

Soil for life

Rapport 1630.N.16

Landbouwkundige waarde
(on)bewerkte pluimveemest



Landbouwkundige waarde (on)bewerkte pluimveemest

Auteurs: **dr. ir. L. van Schöll**
 ir. R. Postma

© 2016 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.

Verspreiding

Inhoud

	pagina
Samenvatting en conclusies	3
1 Inleiding	5
1.1 Achtergrond	5
1.2 Aanleiding	6
1.2.1 Doelstelling	6
1.2.2 Verwachte resultaten	6
1.3 Benuttingsroutes	7
2 Landbouwkundige waarde	8
2.1 Inleiding	8
2.2 Gehalten nutriënten in pluimveemestproducten	9
2.2.1 As van thermische conversie pluimveemest	9
2.2.2 Onbewerkte pluimveemest	9
2.2.3 Pluimveemestcompost	10
2.2.4 Pluimveemestkorrels	10
2.2.5 Spuiwater	10
2.2.6 Digestaat van co-vergiste pluimveemest	10
2.2.7 Champost	11
2.3 Stikstofwerkingscoëfficiënten	12
2.3.1 Pluimveemestassen	12
2.3.2 Onbewerkte pluimveemest	12
2.3.3 Pluimveemestcompost en pluimveemestkorrels	13
2.3.4 Spuiwater	13
2.3.5 Digestaat	13
2.3.6 Champost	13
2.4 Overige elementen	14
2.4.1 Pluimveemestas	14
2.4.2 Onbewerkte pluimveemest	15
2.4.3 Pluimveemestcompost en gedroogde pluimveemestkorrels	15
2.4.4 Digestaat	15
2.4.5 Champost	15
2.5 Organischestofgehalten en aandeel effectieve organische stof	15
2.5.1 Pluimveemestassen	16
2.5.2 Onbewerkte pluimveemest	16
2.5.3 Pluimveemestcompost en gedroogde pluimveemestkorrels	16
2.5.4 Digestaat	16
2.5.5 Champost	16
3 Toepassingsmogelijkheden in de landbouwpraktijk	18
3.1 Inleiding	18
3.2 Route 1. Assen van thermische conversie pluimveemest als PK meststof in Frankrijk	19
3.2.1 Gewassen Noord-Franse regio's	19
3.2.2 Bemestingsadviezen Noord-Franse regio's	19
3.2.3 Inpassing pluimveemestas als PK meststof	20
3.2.4 Organische stof pluimveemestas	21

3.2.5	Conclusie pluimveemestas	21
3.3	Route 2 Thermische conversie pluimveemest als bij-product	21
3.4	Route 3 Verbranden van pluimveemest op het producerende pluimveebedrijf	22
3.5	Route 4 Aanwending onbewerkte pluimveemest Nederland	22
3.5.1	Bouwplannen in Nederlandse akkerbouwregio's	22
3.5.2	Bemestingsadviezen Nederlandse akkerbouwregio's	22
3.5.3	Inpassing pluimveemest als organische NPK-meststof	23
3.5.4	Organische stof	24
3.5.5	Conclusie	25
3.6	Route 5 Aanwending onbewerkte pluimveemest Duitsland	25
3.6.1	Gewassen in Duitse regio's	26
3.6.2	Bemestingsadviezen in Duitse regio's	26
3.6.3	Inpassing pluimveemest als organische NPK meststof	26
3.6.4	Organische stof	27
3.6.5	Conclusie	28
3.7	Route 6 Gecomposteerde pluimveemest, afzet in Frankrijk	28
3.7.1	Inpassing pluimveemestcompost als (N)PK meststof	29
3.7.2	Organische stof	29
3.7.3	Conclusie	30
3.8	Route 7 Pluimveemestkorrels,	30
3.9	Route 8 Digestaat van co-vergisting pluimveemest (Duitsland)	31
3.9.1	Inpassing digestaat als organische NPK meststof	31
3.9.2	Organische stof	32
3.9.3	Conclusie	33
3.10	Spuiwater uit luchtzuiveringsinstallatie van pluimveemestcompostering	33
3.11	Route 9 Champost	33
3.11.1	Inpassing champost als organische NPK meststof	33
3.11.2	Organische stof	34
3.11.3	Conclusie	35
3.12	Samenvattende conclusies	35
4	Bronnen	37
Bijlage 1	Fosfaatwerking van assen van pluimveemest	39
Bijlage 2	Inzetbaarheid van pluimveemest in de Nederlandse landbouw	44

Samenvatting en conclusies

BMC Moerdijk zet jaarlijks rond de 430 kton pluimveemest (circa 35% van de totale binnenlandse productie) om middels thermische conversie. Daarbij wordt 285.000 MWh aan groene stroom opgewekt en resteert 60 kton assen (BMC, 2016). Deze assen kunnen als PK-meststof worden benut. De pluimveemest kan ook direct aangewend worden als organische NPK-meststof. In Nederland is de aanwending van (on)bewerkte pluimveemest laag (6% van productie). Naast de thermische conversie door BMC Moerdijk wordt het merendeel van de pluimveemest geëxporteerd, al dan niet na een bewerkingsstap.

In deze studie zijn de eindproducten van mogelijke benuttingsroutes van pluimveemest beoordeeld op hun landbouwkundig waarde en toepassing.

Assen van de thermische conversie van pluimveemest worden vooral in Noord Frankrijk afgezet. Zij vormen een goede anorganische PK meststof waarmee vrijwel volledig kan worden voorzien in de fosfaat en kali behoefte van granen en snijmais. Bij gebruik van assen moet er een aanvulling van N en organische stof vanuit andere bronnen plaatsvinden.

Onbewerkte pluimveemest (in deze studie kippenstrooiselmest en vleeskuikenmest, welke de grondstof van BMC Moerdijk vormen) is een fosfaatrijke organische NPK meststof die in Nederland en Duitsland wordt afgezet. Bij het gebruik van pluimveemest in de gemiddelde Nederlandse akkerbouwplannen moet er nog aanvullend met N en K bemest worden. Bij een gebruik voor granen of snijmais wordt er wel grotendeels voorzien in de fosfaat en kaliumbehoefte. In de praktijk worden er een aantal nadelen aan het gebruik van pluimveemest ervaren. Door het hoge P-gehalte is de totale hoeveelheid die kan worden toegediend laag, en deze is moeilijk gelijkmatig uit te rijden. In vergelijking met de meer gangbare runderdrijfmest en varkensdrijfmest levert pluimveemest minder stikstof, waardoor er meer N in kunstmestvorm aangevoerd moet worden. Pluimveemest bevat hoge gehalten aan effectieve organische stof, maar doordat de gift laag is wordt er toch maar een beperkte aanvulling van de organische stof geleverd.

Voor de export naar Frankrijk wordt pluimveemest eerst om sanitaire redenen gecomposteerd. Bij de compostering vervluchtigd een deel van de stikstof, waardoor de gehalten in de compost lager zijn dan in de onbewerkte mest. Bij het gebruik van pluimveemestcompost voor de bemesting van granen of snijmais zal er daardoor nog een flinke aanvulling met N kunstmest gegeven moeten worden. Het aandeel effectieve organische stof in de compost is hoger dan die van onbewerkte mest, maar door de lichte compostering nog wel lager dan die van GFT of groencompost.

Pluimveemest is door het hoge droge stof gehalte geschikt voor de productie van droge mestkorrels. Ook hiervoor wordt de pluimveemest eerst gecomposteerd, waarna het verder wordt gedroogd en eventueel gemengd met andere meststoffen om een optimale nutriëntenverhouding te krijgen. Mestkorrels worden wereldwijd geëxporteerd als organische NPK-meststoffen.

Een deel van de onbewerkte pluimveemest die naar Duitsland wordt uitgevoerd wordt benut als grondstof voor vergisting. Hierbij wordt groen gas geproduceerd en resteert een digestaat. Uitgaande van een vergisting van gelijke delen pluimveemest en snijmais levert dit een digestaat dat als organische NPK meststof benut kan worden. Hiermee kan worden voorzien in de kalium en fosfaatbehoefte van granen en snijmais. Aanvullend moet nog een aanvulling worden gegeven met

stikstofkunstmest. De levering van effectieve organische stof uit het digestaat van pluimveemest en snijmais is lager dan dat van onbewerkte pluimveemest.

Pluimveemest wordt ook gebruikt als grondstof voor de productie van het substraat voor de champignonenteelt. Het resterende product, champost, wordt grotendeels in Duitsland afgezet. Bij een invulling van de kaliumbehoefte moet er dan nog een aanvulling met N en P uit kunstmest gegeven worden. Champost levert daarnaast een bijdrage aan de organische stof. Het aandeel effectieve organische stof in de compost is hoger dan die van onbewerkte mest, maar door de lichte compostering nog wel lager dan die van GFT- of groencompost.

Samenvattende conclusies:

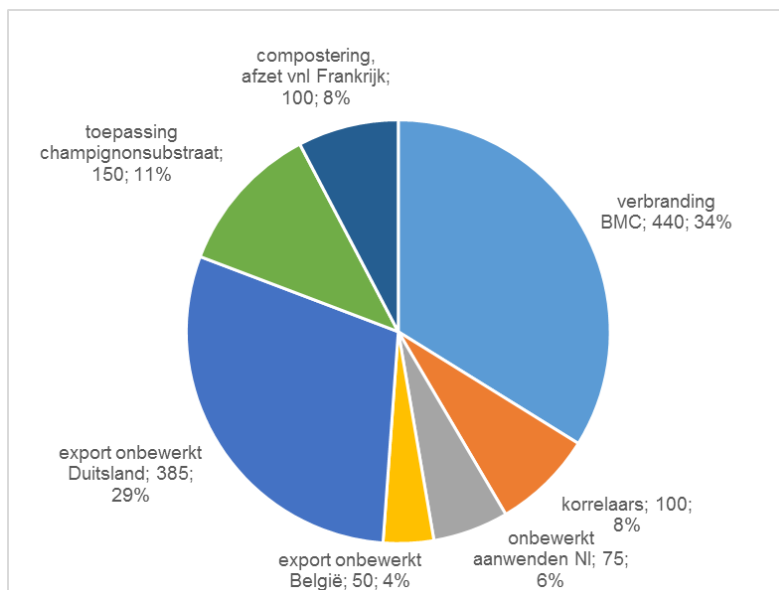
- Pluimveemestproducten zijn, in zowel onbewerkte als bewerkte vorm, goede basismeststoffen waarmee vooral een invulling wordt gegeven aan de fosfaat- en kaliumbehoefte van gewassen.
- De pluimveemestassen zijn een goede basis PK meststof.
- De (on)bewerkte pluimveemest leveren naast P en K ook N en organische stof.
- De bijdrage van pluimveemest aan de totale N-bemesting en de aanvulling van de organische stof is beperkt.
- Bij zowel pluimveemestas als pluimveemest moet het overgrote deel van de N-behoefte met kunstmest-N worden aangevuld.
- De N:P ratio in de pluimveemest is lager dan die in runderdrijfmest en varkensmest. Bij gebruik van pluimveemest in plaats van de in Nederland meer gangbare runderdrijfmest en varkensdrijfmest moet daardoor meer N uit kunstmest worden aangevoerd.
- Door de hoge P-gehaltes in onbewerkt pluimveemest wordt met een kleine gift reeds de P-gebruiksnorm ingevuld. Bij een kleine gift is een gelijkmatige toepassing moeilijk uit te voeren.
- Voor het in stand houden van de organische stof in de bodem moet effectieve organische stof aangevoerd worden. Het grootste deel kan vanuit gewasresten en groenbemesters aangevoerd worden. Hierop kan pluimveemest een aanvulling bieden.
- Onbewerkte en bewerkte pluimveemest bevat naast een hoog gehalte aan effectieve organische stof ook hoge gehalten aan nutriënten waardoor de totale gift wordt beperkt.
- Compost maar ook runderdrijfmest hebben een hoger gehalte effectieve organische stof per kg fosfaat dan pluimveemestproducten, waardoor er meer effectieve organische stof per gift wordt aangebracht.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

BMC Moerdijk zet jaarlijks rond de 430 kton pluimveemest om middels thermische conversie (BMC, 2016). Dat komt overeen met ongeveer 35% van de totale productie aan pluimveemest in Nederland (Figuur 1.1). Daarbij wordt 285.000 MWh aan groene stroom opgewekt en resteert 60 kton assen (BMC, 2016). De assen bevatten onder andere een constante hoeveelheid van de nutriënten fosfor en kalium, en worden in het buitenland aangewend als meststof.

Van de totale productie aan pluimveemest wordt het merendeel (60%) geëxporteerd, al dan niet na een bewerkingsstap (composteren, verkorrelen, champost) (Figuur 1.1). Een klein gedeelte (6%) wordt onbewerkt toegepast in de Nederlandse landbouw (Figuur 1.1).



Figuur 1.1 Omvang (kton) en aandeel van de verschillende handels- en verwerkingsroutes van pluimveemest in Nederland (bron: Duindam et al., 2012; gegevens: Orgafert)

In Nederland is een overschot aan dierlijke mest. Er wordt jaarlijks meer mest geproduceerd dan er binnen de gebruiksnormen toegediend mag worden. De gebruiksnormen voor dierlijke mest vloeien voort uit de Europese nitraatrichtlijn en limiteren de hoeveelheid mest die er opgebracht mag worden. Doel is de emissies van nitraat en fosfaat uit de mest te verminderen en daarmee de eutrofiëring van het oppervlaktewater te voorkomen. Met dierlijke mest mag in het algemeen maximaal 170 kg N per hectare worden opgebracht. Enkel op bedrijven met graasdieren mag onder voorwaarden (derogatie) maximaal 230-250 kg N uit graasdiermest worden opgebracht.

Het mestoverschot moet buiten de Nederlandse landbouw geplaatst worden, door export of thermische verwerking. Door het mestoverschot heeft dierlijke mest een negatieve prijs: veehouders betalen voor de afvoer van mest. Akkerbouwers krijgen veelal betaald voor het laten bemesten van hun percelen met dierlijke mest. De Nederlandse mestmarkt wordt daarbij gedomineerd door een aanbod van varkensdrijfmest en runderdrijfmest. Vaste pluimveemest heeft in vergelijking met andere mestsoorten gunstige eigenschappen voor bewerking en/of export: het bevat hoge gehalten aan droge stof en mineralen, waardoor het transport over grotere afstanden rendabel is. In Frankrijk en Duitsland zijn wel

regio's met een lage dierbezetting waar er vraag is naar organische meststoffen. Daar wordt door akkerbouwers ook betaald voor dierlijke mestproducten.

1.2 Aanleiding

BMC Moerdijk verwerkt jaarlijks 35% van de totale pluimveemestproductie in Nederland en levert daarmee een structurele bijdrage aan de mestverwerking, het hergebruik van nutriënten en de groene energievoorziening. Deze bijdrage zou zij graag willen toetsen en vergelijken met andere vormen van pluimveemestbenutting. Naast thermische conversie in een mono-energie centrale kan de pluimveemest ook als aanvulling worden aangewend in energiecentrales voor de thermische conversie van hout, of worden benut in een thermische conversie installatie bij de pluimveehouder op het eigen bedrijf. De pluimveemest kan ook als meststof in de landbouw worden toegepast, direct of na een bewerkingsstap zoals composteren, drogen of vergisten.

BMC Moerdijk wil graag dat de voor- en nadelen van de verschillende benuttingsroutes van pluimveemest ten opzichte van elkaar worden afgewogen. Daarom heeft zij aan CE Delft gevraagd om een Life Cycle Analysis (LCA) vergelijking te maken van de verschillende benuttingsroutes van (on)bewerkte en verwerkte pluimveemest. Aan NMI is gevraagd om de landbouwkundige waarde en benutting van met name N en organische stof in de verschillende producten uit de verschillende routes te vergelijken.

Bij de thermische conversie van de pluimveemest wordt energie opgewekt, maar gaan stikstof (N) en organische stof verloren. Voor nutriënten als fosfor (P) en kalium (K) geldt dat niet: deze komen nagenoeg geheel in de as terecht.

Organische stof is een belangrijk bestanddeel voor de bodemkwaliteit. Voor het in stand houden van organische stof gehalte in de bodem dient de natuurlijke afbraak aangevuld te worden. De aanvulling komt deels uit gewas- en wortelresten, en daarnaast uit groenbemesters en aanvoer met organische meststoffen en bodemverbeteraars. Ook pluimveemest kan een bron van organische stof zijn. Stikstof is een belangrijke element voor gewasgroei. Stikstof komt beschikbaar bij de afbraak van organische stof, zowel vanuit de bodemvoorraad als uit gewas-en wortelresten, groenbemesters, organische meststoffen. Aanvullend kan worden bemest met een stikstofkunstmest. Voor de omzetting van stikstof uit de lucht naar kunstmest is veel energie nodig. Stikstof die niet is vastgelegd in organische stof of in het gewas is gevoelig voor verliezen door uitspoeling of vervluchtiging. Het is dus belangrijk om de stikstofgift goed af te stemmen op de gewasbehoefte.

Fosfor -of fosfaat (P_2O_5) de gebruikelijke benaming in de landbouw- is eveneens een onmisbaar en onvervangbaar element voor plantenvoeding. De eindigheid van de primaire P-bronnen, en de onvermijdbare verliezen bij het gebruik van fosfor staan de laatste jaren volop in de belangstelling. Gezien de beperkte voorraden aan primaire P-bronnen is de urgentie van P-recycling hoger dan van N en K.

1.2.1 Doelstelling

Het aanleveren van een vergelijkend overzicht van de landbouwkundige waarde van N en organische stof in de verschillende producten uit (on)bewerkte pluimveemest. Deze gegevens worden onder andere gebruikt in de vergelijkende LCA studie van de benuttingsroutes van pluimveemest door CE Delft.

1.2.2 Verwachte resultaten

- Inzicht in de consequenties van verschillende scenario's voor de verwerking van pluimveemest

op de landbouwkundige waarde van de eindproducten en resulterende effecten op bodemvruchtbaarheid.

- Bij het kwantificeren van de effecten ligt de focus op stikstof (N) en organische stof (OS), maar wordt ook aandacht besteed aan overige nutriënten, met name fosfaat (P_2O_5), kali (K_2O). Daarnaast zal worden gekeken naar het effect op korte en lange termijn.

1.3 Benuttingsroutes

In de LCA studie door CE Delft worden negen scenario's of benuttingsroutes vergeleken:

1. Thermische conversie van pluimveemest in een mono-installatie (dit is de huidige praktijk bij BMC);
2. Thermische conversie door aanwenden van pluimveemest in installatie voor de thermische conversies van hout (wordt momenteel niet toegepast)
3. Thermische conversie op het pluimveebedrijf zelf (wordt in Nederland door enkele pluimveehouders overwogen);
4. Mest onbewerkt aanwenden op Nederlandse landbouw (huidige praktijk in Nederland)
5. Mest onbewerkt exporteren en aanwenden in Duitsland (huidige praktijk);
6. Composteren van mengsel van pluimveemest (wordt in Nederland door enkele producenten uitgevoerd, hierbij ontstaat ook spuiwater dat mogelijk ook als meststof aangewend kan worden);
7. Thermisch drogen, composteren en korrelen van pluimveemest, gevolgd door export (wordt in Nederland door enkele producenten uitgevoerd, hierbij ontstaat ook spuiwater dat mogelijk ook als meststof aangewend kan worden);
8. Exporteren van pluimveemest voor co-vergisting gevolgd door uitrijden van het digestaat (Duitsland).
9. Gebruik als grondstof voor de productie van substraat voor de champignonenteelt.

Per benuttingsroute worden gegevens geleverd over de landbouwkundige waarde, de toepassingsmogelijkheden in de landbouwpraktijk en effect op bodemvruchtbaarheid van de producten die vrijkomen bij elk scenario.

- De landbouwkundige waarde van de N en organische stof van de verschillende pluimveemestproducten op de korte en langere termijn.
De landbouwkundige waarde kan voor N worden uitgedrukt als de N-werkingscoëfficiënt, ofwel dat deel van de aangewende stikstof dat ook daadwerkelijk beschikbaar kan komen na toediening (1^{ste} jaar). Voor organische stof wordt de landbouwkundige waarde gekarakteriseerd met het gehalte aan organische stof en de stabiliteit daarvan, de effectieve organische stof (EOS), ofwel dat deel van de organische stof dat na een jaar nog in de bouwvoor aanwezig is.
- Toepassingsmogelijkheden in de landbouwpraktijk.
De toepassingsmogelijkheden van pluimveemestproducten worden grotendeels bepaald door de inpasbaarheid in bemestingsplannen en het bodembeheer. Bij de inpasbaarheid spelen enerzijds de eigenschappen van meststof, gehalten en verhouding NPK, en anderzijds de gewasafhankelijk behoefte, bouwplan, bodemsoort, en de gebruiksnormen en -voorschriften een belangrijke rol. Per product zal aan de hand van de nutriëntengehalten en overige eigenschappen de geschiktheid worden beoordeeld voor gangbare regionale bouwplannen en teelten in de voornaamste afzetgebieden.

2 Landbouwkundige waarde

2.1 Inleiding

De landbouwkundige waarde van meststoffen wordt bepaald door de levering van nutriënten en organische stof. Bij het kwantificeren van de effecten ligt de focus op stikstof (N) en organische stof (OS), maar wordt ook aandacht besteed aan overige nutriënten, met name P_2O_5 en K_2O . Daarnaast zal worden gekeken naar het effect op korte en lange termijn.

Voor stikstof kan de landbouwkundige waarde worden uitgedrukt met de werkingscoëfficiënt, ofwel dat deel van de aangewende stikstof dat ook daadwerkelijk beschikbaar komt na toediening.

Voor organische stof wordt de landbouwkundige waarde gekarakteriseerd met het gehalte aan organische stof en de stabiliteit daarvan, de EOS, de effectieve organische stof, ofwel dat deel van de organische stof dat na een jaar nog in de bouwvoor aanwezig is. Hierbij worden ook de meerjarige effecten meegenomen.

Uit de verschillende benuttingsroutes voor pluimveemest die in de LCA worden vergeleken komen de volgende producten beschikbaar:

Benuttingsroute		Producten	
1	Thermische conversie in mono-installatie BMC	Pluimveemestas	aanwending als PK meststof Frankrijk
2	Thermische conversie als bijproduct in installatie voor hout	Hout-pluimveemestas	geen aanwending als meststof
3	Thermische conversie op pluimveebedrijf	Pluimveemestas	aanwending mogelijk als bij (1)
4	Aanwenden op landbouwgrond Nederland	Onbewerkte pluimveemest	aanwending organische meststof Nederland
5	Aanwenden op landbouwgrond Duitsland	Onbewerkte pluimveemest	aanwending organische meststof Duitsland
6	Composteren pluimveemest	Pluimveemestcompost	aanwending organische meststof Frankrijk
		Spuiwater	aanwending N-S meststof Nederland
7	Thermische drogen en korrelen pluimveemest	Gedroogde pluimveemestkorrels	aanwending organische meststof wereldwijd
		Spuiwater	aanwending N-S meststof Nederland
8	Co-vergisting van pluimveemest met snijmais	Digestaat	aanwending organische meststof Duitsland
9	Co-substraat voor champignonenteelt	Champost	Aanwending organische meststof Duitsland

Toepassing van de houtassen met een aandeel pluimveemestas (route 2) in de landbouwpraktijk wordt

niet voorzien. Bij het aanwenden van pluimveemest als bij-product in een energiecentrale voor de thermische conversie van voornamelijk hout, met een aandeel van maximaal 15% van pluimveemest, zal de landbouwkundige waarde van de assen grotendeels bepaald worden door de houtas. In Nederland is het gebruik van houtassen als meststof niet toegestaan. Reden daarvoor zijn de hoge gehalten aan zware metalen die de wettelijke normen voor meststoffen overschrijden. De landbouwkundige waarde is daarnaast laag door de lage beschikbaarheid van fosfaat in de houtassen. De gebruiksnorm voor fosfaat is gebaseerd op het totaal gehalte aan fosfaat. Daarmee zou de fosfaat in de houtas wel meetellen voor de hoogte van de gift, zonder dat deze ook daadwerkelijk beschikbaar komt voor het gewas. Een onderbemesting met fosfaat kan leiden tot een opbrengstderving. De bemestende waarde van de houtassen is in deze studie dan ook verder niet onderzocht.

2.2 *Gehalten nutriënten in pluimveemestproducten*

De bemestende waarde van pluimveemestproducten wordt voor belangrijk deel bepaald door de gehalten aan nutriënten. Voor een aantal gangbare pluimveemestmestproducten zijn deze gehalten bekend vanuit meerjarige meetreeksen, voor andere producten zijn de gehalten niet bekend. In onderstaande paragraaf wordt toegelicht welke bronnen gebruikt zijn, en zo nodig op welke wijze de gehalten zijn afgeleid. De gehalten aan droge stof, organische stof en waardegevende bestanddelen van de verschillende producten van (on)bewerkte pluimveemest worden gegeven in Tabel 2.1.

2.2.1 As van thermische conversie pluimveemest

Voor de as uit de pluimveemestas van BMC zijn de mediaangehalten bekend uit de wekelijkse metingen die BMC aan de assen heeft laten verrichten (2013-2014). Voor de as die resteert bij de thermische conversie op het pluimveebedrijf zijn geen gegevens. Aangenomen kan worden dat deze overeen zullen komen met de waarden van de as van BMC.

2.2.2 Onbewerkte pluimveemest

Voor de onbewerkte pluimveemestsoorten zijn de gehalten bekend uit de mestanalyses die in Nederland bij de afvoer van het pluimveebedrijf verricht worden. Weergegeven zijn de mediaanwaarden uit metingen aan kippenstrooiselmest en vleeskuikenmest gedurende meerdere jaren. Deze gehalten worden gegeven door de CBAV (2016) in het Handboek Bodem en Bemesting. Daarnaast wordt door BMC wekelijks het ingaande mengsel pluimveemest bemonsterd. De mediaan waarden van deze metingen staan weergegeven als Feedstock BMC.

Opvallend is het grote verschil in samenstelling tussen de Feedstock van BMC en vleeskuikenmest en kippenstrooiselmest. De opgegeven samenstellingen zijn alle gebaseerd op meerjarige mediaanwaarden. De gemiddelden voor strooiselmest en vleeskuikenmest van de CBAV zijn gebaseerd op de meetwaarden van Eurofins Agro aan mestmonsters die genomen zijn bij de afvoer van mest vanaf pluimveebedrijven. Deze komen ook overeen met de forfaitaire gehalten die aangehouden worden door Ministerie van Economische zaken-RVO. De gemiddelden van BMC zijn gebaseerd op de metingen aan mestmonsters die genomen zijn tijdens het transport van de mest naar de ketel. Niet alleen de samenstelling maar ook de onderlinge verhouding tussen de droge stof, aandeel organische stof en nutriënten is verschillend. Niet duidelijk is waar deze verschillen door worden veroorzaakt. Enerzijds zouden verschillen veroorzaakt kunnen zijn door verschil in monsternamen: partijen mest zijn heterogeen, onder meer door het uitzakken van vaste delen, en bij verschil in de wijze van monsternamen kunnen daardoor verschillende fracties bemonsterd worden. Anderzijds kunnen er ook verschillen zijn doordat

de cijfers niet per se op dezelfde mestsoorten betrekking hebben. Mogelijk dat er bij de mestpartijen die bij RVO onder de noemer kippenstrooiselmest en vleeskuikenmest worden geregistreerd -en als zodanig gemeten bij Eurofins Agro- ook partijen legbandmest, met hoge gehalte droge stof, voorkomen. Verschillen tussen voorbereidings- of analysemethoden bij de verschillende laboratoria zouden eveneens tot een deel van de verschillen kunnen leiden.

Vanwege de verschillen in samenstelling tussen de pluimveemestsoorten worden steeds de eigenschappen van zowel kippenstrooiselmest, vleeskuikenmest en de samengestelde Feedstock BMC weergegeven.

2.2.3 Pluimveemestcompost

Voor pluimveemestcompost zijn geen gegevens bekend uit meerjarige meetreeksen. Volgens opgave van een producent is de nutriëntenverhouding in de geproduceerde pluimveemestcompost 2-2-2 N-P₂O₅-K₂O. Daarbij wordt echter naast een mengsel van pluimveemestsoorten ook tot 20% andere componenten toegevoegd. De samenstelling van de compost van pluimveemest zal afwijken van die van de verse pluimveemest. Tijdens de compostering wordt een deel van de makkelijk afbreekbare organische stof afgebroken. Daarnaast kan een aanzienlijk deel van de N uit de pluimveemest vervluchtigen. De vervluchtiging is afhankelijk van de vorm waarin de stikstof aanwezig is. In pluimveemest is een hoog aandeel van de N in de vorm van ammonium of urinezuur aanwezig met een hoge mate van vervluchtigen. Tiquia en Tam (2002) vonden een omzetting van 9% van de organische stof en een N-vervluchtiging van 58%. Aangenomen dat deze percentages ook van toepassing zijn op compostering van de pluimveemest in deze studie is daarmee de samenstelling van de pluimveemestcompost berekend, uitgaande van de gehalten in de Feedstock BMC.

2.2.4 Pluimveemestkorrels

Voor de pluimveemestkorrels zijn de gehalten aangehouden zoals deze gegeven worden door enkele grote producenten van pluimveemestkorrels (Fertiplus van Den Ouden, 2016; Fertisol van Komeco, 2016). Voor de productie pluimveemestkorrels wordt gebruik gemaakt van gecomposteerde pluimveemest. Deze wordt gedroogd tot een droge stof gehalte van 88%, en geperst tot korrels. Daarbij wordt er door het toevoegen van meststoffen een product op maat gemaakt.

2.2.5 Spuiwater

Bij het composteren van pluimveemest ontwijkt stikstof in de vorm van ammoniak. Deze ammoniak wordt ingevangen in chemische luchtwassers, waarbij een ammoniumsulfaat product ontstaat. Dit product, spuiwater of spuihoog genoemd, kan als meststof worden aangewend. De samenstelling van spuiwater kan sterk variëren, afhankelijk van type en instellingen van de luchtwasser, alsook de concentratie ammonium in de lucht. Gehalten voor spuiwater worden gegeven op de Databank Organische Meststoffen (De Haan et al., 2013) als 3,5% N. Voor spuiwater uit compostering wordt door INAGRO (2015) een N-gehalte van gemiddeld 8% N genoemd. Daarnaast bevat het spuiwater ook nog een hoeveelheid sulfaat. Het gehalte sulfaat varieert met het gehalte stikstof, waarbij per eenheid N er 3 eenheden sulfaat aanwezig zijn.

2.2.6 Digestaat van co-vergiste pluimveemest

Een deel van de onbewerkte pluimveemest wordt naar Duitsland geëxporteerd voor gebruik als grondstof in vergistingsinstallaties. Bij de vergisting wordt een deel van de organische stof omgezet naar

biogassen. Het resterende product, digestaat, kan als meststof worden toegepast. Door de omzetting van organische stof zijn de nutriëntengehalten in het resterende digestaat veelal iets hoger dan in de uitgangsmaterialen. In Duitsland wordt bij de vergistingsinstallaties vooral gebruik gemaakt van mest (vooral runderdrijfmest) en/of energiegewassen (vooral snijmaissilage) (DBFZ 2012). Runder- en varkensdrijfmesten geven een lage biogasopbrengst (Reinhold 2005). Daarom worden deze vaak co-vergist met materialen met een hogere biogasopbrengst, zoals snijmaissilage. Ook pluimveemest geeft een hoge biogasopbrengst. Praktijkcijfers over de samenstelling van digestaat van co-vergisting van pluimveemest met co-materialen zijn niet gevonden. Daarom zijn deze afgeleid van de samenstelling van ingaande materialen (pluimveemest Feedstock BMC; voor snijmaissilage RVO, 2016 en Van Schooten et al., 2012) en gebruikmakend van omzettingsfactoren zoals gegeven in Reinhold 2005. Daarbij is uitgegaan van een mengsel bestaande uit 50% pluimveemest, en 50% snijmaissilage.

2.2.7 Champost

Vaste pluimveemest wordt gebruikt als één van de grondstoffen voor de bereiding van substraat voor de champignonenteelt. Hiervoor wordt de paardenmest gemengd met pluimveemest (in verhouding 8:1), stro, kalk of gips. De pluimveemest wordt toegevoegd als stikstofbron. Dit mengsel wordt vervolgens kort gecomposteerd, waarna het wordt geënt met champignonmycelium. Vóór de teelt van de champignons wordt de compost het afgedekt met een laag dekaarde, bestaande uit veen en schuimaarde. De verhouding compost:dekaarde is 3:1. Tijdens de groei van de champignons verteert 25% van de compost (Baars et al., 2011). Na de champignonenteelt wordt het resterende substraat met de dekaarde als champost afgezet. De samenstelling van champost wordt gegeven door de CBAV (2016) in het Handboek Bodem en Bemesting, gebaseerd op gegevens van de producenten. Het aandeel organische stof en nutriënten in champost dat afkomstig is vanuit de pluimveemest is niet precies bekend. Op volumebasis in het aandeel pluimveemest in de champost laag. Echter, de nutriëntengehalten zijn in pluimveemest (veel) hoger dan in paardenmest en veen, waardoor naar schatting tot 10-25% van de organische stof en nutriënten in de champost uit de pluimveemest afkomstig kan zijn.

Tabel 2.1 Mediane samenstelling van pluimveemest en pluimveemestproducten in kg per ton vers product

Route	Product	DS	OS	N-tot	Nm	Norg	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	CaO
1	As BMC	909	0	0	0	0	125	118	49	20	246
2	As meestook	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	As pluimveehouder	909	0	0	0	0	125	118	49	20	246
4-5	Feedstock BMC*	570	458	26			21	21	8	4	26
4-5	Strooiselmest	677	359	29,0	3,7	25,3	25,6	18,2	7,5	3,4	
4-5	Vleeskuikens	628	419	34,1	8,5	25,6	16,6	19,4	7,1	3,0	
6	Pluimveemestcompost	519	417	16			23	23	9	4	29
7	Pluimveemestkorrels	880	600- 650	40- 42	7	35	30	28- 30	10- 13	5	90- 100
6-7	Spuiwater			3,5-8							
8	Digestaat co-vergisting	293	208	19,3			14,4	16,6			
9	Champost	336	211	7,6	0,4	7,2	4,5	10	2,3	0,9	

* bestaande uit 52% vleeskuikenmest, 40% strooiselstalmest. 8% kalkoenen- en mestbandmest

2.3 Stikstofwerkingscoëfficiënten

Bij het bepalen van de landbouwkundige waarde van meststoffen is naast het gehalte ook de werkingscoëfficiënt van een nutriënt van belang. De werkingscoëfficiënt geeft weer welk deel van het totale gehalte dezelfde werking heeft als kunstmest. Voor stikstof wordt als referentiemeststof meestal KAS aangehouden, waaraan een werkingscoëfficiënt van 100% wordt toegekend. De N-werkingscoëfficiënten van de verschillende producten zijn weergegeven in Tabel 2.2.

2.3.1 Pluimveemestassen

De pluimveemestassen bevatten geen stikstof.

2.3.2 Onbewerkte pluimveemest

Voor organische meststoffen zoals pluimveemest wordt bij de bemestingsadviezen voor de akkerbouw meestal gebruik gemaakt van de N-werkingscoëfficiënt in het handboek bemesting door de CBAV (2016). De N-werkingscoëfficiënt wordt naast de samenstelling van de meststof ook bepaald door omgevingsfactoren. Dit maakt het vaststellen van de N-werkingscoëfficiënt in veldproeven bewerkelijk en duur. Daarom wordt de N-werkingscoëfficiënt voor organische meststoffen berekend, waarbij de methode van Van Dijk et al. (2005a) wordt gehanteerd. Hierbij worden twee fracties onderscheiden: de fractie N in minerale vorm en de fractie N in organische vorm, met elk een eigen werkingscoëfficiënt. De

werkingscoëfficiënt van de N uit organische fractie is lager dan die van de minerale fractie, omdat de N-organisch eerst omgezet moet worden naar een minerale vorm voordat het door het gewas kan worden opgenomen. De N-werkingscoëfficiënten voor de (on)bewerkte pluimveemest worden gegeven in Tabel 2.2. Niet alle stikstof komt in het eerste jaar beschikbaar. Een deel van de stikstof zal pas na het groeiseizoen of zelf in het volgende groeiseizoen beschikbaar komen. Wanneer jaarlijks dierlijke mest wordt toegepast, kan bij pluimveemest rekening worden gehouden met een 20% (absoluut) hogere werking van de N-org-fractie (CBAV, 2016).

2.3.3 Pluimveemestcompost en pluimveemestkorrels

Voor gecomposteerde pluimveemest (al dan niet gekorrelt) zijn geen werkingscoëfficiënten bekend. Tijdens het composteringsproces vervluchtigt een deel van de minerale stikstof, met name de ammoniakale N. Daarnaast kan pluimveemest een hoog aandeel (10%-70%) van de N-organisch in de vorm van urinezuur bevatten, wat ook makkelijk vervluchtigt tijdens het composteringsproces. Door deze omzettingen is het N-gehalte van gecomposteerde pluimveemest lager dan van onbewerkte pluimveemest, en is deze N aanwezig in stabielere vormen. Daardoor verloopt de mineralisatie van de N van de gecomposteerde pluimveemest langzamer dan van verse pluimveemest (Preusch et al., 2002, Amanullah et al., 2006) waardoor ook de N-werkingscoëfficiënt in het eerste jaar lager is. Bij de compostering van pluimveemest in Nederland wordt niet gestreefd naar een volledige omzetting maar naar een sanitaire hygiëniserende. Voor de gecomposteerde pluimveemest wordt daarom hier uitgegaan van een N-werkingscoëfficiënt vergelijkbaar aan die van champost. Voor champost wordt een N werkingscoëfficiënt van 35% aangehouden (CBAV, 2016). Voor de meerjarige werkingscoëfficiënt wordt een uitgaan van een nawerking van 25%, zoals deze wordt gegeven door Van Dijk et al. (2005b) voor champost en GFT-composten.

2.3.4 Spuiwater

Spuiwater bevat stikstof in de vorm van ammoniumsulfaat. Het mag worden toegepast als een stikstofkunstmest. Hiervoor geldt een werkingscoëfficiënt van 100%.

2.3.5 Digestaat

Bij vergisting wordt enkel de relatief gemakkelijk afbreekbare organische stof (met daarin N) omgezet. Bij dierlijke mest wordt het overgrote deel van de organische stof bij vergisting niet omgezet, en daarom blijft een relatief groot deel van de N organisch gebonden. De totale hoeveelheid N blijft gelijk, maar de verhouding tussen N_{min} en N_{org} in vergiste mest verandert. Het toevoegen van co-vergistingsproducten kan daarbij tot sterk afwijkende samenstellingen leiden. Hierdoor kan ook de werkingscoëfficiënt veranderen. Studies naar de bemestende waarde van digestaat mest geven over het algemeen licht hogere N-werkingscoëfficiënten van digestaten ten opzichte van de onvergiste mest, maar lagere werkingscoëfficiënten worden ook gevonden (Van Geel en Van Dijk, 2013). In het digestaat van de vergisting van pluimveemest met snijmais is het merendeel van de stikstof en resterende organische stof afkomstig uit de pluimveemest. Daarom wordt hier uitgegaan van een N-werkingscoëfficiënt van het digestaat die gelijk is aan die van de Feedstock BMC.

2.3.6 Champost

Voor champost wordt een N werkingscoëfficiënt van 35% aangehouden (CBAV, 2016). Voor de meerjarige werkingscoëfficiënt wordt een uitgaan van een nawerking van 25%, zoals deze wordt gegeven door Van Dijk et al., 2005b voor champost en GFT-composten.

Tabel 2.2 De gehalten N-totaal, N-mineraal en N-organisch in pluimveemest en pluimveemestproducten in kg per ton vers product, de N werkingscoëfficiënt (uitgaande van voorjaarstoediening maart/april door bovengronds verspreiden plus direct inwerken tot 1 september). Werkingscoëfficiënt geeft de werkzaamheid in vergelijking met kunstmest (met werkingscoëfficiënt 100%).

Route	Product	Ntot	Nmin	Norg	N wc	N wc
					1 ^{ste} jaar	Meerjarig
1	As BMC	-	-	-	-	-
2	As meestook	-	-	-	-	-
3	As pluimveehouder	-	-	-	-	-
4-5	Feedstock BMC*	26			55	70
4-5	Strooiselmest	29,0	3,7	25,3	60	75
4-5	Vleeskuikens	34,1	8,5	25,6	55	70
6	Pluimveemestcompost	16			35	60
7	Pluimveemestkorrels	40-42	7	35	35	60
6-7	Spuiwater	3,5-8	3,5-8	0	100	100
8	Digestaat co-vergisting	19,3			55	70
9	Champost	7,6	0,4	7,2	35	60

2.4 Overige elementen

De bemestende waarde van een product wordt naast N en organische stof ook bepaald door andere waardegevendende bestanddelen, zoals P_2O_5 , K_2O , CaO , MgO en de neutraliserende waarde. Ook daarbij is de werkingscoëfficiënt van belang. Bij fosfaat wordt deze vaak uitgedrukt ten opzichte van de referentiemeststof triplesuperfosfaat (TSP), waaraan een werkingscoëfficiënt van 100% wordt toegekend. De P-werking van de producten is weergegeven in Tabel 2.3. Voor kalium wordt vaak een vergelijking gemaakt met kaliumsulfaat, waaraan werkingscoëfficiënt van 100% wordt toegekend.

2.4.1 Pluimveemestas

Voor pluimveemestas zijn vooral het vooral de P_2O_5 en K_2O die de landbouwkundige waarde bepalen. Omdat hier algemeen nog weinig over bekend is, en voor deze studie juist de landbouwkundige waarde van pluimveemest van belang is, is een overzicht van literatuur opgesteld (Bijlage 1).

Daarbij zijn ook de proeven van Ehlert en Nelemans (2015a,b,c,d) opgenomen waarbij specifiek de assen van thermische conversie bij BMC Moerdijk zijn onderzocht.

De oplosbaarheid van pluimveemestas in verschillende extractiemiddelen duidt erop dat de directe beschikbaarheid van de fosfaat lager is dan die van kunstmestfosfaat, maar dat er wel fosfaat beschikbaar komt gedurende het groeiseizoen. De pluimveemestas lijkt daarmee niet geschikt als een startmeststof, maar lijkt wel waarde te hebben als een basis PK meststof.

In potproeven werd een P-werking van pluimveemestas aangetoond die lager tot vergelijkbaar is aan die van fosfaatkunstmest. De verschillen in fosfaatwerking zijn mogelijk afhankelijk van gewaseigenschappen. De kaliumwerking van de pluimveemest is gelijk aan de van kunstmestkalium. Voor de meerjarige werking van pluimveemestassen wordt een werkingscoëfficiënt aangehouden die vergelijkbaar is aan die van kunstmest.

2.4.2 Onbewerkte pluimveemest

Bij vaste pluimveemest is de werkingscoëfficiënt voor fosfaat bij eenjarige toepassing 70% (CBAV 2016). Bij meerjarige toepassing wordt een werking van 100% aangehouden (CBAV 2016). Voor kalium wordt bij pluimveemest uitgegaan van een werkingscoëfficiënt van 100% (CBAV 2016). De kalium is aanwezig in de vloeibare fractie van de mest in een goed beschikbare vorm.

2.4.3 Pluimveemestcompost en gedroogde pluimveemestkorrels

Voor de pluimveemestcompost, al dan niet gekorrelt, worden voor P_2O_5 en K_2O dezelfde werkingscoëfficiënten aangehouden als voor de onbewerkte pluimveemest.

2.4.4 Digestaat

Voor het digestaat van pluimveemest worden voor P_2O_5 en K_2O dezelfde werkingscoëfficiënten worden aangehouden als voor de onbewerkte pluimveemest.

2.4.5 Champost

Voor de champost worden voor P_2O_5 en K_2O dezelfde werkingscoëfficiënten aangehouden als voor de onbewerkte pluimveemest.

Tabel 2.3 De gehalten aan P_2O_5 en K_2O in pluimveemest en pluimveemestproducten in kg per ton vers product, en de P- en K-werkingscoëfficiënt.

		P_2O_5	w.c.1 ^{ste} jaar	w.c.meerjarig	K_2O	w.c.
1	As BMC	125	37-100	100	118	100
2.	As meestook					
3	As pluimveehouder					
4-5	Feedstock BMC					
4-5	Strooiselmest	25,6	70	100	18,2	100
4-5	Vleeskuikens	16,6	70	100	19,4	100
6	Pluimveemestcompost	23	70	100	23	100
7	Pluimveemestkorrels	30	70	100	28-30	100
6-7	Spuiwater	-	-	-	-	-
8	Digestaat co-vergisting	14,4	70	100	16,6	100
9	Champost	7,6	70	100	10,0	100

2.5 Organischestofgehalten en aandeel effectieve organische stof

De organische stof in bodem is een belangrijke component van de bodemvruchtbaarheid. Door microbiële omzetting neemt de hoeveelheid organische stof in de bodem, de humus, jaarlijks af. Voor het in stand houden van de humusvoorraad dient er dan ook organische stof aangevuld te worden. Bronnen van organische stof zijn gewasresten, groenbemesters, organische meststoffen, waaronder dierlijke mest, en bodemverbeteraars.

Voor het aanvullen van de voorraad stabiele organische stof in de bodem, de humus, is vooral de hoeveelheid van belang die na een jaar nog in de bodem aanwezig is, ook wel de effectieve organische

stof (EOS) genoemd. Deze wordt berekend met de humificatiecoëfficiënt, de fractie die één jaar na toediening van het vers organisch materiaal nog over is in de bodem.

In praktijk wordt de gift van organische meststoffen vaak bepaald door de hoeveelheid fosfaat die vanuit de gebruiksnormen opgebracht mag worden. Daarom wordt de EOS ook wel uitgedrukt per kg fosfaat in de meststoffen.

De gehalten aan organische stof, de humificatiecoëfficiënt en de effectieve organische stof zijn weergegeven in Tabel 2.4.

2.5.1 Pluimveemestassen

In pluimveemestassen is geen organische stof aanwezig.

2.5.2 Onbewerkte pluimveemest

Voor gangbare organische meststoffen, gewasresten en groenbemesters wordt het aandeel effectieve organische stof gegeven in het handboek bemesting (CBAV, 2016).

2.5.3 Pluimveemestcompost en gedroogde pluimveemestkorrels

Het aandeel effectieve organische stof in de pluimveemestcompost en pluimveemestkorrels is niet bekend maar is hier berekend onder de aanname dat de humificatiecoëfficiënt vergelijkbaar is met die van champost. Champost bestaat grotendeels uit gecomposteerde paarden- en pluimveemest met een aandeel stro, waarbij de compostering gericht is op sanitaire hygiënisatie. Bij het composteerproces worden de makkelijk afbreekbare organische componenten omgezet, waardoor een relatief stabiele organische fractie resteert. Na het toedienen aan de bodem wordt deze stabiele organische fractie gedurende het groeiseizoen langzaam gedeeltelijk omgezet, waardoor de humificatiecoëfficiënt van composten hoog is in vergelijking met verse mest.

2.5.4 Digestaat

Over de afbraak van organische stof in digestaat van vergiste pluimveemest zijn geen gegevens beschikbaar. Bij de vergisting zijn de makkelijk afbreekbare bestanddelen deels afgebroken. In een verkenning naar de bemestende waarde van digestaat houden Van Geel en van Dijk (2013) voor digestaat van mest iets een verhoogde (7,5%) humificatiecoëfficiënt aan ten opzichte van onvergiste mest. Bij het digestaat van de co-vergiste pluimveemest moet daarbij ook rekening gehouden worden met de humificatiecoëfficiënt van de snijmaissilage. Voor de humificatiecoëfficiënt van groene planten wordt 0,2 aangehouden (Van Dijk et al., 2005b), maar aangenomen mag worden dat deze voor vergiste groene planten eveneens hoger is. Het grootste deel (80%) van de organische stof in het digestaat is afkomstig uit de pluimveemest. Uitgaande van een verhoging van de humificatiecoëfficiënt van de uitgangsmaterialen met 7,5% en het gewogen gemiddelde op basis van organische stof aandeel in het digestaat, wordt voor het digestaat een humificatiecoëfficiënt van 0,35 aangenomen.

2.5.5 Champost

Bij het composteerproces worden de makkelijk afbreekbare organische componenten omgezet, waardoor een relatief stabiele organische fractie resteert. Na het toedienen aan de bodem wordt deze stabiele organische fractie gedurende het groeiseizoen langzaam gedeeltelijk omgezet, waardoor de humificatiecoëfficiënt van composten hoger is dan die van met verse mest. De humificatiecoëfficiënt van champost is overgenomen van handboek bemesting (CBAV, 2016).

Tabel 2.4 Aanvoer verse en effectieve organische stof (OS en EOS) en de humificatiecoëfficiënt (H.C.) van pluimveemestproducten in kg per ton product

Route	Product	OS (kg/ton)	H.C. (fractie)	EOS (kg/ton product)	EOS/P ₂ O ₅ (kg/kg P ₂ O ₅)
1	As BMC	-	-	-	-
2.	As meestook	-	-	-	-
3	As pluimveehouder	-	-	-	-
4-5	Feedstock BMC	458	0,35	160	8
4-5	Strooiselmest	359	0,34	122	5
4-5	Vleeskuikens	419	0,36	151	9
6	Pluimveemestcompost	417	0,5	209	9
7	Pluimveemestkorrels	600-650	0,5	300-325	10-11
6-7	Spuiwater	-	-	-	-
8	Digestaat co-vergisting	208	0,35	73	5
9	Champost	211	0,50	106	24

3 Toepassingsmogelijkheden in de landbouwpraktijk

3.1 Inleiding

De toepassingsmogelijkheden van pluimveemestproducten in de praktijk worden grotendeels bepaald door de inpasbaarheid in bemestingsplannen en het bodembeheer. Bij de inpasbaarheid spelen enerzijds de eigenschappen van meststof, gehalten en verhouding NPK, en anderzijds de gewasafhankelijk behoefte, bouwplan, bodemsoort, en de gebruiksnormen en-voorschriften een belangrijke rol. Per product zal aan de hand van de nutriëntengehalten en overige eigenschappen de geschiktheid worden beoordeeld voor gangbare regionale bouwplannen en teelten in de voornaamste afzetgebieden.

Daarbij wordt ook rekening gehouden met gebruiksnormen. In Nederland is de bemesting van landbouwgewassen gelimiteerd door verschillende gebruiksnormen. Deze schrijven voor hoeveel dierlijke mest, stikstof en fosfaat er maximaal bemest mag worden, en zijn een uitwerking van de Europese Nitraatrichtlijn. De gebruiksnorm voor dierlijke mest is ook van toepassing in andere Europese landen.

Om de landbouwkundige waarde van de pluimveemestproducten in de verschillende afzetgebieden te kunnen beoordeling is er inzicht nodig in:

- de meest geteelde akkerbouw- en tuinbouwgewassen; en
- de gewenste bemesting voor deze teelten.

Bij de invulling van de bemestingsadviezen wordt er hier uitgegaan van de volgende aannames:

- er wordt bemest volgens de goede landbouwpraktijk (GLP). Dit houdt onder meer in dat de bemestingsadviezen niet worden onder- of overschreden;
- de gebruiksnormen voor dierlijke mest, N en P worden niet overschreden;
- bij de invulling van de bemesting wordt rekening gehouden met de verschillende N-werkingscoëfficiënten van de pluimveemestproducten zoals gegeven in Hoofdstuk 2;
- uitgaande van de P-gebruiksnorm en gangbare praktijk wordt de P in dierlijke mest en digestaat volledig meegeteld in het jaar van toepassing met een werkingscoëfficiënt van 100% voor P; en
- bij de pluimveemestassen en de composten wordt uitgegaan van de P-werkingscoëfficiënt zoals gegeven in Hoofdstuk 2.

Naast de nutriëntenvoorziening is de organische stofvoorziening van belang voor het handhaven van de bodemvruchtbaarheid. Volgens De Haan (2015) kan effectieve organische stof de opbrengst zodanig verhogen dat dit over meerdere jaren een saldoverschil (bij een vergelijk van twee bouwplannen met geen of veel organische stoftoevoer) geeft €0,80 per kg aangevoerde EOS.

De aanvoer kan worden geleverd door gewasresten, groenbemesters en organische meststoffen en/of bodemverbeteraars. Pluimveemestproducten kunnen ook daaraan een bijdrage leveren. In het algemeen wordt er vanuit gegaan dat een aanvoer van effectieve organische stof (EOS) ter grootte van 2000 kg per ha nodig is om het organische stofgehalte in de bodem op peil te houden (CBAV 2016).

3.2 *Route 1. Assen van thermische conversie pluimveemest als PK meststof in Frankrijk*

De assen van de thermische conversie van pluimveemest bevatten geen N of organische stof. Zij kunnen worden benut als een PK-meststof of gemengd met andere grondstoffen. De pluimveemestassen worden vooral in Noord-Frankrijk als meststof ingezet. Hieronder vallende regio's Nord-Pas-de-Calais, Picardie, Ile-de-France, Champagne, Lorraine en Alsace. Om inzicht te krijgen in de belangrijkste gewassen en de gemiddelde bodemkwaliteit binnen deze Noord-Franse regio's is gebruik gemaakt van gegevens uit Eurostat (Ros et al., 2014a).

3.2.1 Gewassen Noord-Franse regio's

Het belangrijkste gewas in de Noord Franse regio's is graan: circa 57 tot 79% van het aanwezige bouwlandareaal wordt hiervoor gebruikt. Naast deze graangewassen zijn het met name de groen-geogoste gewassen, de industriële gewassen en de wortel- en knolgewassen die het resterende areaal worden geteeld. De relatieve bijdrage van deze groepen varieert per regio. Onder de groen-geogoste gewassen valt onder meer snijmais.

3.2.2 Bemestingsadviezen Noord-Franse regio's

In Frankrijk wordt bij het opstellen van de bemestingsadviezen uitgegaan van de balansmethode. Hierbij wordt de aanvoer en afvoer in evenwicht gebracht.

De gewenste stikstofbemesting wordt berekend door de gewasbehoefte (die afhangt van het type gewas en het N-gehalte in het gewas) te corrigeren voor de hoeveelheid minerale N in de bodem, de N-levering vanuit de bodem gedurende het seizoen, de N-nalevering vanuit gewasresten en dierlijke meststoffen en de N-aanvoer via irrigatiewater.

De bemestingsadviezen voor fosfaat en kalium zijn gebaseerd op de potentiële levering dan wel beschikbaarheid van fosfaat en kalium in de bodem én de verwachte gewasopname. De beoordeling van de P- en K-beschikbaarheid in de bodem wordt uitgevoerd via verschillende extractiemethoden die specifiek zijn voor de regio en grondsoort. Voor elk van deze methoden zijn waarderingsklassen aanwezig die aangeven of een bodem goed of slecht in staat is om fosfaat en kalium beschikbaar te maken voor gewasgroei. In de regio's Alsace, Lorraine en Champagne-Ardenne kan 25 tot 70% van de gronden geclassificeerd worden als een bodem met een lage hoeveelheid beschikbaar fosfaat en kalium. Naast de gewasonttrekking moet daar aanvullend bemest worden om een goede opbrengst te realiseren. De regio's Picardie, Ile-de-France en Nord-Pas-de-Calais zijn relatief rijk in fosfaat en bevatten voldoende kalium.

De berekende gewenste bemesting bij granen op basis van gewasbehoefte en bodemlevering in de verschillende Franse regio's loopt uiteen tussen 140-225 kg N, 35-60 kg P₂O₅ en 30-70 kg K₂O. Hierbij is ervan uitgegaan dat de stro niet wordt verwijderd. In het geval de stro wel van het veld wordt afgevoerd zullen de bemestingsadviezen voor kalium en fosfaat hoger uitvallen.

Voor snijmais ligt de gewenste bemesting op 144 kg N en 40-100 kg P₂O₅ en 45-100 kg K₂O.

3.2.3 Inpassing pluimveemestas als PK meststof

In Tabel 3.1 wordt weergegeven in hoeverre de samenstelling van de pluimveemestas van BMC aansluit bij de gemiddelde bemestingsadviezen in de Noord Franse regio's.

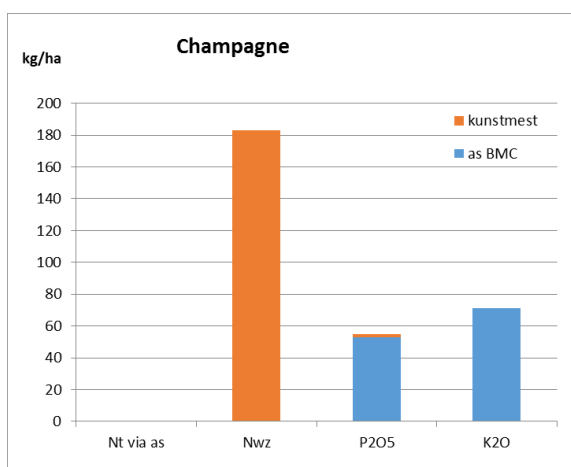
Bij het gebruik van pluimveemestas zal de kali-behoefte in het algemeen leidend zijn voor de hoogte van de bemesting. Bij een bemesting volgens het advies voor kalium kan ook de fosfaatbehoefte voor een groot deel worden ingevuld met de pluimveemestas. De invulling van de N-behoefte moet geheel worden opgevuld met kunstmeststoffen. Hiermee kan desgewenst ook een aanvulling van de fosfaatbemesting plaatsvinden tot aan gewasbehoefte.

Tabel 3.1 Vergelijking van de N-, P- en K-bemestingsbehoefte (kg per ha) van graan en mais in Franse regio's (gebaseerd op regionale bodemtoestanden) en de N-, P- en K-levering vanuit pluimveemestas. (het nutriënt dat maatgevend is voor de gift is vet weergegeven)

	gewasbehoefte			Pluimveemestas*		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Granen laag	140	35	30	0	22	30
Granen hoog	225	60	70	0	52	70
Snijmais laag	145	40	45	0	33	45
Snijmais hoog	145	100	100	0	74	100

* Uitgaande van werkingscoëfficiënt van 70% voor P₂O₅ en 100% voor K₂O

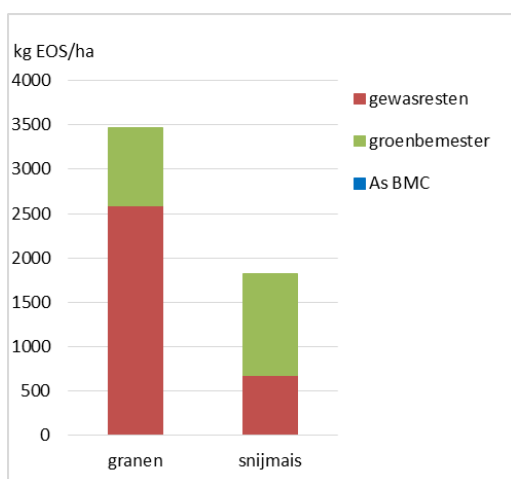
De hoogte van de gewenste kali- en fosfaatgiften verschilt per regio, en deze lopen niet altijd gelijk op. Dit wordt geïllustreerd voor de regio Champagne in Figuur 3.1, waar bij een invulling van de kali-behoefte met de pluimveemestas ook de fosfaatbehoefte nagenoeg wordt ingevuld.



Figuur 3.1 De bijdrage van pluimveemestas BMC aan de N-, P- en K-bemestingsbehoefte bij graan in regio Champagne. De N-, P- en K-levering met de pluimveemestas is in blauw weergegeven en de aanvullende behoefte in rood.

3.2.4 Organische stof pluimveemestas

De pluimveemestas bevat geen organische stof en draagt daarmee niet direct bij aan het in stand houden van de organische stof voorraad in de bodem. De organische stof zal moeten worden aangevuld vanuit andere bronnen. Hierin kan worden voorzien door de gewasresten, het achterlaten van stro bij granen of door het telen van groenbemesters na het hoofdgewas. Geschikte groenbemesters voor granen zijn bladrammenas of gele mosterd, bij snijmais komen raaigras en winterrogge in aanmerking. De aanvoer van effectieve organische stof vanuit de verschillende bronnen is weergegeven in Figuur 3.2, gebaseerd op gegevens van Handboek bodem en Bemesting (CBAV, 2016). Bij de teelt van granen kunnen de gewasresten (inclusief stro) voorzien in een aanvulling van de humus voorraad. Bij de teelt van snijmais is de aanvoer vanuit gewasresten onvoldoende voor het in stand houden van de humusvoorraad. Een geslaagde groenbemester kan een aanvulling leveren. Daarnaast kan organische stof aangevoerd worden met een bodemverbeteraar, zoals compost. De hiermee aangevoerde werkzame N, P en K dient daarbij wel verrekend te worden met de bemesting vanuit de pluimveemestas en N-meststof.



Figuur 3.2 De aanvoer van EOS vanuit de gewasresten bij teelt van granen en snijmais en mogelijke aanvulling vanuit groenbemesters bij bemesting met pluimveemestas BMC.

3.2.5 Conclusie pluimveemestas

Pluimveemestas is een goede PK-meststof waarmee vrijwel volledig aan de fosfaat- en kalibehoeftes kan worden voorzien. De benodigde N moet in aanvulling daarop met een N-kunstmeststof worden aangevuld. Bij het gebruik van as van thermische conversie van pluimveemest moet de organische stof vanuit andere bronnen worden aangevuld.

3.3 Route 2 Thermische conversie pluimveemest als bij-product

De as die in route 2 uit het mengsel van hout en pluimveemest resteert wordt niet als meststof in de landbouw ingezet. Deze wordt dan verder ook buiten beschouwing gelaten.

3.4 *Route 3 Verbranden van pluimveemest op het producerende pluimveebedrijf*

Verbranden van pluimveemestas op het pluimveebedrijf zelf wordt in Nederland momenteel niet toegepast. Aangenomen kan worden dat de samenstelling van de as vergelijkbaar zal zijn aan die van de as van BMC. De as mag in Nederland niet worden benut in de landbouw omdat de gehalten aan koper en zink te hoog zijn voor een toelating als minerale meststof. Voor de afzet als meststof kan worden uitgegaan van een route vergelijkbaar aan die van de BMC assen, (route 1 afzet als PK meststof naar Noord-Frankrijk).

3.5 *Route 4 Aanwending onbewerkte pluimveemest Nederland*

De inzetbaarheid van pluimveemest in de Nederlandse landbouw is in beeld gebracht door een vergelijking te maken van de behoefte aan nutriënten op de bedrijven aan de ene kant en de eigenschappen van pluimveemest aan de andere kant. Daarbij is ook rekening gehouden met de gebruiksnormen. In Nederland is de bemesting van landbouwgewassen gelimiteerd door de gebruiksnormen. Deze schrijven voor hoeveel dierlijke mest, stikstof en fosfaat er maximaal bemest mag worden, en zijn een uitwerking van de Europese Nitraatrichtlijn.

3.5.1 *Bouwplannen in Nederlandse akkerbouwregio's*

Hierbij is gewerkt met een stappenschema welke is ontwikkeld in een studie naar de inpasbaarheid van mestverwerkingsproducten op representatieve akkerbouwbedrijven (Postma et al., 2013). In Nederland worden, op basis van de gemiddelde grondsoort en de gewassen in het bouwplan, vijf akkerbouwregio's onderscheiden, waarbij modelbedrijven met representatieve bouwplannen zijn gedefinieerd (Van Dijk et al., 2012). Uitgegaan wordt van een graanbedrijf op de noordelijke zeeklei (NZK), een pootgoedbedrijf op de centrale zeeklei (CZK) en een consumptieaardappelbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei (ZWK). Voor het Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied is uitgegaan van een bedrijf met een 1:2 teelt van zetmeelaardappelen (NON). Voor het Zuidoostelijk zandgebied is gekozen voor een intensief akkerbouwbedrijf met consumptieaardappelen, suikerbieten en industriegroenten (ZON). Een omschrijving van de bouwplannen per regio wordt gegeven in Bijlage 2.

3.5.2 *Bemestingsadviezen Nederlandse akkerbouwregio's*

De behoefte aan nutriënten voor de modelbedrijven is in beeld gebracht door:

1. Het bepalen van de behoefte aan nutriënten (N, P en K) volgens de bemestingsadviezen, waarbij gebruik wordt gemaakt van beschikbare cijfers van de bodemvruchtbaarheid;
1. Het bepalen van de toegestane aanvoer aan N en P volgens de gebruiksnormen voor dierlijke mest (op basis van het maximum van 170 kg N-totaal per ha) en de gebruiksnormen voor werkzame N en P.
2. Bepalen van de benodigde en maximaal toe te dienen hoeveelheid N-totaal, N-werkzaam, P en K op basis van stappen 1 en 2.

De bemestingsadviezen voor N en P op basis van behoefte van gewassen in bouwplan zijn daarbij gelijk of hoger dan de toegestane gebruiksnormen. De toe te dienen bemesting is daarom voor N en P bepaald vanuit de gebruiksnormen, en voor K op basis van de bemestingsadviezen (Tabel 3.2). In bijlage 2 wordt de afleiding van de bemestingsadviezen en gebruiksnormen voor de verschillende bouwplannen verder toegelicht.

3.5.3 Inpassing pluimveemest als organische NPK-meststof

Voor de 5 modelbouwplannen wordt de gemiddelde N-, P- en K-behoefte op bedrijfsniveau vergeleken met de N-, P- en K-levering uit onbewerkte pluimveemest (kippenstrooiselmest en pluimveemest en de Feedstock van BMC) in Tabel 3.2.

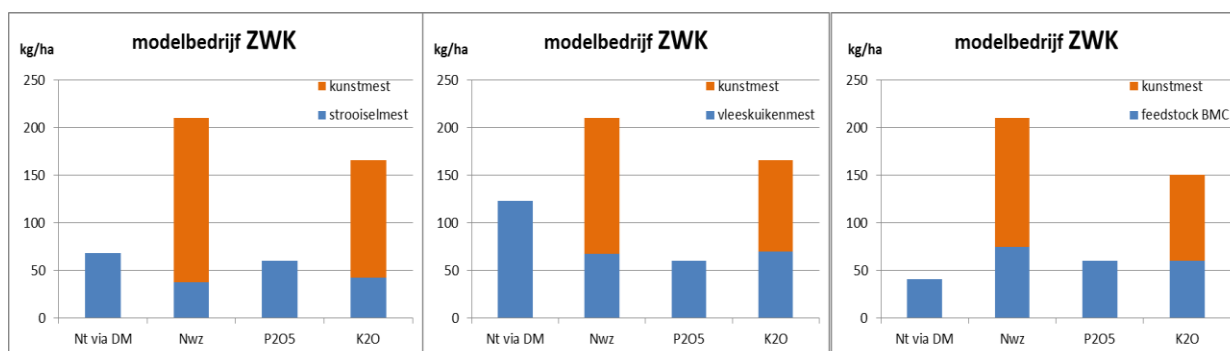
De pluimveemestsoorten leveren naast fosfaat ook kalium en stikstof, maar voor een geslaagde gewasproductie moeten nog flinke hoeveelheden N en K met kunstmest worden aangevoerd. Als organische NPK-meststof bevat pluimveemest in verhouding tot stikstof en kalium te veel fosfaat om aan te sluiten bij de gewasbehoefte.

Tabel 3.2 Vergelijking van de N-, P- en K-behoefte (kg per ha) van de gewassen per modelbouwplan en de N-, P- en K-levering van de pluimveemestsoorten, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de P-gebruiksnorm.

	gewasbehoefte			Strooiselmest*			Vleeskuikenmest*			BMC Feedstock*		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NZK	213	60	150	41	60	43	68	60	69	41	60	60
CZK	165	75	150	51	75	53	84	75	87	51	75	75
ZWK	210	60	150	41	60	43	68	60	69	41	60	60
NON	171	50	200	34	50	36	56	50	58	34	50	50
ZON	140	50	200	34	50	36	56	50	58	34	50	50

* N-werkingscoëfficiënt van 60% voor strooiselmest en 55% voor vleeskuikenmest en feedstock BMC; uitgaande van P-gebruiksnorm wordt hier een werkingscoëfficiënt van 100% voor P₂O₅ aangehouden.

De inpasbaarheid van de kippenstrooiselmest en vleeskuikenmest en Feedstock BMC in het modelbouwplan voor de Zuidwestelijke zeelei is geïllustreerd in Figuur 3.3.



Figuur 3.3 Overzicht van de bijdrage van kippenstrooiselmest, vleeskuikenmest en Feedstock BMC aan de N-, P- en K-voorziening in het modelbouwplan op de zuidwestelijke zeelei (kg/ha). De N-, P- en K-levering met de pluimveemestsoorten is in blauw weergegeven en de aanvullende behoefte in rood

Voor een gift van 50 tot 75 kg P₂O₅ in de vorm van pluimveemest moet zo'n 2,3 tot 3,6 ton pluimveemest worden toegediend. Een dergelijke hoeveelheid vaste mest is moeilijk gelijkmatig uit te spreiden over het

perceel. Dit wordt als een nadeel ervaren door akkerbouwers, de mede daarom vaak de voorkeur geven aan varkens- of runderdrijfmest of vaste mest met lagere nutriëntengehalten. Door het mestoverschot in Nederland is er ruim voldoende aanbod van dierlijke mest om in de vraag van akkerbouwers te voorzien. Door de negatieve prijs van mest is het gunstig om de bemestingsbehoefte op bouwplanniveau voor een groot deel met dierlijke mest op te vullen. Limiterend hierbij zijn de gebruiksnormen voor dierlijke mest en fosfaat.

Pluimveemest heeft een lage N:P verhouding (1,1 voor Feedstock BMC) in vergelijking met varkensmest (1,4-1,8) en runderdrijfmest (2,7). Dat betekent dat er per kg P in varkens- of rundermest ook meer N aangevoerd wordt, waardoor er minder aanvulling van N vanuit andere bronnen nodig is.

3.5.4 Organische stof

Voor de modelbouwplannen van de verschillende akkerbouwregio's is er een overzicht gemaakt van de gemiddelde levering van organische stof vanuit de gewasresten (Tabel 3.3, Bijlage 2). Er zijn een aanzienlijk verschillen tussen de verschillende bouwplannen, waarbij vooral de bouwplannen met granen een hoge aanvulling van effectieve organische stof vanuit de gewasresten hebben. Bij de invulling van de bemestingsbehoefte met pluimveemest wordt er ook effectieve organische stof aangevoerd (Tabel 3.3).

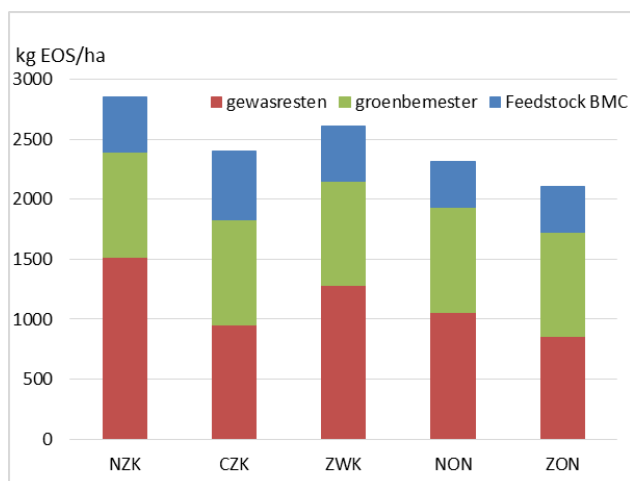
Tabel 3.3 Aanvoer van effectieve organische stof (EOS) met gewasresten en pluimveemest, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de P-gebruiksnorm.

Bouwplan	Gewasrest kg EOS/ha	Kippenstrooiselmest kg EOS/ha	Vleeskuikenmest kg EOS/ha	Feedstock BMC EOS/ha
NZK	1519	285	545	458
CZK	955	357	683	573
ZWK	1280	285	545	458
NON	1057	238	455	382
ZON	853	238	455	382

Een verdere aanvulling van de organische stof kan worden geleverd door het telen van een groenbemester na de oogst van gewas. Bladrammenas en gele mosterd, twee veelgebruikte groenbemers, leveren 3.800 kg OS per hectare, waarvan 865 kg EOS (CBAV, 2016).

De aanvoer vanuit de verschillende bronnen is voor de modelbouwplannen van de verschillende akkerbouwregio's weergegeven in Figuur 3.4. Het grootste gedeelte van de aanvoer van effectieve organische stof wordt geleverd door gewasresten en eventuele groenbemers. Dit is afhankelijk van het bouwplan. Daarbij kan de pluimveemest een aanvulling leveren.

Pluimveemest bevat een hoog gehalte aan (effectieve) organische stof. Omdat de totale gift laag is (2,3 tot 3,6 ton per hectare) blijft de levering van organische stof vanuit pluimveemest beperkt. In praktijk wordt de gift van organische meststoffen (en daarmee de effectieve organische stof EOS) vaak bepaald door de hoeveelheid fosfaat die vanuit de gebruiksnormen opgebracht mag worden. De hoeveelheid EOS per kg pluimveemest is vergelijkbaar aan die van varkensdrijfmest (7 kg EOS per kg mest), maar veel lager dan die in runderdrijfmest (33 kg EOS per kg mest) of compost (62 kg EOS per kg GFT compost) (CBAV, 2016).



Figuur 3.4 De aanvoer van EOS vanuit gewasresten bij modelbouwplannen in de vijf akkerbouwregio's in Nederland, mogelijke aanvulling vanuit groenbemesters en bij bemesting met pluimveemest (Feedstock BMC)

3.5.5 Conclusie

De pluimveemest kan worden gezien als een fosfaatrijk product ten opzichte van stikstof en kalium. Bij een bemesting met pluimveemest zal er aanvullend met N en K bemest moeten worden. Door de hoge gehalten aan droge stof en nutriënten is de pluimveemest moeilijk praktisch toe te passen. Mede hierdoor geven akkerbouwers vaak voorkeur aan andere mestsoorten. Pluimveemest levert ook effectieve organische stof. Met pluimveemest wordt minder effectieve organische stof aangevoerd dan met runderdrijfmest of GFT compost, of vanuit de gewasresten en eventuele groenbemesters.

3.6 Route 5 Aanwending onbewerkte pluimveemest Duitsland

Pluimveemest is een gewilde meststof in de akkerbouw in Duitsland. De Duitse deelstaten die direct grenzen aan Nederland (Nordrhein Westfalen en Niedersachsen) hebben zelf een hoge dierdichtheid. Ook wordt daar een groot deel van het Nederlandse mestoverschot afgezet, waardoor de mestdruk hoog is. Door het hogere gehalte droge stof en de hoge mineralengehalten kan pluimveemest ook over langere afstanden (tot 500 km) rendabel afgezet worden, naar de Duitse deelstaten Rheinland Pfalz, Thüringen, Hessen, Sachsen en Sachsen Anhalt. Het aanbod aan organische meststoffen in deze regio's is lager dan in Nederland. Daarom zijn Duitse akkerbouwers wel bereid te betalen voor dierlijke mest. De nutriënten in de mest worden gebruikt als vervanging van kunstmest, waarbij er tevens een aanvulling van de organische stof geleverd wordt.

De behoefte aan en het gebruik van nutriënten in de Duitse akker- en tuinbouw in de oostelijke deelstaten is recentelijk verkend in Ros et al. (2014b). Aanvullend wordt gebruik gemaakt van gegevens uit Ros et al. (2014c).

3.6.1 Gewassen in Duitse regio's

De belangrijkste gewasgroep in deze Duitse regio's is graan: circa 60% van het aanwezige bouwlandareaal wordt hiervoor gebruikt. Naast deze graangewassen zijn het met name de groen-geogste gewassen (voornamelijk snijmais), de industriële gewassen, en de wortel- en knolgewassen die op het resterende areaal worden geteeld. De relatieve bijdrage van deze groepen varieert per deelstaat.

3.6.2 Bemestingsadviezen in Duitse regio's

In Duitsland wordt bij het opstellen van de bemestingsadviezen uitgegaan van de balansmethode, waarbij 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.

De hoeveelheid stikstof die wettelijk mag worden toegediend wordt berekend via de balansmethodiek waarbij rekening wordt gehouden met de gewasbehoefte, de hoeveelheid minerale stikstof in het voorjaar, de N-werking van de gebruikte meststoffen, de N-levering van de bodem en de nawerking van gewasresten.

De bemesting met fosfaat en kalium hangt onder andere af van de hoeveelheid beschikbare nutriënten in de bodem. Voor fosfaat en kalium wordt de bodemtoestand ingedeeld in 5 vruchtbaarheidsklassen, van hoog tot laag. Gemiddeld valt 55% tot 75% van de bodems onder bouwland in de bodemvruchtbaarheidsklassen laag tot voldoende. Hierbij mag dus op evenwichtsniveau of aanvullend bemest worden. Gemiddeld 10 tot 20% van de bodems valt in de in de hoogste waarderings-klasse: hiervoor is dus geen bemesting nodig.

Op basis van de gemiddelde bodemtoestand ligt het bemestingsadvies voor graan in de Duitse regio's tussen 170-230 kg N, 55-60 kg P₂O₅, en 35 -55 kg K₂O per hectare. Hierbij is ervan uit gegaan dat de stro niet wordt verwijderd. In geval dit stro wordt verwijderd vallen de bemestingsadviezen voor met fosfaat en kalium hoger uit.

Voor snijmais ligt het bemestingsadvies tussen 190-205 kg N, 65-75 kg P₂O₅, en 50 -70 kg K₂O per hectare.

3.6.3 Inpassing pluimveemest als organische NPK meststof

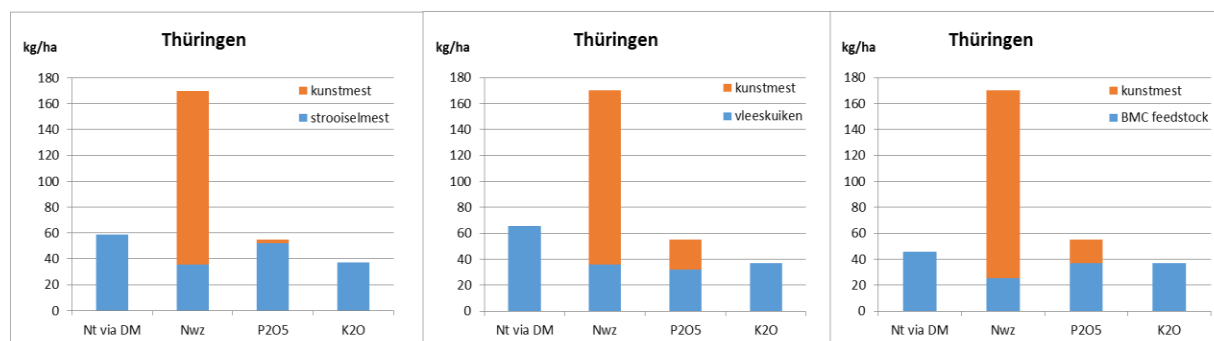
In Tabel 3.4 is aangegeven in hoeverre de gewasbehoefte van de granen en snijmais, de belangrijkste gewassen, met de pluimveemestsoorten kunnen worden ingevuld. Bij gebruik van vleeskuikenmest en Feedstock BMC is de kaliumbehoefte leidend voor de hoogte van de gift, bij kippenstrooiselmest is dat ofwel fosfaat of kalium. Met de pluimveemest kan een groot deel van de fosfaatbehoefte (of kaliumbehoefte bij kippenstrooiselmest) worden opgevuld. Voor stikstof geldt dat niet, daar moet nog een flinke hoeveelheid van de bemestingsbehoefte worden aangevuld met kunstmest.

Tabel 3.4 Vergelijking van de gemiddelde N-, P- en K-behoefte (kg per ha) van graan en mais in Duitse deelstaten en de N-, P- en K-levering van de pluimveemestsoorten, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de P- dan wel K behoefte van gewas. (het nutriënt dat maatgevend is voor de gift is vet weergegeven).

	gewasbehoefte			Strooiselmest*			Vleeskuikenmestmest*			Feedstock BMC*		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Granen	170	55	35	33	49	35	62	30	35	37	35	35
	230	60	55	41	60	43	68	48	55	41	55	55
Snijmais	190	65	50	44	65	46	73	43	50	44	50	50
	205	75	70	51	75	53	84	61	70	51	70	70

* N-werkingscoëfficiënt van 60% voor strooiselmest en 55% voor vleeskuikenmest en feedstock BMC; in analogie met Nederlandse regio's wordt een werkingscoëfficiënt van 100% voor P₂O₅ aangehouden.

De inpasbaarheid van de pluimveemest voor de bemesting van granen is schematisch geïllustreerd in Figuur 3.5 voor de deelstaat Thüringen. Hierbij is het bemestingsadvies voor kalium leidend. Bij het gebruik van strooiselmest word ook de behoefte aan fosfaat daarmee nagenoeg gedekt. Bij gebruik van vleeskuikenmest of de Feedstock BMC moet er nog aanvullend met fosfaat worden bemest. De N-behoefte wordt bij alle pluimveemestsoorten onvoldoende gedekt met de basisbemesting, en moet verder worden aangevuld met N-kunstmest. Bij een aanvulling van N met andere dierlijke mest of organische mest dient de hiermee aangevoerde van P en K verrekend te worden met de pluimveemestgift.



Figuur 3.5 Overzicht van de bijdrage van strooiselmest, vleeskuikenmest en Feedstock BMC aan de N-, P- en K-bemestingsbehoefte bij graan in deelstaat Thüringen. De N-, P- en K-levering met de pluimveemest is in blauw weergegeven en de aanvullende behoefte in rood.

3.6.4 Organische stof

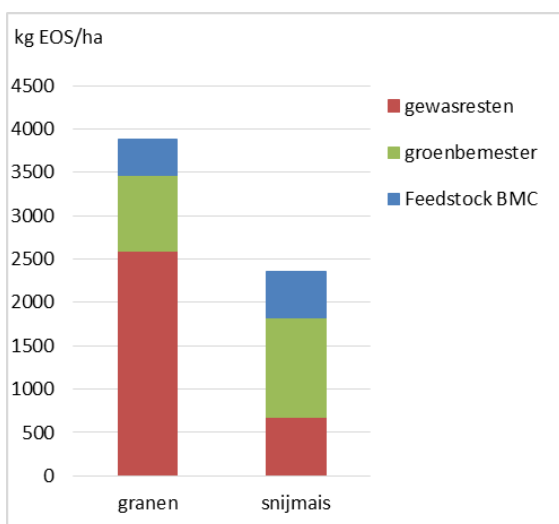
De pluimveemest bevat naast de nutriënten ook organische stof en draagt daarmee bij aan het in stand houden van de organische stof voorraad in de bodem. Vanuit de gewasresten en de teelt van groenbemesters kan een aanzienlijke hoeveelheid organische stof worden aangevoerd. Geschikte groenbemesters voor granen zijn bladrammenas of gele mosterd, bij snijmais komen raaigras en winterrogge in aanmerking.

De aanvoer van effectieve organische stof vanuit de verschillende bronnen is weergegeven in Figuur 3.6. De aanvoer van effectieve organische stof vanuit gewasresten en groenbemesters is gebaseerd op

gegevens van Handboek bodem en Bemesting (CBAV 2016). Bij de teelt van granen kunnen de gewasresten (inclusief stro) voorzien in een aanvulling van de humus voorraad. Bij de teelt van snijmais is de aanvoer vanuit gewasresten onvoldoende voor het in stand houden van de humusvoorraad. Een geslaagde groenbemester kan een goede aanvulling leveren. Met de pluimveemest wordt effectieve organische stof aangevoerd. Deze is, zeker bij granen, laag in vergelijking met gewasresten en groenbemesters.

3.6.5 Conclusie

De pluimveemestsoorten zijn goede organische PK-meststoffen. In bouwplannen met veel granen kan pluimveemest grotendeels voorzien in de behoefte aan fosfaat en kalium. Aanvullend moet worden bemest met een N-kunstmest om te voorzien in de stikstofbehoefte. De pluimveemest draagt bij aan het in stand houden van de humus voorraad door de aanvoer van effectieve organische stof, maar deze aanvoer is lager dan die vanuit gewasresten en groenbemesters.



Figuur 3.6 De aanvoer van EOS vanuit gewasresten bij teelt van granen en snijmais en mogelijke aanvulling vanuit groenbemesters, bij bemesting met pluimveemest (Feedstock BMC).

3.7 Route 6 Gecomposteerde pluimveemest, afzet in Frankrijk

Pluimveemestcompost wordt voornamelijk afgezet in de Noord-Franse regio's. Het aanbod aan organische meststoffen in deze regio's is lager dan in Nederland. Daarom zijn Franse akkerbouwers ook wel bereid te betalen voor dierlijke mest. De nutriënten in de mest worden gebruikt als vervanging van kunstmest, waarbij er tevens een aanvulling van de organische stof geleverd wordt.

Voor de Noord-Franse regio's waar de pluimveecompost wordt afgezet zijn de geteelde gewassen en de behoefte aan nutriënten beschreven onder route 1. Deze gegevens zijn op deze route ook van toepassing en worden niet herhaald.

3.7.1 Inpassing pluimveemestcompost als (N)PK meststof

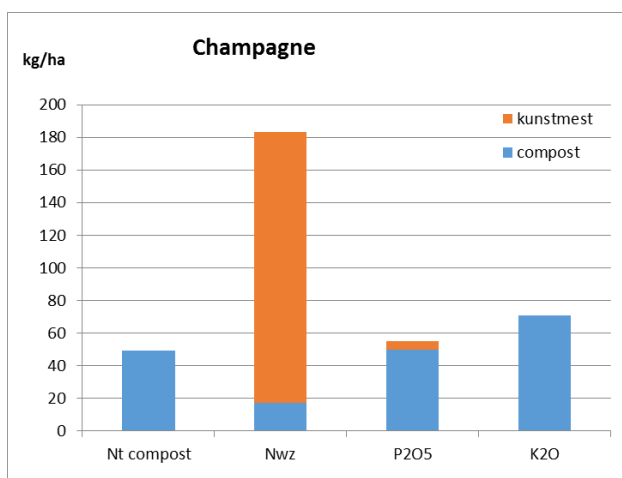
Een vergelijking van de gemiddelde N-, P- en K-behoefte van graan en mais in Franse regio's en de N-, P- en K-levering uit pluimveemestcompost is gegeven in Tabel 3.5. Bij gebruik van pluimveemestcompost is de kaliumbehoefte leidend voor de hoogte van de gift. Met de pluimveemestcompost kan daarbij ook een groot deel van de fosfaatbehoefte worden opgevuld. Voor stikstof geldt dat niet, daar moet de bemestingsbehoefte grotendeels worden aangevuld met kunstmest. Bij een aanvulling van N met andere dierlijke mest of organische mest dient de hiermee aangevoerde van P en K verrekend te worden met de pluimveemestgift.

Tabel 3.5 Vergelijking van de gemiddelde N-, P- en K-behoefte (kg per ha) van graan en mais in Franse regio's en de N-, P- en K-levering uit pluimveemestcompost, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de K behoefte van gewas. (het nutriënt dat maatgevend is voor de gift is vet weergegeven).

	gewasbehoefte			Pluimveemestcompost*		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Granen laag	140	35	30	9	21	30
Granen hoog	225	60	70	15	49	70
Snijmais laag	145	40	45	10	32	45
Snijmais hoog	145	100	100	24	70	100

* Uitgaande van werkingscoëfficiënt van 70% voor P₂O₅ en 35% voor N

Voor de regio Champagne is dit vervolgens geïllustreerd in Figuur 3.7.



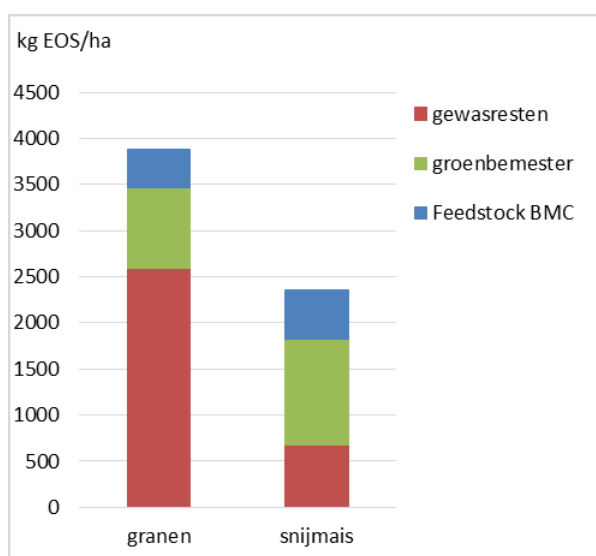
Figuur 3.7 De bijdrage van pluimveecompost aan de N-, P- en K-bemestingsbehoefte bij graan in regio Champagne. De N-, P- en K-levering met de pluimveemestcompost is in blauw weergegeven en de aanvullende behoefte in rood.

3.7.2 Organische stof

De pluimveemestcompost bevat naast de nutriënten ook effectieve organische stof en draagt daarmee bij aan het in stand houden van de organische stof voorraad in de bodem. Vanuit de gewasresten en de teelt van groenbemesters kan een aanzienlijke hoeveelheid organische stof worden aangevoerd.

Geschikte groenbemesters voor granen zijn bladrammenas of gele mosterd, bij snijmais komen raaigras en winterrogge in aanmerking.

De aanvoer van effectieve organische stof vanuit de verschillende bronnen is weergegeven in Figuur 3.8. De aanvoer van effectieve organische stof vanuit gewasresten en groenbemesters is gebaseerd op gegevens van Handboek bodem en Bemesting (CBAV, 2016). Bij de teelt van granen kunnen de gewasresten (inclusief stro) voorzien in een aanvulling van de humus voorraad. Bij de teelt van snijmais is de aanvoer vanuit gewasresten en groenbemester onvoldoende voor het in stand houden van de humusvoorraad. De pluimveemestcompost kan aanvullend een relatief hoge gift aan effectieve organische stof leveren. Pluimveemestcompost bevat in vergelijking met onbewerkte mest een hoger gehalte effectieve organische stof. Door de hoge gehalten aan nutriënten in vergelijking met plantaardige GFT is de hoeveelheid pluimveemestcompost die opgebracht kan worden beperkt.



Figuur 3.8 De aanvoer van EOS vanuit gewasresten bij teelt van granen en snijmais en mogelijke aanvulling vanuit groenbemesters, bij bemesting met pluimveemestcompost.

3.7.3 Conclusie

Pluimveemestcompost is een goede organische PK meststof waarmee de fosfaat en kaliumbehoefte geheel of grotendeels kan worden opgevuld. De stikstofbehoefte moet grotendeels worden aangevuld met N-kunstmest. Door de relatief hoge gehalten aan effectieve organische stof in vergelijking met onbewerkte pluimveemest levert pluimveemestcompost een effectieve bijdrage aan de benodigde aanvoer van effectieve organische stof.

3.8 Route 7 Pluimveemestkorrels,

Gedroogde mestkorrels worden wereldwijd afgezet. Afhankelijk van het beoogde gewas, de grondsoort en bodemtoestand zal de gewenste samenstelling van de organische meststof variëren. Daarop wordt door de producenten ingespeeld door voor het korrelen de pluimveemest te mengen met andere meststoffen, waardoor de samenstelling wordt aangepast aan de bemestingsbehoefte.

Verkorrelde mest heeft als voordeel dat het met de gangbare kunstmeststrooiers in één werkgang kan worden uitgereden. Dit is kostenbesparend ten opzichte van het uitrijden van niet-verwerkte mest of

compost, wat wordt uitgevoerd met een stalmeststrooier.

Doordat zowel de afzet als de samenstelling variëren is het niet mogelijk om een gedetailleerde vergelijking van de landbouwkundige waarde te geven. Algemeen kan wel worden gesteld dat de pluimveemestkorrels een goede PK-meststof zullen zijn, die daarnaast effectieve organische stof leveren. Afhankelijk van de situatie ter plekke is aanvullend mogelijk nog aanvullend N en K nodig.

3.9 Route 8 Digestaat van co-vergisting pluimveemest (Duitsland)

Een (onbekend) deel van de onbewerkte pluimveemest die naar Duitsland wordt geëxporteerd wordt toegepast in vergistingsinstallaties. Digestaat van de vergisting van pluimveemest en snijmaissilage kan zonder verdere nabewerking als meststof, Wirtschaftsdünger, worden toegepast. Voor de behoefte aan nutriënten in de Duitse akkerbouw wordt hier uitgegaan van de beschrijving zoals gegeven bij route 5.

3.9.1 Inpassing digestaat als organische NPK meststof

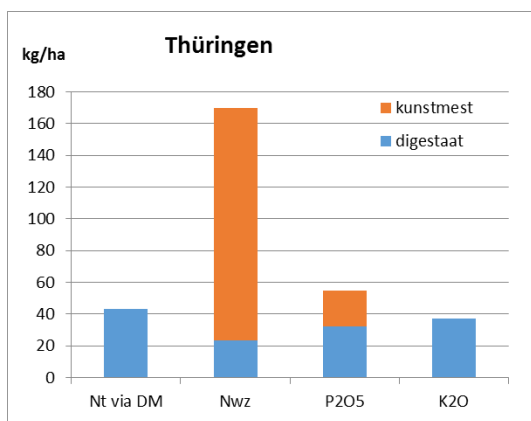
In Tabel 3.6 is aangegeven in hoeverre de gewasbehoefte van de granen en snijmais, de belangrijkste gewassen, met het digestaat kan worden ingevuld. De kaliumbehoefte is daarbij leidend voor de gift, waarbij tevens een groot deel van de fosfaatbehoefte wordt ingevuld. Voor stikstof geldt dat niet, daar moet nog een flinke hoeveelheid van de bemestingsbehoefte worden aangevuld met kunstmest. Bij een aanvulling van N en P met andere dierlijke mest of organische mest dient de hiermee aangevoerde K verrekend te worden met de pluimveemestgift.

Tabel 3.6 Vergelijking van de gemiddelde N-, P- en K-behoefte (kg per ha) van graan en mais in Duitse regio's en de N-, P- en K-levering uit digestaat, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de K behoefte van gewas. (het nutriënt dat maatgevend is voor de gift is vet weergegeven)

	gewasbehoefte			digestaat		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Granen laag	170	55	35	34	30	35
Granen hoog	230	60	55	41	48	55
Snijmais laag	190	65	50	44	43	50
Snijmais hoog	205	75	70	51	61	70

* N-werkingscoëfficiënt van 60% voor strooiselmest en 55% voor vleeskuikenmest en feedstock BMC; in analogie met Nederlandse regio's wordt werkingscoëfficiënt van 100% voor P₂O₅ aangehouden.

De inpasbaarheid van het digestaat voor de bemesting van granen is schematisch geïllustreerd voor de deelstaat Thüringen in Figuur 3.9.

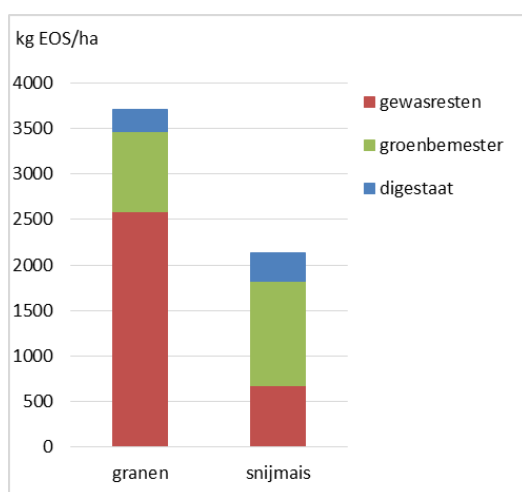


Figuur 3.9 De bijdrage van digestaat aan de N-, P- en K-bemestingsbehoefte bij graan in regio Thüringen. De N-, P- en K-levering met de digestaat is in blauw weergegeven en de aanvullende behoefte in rood.

3.9.2 Organische stof

Digestaat bevat naast de nutriënten ook organische stof en draagt daarmee bij aan het in stand houden van de organische stof voorraad in de bodem. Vanuit de gewasresten en de teelt van groenbemesters kan een aanzienlijke hoeveelheid organische stof worden aangevoerd. Geschikte groenbemesters voor granen zijn bladrammenas of gele mosterd, bij snijmais komen raaigras en winterrogge in aanmerking.

De aanvoer van effectieve organische stof vanuit de verschillende bronnen is weergegeven in Figuur 3.10. De aanvoer van effectieve organische stof vanuit gewasresten en groenbemesters is gebaseerd op gegevens van Handboek bodem en Bemesting (CBAV, 2016). Bij de teelt van granen kunnen de gewasresten (inclusief stro) voorzien in een aanvulling van de humus voorraad. Bij de teelt van snijmais is de aanvoer vanuit gewasresten onvoldoende voor het in stand houden van de humusvoorraad. Een geslaagde groenbemester kan een goede aanvulling leveren. Met het digestaat wordt effectieve organische stof aangevoerd. Deze is, zeker bij granen, laag in vergelijking met gewasresten en groenbemesters, en ook lager dan met een vergelijkbare gift onbewerkte mest aangeleverd zou worden.



Figuur 3.10 De aanvoer van EOS vanuit gewasresten bij teelt van granen en snijmais en mogelijke aanvulling vanuit groenbemesters, bij bemesting met digestaat.

3.9.3 Conclusie

Met het digestaat kan een pluimveemestsoorten zijn goede organische PK-meststoffen. In bouwplannen met veel granen kan pluimveemest grotendeels voorzien in de behoefte aan fosfaat en kalium. Aanvullend moet worden bemest met een N-kunstmest om te voorzien in de stikstofbehoefte. De pluimveemest draagt bij aan het in stand houden van de humus voorraad door de aanvoer van effectieve organische stof, maar deze aanvoer is lager dan die vanuit gewasresten en groenbemesters.

3.10 Spuiwater uit luchtzuiveringsinstallatie van pluimveemestcompostering

Het spuiwater van de luchtzuiveringsinstallaties van de compostering van pluimveemest kan in Nederland worden toegepast als vloeibare N-(S) meststof. Daarmee kan een deel van de kunstmest-N gift worden vervangen.

3.11 Route 9 Champost

Champost wordt voor het overgrote deel geëxporteerd naar akkerbouwers in Duitsland, voornamelijk in Nordrhein Westfalen. Voor de behoefte aan nutriënten in de Duitse akkerbouw wordt hier uitgegaan van de beschrijving zoals gegeven bij route 5.

3.11.1 Inpassing champost als organische NPK meststof

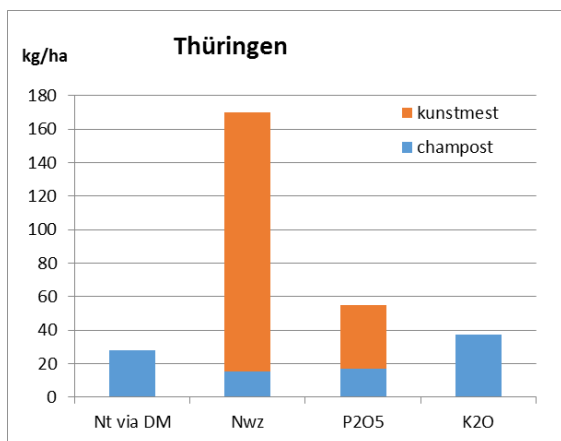
In Tabel 3.7 is aangegeven in hoeverre de gewasbehoefte van de granen en snijmais, de belangrijkste gewassen, met de champost kan worden ingevuld. De kaliumbehoefte is daarbij leidend voor de gift. Voor stikstof en fosfaat betekent dat dat er nog een aanzienlijke hoeveelheid van de bemestingsbehoefte moet worden aangevuld met een NP-meststof.

Tabel 3.7 Vergelijking van de gemiddelde N-, P- en K-behoefte (kg per ha) van graan en mais in Duitse regio's en de N-, P- en K-levering uit champost, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de K behoefte van gewas. (het nutriënt dat maatgevend is voor de gift is vet weergegeven)

	gewasbehoefte			champost		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Granen laag	170	55	35	9	11	35
Granen hoog	230	60	55	15	17	55
Snijmais laag	190	65	50	13	16	50
Snijmais hoog	205	75	70	19	22	70

* Uitgaande van werkingscoëfficiënt van 70% voor P₂O₅ en 35% voor N

Voor de regio Thüringen is dit geïllustreerd in Figuur 3.11.

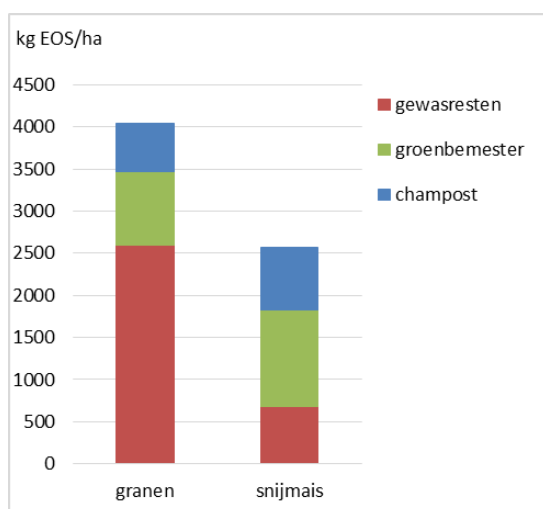


Figuur 3.11 De bijdrage van champost aan de N-, P- en K-bemestingsbehoefte bij graan in regio Thüringen. De N-, P- en K-levering met de champost is in blauw weergegeven en de aanvullende behoefte in rood.

3.11.2 Organische stof

De champost bevat naast de nutriënten ook effectieve organische stof en draagt daarmee bij aan het in stand houden van de organische stof voorraad in de bodem. Vanuit de gewasresten en de teelt van groenbemesters kan eveneens een aanzienlijke hoeveelheid organische stof worden aangevoerd. Geschikte groenbemesters voor granen zijn bladrammenas of gele mosterd, bij snijmais komen raaigras en winterrogge in aanmerking.

De aanvoer van effectieve organische stof vanuit de verschillende bronnen is weergegeven in Figuur 3.12. De aanvoer van effectieve organische stof vanuit gewasresten en groenbemesters is gebaseerd op gegevens van Handboek bodem en Bemesting (CBAV, 2016). Bij de teelt van granen kunnen de gewasresten (inclusief stro) voorzien in een aanvulling van de humus voorraad. Bij de teelt van snijmais is de aanvoer vanuit gewasresten en groenbemester onvoldoende voor het in stand houden van de humusvoorraad. De champost kan aanvullend effectieve organische stof leveren. Champost bevat in vergelijking met onbewerkte mest een hoog gehalte effectieve organische stof per kg fosfaat, (24 kg EOS per kg mest). Deze is lager dan die van GFT compost (62 kg EOS per kg compost) (CBAV, 2016), waardoor de hoeveelheid effectieve organische stof die opgebracht kan worden ook lager is in vergelijking met GFT compost.



Figuur 3.12 De aanvoer van EOS vanuit gewasresten bij teelt van granen en snijmais en mogelijke aanvulling vanuit groenbemesters, bij bemesting met champost.

3.11.3 Conclusie

Champost bevat relatief hoge gehalten kalium ten opzicht van fosfaat of stikstof. Bij het invullen van de bemestingsbehoefte moet nog een aanzienlijke hoeveelheid van de bemestingsbehoefte moet worden aangevuld met een NP-meststof. Champost levert meer effectieve organische stof dan onbewerkte mest, maar minder dan met een gangbare GFT compost kan worden gegeven.

3.12 Samenvattende conclusies

- Pluimveemestproducten zijn, in zowel onbewerkte als bewerkte vorm, goede basismeststoffen waarmee vooral een invulling wordt gegeven aan de fosfaat- en kaliumbehoefte van gewassen.
- De pluimveemestassen zijn een goede basis PK meststof.
- De (on)bewerkte pluimveemest leveren naast P en K ook N en organische stof.
- De bijdrage van pluimveemest aan de totale N-bemesting en de aanvulling van de organische stof is beperkt.
- Bij zowel pluimveemestas als pluimveemest moet het overgrote deel van de N-behoefte met kunstmest-N worden aangevuld.
- De N:P ratio in de pluimveemest is lager dan die in runderdrijfmest en varkensmest. Bij gebruik van pluimveemest in plaats van de in Nederland meer gangbare runderdrijfmest en varkensdrijfmest moet daardoor meer N uit kunstmest worden aangevoerd.
- Door de hoge P-gehalten in onbewerkte pluimveemest wordt met een kleine gift reeds de P-gebruiksnorm ingevuld. Bij een kleine gift is een gelijkmatige toepassing moeilijk uit te voeren.
- Voor het in stand houden van de organische stof in de bodem moet effectieve organische stof aangevoerd worden. Het grootste deel kan vanuit gewasresten en groenbemesters aangevoerd worden. Hierop kan pluimveemest een aanvulling bieden.
- Onbewerkte en bewerkte pluimveemest bevat naast een hoog gehalte aan effectieve organische stof ook hoge gehalten aan nutriënten waardoor de totale gift wordt beperkt.

- Compost maar ook runderdrijfmest hebben een hoger gehalte effectieve organische stof per kg fosfaat dan pluimveemestproducten, waardoor er meer effectieve organische stof per gift wordt aangebracht.

4 Bronnen

- Amanullah MM, Yassin MM, Somasundaram E, Vaiyapuri K, Sathyamoorthi K & Pazhanivelan N (2006) Availability in Fresh and Composted Poultry Manure. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 2(6): 406-409
- Baars J, Sonnenberg ASM, de Visser PHB, de Blok C (2013) Champignonproject Input-output Fase III : Bijvoeden en vulgewicht. PRI Plant Breeding/WUR Glastuinbouw (Rapporten PRI 2013-1)
- BMC 2016 <http://www.bmcmoerdijk.nl/nl/over-bmc/bedrijfsproces.htm>
- CBAV (2016) Handboek bodem en bemesting, <http://www.handboekbodembemesting.nl>
- DBFZ (2012) Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare Energien-Gesetz (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse Kurztitel: Stromerzeugung aus Biomasse. Endbericht zur EEG-Periode 2009 bis 2011. DBFZ Report 12
- Duindam J.W., G. J. Elsinga, W. Bijlsma en W. Elsinga (P.B. Elsinga Beleidsplanning en Innovatie bv) en C.M. Dierikx en K.T. Veldman (Centraal Veterinair Instituut). (2012) Eindrapport van onderzoek naar afdoding ESBL in pluimveemest in composterings- en vergistingsinstallaties in Nederland. E&I Rapportnummer: 20120501
- Den Ouden 2016 <https://nl.fermofeed.com/producten/organische-meststoffen/organische-meststof-4-3-3>, website geraadpleegd 15 02 2016
- De Haan J et al., 2013 Eindrapportage Organische meststoffen: samenstelling en werking. Via: Kennisakker <http://www.kennisakker.nl/kenniscentrum/document/organische-nieuwe-meststoffen-gewenste-samenstelling-en-werking>
- De Haan J, 2015 Organische stof, meer waard dan je denkt. Presentatie Bodem Anders Den Bosch, 20 maart 2015 <http://edepot.wur.nl/339399>
- INAGRO 2015 http://www.spuiwater.be/uploads/documents/9_Inagro_bemestingmetspuiwater.pdf
- Komeco 2016 <http://www.komeco.nl/index.php?pageid=520&taalcode=NL&prodid=2>, website geraadpleegd 15 02 2016
- Postma R, Van Rotterdam-Los D, Schils R, Zwart K, Van Erp P (2013) Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaateffecten van producten van mest. NMI-rapport 1473. Wageningen
- Preusch PL, Adler PL, Sikora LJ & Tworowski TW (2002) Nitrogen and phosphorus availability in composted and uncomposted poultry litter. Journal of Environmental quality 31(6), 2051-2057.
- Ros GH, Van Schöll L en Postma R. (2014a) Optimale samenstelling meststof voor de Franse en Duitse akker- en tuinbouw. Intern NMI rapport 1522.N.13 Wageningen
- Ros GH, Van Schöll L & Postma R. (2014b) Marktmogelijkheden voor mestproducten in het oosten van Duitsland NMI rapport 1568.N.14. Wageningen
- Ros GH, Van Schöll L & Bussink DW (2014c) Marktmogelijkheden mestkorrels voor Duitse en Zuid-Engelse markt. Intern NMI rapport 1570.N.14 Wageningen
- Reinhold 2005 Richtwerte für den Masseabbau und den TS-Gehalt nach der Vergärung für unterschiedliche Einzelsubstrate. Langfassung der Veröffentlichung Reinhold, G.: „Genau bilanzieren“ Neue Landwirtschaft Heft 12/2005, 68-72
- RVO Tabel 9 Forfaitaire opbrengst en stikstof- en fosfaatgehalten in ruwvoer en enkelvoudig diervoer 2015-2017. <http://www.rvo.nl/onderwerpen/agrarisch-ondernemen/mest-en-grond/mest-en-grond/publicaties/tabellen-en-normen>
- Tiquia SM, Tam NFY (2002) Characterization and composting of poultry litter in forced-aeration piles Process Biochemistry 37 (2002) pp. 869–880
- Van Geel W, Van Dijk W (2013) Toepassing van digestaat in de landbouw: bemestende waarde en risico's; Deskstudie in het kader van Energierijk. PPO-rapport 565. Acrres, Wageningen UR, 26p
- Van Dijk W, Conijn JG, Huijsmans JFM, Van Middelkoop JC, & Zwart KB (2005a) Onderbouwing N-

werkingscoëfficiënt organische mest; Studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen. PPO publicatienr. 339

Van Dijk W, Van Dam AM, Van Middelkoop JC, De Ruijter FJ & Zwart KB (2005b) Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt overige organische meststoffen; studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen. PPO-publicatienr. 343

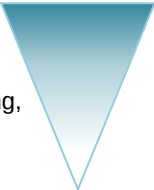
Van Dijk W, Spruijt J, Runia W, Van Geel W (2012) Verruiming vruchtwisseling in relatie tot mineralenbenutting, bodemkwaliteit en bedrijfseconomie op akkerbouwbedrijven. PPO publicatienr. 527

Van Schooten HA, Van Schöll L, Van Dijk W, Van Middelkoop, Den Boer DJ (2011) Doeltreffend kali-bemestingsadvies voor snijmaïs. Rapport 500 WUR Lifestock Research

Bijlage 1 Fosfaatwerking van assen van pluimveemest

1. Achtergrond bepaling fosfaatwerking

De beschikbaarheid van fosfaat en kalium in anorganische meststoffen zoals de pluimveemestas kan worden gekarakteriseerd door de oplosbaarheid van de verbindingen. Als bekend is in welke vorm/verbinding de nutriënten aanwezig zijn, kan daarover vaak al een eerste uitspraak worden gedaan. Ook kan de oplosbaarheid van de nutriënten experimenteel worden bepaald, b.v. in extracties en/of uitloog-experimenten. De oplosbaarheid van anorganische fosfaatmeststoffen, en daarmee de beschikbaarheid van fosfaat, wordt in het algemeen gekarakteriseerd door het gebruik van oplosmiddelen met een verschillende sterkte. Gerangschikt van sterke naar zwakke oplosmiddelen zijn dat:

- mineraalzuur		totaal-P
- 2% citroenzuur,		
- neutraal ammoniumcitraat-oplossing,		in 1 ^{ste} vegetatieperiode beschikbaar
- alkalisch ammoniumcitraat en		
- water		direct beschikbaar

Daarbij wordt aangenomen dat met name de extracties in water en neutraal ammoniumcitraat een goede indicatie zijn voor de hoeveelheid beschikbare fosfaat (Roy et al., 2006). De fractie wateroplosbaar geeft daarbij de direct beschikbare fosfaat aan, de fracties oplosbaar in neutraal ammoniumcitraat en citroenzuur correleren met de hoeveelheid beschikbare fosfaat gedurende groeiseizoen.

De beschikbaarheid van nutriënten in de bodem voor planten hangt naast de oplosbaarheid van meerdere zaken af, aangezien het betreffende nutriënt allerlei reacties aan kan gaan met verbindingen die reeds in de bodem aanwezig zijn. Zo is de grondsoort van belang, aangezien de oplosbaarheid van een bepaalde verbinding afhankelijk kan zijn van de pH. Bij de toediening van goed oplosbare fosfaatmeststoffen aan landbouwgrond worden de goed oplosbare fosfaatverbindingen in de bodem vrij snel omgezet in slecht oplosbare verbindingen, waardoor het aandeel van de toegediende fosfaat dat door planten kan worden opgenomen in het algemeen laag is, in praktijk rond de 10% (Dekker & Postma, 2008). Ook kunnen planten verschillen in het vermogen nutriënten in de grond beschikbaar te maken, b.v. door het uitscheiden van zuren door de wortels. Bij meerjarige toediening speelt daarnaast ook de nawerking een rol. De nutriënten-beschikbaarheid voor planten wordt dan ook vaak proefondervindelijk wordt vastgesteld door het effect van de nutriëntengift op de opbrengst of de nutriëntenopname door het gewas vast te stellen in potproeven.

2. Oplosbaarheid van fosfaatmeststoffen

De oplosbaarheid van de pluimveemestas van BMC in verschillende extractiemiddelen is onlangs onderzocht door Ehlert en Nelemans (2015a,b). Deze waarden zijn weergegeven in Tabel 1 in vergelijking met de oplosbaarheid van enkele fosfaatmeststoffen en van een pluimveemestas zoals gevonden in een proef door Yusiharni et al. (2007). Te zien valt dat het totale gehalten en de directe oplosbaarheid (gekaracteriseerd door fractie water oplosbaar) van de gangbare fosfaatmeststoffen hoger uitvallen dan

die van pluimveemestas. De pluimveemestas lijkt daarmee niet geschikt als een startmeststof. Op basis van de gehalten oplosbaar in neutraal ammoniumcitraat en citroenzuur kan wel verwacht worden dat de fosfaat gedurende het groeiseizoen voor het gewas beschikbaar komt.

Tabel 1. De oplosbaarheid van fosfaat (in %) en totaalgehalten (g P₂O₅ per 100 g product) in de anorganische meststoffen monocalciumfosfaat (MCP), dicalciumfosfaat (DCP), superfosfaat (SP), en triple superfosfaat (TSP), de as van BMC en . De hoeveelheid P bepaald met mineraalzuur is op 100% gesteld.

<i>Oplosmiddel</i>	<i>Meststof</i>					
	<i>MCP*</i>	<i>DCP**</i>	<i>SP*</i>	<i>TSP**</i>	<i>pluimveemest-as***</i>	<i>pluimveemestas BMC**</i>
<i>Water</i>	96		76	93	6	<0,01
<i>Alkalisch ammoniumcitraat</i>	95	84	83		39	26
<i>Neutraal ammoniumcitraat</i>	97		84	94	55	52
<i>2% citroenzuur</i>	98		88		81	76
<i>Mineraalzuur</i>	100	100	100	100	100	100
<i>Totaal P-gehalte, g P₂O₅ per 100 g product</i>	57	43	21	46,4	4,75	9,62 [#]

[#] Het totaalgehalte aan fosfaat in de pluimveemestas BMC in de studie van Ehlert en Nelemans was lager dan het meerjarige mediaanwaarde gebaseerd op wekelijkse monsternamen door BMC (Tabel 2.1), maar ligt nog binnen de minimale-maximale bandbreedte van de wekelijkse analyses.

Bronnen: *MCP en superfosfaat: Kratz & Schnug (2009)**DCP, TSP en pluimveemestas BMC: Ehlert & Nelemans (2015a,b), ***As pluimveemest Yusiharni et al., 2007

3. Proeven naar fosfaatbeschikbaarheid pluimveemestassen

In potproeven waarin de fosfaatwerking van assen van thermische conversie (waaronder pluimveemestassen) is onderzocht wordt in het algemeen en lagere werkingscoëfficiënt gevonden dan van de referentiemeststoffen, maar daarbij zijn er verschillen tussen assen van verschillende herkomst (Postma et al., 2011). Er zijn enkele potproeven uitgevoerd waarbij specifiek de assen van thermische conversie van pluimveemest zijn onderzocht. Voor de pluimveemestas van BMC is de beschikbaarheid en de werkingscoëfficiënt van de fosfaat en kalium recentelijk onderzocht door Ehlert en Nelemans (2015a,b,c,d).

Ehlert en Nelemans (2015a) hebben een potproef uitgevoerd waarin de P-werkzaamheid van de pluimveemestas van BMC is vergeleken met dicalciumfosfaat en triple superfosfaat als referentie meststoffen. Giften kwamen overeen met 0-45-90-135-270 kg P₂O₅ per hectare. Het testgewas was raaigras (*Lolium perenne* L.), waarvan 5 snedes zijn geoogst. Verse en droge opbrengsten hadden een positieve respons op het type meststof en de hoogte van de gift in de eerste twee (droge opbrengst) of derde (versopbrengst) snedes, maar de totale opbrengst werd niet beïnvloed door meststof type of hoogte van de P gift. De totale opname en concentratie van P in bovengrondse delen werden significant beïnvloed door meststofftype en hoogte van de gift. De referentie-meststoffen gaven in de eerste snede en de pluimveemestas in de tweede en derde snede een hogere opname. Algemeen was totale P-opname bij pluimveemestas gelijk is aan die van de referentie-meststof TSP. De P-opname vanuit de

meststoffen was tussen 3-7% en was niet verschillend tussen pluimveemestas en referentiemeststof. De resultaten tonen een vergelijkbare fosfaatwerkzaamheid van pluimveemestas en TSP.

Ehlert en Nelemans (2015b) voerden tevens een parallelle potproef uit met groene boon (*Phaseolus vulgaris* L.). Giften kwamen overeen met 0-58-117-175-350 kg P₂O₅ per hectare. Zowel pluimveemestas van BMC als de referentiemeststoffen gaven hogere opbrengsten in vergelijking met de controle zonder meststof. Verhoging van de meststofgift gaf een verhoogde fosfaatopname. De opbrengsten bij de hoogste dosering waren aanzienlijk hoger is dan bij de lagere giften. De fosfaatopname door de bonen was bij pluimveemestas lager dan bij triple superfosfaat, en vergelijkbaar aan de opname bij dicalciumfosfaat. De totale fosfaatopname uit de meststoffen was erg laag: 1 tot en met 2.7%. De fosfaatwerking van pluimveemestas ten opzichte van TSP was 37%.

De verschillen tussen de twee proeven van Ehlert en Nelemans (2015 a,b) lijken te wijzen op een gewasafhankelijke P-werking van de pluimveemestas: het raaigras was in staat om uit de pluimveemestas een hoeveelheid P op te nemen die vergelijkbaar was aan die uit de triple superfosfaat, terwijl -bij een verder gelijke proefopzet- de opname van P uit pluimveemestas door groene boon sterk achterbleef bij die uit triple superfosfaat.

In Engeland wordt een as van thermische conversie van pluimveemest als PK meststof op de markt gebracht onder de naam Fibrophos. Richardson (1993) heeft een proef uitgevoerd met raaigras waarbij de werking van deze pluimveemestas is vergeleken met andere meststoffen, waaronder TSP. Er werd gewerkt met twee gronden met een zeer lage P beschikbaarheid en pH's van 6,4 en 8,2. De groei en fosfaatopname in de controlebehandeling zonder P-bemesting bleef na drie maanden (4^{de} snede) significant achter bij de groei en P-opname bij de behandelingen met P-bemesting. Pluimveemestas en TSP hadden een vergelijkbare P-opname en groeirespons.

Faridullah et al. (2009a) hebben gekeken naar de P-beschikbaarheid vanuit pluimveemestas in Japan. De assen zijn gevormd bij verschillende temperaturen (0, 200, 400, 600, 800 en 900 °C). De effecten op de groei en opbrengst van knolraap (Japanse mosterd spinazie) werden gedurende een periode van 3 weken gevolgd. De P-gift met de assen kwam overeen met 100 kg P per ha. N en K werden eveneens toegediend op een niveau van 100 kg per ha. Er was een duidelijk effect van de temperatuur waarbij de thermische conversie werd uitgevoerd op de samenstelling van de assen, die voor een deel werd veroorzaakt door een toenemend verlies aan organische stof met hogere temperaturen. Het hoogste P-gehalte werd aangetroffen in de as die was gevormd bij een temperatuur van 600 °C. De hoogste opbrengst werd verkregen bij de as die is gevormd bij 400 °C.

Codling et al. (2002) hebben de P-beschikbaarheid in pluimveemestas bestudeerd in een potproef met tarwe. Er zijn twee gronden met uiteenlopende pH (ca. 4,2-4,5 en 6,5) onderzocht. De P-giften waren gelijk aan 0, 39 en 78 kg P per ha en naast de as was er als referentiemeststof kaliumfosfaat aanwezig. De opbrengst reageerde vooral op pH en minder sterk op de P-gift. Toch was er vooral bij de bekalkte grond (met hoge pH) een duidelijk effect van de P-gift op de opbrengst. De effectiviteit van de P in de as was vrijwel gelijk aan die in de kaliumfosfaat.

Meerjarige onderzoek naar de bemestende werking van pluimveemestas is niet gevonden. Codling et al. (2002) vonden na afloop van de proef dat de hoeveelheid P-beschikbaar in de bodem (gemeten als P-wateroplosbaar en P-Mehlich3) in de behandelingen met de pluimveemestas significant en beduidend

hoger waren dan in de behandelingen met de referentiemeststof of in de controle. De auteurs verklaren dit door het langzaam in oplossing gaan van de moeilijk oplosbare fractie in de pluimveemestas. Dit duidt op een nawerking van de fosfaat uit de pluimveemestas.

Ook Faridullah et al. (2009b) vonden dat de P-beschikbaarheid in de bodem (gemeten met verschillende gangbare extractiemiddelen) na een bemesting met pluimveemestas sterk was verhoogd in vergelijking met onbemeste bodems of bodems bemest met pluimveemest. De hoeveelheid P-wateroplosbaar was niet verhoogd. Dit wijst erop dat met de toediening van pluimveemestas de hoeveelheid P die er vanuit de bodem nageleverd kan worden gedurende het groeiseizoen wordt aangevuld.

4. Proeven naar kaliumbeschikbaarheid pluimveemest-assen

Ehlert en Nelemans (2015c) hebben een potproef uitgevoerd waarin de K-werkzaamheid van de pluimveemestas van BMC is vergeleken met die van kaliumsulfaat als referentiemeststof. Giften kwamen overeen met 0-100-200-300-600 kg K₂O per hectare. Het testgewas was raaigras (*Lolium perenne* L.), waarvan 6 snedes zijn geoogst. Verse en droge opbrengsten van de zes snedes en de totaal opbrengst waren significant verhoogd ten opzichte van de controleplanten zonder kaliumbemesting. De totale K-opname bij pluimveemestas was gelijk aan die van de referentie-meststof kaliumsulfaat. De K-opname vanuit de meststoffen was hoog en lag tussen de 90% en 100%. De kaliumwerking van pluimveemestas ten opzichte van kaliumsulfaat lag bij de verschillende giften tussen de 97% en 104%. De resultaten tonen een vergelijkbare landboukundige waarde van pluimveemestas en kaliumsulfaat.

Ehlert en Nelemans (2015b) voerden tevens een parallelle potproef uit met groene boon (*Phaseolus vulgaris* L.). Giften kwamen overeen met 0-50-100-150-300 kg K₂O per hectare. Zowel pluimveemestas van BMC als kaliumsulfaat gaven hogere opbrengsten in vergelijking met de controle zonder meststof. Verhoging van de meststofgift gaf een verhoogde kaliumopname opname, maar had geen effect op de opbrengst. De kaliumopname vanuit de meststoffen was vergelijkbaar en lag tussen de 58-65% bij een gift van 50 kg K₂O ha⁻¹ en 25-28% bij gift van 300 kg K₂O ha⁻¹. De kaliumwerking van pluimveemestas ten opzichte van kaliumsulfaat was 91-125%. De landbouwkundige waarde van pluimveemestas is gelijk aan die van kaliumsulfaat.

5. Samenvattende conclusies

Samenvattend kan worden geconcludeerd dat in potproeven een P-werking van de pluimveemestas wordt aangetoond die lager tot vergelijkbaar is aan die van fosfaatkunstmest. De verschillen in fosfaatwerking zijn mogelijk afhankelijk van gewaseigenschappen. De oplosbaarheid van pluimveemestas in verschillende extractiemiddelen duidt erop dat de directe beschikbaarheid van de fosfaat lager is dan die van kunstmestfosfaat, maar dat er wel fosfaat beschikbaar komt gedurende het groeiseizoen. De kaliumwerking van de pluimveemest is gelijk aan de van kunstmestkalium. De pluimveemestas lijkt daarmee niet geschikt als een startmeststof, maar lijkt wel waarde te hebben als een basis PK meststof.

6. Bronnen

- Codling EE Chaney RL & Sherwel J (2002) Poultry Litter Ash as a Potential Phosphorus Source for Agricultural Crops. *Journal of Environmental Quality* 31:954–961
- Dekker PHM & Postma R (2008) Verhoging efficiëntie fosfaatbemesting.
http://kennisakker.nl/files/Kennisdocument/3250061800_rapport.pdf
- Ehlert PHI & Nelemans JA 2015a. Efficacy of phosphorus of hydrated poultry litter ash; Phosphorus use efficiency of rye grass. Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra report. 31 pp
- Ehlert PHI & Nelemans JA 2015b Efficacy of phosphorus of hydrated poultry litter ash; Phosphorus use efficiency of green bean Wageningen, Alterra Wageningen UR, Alterra report. 35 pp
- Ehlert PHI & Nelemans JA 2015c Efficacy of potassium of hydrated poultry litter ash; Potassium use efficiency of ryegrass. Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra report. 32 pp
- Ehlert PHI & Nelemans JA 2015d Efficacy of potassium of hydrated poultry litter ash; Potassium use efficiency of green bean Wageningen, Alterra Wageningen UR (University & Research centre), Alterra report. 27 pp
- Faridullah, Muhammad Irshad, Sadahiro Yamamoto, A. Egrinya Eneji, Tomoji Uchiyama & Toshimasa Honna (2009a) Recycling of chicken and duck litter ash as a nutrient source for Japanese Mustard Spinach. *Journal of Plant Nutrition* 32, 1082-1091
- Faridullah, Muhammad Irshad, Sadahiro Yamamoto, Zahoor Ahmad, Tsuneyoshi Endo & Toshimasa Honna (2009b) Extractability and bioavailability of phosphorus from soils amended with poultry litter and poultry litter ash. *Journal of Food, Agriculture & Environment* Vol.7 (2), 692-697
- Kratz S, Haneklaus S & Schnug E 2010 Chemical solubility and agricultural performance of P-containing recycling fertilizers. *Landbauforschung - vTI Agriculture and Forestry Research* 4(60) 227-240
- Postma R, Van Dijk TA & Van Schöll L (2011) Mogelijkheden van hergebruik van assen als meststof; deel II, NMI rapport 1370
- Roy R, Finck A, Blair G, & Tandon H (2006) Plant nutrition for food security: A guide for integrated nutrient management. Rome, Italy: FAO Fertilizer and Plant Nutrition Bulletin 16 ISBN 92-5-105490-8
- Yusiharni BE, Ziadi H & Gilkes RJ (2007) A laboratory and glasshouse evaluation of chicken litter ash, wood ash, and iron smelting slag as liming agents and P fertilisers. *Australian Journal of Soil Research*, 2007, 45, 374–389

Bijlage 2 Inzetbaarheid van pluimveemest in de Nederlandse landbouw

De inzetbaarheid van pluimveemest in de Nederlandse landbouw is in beeld gebracht door een vergelijking te maken van de behoefte aan nutriënten en organische stof op de bedrijven aan de ene kant en de eigenschappen van pluimveemest aan de andere kant.

Hierbij wordt gewerkt met een stappenschema welke is ontwikkeld in een studie naar de inpasbaarheid van mestverwerkingsproducten op representatieve akkerbouwbedrijven (Postma et al., 2013). In Nederland worden vijf akkerbouwregio's onderscheiden op basis van de gemiddelde grondsoort en de gewassen in het bouwplan. Uitgegaan wordt van modelbedrijven die een goede afspiegeling geven van deze akkerbouwregio's in Nederland (Van Dijk et al., 2012).

Voor de akkerbouw op kleigrond zijn drie modelbedrijven gedefinieerd. Het betreft een graanbedrijf op de noordelijke zeeklei (NZK), een pootgoedbedrijf op de centrale zeeklei (CZK) en een consumptieaardappelbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei (ZWK). Voor het Noordoostelijk zand- en dalgrondgebied is uitgegaan van een bedrijf met een 1:2 teelt van zetmeelaardappelen (NON). Voor het Zuidoostelijk zandgebied is gekozen voor een intensief akkerbouwbedrijf met consumptieaardappelen, suikerbieten en industriegroenten (ZON). Een overzicht van de bouwplansamenstellingen van de modelbedrijven wordt gegeven in Tabel 1.

Tabel 1. Bouwplansamenstelling (%) van de geselecteerde modelbedrijven.

Modelbedrijven		Gewas	Aandeel, %
Omschrijving	Afkorting		
Noordelijke zeeklei	NZK	Suikerbiet	14
		Wintertarwe	63
		Wintergerst	14
		Koolzaad	9
Centrale zeeklei	CZK	Pootaardappel	33
		Suikerbiet	17
		Wintertarwe	17
		Tulp	17
		Lelie	17
Zuidwestelijke zeeklei	ZWK	Consumptieaardappel	25
		Suikerbiet	14
		Wintertarwe	36
		Zomertarwe	12
		Graszaad	4
		Zaaiui	9
Noordoostelijke zand- en dalgrond	NON	Zetmeelaardappel	50
		Suikerbiet	17
		Zomergerst	33
Zuidoostelijke zandgrond	ZON	Consumptieaardappel	25
		Suikerbiet	12,5
		Snijmaïs	25
		Waspeen	12,5
		Prei (verhuur)	12,5
		Erwt+stamslaboon	12,5

De behoefte aan nutriënten en organische stof wordt voor die modelbedrijven in beeld gebracht door:

1. Het bepalen van de behoefte aan nutriënten (N, P en K) en organische stof volgens de bemestingsadviezen en de organische stofbalans, waarbij gebruik wordt gemaakt van beschikbare cijfers van de bodemvruchtbaarheid;
2. Het bepalen van de toegestane aanvoer aan N en P volgens de gebruiksnormen voor dierlijke mest (op basis van het maximum van 170 kg N-totaal per ha) en de gebruiksnormen voor werkzame N en P.
3. Bepalen van de benodigde en maximaal toe te dienen hoeveelheid N-totaal, N-werkzaam, P en K op basis van stappen 1 en 2.

Stap 1. Behoeftte volgens bemestingsadviezen

De landbouwkundige behoefte aan N, P en K kan per gewas in beeld worden gebracht door de rekenregels die beschikbaar zijn via de Adviesbasis bemesting voor akkerbouw- en vollegrondsgroentengewassen (Handboekbodemembemesting.nl). De N-, P- en K-behoefte is per modelbedrijf, per gewas, op basis van de gemiddelde bodemvruchtbaarheid van de betreffende grondsoort in de betreffende regio berekend op basis van het bemestingsadvies. Voor P en K zijn er bodemgerichte en gewasgerichte adviezen. Aangezien het bodemgerichte advies hoger is dan het gewasgerichte, is de P- en K-behoefte hier daarom steeds gebaseerd op de bodemgerichte adviezen.

Er wordt vanuit gegaan dat de P- en K-toestand van de bodem gehandhaafd dient te blijven. De verschillen in grondsoort en bodemvruchtbaarheid tussen regio's zorgen er voor dat de adviezen voor een bepaald gewas tussen regio's kunnen verschillen. Voor het modelbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei is de N-, P- en K-behoefte per gewas weergegeven in Tabel 2.

Tabel 2. N-, P- en K-behoefte per gewas volgens de adviesbasis bemesting voor het modelbedrijf op zuidwestelijke zeeklei (ZWK). Voor P en K gaat het om de bodemgerichte adviezen (zie tekst)

Gewas	Adviesbasis bemesting, behoefte in kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Consumptieaardappel	250	66	306
Suikerbiet	150	63	175
Wintertarwe (incl. stro)	230	77	113
Zomertarwe (incl. stro)	130	60	88
Graszaad	160	25	87
Zaai-ui	175	42	108

Stap 2. Toegestane aanvoer aan N en P volgens gebruiksnormen

Er zijn wettelijke gebruiksnormen voor de hoeveelheid dierlijke mest, werkzame N en fosfaat die met de bemesting worden toegediend. De aanvoer van meststoffen binnen de gebruiksnormen wordt op bedrijfsniveau berekend.

- De gebruiksnorm voor dierlijke mest is voor akkerbouwbedrijven altijd gelijk en houdt in dat maximaal 170 kg N (N-totaal) per ha mag worden aangevoerd via dierlijke mest.
- De gebruiksnorm voor werkzame N verschilt per grondsoort, per gewas en soms per ras/opbrengstniveau. Op bedrijfsniveau is die norm afhankelijk van de geteelde gewassen en het aandeel ervan binnen het bouwplan.
- De gebruiksnorm voor fosfaat is afhankelijk van de bodemtoestand en bedraagt voor bouwland 50 -60-75 kg P₂O₅ per ha voor gronden met respectievelijk een hoge, neutrale en lage P-toestand.

Door dit op bedrijfsniveau door te rekenen, kan de plaatsingsruimte voor N, P en dierlijke mest per bedrijf worden vastgesteld. Verschillen in de gemiddelde P-toestand van de bodem in de regio's waar de modelbedrijven liggen, leiden tot verschillen in de P-gebruiksnorm. De plaatsingsruimte voor N en P per modelbedrijf is berekend uit het areaal en de gebruiksnorm voor N en P per gewas.

Voor het modelbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei is dat uitgebreid weergegeven in Tabel 3. Voor de overige modelbedrijven zijn alleen de samenvattingen weergegeven Tabel 4.

Tabel 3. Toegestane aanvoer voor Nt (N-totaal) via dierlijke mest, Nwz (N-werkzaam) en fosfaat (P_2O_5) en de benodigde N/ P_2O_5 -ratio per gewas (in kg per ha) en op het bedrijf (= plaatsingsruimte; in kg per bedrijf) volgens de gebruiksnormen voor het modelbedrijf op de zuidwestelijke zeelei

Gewas	areaal, ha	gebruiksnorm, in kg per ha				gebruiksnorm, in kg per bedrijf		
		Nt via DM	Nwz	P_2O_5	Nwz/ P_2O_5	Nt	Nwz	P_2O_5
Consumptie-								
aardappel	25	170	250	60	3,85	4250	6250	1500
Suikerbiet	14	170	150	60	2,31	2380	2100	840
Wintertarwe	35,5	170	245	60	3,77	6035	8698	2130
Zomertarwe	12,5	170	140	60	2,15	2125	1750	750
Graszaad	4	170	245	60	3,77	680	980	240
Zaaiui	9	170	140	60	2,15	1530	1260	540
Totaal	100,0					17000	21038	6000

Stap 3 samennemen uitkomsten stap 1 en 2

Aangezien de behoefte op basis van bemestingsadviezen niet precies overeenkomt met de toegestane N- en P-gift volgens de gebruiksnormen, moet worden nagegaan wat de benodigde én maximaal te gebruiken hoeveelheid N, P en K is die wordt gebruikt voor de verdere beschouwing van de inzetbaarheid van mestproducten. Aangezien de adviezen voor N en P en de gebruiksnormen voor werkzame N en P niet veel van elkaar verschillen, maar omdat de gebruiksnormen leidend zijn voor wat wettelijk is toegestaan, is hier de gebruiksnormen als basis voor de benodigde en maximaal te gebruiken hoeveelheid N en P op gewas- en bouwplanniveau genomen. Voor de K-behoefte wordt het bemestingsadvies gebruikt. Zodoende kan op gewas- en bouwplanniveau de in te zetten hoeveelheid N, P en K worden afgeleid uit een combinatie van de informatie uit de tabellen 2 en 3.

Tabel 4. Benodigde en maximaal in te zetten hoeveelheid Nt (N-totaal) uit dierlijke mest, Nwz (N-werkzaam), fosfaat (P_2O_5) en kali (K_2O) per gewas (in kg per ha) en op het bedrijf (in kg per bedrijf) volgens de bemestingsadviezen (K_2O) en de gebruiksnormen (Nt uit dierlijke mest, Nwz en P_2O_5) voor het modelbedrijf op de zuidwestelijke zeelei.

Gewas	areaal, ha	behoefte, in kg per ha				behoefte, in kg per bedrijf			
		Nt via DM	Nwz	P_2O_5	K_2O	Nt via DM	Nwz	P_2O_5	K_2O
Consumptie-									
aardappel	25	170	250	60	306	4250	6250	1500	7650
Suikerbiet	14	170	150	60	175	2380	2100	840	2450
Wintertarwe	35,5	170	245	60	113	6035	8698	2130	4012
Zomertarwe	12,5	170	140	60	88	2125	1750	750	1099
Graszaad	4	170	245	60	87	680	980	240	348
Zaaiui	9	170	140	60	108	1530	1260	540	972
Totaal	100,0					17000	21038	6000	16530

Bepalen inzetbaarheid pluimveemest

De inzetbaarheid van pluimveemest op de modelbedrijven is in eerste instantie bepaald door een vergelijking tussen de N-, P- en K-behoefte van de gewassen op bouwplanniveau (Tabel 4) en de

eigenschappen van de pluimveemest (Tabel 5). Daarbij wordt rekening gehouden met de verhouding tussen N, P en K van de gewasbehoefte en met die verhouding in de mestproducten.

Daarbij worden de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Op alle modelbedrijven worden de producten uit pluimveemest gebruikt voor de basisbemesting. Met de producten wordt relatief veel P en K en relatief weinig werkzame N aangevoerd.
- De volledige P-gebruiksruimte wordt ingevuld met deze producten;
- Er wordt op bedrijfsniveau niet meer N (totaal en werkzaam), P én K aangevoerd dan de behoefte.

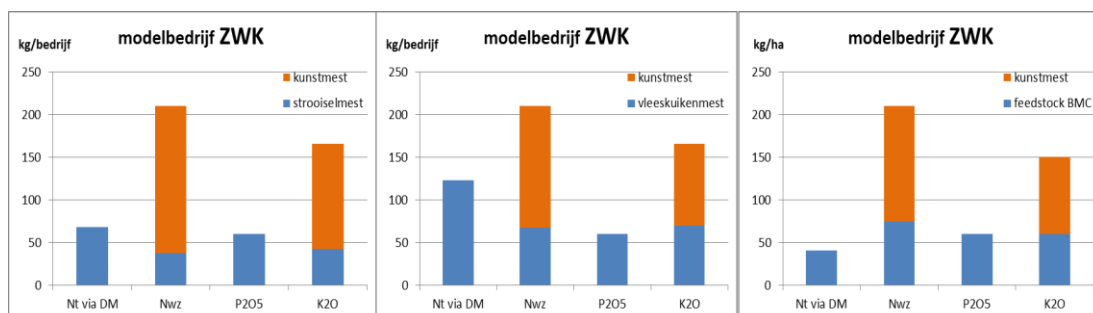
Voor de 5 modelbouwplannen wordt de gemiddelde N-, P- en K-behoefte op bedrijfsniveau vergeleken met de N-, P- en K-levering uit onbewerkte pluimveemest (kippenstrooiselmest, vleeskuikenmest en de Feedstock van BMC in Tabel 5).

De inpasbaarheid van de kippenstrooiselmest en vleeskuikenmest en Feedstock BMC in het modelbouwplan voor de Zuidwestelijke zeelei is geïllustreerd in Figuur 1.

De pluimveemestsoorten leveren naast fosfaat ook kalium en stikstof, maar voor een geslaagde gewasproductie moeten nog flinke hoeveelheden N en K met kunstmest worden aangevoerd. Als organische NPK-meststof bevat pluimveemest in verhouding tot stikstof en kalium te veel fosfaat om aan te sluiten bij de gewasbehoefte.

Tabel 5. Vergelijking van de N-, P- en K-behoefte (kg per ha) van de gewassen per modelbouwplan en de N-, P- en K-levering van de producten uit pluimveemest, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de P-gebruiksnorm.

	gewasbehoefte			strooiselmest			vleeskuikenmest			BMC Feedstock		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
NZK	213	60	150	41	60	43	68	60	69	41	60	60
CZK	165	75	150	51	75	53	84	75	87	51	75	75
ZWK	210	60	150	41	60	43	68	60	69	41	60	60
NON	171	50	200	34	50	36	56	50	58	34	50	50
ZON	140	50	200	34	50	36	56	50	58	34	50	50



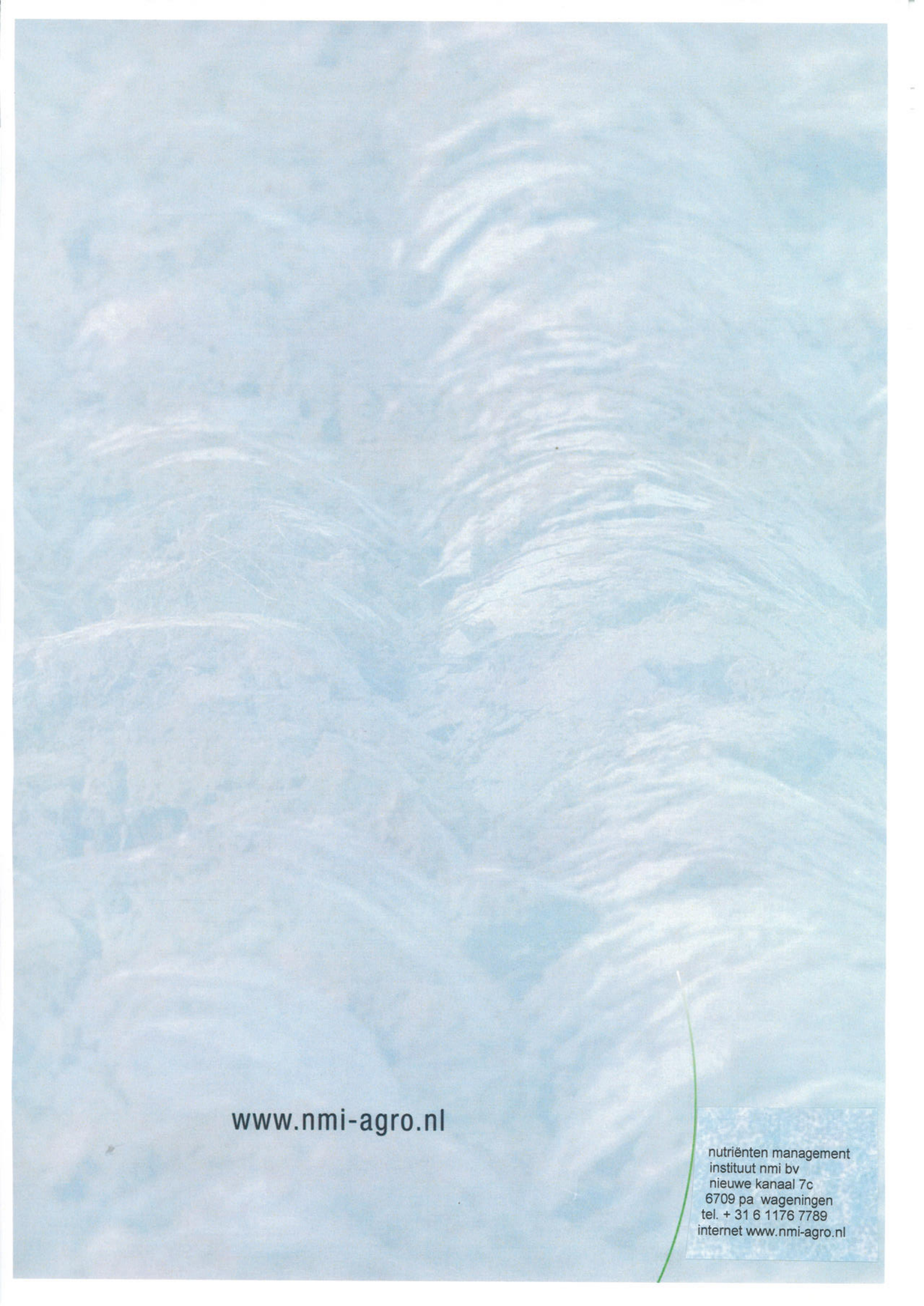
Figuur 1. Overzicht van de bijdrage van kippenstrooiselmest en pluimveemest en Feedstock BMC aan de N-, P- en K-voorziening in het modelbouwplan op de zuidwestelijke zeeklei (kg/ha). De N-, P- en K-levering met de producten is in blauw weergegeven en de aanvullende behoefte in rood

Organische stof voorziening

Naast de nutriëntenvoorziening is de organische stofvoorziening van belang voor het handhaven van de bodemvruchtbaarheid. Pluimveemest kan ook daaraan een bijdrage leveren. In het algemeen wordt er vanuit gegaan dat een aanvoer van effectieve organische stof (EOS) ter grootte van 2000 kg per ha nodig is om het organische stofgehalte in de bodem op peil te houden (CBAV 2016). De aanvoer kan worden verzorgd door gewasresten, groenbemesters en organische meststoffen en/of bodemverbeteraars. In Tabel 5 is voor de modelbouwplannen in de vijf akkerbouwgebieden weergegeven wat de gemiddelde EOS-aanvoer is met gewasresten en van de pluimveemest. Het grootste gedeelte van de aanvoer van effectieve organische stof wordt geleverd door gewasresten. Dit is afhankelijk van het bouwplant. Daarbij kan de pluimveemest een goede aanvulling leveren.

Tabel 6. Aanvoer van effectieve organische stof (EOS) met gewasresten en pluimveemest, uitgaande van de maximale aanvoer van de producten op basis van de P-gebruiksnorm.

Bouwplan	Gewasrest kg EOS/ha	Kippenstrooiselmest kg EOS/ha	Vleeskuikenmest kg EOS/ha	Feedstock BMC EOS/ha
NZK	1519	285	545	458
CZK	955	357	683	573
ZWK	1280	285	545	458
NON	1057	238	455	382
ZON	853	238	455	382



www.nmi-agro.nl

nutriënten management
instituut nmi bv
nieuwe kanaal 7c
6709 pa wageningen
tel. + 31 6 1176 7789
internet www.nmi-agro.nl