeving is nog niet voorzien in een dergelijk product. Omdat er nog geen struviet uit dierlijke mest wordt geëxporteerd naar Duitsland is nog onduidelijk welke eisen er gesteld gaan worden aan de export van struviet.

In onderstaande tabel is voor de verschillende meststoffen aangegeven aan welke verplichtingen er voldaan moet worden bij de export naar Duitsland.

Tabel 5.7. Algemene kwalitatieve beoordeling van exporteisen geselecteerde mestproducten.

Mestproduct	Hygiën- isatie	Handels- toestemming	Veterinair gezondheids- certificaat	EVOA	BioabfV	Score
Pluimveemest	0	1	1	0	0	2
VDM dik onbehandeld	0	1	1	0	0	2
VDM dik gecomposteerd	1	0	0	0	0	1
VDM dik droog gekorrel	1	0	0	0	0	1
Digestaat VDM	1	0	0	0	0	1
Digestaat plant	1	0	0	1	1	3
Digestaat divers gedroogd	1	0	0	1	1	3
Struviet	?	?	?	0	0	?

* producten worden kwalitatief gescoord op 0 = geen eisen, 1 = verplicht.

Hieruit valt af te leiden dat de export van verwerkte VDM, al dan niet gescheiden, gecomposteerd, vergist of gedroogd de minste randvoorwaarden kent. De export van onverwerkte pluimveemest en onverwerkte VDM kent meer verplichtingen, en is door de vereiste handelstoestemming ook afhankelijk van de ontvangende deelstaat. Aan de export van digestaat van (co-)vergisting plantaardige reststromen zijn de meeste voorwaarden gekoppeld, omdat dit digestaat in Duitsland als afval gezien wordt. Bij de export van struviet uit dierlijke mest is nog niet duidelijk welke voorwaarden er gesteld zullen gaan worden.

In deze evaluatie hebben we niet of nauwelijks gekeken naar de gehalten aan zware metalen, omdat er slechts weinig gegevens van de mestproducten beschikbaar zijn. In de Duitse meststoffenverordening DüMV zijn hiervoor grenswaarden opgenomen. Er zijn slechts een aantal metingen bekend van het zware metalengehalte in de dikke fractie van varkensdrijfmest, en deze liggen allemaal onder de grenswaarden (zie Ros et al., 2014). Het risico op te hoge gehalten lijkt daarom klein, maar zou beter uitgezocht moeten worden voor een goed onderbouwde stellingname.

6 Conclusies en aanbevelingen

Het landbouwbureau van de Nederlandse Ambassade in Berlijn en het Ministerie van Economische Zaken willen de afzetkansen van Nederlandse mestproducten op de Duitse markt in beeld brengen en hebben het Nutriënten Management Instituut gevraagd om de marktmogelijkheden te beschrijven voor afzet van bewerkte dierlijke mestproducten in de oostelijke deelstaten van Duitsland. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste conclusies en aanbevelingen van deze marktverkenning gepresenteerd.

Wat is de verwachte hoeveelheid mest die geëxporteerd moet worden?

De verwachte mestproductie en te exporteren hoeveelheid dierlijke mest zal in 2020 oplopen tot 25 á 41 mln. kg P₂O₅. Het is de verwachting dat een groot deel hiervan zal bestaan uit pluimveemest en gehygiëniseerde dan wel gedroogde en/ of gekorrelde producten afkomstig van de dikke fractie varkensdrijfmest of de dikke fractie die overblijft na co-vergisting van dierlijke mest. Export van producten met een laag drogestofgehalte naar Oost-Duitse deelstaten is vanuit kostentechnische overwegingen niet waarschijnlijk.

Wat is de landbouwkundige behoefte aan nutriënten?

De landbouwkundige behoefte aan stikstof, fosfaat en kalium is in beeld gebracht door rekening te houden met de gemiddelde bodemkwaliteit, de geteelde gewassen én de landbouwkundige bemestingsadviezen in de zes deelstaten. Hieruit blijkt dat er sprake is van een potentiële afzetruimte van 167 tot 207 mln. kg fosfaat, waarbij de variatie samenhangt met het stro-management van Duitse boeren: als het stro wordt afgevoerd, dan moeten er meer nutriënten worden aangevoerd om uitputting van de bodem te voorkomen. De grootste potentie is te vinden in akkerbouwgebieden van Mecklenburg-Vorpommern, Thüringen en Sachsen-Anhalt. De kleinste potentie is aanwezig in Schleswig-Holstein, met name door concurrentie met bestaande mestproducten.

Wat is de huidige marktsituatie?

De marktpotentie voor Nederlandse mestproducten hangt samen met de beschikbaarheid en gebruik van dierlijke mestproducten uit de regio en alternatieve mestproducten als compost, digestaat en zuiveringsslib. De grootste hoeveelheid dierlijke mestproducten is aanwezig in Schleswig-Holstein en Brandenburg terwijl de kleinste dierdichtheid te vinden is in Thüringen en Sachsen. Het grootste deel van de dierlijke mest is afkomstig van runderen en varkens en wordt toegepast als drijfmest. Gemiddeld wordt 34 (Brandenburg) tot 72% (Schleswig-Holstein) van het aanwezige bouwlandareaal bemest met organische mestproducten. Binnen de huidige regelgeving is er voldoende ruimte voor toepassing van dierlijke mestproducten. Het grootste deel wordt breedwerpig of via sleepslangen toegediend in het vroege voorjaar of gedurende het groeiseizoen. Het grootste deel van de P- en K-behoefte wordt in alle deelstaten via organische mestproducten vervuld. Er lijkt daarmee geen landbouwkundige belemmering te zijn voor de afzet en het gebruik van dierlijke mestproducten.

Wat zijn de gewenste mestproducten?

In alle deelstaten is er dringend behoefte aan meststoffen die enerzijds voorzien in de gewasbehoefte (voor een goede productie) en anderzijds bijdragen aan de instandhouding van het organische stofgehalte en de bodemvruchtbaarheid. Het optimale mestproduct bevat daarom veel organische stof, weinig water en veel mineralen in de juiste verhouding. De gewenste NP-verhouding voor de top-5 gewassen in de 6 deelstaten varieert tussen 1,8 en 2,3 bij voorjaarstoediening terwijl de gewenste PK-verhouding kan variëren tussen 0,4 en 2,1. De gewenste samenstelling varieert per gewas en deelstaat, maar gemiddeld genomen is voor alle situaties extra kalium nodig zolang de meststof gaat concurreren met bestaande

organische meststoffen. Omdat de kaliumbehoefte van het gewas voor een groot deel al gevuld wordt door bestaande dierlijke mestproducten, zullen organische mestproducten uit Nederland wat betreft kalium concurreren met de binnenlandse dierlijke mestproducten. Anderzijds wordt er in alle deelstaten aanvullend kalium bemest via kunstmest, wat ruimte biedt voor een mestproduct dat zowel fosfaat als kalium levert. Gezien het grote areaal graangewassen in alle deelstaten, is het de verwachting dat de samenstelling van de mestproducten wordt aangepast voor grootschalige toepassing in granen of dat het uitgangproduct ingepast wordt binnen bestaande bemestingsstrategieën. Concreet betekent dit dat de organische meststof als basismeststof kan worden ingezet waarbij aanvullend extra kunstmeststikstof (of kalium) ingezet zal worden om aan de gewasbehoefte te voldoen. In de praktijk zal ook blijken dat het product prijstechnisch voordeel moet opleveren ten opzichte van bestaande producten.

Welke wet- en regelgeving is van belang voor de export van mest?

Bij de handel en export in (dierlijke) mestproducten moet rekening worden gehouden met wet- en regelgeving vanuit zowel EU, Nederland als Duitsland. Dit zijn achtereenvolgens de EU-verordening dierlijke bijproducten, de EU-verordening betreffende de overbrenging van afvalstoffen en de Nitraatrichtlijn. In Duitsland moet er rekening worden gehouden met de Düngegesetz, de Düngemittelverordnung, Verordnung über das Inverkehrbringen und Befördern von Wirtschaftsdünger, Kreislaufwirtschaftsgesetz, en de Bioabfallverordnung. In Nederland moet rekening worden gehouden met de Meststoffenwet, en het Uitvoeringsbesluit meststoffenwet en de Uitvoeringsregeling meststoffenwet. De achtergronden een consequenties hiervan zijn kort toegelicht, evenals de verwachte ontwikkelingen in de Duitse wet- en regelgeving. Alle relevante wet- en regelgeving rond de export van dierlijke mest is in een separate studie samengevat in een stappenplan en handleiding waarin concrete adviezen staan voor de praktijk (Landbouwbureau Berlijn, 2014).

Beoordeling acht geselecteerde mestproducten

In deze studie worden acht specifieke producten beoordeeld op hun potentiële marktpotentie. Dit wordt gedaan op basis van de landbouwkundige geschiktheid, de huidige marktsituatie, de economische haalbaarheid én de relevante wet- en regelgeving. De producten zijn geselecteerd op basis van hun samenstelling, wettelijke status en verwachte toekomstige productie. Het zijn een viertal producten gemaakt van de dikke fractie van varkensdrijfmest, gedroogde pluimveemest, struviet en digestaten uit mono- en co-vergisting. Factoren die positief bijdragen aan de acceptatie van deze producten zijn de inpasbaarheid binnen de bestaande bedrijfsvoering én milieuwetgeving, een homogene mestkwaliteit, en een positieve bijdrage aan de instandhouding dan wel verbetering van de bodemvruchtbaarheid. Alle geselecteerde producten kunnen een waardevolle landbouwkundige toevoeging zijn op bestaande mestproducten, waarbij wel een voorkeur uitgaat naar producten met een hoog drogestofgehalte en rijk aan mineralen. Dit zijn vooral pluimveemest, struviet, de gedroogde dikke fractie na co-vergisting, en de gedroogde en gekorrelde dikke fractie van varkensdrijfmest. IJzerhoudende toevoegingen moeten worden voorkomen om zo een goede fosfaatwerking van de mestproducten te realiseren. De grootste risico's dan wel onzekerheden liggen in de economische haalbaarheid: de totale kosten (exclusief verkoopkosten en marge) bij wegtransport in Europa tussen fabriek en afnemer variëren tussen de 40 en 80 euro per ton product, terwijl potentiële klanten bereid zijn om 50 tot 110 euro per ton product te betalen. De hoogte van de kunstmestprijs is hierbij van grote invloed. Vanwege de transportkosten bieden de westelijke deelstaten van Oost-Duitsland (in het bijzonder Thüringen en Sachsen-Anhalt) vooralsnog een relatief groter perspectief als afzetmarkt, in het bijzonder voor vaste mestproducten. Het is niet de verwachting dan wel onduidelijk of de hogere opbrengstprijzen voor mestkorrels de hogere productie- en logistieke kosten kan compenseren. De export van verwerkte varkensdrijfmest, al dan niet gescheiden, gecomposteerd, vergist

of gedroogd kent de minste randvoorwaarden vanuit wet- en regelgeving. De export van onverwerkte pluimveemest en onverwerkte VDM kent meer verplichtingen, en is door de vereiste handelstoestemming ook afhankelijk van de ontvangende deelstaat. Aan de export van digestaat van vergiste plantaardige reststromen zijn de meeste voorwaarden gekoppeld. Bij de export van struviet uit dierlijke mest is nog niet duidelijk welke voorwaarden er gesteld zullen gaan worden.

Wat zijn nog openstaande vragen?

De huidige studie geeft geen analyse van verwachte trends in landgebruik, bemestingsgegevens en bodemkwaliteit in de komende jaren. Ook bouwt het voort op in gebruik zijnde mestscheidingstechnieken. Dit betekent dat de conclusies van dit rapport een goed beeld geven van de huidige situatie én de komende 3 tot 5 jaar, maar dat voorzichtigheid nodig is om de huidige situatie één-op-één door te vertalen naar de verdere toekomst. Veranderingen in beleid én de Nederlandse mestmarkt (evenals de kunstmestprijs) kunnen en zullen een effect hebben op zowel het landgebruik in de Duitse deelstaten als het gebruik én acceptatie van bewerkte dierlijke mestproducten. Ook de toekomstige marktontwikkeling en daaraan gerelateerde marktconcepten (noodzakelijk voor succesvolle export van Nederlandse producten) moet voor een deel nog ontwikkeld worden. Deze aspecten zijn in deze studie niet onderzocht. Gezien de grote onzekerheden rondom de technische en economische aspecten van mestverwerking op dit moment en de afzet van mestproducten in het buitenland, is een frequente (korte) update van de marktmogelijkheden aan te bevelen.

7 Literatuur

- AgentschapNL (2010) Naar een betere toepassing van digestaat. Voor agrarische en industriële ondernemers met basiskennis over (co-)vergisting. Publicatie-nr 2DENB1011, AgentschapNL, Ministerie van Economische Zaken, 36 pp.
- Albert E et al. (2008) DLG-Merkblatt 349 Grunddüngung effizient gestalten. DLG e.V., Frankfurt/Main, 85 pp.
- Albert E et al. (2007) Umsetzung der Düngeverordnung. Hinweise und richtwerte für die praxis. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 166 pp.
- Albert E (2014) Grundnährstoffversorgung sächsischer böden. Presentatie 13 januari 2014 Lehndorf, Landesamt für umwelt, landwirtschaft und geologie, 68 pp.
- Amery F & OF Schoumans (2014) Agricultural phosphorus legislation in Europe. Merelbeke, ILVO, 45 p.
- 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.
- Anoniem (2012) Jahresbericht 2012. Stand der arbeiten, ergebnisse und entwicklung. Landeskontrollverband Brandenburg e.V. Waldsiedersdorf. Waldsiedersdorf, 76 pp.
- Anoniem (2014) Düngungsbroschüre. LMS Agrarberatung Mecklenburg-Vorpommern, 182 pp.
- Besseling P, Boomaerts J, Hotsma P, Tuinte J & N de Vries (2000) Mestverwerking en afzet van verwerkte mestproducten. Een korte verkenning naar het economisch perspectief. Expertisecentrum LNV, onderdeel Landbouw, 34 pp.
- Boerderij (2014) Prijs van mestverwerking daalt. Uitgave 30 januari 2014.
- Brenneisen LM (2005). Onderzoek afzet van digestaat uit co-vergistinginstallaties in de landbouw. 1366rap01, 80 pp.
- Bureau Mest Afzet BMA (2014) Landelijke inventarisatie mestverwerkingscapaciteit. 26 pp.
- CBS (2013) Nieuwsbrief mest en mineralen van 10 oktober 2013.
- CBS (2014) Databases Getransporteerde mest naar herkomst en bestemming & Dierlijke mest; productie en mineralenuitscheiding. Bezocht op 5 november 2014.
- Den Boer DJ, Reijneveld JA, Schröder JJ & JC van Middelkoop (2012) Mestsamenstelling in Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen , CBGV rapport 1, 24 pp.
- De Buijsen F, Melse R, Mosquera J & N Verdoes (2013) Inventarisatie emissies en geluidsoverlast van mestbewerkingsinstallaties en eventuele maatregelen. Wageningen UR Livestock Research, rapport 703, 39 pp.
- De Hoop J, Bunte F, Blokland PW, Van Kernebeek H, Vrolijk H, Luesink H & T de Koeijer (2011) Economische analyse van de mestmarkt. Opties voor het stimuleren van innovaties. LEI rapport 2011-046, Den Haag, 59 pp.
- Den Boer DJ, Reijneveld JA, Schröder JJ & JC van Middelkoop (2012) Mestsamenstelling in Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen. CGBV rapport 1, 24 pp.
- Dekker PHM & Paauw JGM (2009) Stikstofwerking dikke fractie gescheiden mest als meststof voor een groenbemester. Onderzoek toepassing in najaar 2009 op kleigrond. PPO rapport 3250154009, 15 pp.
- DLV Advies (2012) Perspectieven mest verwerken. Presentatie Jan Pijnenburg.
- Ehlert PAI & Hoeksma P (2011) Landbouwkundige en milieukundige perspectieven van mineralenconcentraten. Deskstudie in het kader van de Pilot Mineralenconcentraten. Alterra rapport 2185, Wageningen, 76 pp.

- Ehlert PAI, TA van Dijk & O Oenema (2013) Opname van struviet als categorie in het Uitvoeringsbesluit Meststoffenwet; Advies. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOot-werkdocument 332, 98 pp.
- Evers AG, De Haan MHA, de Buisonjé FE & K Verloop (2010) Economic perspectives of manure separation on dairy farms. Wageningen UR Livestock Research, report 421, 54 pp.
- Förster F (2013) BEFU Düngungsempfehlungs- und Bilanzierungssystem. Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden, 116 pp.
- Greiner B (2012) Phosphordüngung auf Grünland. Versuchsbericht 2011. LLFG Sachsen Anhalt, 2 pp.
- Heller C (2013) Auszug richtwerte 2013 für LK seite. Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, 29 pp.
- Heidecke C, Wagner A & P Kreins (2012) Entwicklung eines instruments für ein landesweites nährstoffmanagement in Schleswig-Holstein. Arbeitsberichte aus der TI-Agrarökonomie. Thünen-Institut für Ländliche Räume, Braunschweig, 46 pp.
- Hoeksma P, de Buisonjé FE, Ehlert PAI & JH Horrevorts (2011) Mineralenconcentraten uit dierlijke mest. Monitoring in het kader van de pilot mineralenconcentraten. Livestock Research Wageningen UR, rapport 481, 87 pp.
- Holz F, Weigel U & K Kuhn (2009) Grundlagen der Düngebedarfsermittlung für eine gute fachliche Praxis beim Düngen. LUFA Sachsen-Anhalt, 60 pp.
- Huijbers H, Buck W, Goebbels J, Flipsen H & J Uenk (2013) Koersvast richting 2020: voortvarend in verantwoordelijkheid. Plan Bedrijfsleven Agroketen Veehouderij en Milieu, 40 pp.
- Jordan-Meille L, Rubaek GH, Ehlert PAI, Genot V, Hofman G, Goulding K, Recknagel J, Provolò G & P Barraclough (2012) An overview of fertilizer-P recommendations in Europe: soil testing, calibration and fertilizer recommendations. *Soil Use and Management* 28, 419-435.
- Kape H-E, Von Wulffen U & M Roschke (2008) Richtwerte für die Untersuchung und beratung zur umsetzung der Düngeverordnung in Mecklenburg-Vorpommern. Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern, 79 pp.
- Kape & Pöplau (2007) Stickstoffdüngbedarfsermittlung nach Boden- und Pflanzenuntersuchungen. Landwirtschaftsberatung Mecklenburg-Vorpommern, Rostock, 4 pp.
- Kolbe H (2001) Grundlagen und praktische anleitung zur P-, K-, und Mg-düngung im ökologischen landbau. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 23 pp.
- Kool A & T Bosker (2004) Ongewenste stoffen met covergisting. Een verkenning naar risico's op contaminatie met zware metalen en micro-verontreinigingen, CLM, 23 pp.
- Lambers-Jukema N (2013) Deskstudie Mestverwerkingstechnieken. Projecten LTO Noord, Zwolle, 12 pp.
- Landbouwbureau Berlijn (2014) Stappenplan mest- en digestaatexport. Deel I. Brochure Ministerie Economische Zaken, in voorbereiding.
- Lattauschke G (2002) Hinweise zur düngung im integrierten freilandgemüseanbau und bei erdbeeren. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft, Dresden, 26 pp
- Lausen P & K Gosch (2012) Bodengehalte in Schleswig-Holstein untersucht. Die bodemfruchtbarkeit ist rückläufig. *Bauernblatt* 28 juli 2012, 24-28.
- Luesink HH, Blokland PW & JN Bosma (2011) Monitoring mestmarkt 2010, achtergrondrapportage. Rapport 2011-048. Den Haag: LEI.
- Luesink HH, Broens DF, Van Galen MA, De Buisonjé FE & E Georgiev (2013) Terugwinning van fosfaat. Economische verkenning van kansen en mogelijkheden. LEI rapport 2013-043, 98 pp.
- LTO Noord (2009) Literatuuronderzoek digestaat en vergistingssystemen. Project 685b09/WV/LA, Projecten LTO Noord, 60 pp.
- Melse RW, De Buisonjé FE, Verdoes N & HC Willers (2004) Quick scan van be- en verwerkingstechnieken voor dierlijke mest. Rapportage opdrachtgever 1390938000, Animal Sciences Group, Wageningen

- UR, 55 pp.
- Mehl D (2013) Regionalisierte flächenbilanzen für stickstof fund phosphor auf landwirtschaftlichen nutzflächen in Mecklenburg-Vorpommern. Biota, Institut für ökologische forschung und planung GmbH, 198 pp.
- Osterburg B & A Techen (2012) Evaluierung der Düngeverordnung – ergebnisse und optionen zur weterentwicklung. Abschlussbericht Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur evaluierung der Düngeverordnung. Bericht in Auftrag des Bundesministeriums für Ernaährung, landwirtschaft und verbrauchersschutz, 265 pp.
- PBL (2013) Ex ante evaluatie mestbeleid 2013. Gevolgen van de invoering van verplichte mestverwerking en het afschaffen van productierechten in de veehouderij. Uitgave Planbureau voor de Leefomgeving, publicatienummer 1176, 46 pp.
- Postma R, Bussink W, Dijk T van, Mulder M & Hulst W van der (2011) Waarde en afzetmogelijkheden van struviet uit verwerking van varkensmest en menselijke urine. H₂O 2011-11, 16-17.
- Postma R, Van Rotterfdam-Los D, Schils R, Zwart K & P van Erp (2013) Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaateffecten van producten van mest. NMI rapport 1473.N.11, 90 pp.
- Reijneveld JA (2013) Unravelling changes in soil fertility of agricultural land in the Netherlands. PhD thesis Wageningen University, 240 pp.
- Rougoor C, Elferink E, Terryn L, Daatselaar C & A Beldman (2011) Fosfaat, ammoniak en broeikasgassen in de melkveehouderij. Effect van maatregelen 2020. CLM onderzoek en Advies BV, CLM 829-2013, 49 pp.
- Ros GH, Van Schöll L & R Postma (2014) Optimale samenstelling van mestkorrels voor de Franse en Duitse akker- en tuinbouw. NMI Rapport 1522.N.13, Wageningen, 45 pp.
- Roschke M, Böhm L, Krüger K, Pckert J, Wurbs A, Hierold W, Peschke H, Feller & Fink (2000) Rahmempfelungen zur Düngung 2000 im Land Brandenburg. Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des landes Brandenburg, 88 pp.
- Salomons K (2013) Persoonlijke mededelingen over de afzet van droge pluimveemest naar Duitsland. Salomons Agro bv. Dronten. Referentie in Luesink et al. (2013).
- Schindler M (2009) Welcher wert haben wirtschaftsdünger? Landwirtschaftliches Wochenblatt 30/2009, 31-32.
- Schoumans OF, Rulkens WH, Oenema O & Ehlert PHI (2011) Phosphorus recovery from animal manure; technical opportunities and agro-economical perspectives. Alterra-report 2158, Wageningen, 108 pp.
- Schneider M (2009) Moderne verfahren der grundnährstoffinventur und grunddüngung. Presentatie. Datum en locatie onbekend. 26 pp.
- Schröder JJ, Van Middelkoop JC, Van Dijk W & GL Velthof (2008) Quick scan Stikstofwerking van dierlijke mest; actualisering van kennis en de mogelijke gevolgen van aangepaste forfaits. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOt-rapport 85, 55 pp.
- Schröder JJ, Buissonjé F de, Kasper G, Verdoes N & Verloop K (2009) Mestscheiding: relaties tussen techniek, kosten, milieu en landbouwkundige waarde. PRI, Rapport 287, PRI, Wageningen, 35 pp.
- Schröder JJ, Uenk D & W De Visser (2010) De beschikbaarheid van fosfaat uit de dikke fractie van gescheiden drijfmest. PRI nota 661, Plant Research International BV, Wageningen, 13 pp.
- Schröder JJ, Uenk D, De Visser W, De Ruijter FJ, Assinck F, GL Velthof & W van Dijk (2011). Stikstofwerking van organische meststoffen op bouwland: resultaten van veldonderzoek in Wageningen in 2010/2011; tussentijdse rapportage. Wageningen, Wageningen UR, 26 pp.
- Schröder JJ & MM van Krimpen (2013) Bijdrage van veevoermaatregelen in rekenvarianten. Bijlage notitie 3 in PBL (2013) Ex ante evaluatie mestbeleid 2013. 2 pp.
- Schröter H (2013) Dünge- und humuswirkung von gärresten. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft

- Jena-Zwätzen. Referat Ackerbau und Düngung, Bösleben, 5 März 2013, 26 pp.
- Smit CT, Prins H & DS de Hoop (2004) Quick Scan afzetmogelijkheden dierlijke mest en producten uit mestverwerkingssystemen. Opdracht van Rabobank Nederland, 52 pp.
- Statistisches Bundesamt (2011) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wirtschaftsdünger tierischer herkunft in landwirtschaftlichen betriebe – erhebung zur wirtschaftsdüngerausbringung. Fachserie 3 Reihe 2.2.2., Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 49 pp.
- Statistisches Bundesamt (2014) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Wachstum und Ernte – Feldfrüchte - 2013. Fachserie 3 Reihe 3.2.1., Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 102 pp.
- Statistisches Bundesamt (2013) Produzierendes gewerbe. Düngemittelversorgung wirtschaftsjahr 2012/2013. Fachserie 4, Reihe 8.2, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 35 pp
- Statistisches Bundesamt (2014) Statisches Jahrbuch 2013. Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 689 pp.
- Statistisches Bundesamt (2014) Umwelt Abfallentsorgung 2012. Fachserie 19, Reihe 1, Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 269 pp.
- Tweede Kamer (2013), Wijziging Meststoffenwet, Nota van wijziging (invoering verplichte mestverwerking) 10 juli 2013, 2012-2013, 33322, nr. 14.
- Tóth G, Guicharnaud R-A, Tóth B & T Hermann (2014) Phosphorus levels in croplands of the European Union with implications for P fertilizer use. *European Journal of Agronomy* 55, 42-52.
- Tóth G, Jones A & Montanarella (eds) (2013). LUCAS Topsoil Survey. Methodology, data and results. JRC Technical Reports EU, European Union, 154 pp.
- Ubelhör W & Hartwig H (2012) Phosphorklassen im Wandel der Zeit. *Landinfo* 1, 33-36.
- Unk, JH (2012) Financiële aspecten van afzet van mestkorrels in Europa. Persoonlijke mededeling. Informatie gebruikt in studie Luesink et al. (2013). DOFCO BV, Ruurlo.
- Unk JH (2014) Praktische aspecten mestexport. Persoonlijke mededeling. DOFCO BV, Ruurlo.
- Van den Dam A, de Hoop JG, Reijs JW, Prins H, Janssens SRM, Groot JCJ & WC van Cooten (2009) Bemesten met het gebruiksnormenstelsel: strategieën, knelpunten en oplossingsrichtingen. Rapport 2009-030, LEI, 152 pp.
- Van Dijk & ten Berge (2009) Agricultural nitrogen use in selected EU countries. A comparison of N recommendations, and restrictions in response to the EU Nitrates Directive. PPO publication 382, Wageningen, 52 pp.
- Van Geel W & W van Dijk (2013) Toepassing van digestaat in de landbouw: bemestende waarde en risico's. Deskstudie in het kader van Energierijk. ACRRES Wageningen, PPO rapport 565, 26 pp.
- Van Grinsven HJM, ten Berge HFM, Dalgaard T, Fraters B, Durand P, Hart A, Hofman G, Jacobsen BH, Lalor STJ, Lesschen JP, Isterburg B, Richards KG, Techen AK, Vertés F, Webb J & Willems WJ (2012) Management, regulation and environmental impacts of nitrogen fertilization in northwestern Europe under the Nitrates Directive; a benchmark study. *Biogeosciences* 9, 5143-5160.
- Van Horne PLM, & HH Luesink (2009) Market for dry poultry manure, 2008-2019. Interne notitie. Den Haag: LEI.
- VDLUFA (1997) Phosphordüngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), Darmstadt, Germany, 8 pp.
- VDLUFA (1999) Kalium-Düngung nach Bodenuntersuchung und Pflanzenbedarf. Richtwerte für die Gehaltsklasse C. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (VDLUFA), Darmstadt, Germany, 5 pp.
- VDLUFA (2004) Humusbilanzierung: Methode zur Beurteilung und Bemessung der Humusversorgung von Ackerland. Standpunkt des VDLUFA, 30. April 2004, Bonn, 12 pp. www.vdlufa.de.
- Velthof GL (2011) Synthese van het onderzoek in het kader van de Pilot mineralenconcentraten. Alterra-rapport 2211.

- Velthof GL (2013) Milieu. Bijlage notitie 4. Ex ante evaluatie mestbeleid 2013. In: PBL (2013) Ex ante evaluatie mestbeleid 2013, 10 pp.
- Verdoes N, Meijer G, Uenk J & H Verkerk (2008) Mestbewerking en –verwerking: meer waarde uit mest. Notitie in het kader van de CDM themamiddag ‘naar evenwicht op de mestmarkt’ op 24 juni 2008, Samenwerking ASG Wageningen UR en Cumela Nederland, 9 pp.
- Verloop K, Hilhorst G, Steenstra E & B Meerkerk (2009) Minder mestafvoer door mestscheiding? Koeien en Kansen-stappenplan voor bepaling van voordelen voor het individuele melkveebedrijf. Rapport 54, Wageningen UR Livestock Research, Lelystad, 14 pp.
- Versluis HP, Radersma S & W van Dijk (2005) Ondersteuning duurzame mestbe- en verwerkingsproducten. Werkingscoëfficiënten. PPO rapport 500024, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV, AGV, 27 pp.
- VLACO (2012) Ecologische en economische voordelen digestaat. Uitgave Vlaamse Compostorganisatie vzw, 16 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.
- Von Wulffen U, Roschke M & H-E Kape (2008) Richtwerte für die untersuchung und beratung sowie zur fachlichen umsetzung der Düngeverordnung (DüV). Gemeinsame hinweise der länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. Landesamt für Verbraucherschutz, Frankfurt/Oder, 87 pp.
- Willems WJ & JJ Schröder (2013) Plaatsingsruimte fosfaat uit meststoffen in 2015 en daarna. Bijlage notitie 2. In: PBL (2013) Ex ante evaluatie mestbeleid 2013, 5 pp.
- Zeller et al. (2012) Basisinformationen für eine nachhaltige nutzung von landwirtschaftlichen reststoffen zur bioenergiebereitstellung. DBFZ rapport 13, Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Leipzig, 230 pp.
- Zorn W, Hess H, Albert E, Kolbe H, Kerschberger M & Franke G (2007) Düngung in Thüringen 2007 nach ‘Guter fachlicher Praxis’. Schriftenreihe Heft 7. Landwirtschaft und Landschaftspflege in Thüringen. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena, Germany, 186 pp.

Bijlage 1. Gemiddelde samenstelling organische mestproducten

Tabel 1. Gemiddelde samenstelling organische mestproducten in kg per ton product.

Mestsoort	Omschrijving	Bewerkt	DS	OS	N _{tot}	N _{min}	P ₂ O ₅	K ₂ O
Pluimvee	Mestband	nee	573	416	25,6	2,5	19,6	15,5
Paarden	Vaste mest	nee	287	160	4,6	0,5	2,7	8,1
Pluimvee	Dunne mest	nee	145	93	10,2	5,8	7,8	6,4
Pluimvee	Strooiselmest	nee	713	359	28,0	3,6	25,6	20,8
Pluimvee	Gedroogd	ja	810	427	34,1	3,9	27,8	20,1
Champost	Compost	ja	336	242	7,6	0,4	4,5	10
Varken	Drijfmest	nee	93	43	7,1	4,6	4,6	5,8
Varken	Vaste mest	nee	260	153	7,9	2,6	7,9	8,5
Varken	Dunne fractie 60%	ja	48	22	6,1	4,8	2,4	6,1
Varken	Dunne fractie 30%	ja	73	34	6,7	4,7	3,6	5,9
Varken	Dikke fractie	ja	250	116	10,5	3,8	12,4	4,8
Varken	Mineralenconcentraat	ja	32	13	6,7	6,0	0,4	8,5
Varken	Digestaat 25%	ja	82	32	7,1	5,2	4,6	5,8
Varken	Digestaat 50%	ja	72	22	7,1	5,9	4,6	5,8
Varken	Digestaat dik	ja	290	220	11,2	6,0	17,3	5,1
Varken	Digestaat dun	ja	12	3	3,1	2,9	0,2	3,9
Varken	Digestaat MC	ja	29	11	6,4	5,9	0,5	8,5
Rundvee	Drijfmest	nee	85	64	4,1	2,0	1,5	5,8
Rundvee	Vaste mest	nee	194	152	5,3	0,9	2,8	6,1
Rundvee	Dikke fractie	ja	250	188	7,8	1,6	4,4	4,8
Rundvee	Dunne fractie 60%	ja	43	32	3,2	2,1	0,8	6,1
Rundvee	Dunne fractie 30%	ja	66	50	3,7	2,0	1,2	5,9
Rundvee	Digestaat 25%	ja	76	66	5,4	3,8	1,9	6,3
Rundvee	Digestaat 50%	ja	53	32	4,1	3,1	1,5	5,8
Rundvee	Digestaat dik	ja	225	193	7,2	3,7	6,4	5,3
Rundvee	Digestaat dun	ja	18	8	3,9	3,2	0,7	5,8
Rundvee	Digestaat MC	ja	113	71	11,0	10,5	0,6	15,7
Rundvee	Kaliumstruviet	ja	450	351	8,0	8,0	135	58
Plantaardig	Digestaat	nee	65	38	3,9	0,4	1,1	3,5
Plantaardig	Digestaat dik	ja	210	123	10,6	0,4	5,0	5,5
Plantaardig	Digestaat dun	ja	75	40	5,5	0,4	0,7	3,5

Bijlage 2. Gebruikte datasets

In deze bijlage wordt kort weergegeven welke gegevens zijn gebruikt voor de beschrijving van de bodemkwaliteit, de bemestingsadviezen en de gangbare bemestingspraktijken in de zes Duitse deelstaten. De gebruikte rekensystematiek om de potentiële afzet van dierlijke mestproducten te kwantificeren wordt verder toegelicht.

Landgebruik per deelstaat

Het percentage areaal als grasland en bouwland is afkomstig uit de Eurostat-database. Gegevens uit 2012 zijn gebruikt. De onderverdeling in landgebruiksklassen (granen, peulvruchten, aardappel, etc.) sluit aan bij de indeling zoals gebruikt in Eurostat. Onder de industriële gewassen vallen koolzaad, lijnzaad, en soja. Aardappels en suikerbieten zijn de belangrijkste gewassen in de groep wortel- en knolgewassen. Onder de groen-geogste gewassen vallen de tijdelijke graslanden, luzerne, klaver, snijmais en alle eenjarige gewassen die als groen gewas geoogst worden.

Bedrijfskenmerken: bedrijfsgrootte en samenstelling/ grootte veestapel

Het aantal bedrijven per bedrijfsgrootte is opgenomen in de Eurostat-database, evenals het aantal dieren per regio. Voor deze studie is het gemiddelde aantal live-stock-units per bedrijf berekend. Hierbij is gebruik gemaakt van coëfficiënten per diergroep.

Bodemkwaliteit

De bemesting van fosfaat en kalium hangt onder andere af van de hoeveelheid die in de bodem aanwezig is. Om inzicht te krijgen in de gemiddelde bodemkwaliteit binnen de geselecteerde regio's is 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). De gegevens voor fosfaat zijn gebaseerd zijn op de P-olsen methode, terwijl de Duitse waarderingsystematiek gebaseerd is op de CAL-methode. Voor deze studie zijn de bodemgegevens van de LUCAS-dataset daarom omgerekend naar die van de CAL-methode, gebaseerd op een statistische relatie afkomstig van Reijneveld (2013) en Jordan-Meille et al. (2012). Voor kalium is geen omrekening gebruikt. Uit een snelle vergelijking met gepubliceerde literatuurgegevens bleek dat de gepresenteerde waarderingsklassen echter niet matchen met de gegevens in Duitstalige rapportages. Omdat deze laatste gebruik maken van directe bodemanalyses in Duitsland, geven deze een beter beeld van de werkelijkheid. Daarom wordt in deze studie gebruik gemaakt van de gepubliceerde gegevens uit Duitstalige publicaties (Anoniem, 2011a, 2011b; Lausen & Gosh, 2012; Albert, 2014; Schneider, 2009 en Von Wulffen, 2008). De humusbalans is gebaseerd op de studie van Zeller et al. (2012).

Bemestingsadviezen

Elke deelstaat heeft zijn eigen invulling van evenwichtsbemesting en de gewenste correcties in suboptimale of nutriënt rijke omstandigheden. Voor de bemestingsadviezen per gewas en bodemklasse wordt verwezen naar de studies van Heller et al. (2013) voor Schleswig-Holstein, Roschke et al. (2000) voor Brandenburg, Anoniem (2014) voor Mecklenburg-Vorpommern, Förster (2013) voor Sachsen, Zorn et al. (2007) voor Thüringen en Holz et al. (2009) voor Sachsen-Anhalt.

Gebruikte datasets/ gegevens

Nr	Omschrijving	Jaar	Bewerking	Database	Bron
1	Landgebruik				
	gewasproductie en arealen per gewas	2009-2012	Fouten aangepast	Agr_r_crops	Eurostat
	gewasproductie en arealen per gewas	2009-2013	Gem. van 4 jaar	-	Statistisches Bundesamt (2014)
2	Bedrijfskenmerken				
	bedrijven naar bedrijfsgrootte, LSU per bedrijf	2010	nee	Agr_r_animal	Eurostat
	veestapel (bedrijven, bedrijfsgrootte, dieraantal)	2010	nee	Ef_ols	Eurostat
3	Bodemkwaliteit	2009			
	bodemanalyses OS, P en K, en textuur	2010	ja	LUCAS	Tóth et al. (2013)
	humusbalans	1993, 2003, 2007	nee	-	Zeller et al. (2012)
4	Bodemkwaliteit: waardering volgens VDLUFA-methode		nee	-	
	Schleswig-Holstein	1999-2012	Jaar 2012	-	Lausen & Gosch (2012)
	Brandenburg	2012	nee	-	Anoniem (2012)
	Mecklenburg-Vorpommern	2005, 2009, 2010	Jaar 2010	-	Anoniem (2011b)
	Sachsen	1997 - 2012	gem. 2007-2012	-	Albert (2014)
	Thüringen	2007-2009	gemiddelde	-	Anoniem (2011a)
	Sachsen-Anhalt (alleen fosfaat)	2001-2004, 2008	Jaar 2008	-	Schneider (2009) & von Wulffen (2008)
5	Bemesting				
	kunstmest (N, P en K)	2011-2013	Jaar 2013	-	Statistisches Bundesamt (2013)
	organische dierlijke mestproducten	2010	nee	-	Statistisches Bundesamt (2011)
	compost (bioafval) per deelstaat	2012	nee	-	Statistisches Bundesamt (2014)
	zuiveringsslib per deelstaat	2013	nee	-	Statistisches Bundesamt (2013)
6	Bemestingsadviezen bouwland				
	Schleswig-Holstein	2013	-	-	Heller et al. (2013)
	Brandenburg	2000	-	-	Roschke et al. (2000)
	Mecklenburg-Vorpommern	-	-	-	Anoniem (2014)
	Sachsen	2013	-	-	Förster (2013)
	Thüringen	2007	-	-	Zorn et al. (2007)
	Sachsen-Anhalt	2009	-	-	Holz et al. (2009)



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
postbus 250
6700 ag wageningen
binnenhaven 5
6709 pd wageningen
tel. (088) 876 1280
internet www.nmi-agro.nl