



Waarde van organische meststoffen voor de huidige en toekomstige akkerbouw

Gevolgen ontwikkelingen mestbeleid

Romke Postma

Referaat

R. Postma, 2021, Waarde van organische meststoffen voor de huidige en toekomstige akkerbouw; gevolgen ontwikkelingen mestbeleid, Nutriënten Management Instituut BV, Wageningen, Rapport 1834.N.21, pp 44.

Rapport in het kort

Maatschappelijke opgaven op het gebied van waterkwaliteit, klimaat, biodiversiteit en stikstof zullen onder andere worden vertaald in het mestbeleid. Een gevolg is dat er in de toekomst waarschijnlijk minder dierlijke mest beschikbaar komt voor de akkerbouw en dat er een verschuiving op zal treden van onbewerkte drijfmest naar producten uit mestverwerking. BO Akkerbouw wil hierop anticiperen en heeft daarom laten onderzoeken aan welke producten de akkerbouw behoefte heeft en wat de gevolgen zijn van verschuivingen in het mestaanbod. De conclusie is dat onbewerkte rundveedrijfmest voor veel akkerbouwbedrijven op klei- en zandgrond de best passende meststof is, omdat de levering van nutriënten en organische stof uit dit product goed aansluit bij de behoefte in uiteenlopende bouwplannen. (Combinaties van) Producten uit mestverwerking scoren in dat opzicht niet beter en zullen duurder zijn. Een combinatie van de dunne fractie en een P-arme dikke fractie, allebei van varkensdrijfmest, scoort relatief goed. In bepaalde gevallen kan mestverwerking wel een gunstig milieu-effect hebben. Zo hebben vooral digestaten lage broeikasgas-emissies vanwege de netto energieproductie bij vergisten.

© 2021 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.



BO Akkerbouw

digitaal

Inhoudsopgave

Samenvatting en conclusies	2
1 Inleiding	5
2 Effect beleidsontwikkelingen	6
2.1 Algemeen: ontwikkelingen van invloed op aanbod meststoffen	6
2.2 Contouren nieuwe mestbeleid	6
2.3 Stikstofproblematiek	7
2.4 Europese traject SAFEMANURE	8
3 Waarde van meststoffen	9
3.1 Beoordeling waarde meststoffen: samenstelling en criteria	9
3.2 Criteria voor beoordeling meststoffen	9
3.2.1 Landbouwkundige criteria	9
3.2.2 Milieukundige criteria	10
3.2.3 Economische criteria	11
3.3 Resultaten beoordeling waarde meststoffen	12
3.3.1 Nutriëntenlevering	12
3.3.2 Organische stoflevering	14
3.3.3 Broeikasgasemissies	14
3.3.4 Risico van nitraatuitspoeling	15
3.3.5 Risico van ammoniakvervluchtiging	16
3.4 Samenvattend	17
4 Meststoffenbehoefte in de akkerbouw	19
4.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden	19
4.2 Behoeftte aan nutriënten en organische stof in uiteenlopende bouwplannen	20
4.3 Mate waarin meststoffen voorzien in behoefte aan nutriënten en organische stof	22
4.3.1 Meststofkeuze op bouwplanniveau	22
4.3.2 Meststofkeuze op gewasniveau	24
4.3.3 Uitgewerkt voorbeeld voor zuidwestelijke klei	24
4.3.4 Bouwplannen op noordelijke zeeklei	29
32	
4.3.5 Bouwplannen op centrale zeeklei	32
4.3.6 Bouwplan op zand- en dalgronden in Noordoost Nederland	36
4.3.7 Bouwplannen op zand en löss in Zuidoost Nederland	37
4.4 Conclusies huidige en toekomstige situatie	40
Literatuur	42

Samenvatting en conclusies

De akkerbouw krijgt in toenemende mate te maken met maatschappelijke opgaven, zoals het verbeteren van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, de klimaatopgave, biodiversiteit, stikstofbeleid en kringlooplandbouw. Deze ontwikkelingen worden nu en in de toekomst vertaald in wet- en regelgeving, onder andere op het gebied van bodembeheer en de bemesting en het is van belang dat de akkerbouw daarop anticipeert. BO Akkerbouw heeft daarom de voorliggende studie mogelijk gemaakt die ten doel had i) relevante beleidsontwikkelingen en de consequenties voor verschuivingen in het aanbod van meststoffen te beschrijven, ii) de waarde van een aantal uiteenlopende meststoffen voor de akkerbouw in beeld te brengen en iii) de huidige en mogelijke toekomstige situatie ten aanzien van het mestgebruik in de belangrijkste akkerbouwregio's te karakteriseren.

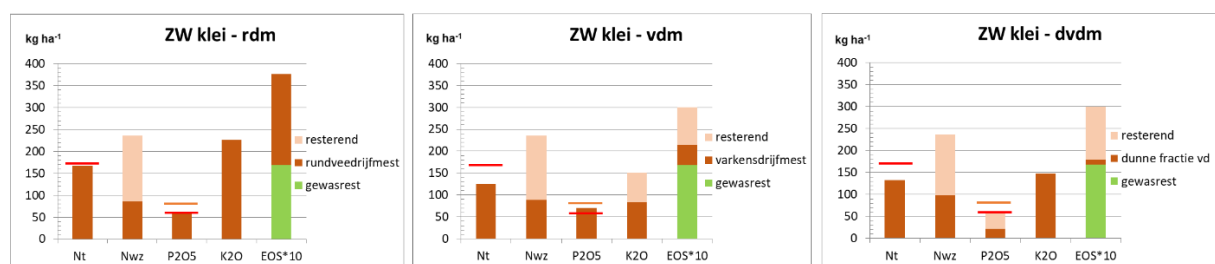
Uitwerkingen van het nieuwe mestbeleid en de aanpak van de stikstofproblematiek zullen in de toekomst onder andere door een reductie van de veestapel leiden tot een lagere beschikbaarheid van dierlijke mest voor de akkerbouw en een verschuiving van onbewerkte drijfmest naar producten uit mestverwerking. Daarnaast zijn op Europees niveau voorwaarden geformuleerd voor producten uit dierlijke mest (de RENURE-producten) waarbij ze bovenop de gebruiksnorm van 170 kg N/ha voor dierlijke mest gebruikt mogen worden. Dit betreft vooral N-houdende producten die voor meer dan 90% bestaan uit minerale N, of waarbij de verhouding tussen organisch-C en N-totaal < 3.

De samenstelling van een groot aantal organische producten is geïnventariseerd en beoordeeld op basis van een aantal landbouwkundige, milieukundige en economische criteria. Voor de landbouwkundige beoordeling is nagegaan in welke mate de levering van nutriënten en organische stof aansluit bij de behoefte van uiteenlopende combinaties van bodem en gewas. Hieruit blijkt dat op kleigrond met een lage P-toestand de nutriëntenlevering van rundveedrijfmest en kalverdrijfmest op perceelsniveau het best aansluiten bij de behoefte van consumptieaardappelen en dat vaste rundveemest en rundveedrijfmest het best aansluiten bij de behoefte van pootaardappelen. Op wintertarwe sluit mineralenconcentraat het best aan bij de behoefte. Op kleigrond met een hoge P-toestand sluit de nutriëntenlevering van de dunne fractie van varkensdrijfmest het best aan bij de behoefte van consumptieaardappelen en op pootaardappelen is dat de rundveedrijfmest. In wintertarwe past mineralenconcentraat het best, evenals op de kleigrond met de lage P-toestand. Op zandgrond met een lage P-toestand sluiten kalverdrijfmest, zeugendrijfmest, rundveedrijfmest en varkensdrijfmest het best aan bij de behoefte van consumptieaardappelen. In zetmeelaardappelen passen varkensdrijfmest en zeugendrijfmest het best en in suikerbieten passen rundveedrijfmest, kalverdrijfmest en zeugendrijfmest het best. Op zandgrond met een hoge P-toestand past de dunne fractie van varkensdrijfmest goed in consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen. In suikerbieten past het mineralenconcentraat dan het best. Voor de aanvoer van effectieve organische stof (EOS) scoren rundveedrijfmesten aanzienlijk beter dan de producten uit varkensmest.

Voor de milieukundige beoordeling is nagegaan wat de broeikasgas (BKG)-emissies zijn, wat het risico is van nitraat (NO₃)-uitspoeling en ammoniak (NH₃)-vervluchtiging. Vooral de digestaten onderscheiden zich positief ten aanzien van de BKG-emissies van andere producten, aangezien die door de netto energieproductie (biogas-productie) negatief zijn, zodat sprake is van een vermeden

CO₂-emissie door het besparen op het gebruik van fossiele brandstoffen. Ook producten uit mestbewerking, zoals de dunne en dikke fractie van varkensdrijfmest, onderscheiden zich positief ten opzichte van de BKG-emissies uit drijfmesten. Dit komt vooral door een lagere CH₄-emissie tijdens opslag. Het risico van NH₃-emissie is relatief hoog bij de vaste mesten, door hogere verliezen bij toediening. Ten aanzien van NO₃-uitspoeling geven vooral producten met hoge Nmin-gehaltes, zoals drijfmesten, dunne fracties en mineralenconcentraten, een hoog risico op de korte termijn als ze niet op het juiste tijdstip worden toegediend. Middels een goede timing kunnen uitspoelingsverliezen worden beperkt. Op de langere termijn (5-10 jaar) is er juist een verhoogd risico van NO₃-uitspoeling bij producten met een lage N-werking, zoals vaste rundveemest, omdat die leiden tot een groot overschot op de N-balans.

In vervolg op de hiervoor beschreven beoordeling is tevens nagegaan in welke mate rundveedrijfmest en varkensdrijfmest en een product uit mestbewerking (dunne fractie van varkensdrijfmest) voorzien in de behoefte aan nutriënten en organische stof van acht regionale bouwplannen. Daaruit komt naar voren dat de basisbehoefte aan NPK en EOS in alle bouwplannen het best wordt gedekt met rundveedrijfmest. Bij de dunne fractie van varkensmest is er bij de basisbemesting behoefte aan extra P en EOS, met name in een situatie met een hoge EOS-behoefte. Bij gebruik van varkensmest als basisbemesting is er nog behoefte aan extra N, K en EOS. Voor een bouwplan op kleigrond in Zuidwest Nederland is dat geïllustreerd in Figuur 1.



Figuur 1. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in consumptieaardappelen, wintertarwe en graszaad tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de zuidwestelijke klei. Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

Als in de toekomst minder onbewerkte drijfmest beschikbaar komt voor de akkerbouw en er meer gebruik gemaakt gaat worden van de dunne fractie van varkensdrijfmest ontstaat in veel bouwplannen een aanvullende behoefte aan fosfaat en (effectieve) organische stof. Voor de hand liggende manieren om die tekorten aan te vullen zijn de aanvoer van vaste mesten (bijvoorbeeld rundvee- en/of geitenstalmest), dikke fracties van gescheiden mest (eventueel na verwijdering van fosfaat) en/of composten. Een combinatie van de dunne fractie van varkensdrijfmest en een P-arme dikke fractie van varkensdrijfmest scoort relatief goed. Vaste mesten zijn vooral op kleigronden niet altijd inzetbaar en combinaties van mestverwerkingsproducten zullen tot hogere kosten leiden dan onbewerkte drijfmest. De kosten voor een aanvullende behoefte aan kunstmest en/of organische stof naast de basisbemesting met drijfmest of een dunne fractie van varkensdrijfmest al dan niet aangevuld met vaste mest verschillen tussen de bouwplannen en zijn afhankelijk van de organische stofbehoefte.

Conclusies:

- Onbewerkte rundveedrijfmest is voor veel akkerbouwbedrijven op klei- en zandgrond de best passende meststof, omdat de levering van nutriënten en organische stof uit dit product goed aansluit bij de behoefte in uiteenlopende bouwplannen. (Combinaties van) Producten uit mestverwerking scoren in dat opzicht niet beter en zullen duurder zijn. Een combinatie van de dunne fractie en een P-arme dikke fractie, allebei van varkensdrijfmest, scoort relatief goed.

- Vooral digestaten hebben lage broeikasgasemissies vanwege de netto energieproductie bij vergisten. Vaste mesten leiden tot relatief hoge ammoniakemissies door hoge verliezen bij toediening. Het risico van nitraatuitspoeling is op de korte termijn relatief hoog bij producten met een hoog Nmin-gehalte en op de lange termijn bij producten met een lage N-werking.

1 Inleiding

De akkerbouw krijgt in toenemende mate te maken met maatschappelijke opgaven, zoals het verbeteren van de kwaliteit van grond- en oppervlaktewater, de klimaatopgave (adaptatie en mitigatie), biodiversiteit, stikstofbeleid, kringlooplandbouw etc. Deze opgaven worden vertaald in wet- en regelgeving (onder andere mestbeleid) en/of het Europese GLB en het is van belang dat de akkerbouw daarop anticipeert. Dit geldt onder andere voor het bodembeheer en de bemesting. Hierbij is het behoud van het verdienvermogen een randvoorwaarde voor de agrarische ondernemer. Het aanbod van meststoffen zal hoogstwaarschijnlijk veranderen door het door het ministerie van LNV voorgestelde toekomstige mestbeleid en ontwikkelingen op het gebied van de veehouderij (onder andere aanpassen stalinrichting, mestverwerking) en doordat steeds meer groene meststoffen uit de voedselverwerkende industrie op de markt worden aangeboden.

Duurzaam bodembeheer en een optimaal gebruik van meststoffen is voor de akkerbouw van groot belang. In de toekomst gaat het daarbij echter niet alleen meer om de organische stoflevering naar de bodem en de nutriëntenvoorziening van gewassen. In toenemende mate zullen ook het klimaateffect (koolstofvastlegging en het verminderen van emissies van de broeikasgassen kooldioxide (CO₂), methaan (CH₄) en lachgas (N₂O)), de nutriëntenbenutting (verminderen uit- en afspoeling), het tegengaan van ammoniakemissie en biodiversiteit (bodemleven) een rol spelen. Het is een uitdaging om die uiteenlopende doelen te combineren, omdat die doelen soms tegenstrijdig kunnen zijn. Zo leidt het gebruik van organische stofhoudende meststoffen tot koolstof-vastlegging (gunstig voor klimaat, mits het niet leidt tot een verhoging van broeikasgasemissies), maar is de nutriëntenbenutting op korte termijn lager dan minerale meststoffen en is het nog onvoldoende duidelijk wat het lange termijn effect van het gebruik van organische stofhoudende meststoffen op de uitspoeling van nutriënten is (CDM, 2017). Voorgesteld wordt om verwachte ontwikkelingen in het aanbod van meststoffen en de waarden van uiteenlopende meststofftypen voor de akkerbouw te beschrijven.

BO Akkerbouw heeft daarom een project gefinancierd dat de volgende doelstellingen had:

- Beschrijven van beleidsontwikkelingen (onder andere mestbeleid, kringlooplandbouw) en de mogelijke consequenties voor verschuivingen in het aanbod van meststoffen.
- Karakteriseren van de waarde van een aantal uiteenlopende meststoffen (inclusief 'nieuwe' meststoffen) voor de akkerbouw, op basis van een aantal criteria.
- Beschrijven van de huidige en mogelijke toekomstige situatie voor de belangrijkste akkerbouwregio's.

De opzet en bevindingen van de studie worden beschreven in de voorliggende rapportage.

2 Effect beleidsontwikkelingen

2.1 Algemeen: ontwikkelingen van invloed op aanbod meststoffen

Als eerste gaan we in op het effect van een aantal (beleids)ontwikkelingen op het aanbod van meststoffen. Hierbij wordt met name gedacht aan de volgende ontwikkelingen:

- Contouren van het nieuwe mestbeleid
- Advies Commissie Remkes over de stikstofproblematiek
- Europese traject 'SafeManure'

2.2 Contouren nieuwe mestbeleid

In het najaar van 2020 heeft het Ministerie van LNV de contouren van het nieuwe mestbeleid in een brief aan de Tweede Kamer beschreven (Min. LNV, 2020). Op basis hiervan is ook een document met vragen en antwoorden opgesteld (<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2020/09/08/vraag--antwoord-contouren-nieuwe-mestbeleid>). Het plan bestaat uit drie hoofdlijnen:

1. Grondgebondenheid: voor veehouderijen betekent het dat ze alle mest moeten kunnen plaatsen op eigen land of op land van een bedrijf in de buurt waarmee een samenwerkingsovereenkomst is afgesloten. Voor akkerbouwers betekent dit dat een samenwerkingsovereenkomst kan worden aangegaan met een naburige (melk)veehouder voor de afname van (onbewerkte) mest. Er zijn nog veel vragen over hoe dit er precies uit gaat zien en welke eisen er bijvoorbeeld worden gesteld aan de maximale afstand tussen de veehouder en de akkerbouw. De consequentie van deze maatregel is dat akkerbouwers in de toekomst (er wordt uitgegaan van een lang traject van minimaal 10 jaar) alleen nog over onbewerkte rundveedrijfmest kunnen beschikken als ze daarover structurele afspraken met een naburige melkveehouder hebben gemaakt.
2. Verwerking van mest van niet-grondgebonden bedrijven. Dit betreft vooral intensieve varkens- en pluimveebedrijven. In principe moet in de toekomst alle mest van niet-grondgebonden bedrijven op een hoogwaardige manier worden verwerkt, maar het is nog niet nader uitgewerkt. Wat wordt verstaan onder hoogwaardige mestverwerking? Mogelijk zal dit betekenen dat er onder andere (opgewerkte) dikke fracties en dunne fracties van mest, maar wellicht ook andere producten op de markt zullen komen. Het Ministerie geeft aan dat de akkerbouw een belangrijke rol dient te spelen bij het formuleren van de vraag: aan welke producten heeft de akkerbouw behoefte? De veehouderij zou deze producten in de ideale situatie dan moeten gaan maken (mest op maat). Consequentie van deze maatregel is dat in de toekomst mogelijk geen / veel minder onbewerkte varkensdrijfmest en/of kalverdrijfmest meer beschikbaar zal zijn, maar vrijwel alleen nog producten van verwerkte mest, zoals vaste fractie en/of dunne fracties (mineralenconcentraat, etc.).
3. Gebiedsgerichte aanpak waterkwaliteit. Accent op gebieden waar de waterkwaliteit nog onvoldoende is. Dit wordt onder andere uitgewerkt in 7^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn.

Overigens is op 20 april 2021 in de Tweede Kamer een motie aangenomen waarin wordt gesteld dat *'de regering, in de verdere uitwerking van het nieuwe mestbeleid, een derde, privaat spoor op dient te nemen waarin deels afzet op eigen grond en deels verwerking op basis van vraaggestuurde mestbewerking mogelijk blijft.'* Zie Tweede Kamer wil geen verplichte mestverwerking voor bedrijven met grond (mestverwaarding.nl).

2.3 Stikstofproblematiek

In het advies van de Cie Remkes (Remkes, 2020) over de stikstofproblematiek wordt gewezen op de grote bijdrage die de *productie* en *opslag* van drijfmest heeft op de ammoniakemissie en daardoor ook op de N-depositie in kwetsbare natuurgebieden. Naast de productie en opslag zorgt ook het *gebruik* van dierlijke mest in de vorm van drijfmest voor een aanzienlijke bijdrage aan de totale ammoniakemissie, waardoor de akkerbouw ook significant bijdraagt. Van de totale ammoniakemissie uit de Nederlandse landbouw is 15% afkomstig uit de akkerbouw, 59% uit de grondgebonden veehouderij en 23% uit de intensieve veehouderij. Daarnaast is er ook nog sprake van NO_x-emissies, die samenhangen met het gebruik van kunstmest. Daarvan is ca. 22% afkomstig uit de akkerbouw.

Een oplossingsrichting die in het rapport veelvuldig wordt besproken en die bedoeld is om de ammoniakemissie drastisch te reduceren is gericht op het scheiden aan de bron van faeces en urine, waarbij een vaste en vloeibare fractie gescheiden worden opgeslagen. Dit zou zowel de ammoniakemissie als de methaanuitstoot sterk reduceren. In het rapport wordt aangegeven dat de ammoniakemissie uit dierlijke mest kan worden verlaagd als gebruik wordt gemaakt van mest waarin de N sterker gebonden is aan de organische fractie, zoals dat het geval is bij stalmest, ruwe mest, compost en mestkorrels. Voor de akkerbouw wordt in het rapport gewezen op de begrippen 'best ecological means' en 'best technological means', waarbij het gaat om emissiearme precisiebemesting volgens de 4 juistheden van bemesting (juiste gift, met juiste meststof, op juiste tijdstip en op de juiste plaats). Daarbij dient zowel het behoud van bodemkwaliteit als de gewasopbrengst en -kwaliteit centraal te staan. Volgens het rapport kan dat worden bereikt met 'een combinatie van een basis met organische (kringloop)meststoffen en een aanvullende fijnbemesting met specifieke meststofconcentraten gericht op de specifieke bodem- en gewasbehoefte met een gesloten mineralenbalans'. De transitie van een 'emissiearme aanwending van drijfmest naar een emissiearme aanwending van vaste stalmest' is een van de pijlers van het rapport waarmee volgens de auteurs de ammoniakemissie teruggedrongen kan worden.

In het kader van de stikstofproblematiek zijn in vervolg op het advies van de Cie Remkes diverse beleidsnota's opgesteld, waaronder de structurele aanpak stikstof (LNV, 2020). Het hoofddoel van dat pakket is om de N-depositie in 2030 op 50% van het areaal stikstofgevoelige natuur onder de kritische depositiewaarden (KDW's) te brengen. Om verdere stappen te zetten in de oplossing van de stikstofproblematiek zijn twee aanvullende beleidspakketten opgesteld, waarbij een pakket primair was gericht op het verminderen van de stikstofuitstoot en waarbij het andere pakket meer integraal van aard was (Tiktak et al., 2021). In beide varianten is sprake van een flinke afname van dieraantallen in melkveehouderij, varkenshouderij en pluimveehouderij. Deze informatie is door NCM gebruikt om de verwachte effecten op de mestproductie in 2030 op landelijk niveau in beeld te brengen (NCM, 2021). Dat is zowel gedaan voor de basisvariant (structurele aanpak stikstof 2030) als voor de andere twee varianten. In de basisvariant neemt het overschot van N en P in dierlijke mest op nationaal af en in de twee andere varianten verdwijnt dat overschot in 2030 (vrijwel) volledig (variant A), of wordt het zelfs negatief (variant B). Er is dan dus minder mest beschikbaar en in het NCM-rapport is aangegeven dat dit ertoe zal leiden dat akkerbouwers en tuinders minder mest aan zullen voeren en de gebruiksruimte op andere manieren in zullen vullen.

2.4 Europese traject SAFEMANURE

SAFEMANURE is een Europees project dat is uitgevoerd door de JRC (Huygens, 2020) dat betrekking heeft op het gebruik van stikstofhoudende producten uit dierlijke mest. Nagegaan is onder welke voorwaarden hoogwaardige, stikstofhoudende producten uit dierlijke mest op een vergelijkbare wijze gebruikt mogen worden als kunstmest. Als ze voldoen aan de voorwaarden krijgen ze de zogenaamde RENURE-status (Huygens et al., 2020). Hierbij valt te denken aan producten zoals ammoniumsulfaat of mineralenconcentraat die worden geproduceerd bij mestverwerking. Dat betekent dat deze producten mogen worden toegediend boven de gebruiksnorm voor dierlijke mest. Naar verwachting gaat dit in 2022 in.

Criteria voor deze RENURE-producten zijn onder andere (Huygens et al., 2020):

- RENURE bemestingsproducten moeten tenminste (\geq) 90% minerale stikstof ten opzichte van stikstof totaal bevatten OF de verhouding organische koolstof ten opzichte van stikstof totaal moet kleiner of gelijk (\leq) zijn aan 3. Deze verhoudingen moeten gecorrigeerd worden voor elke toevoeging van chemische stikstof afkomstig van het Haber-Bosch-proces.
- RENURE bemestingsproducten mogen de volgende limieten aan zware metalen niet overschrijden:
 - Koper: 300 mg/kg droge stof
 - Kwik: 1 mg/kg droge stof
 - Zink: 800 mg/kg droge stof.
- Daarnaast moeten overheden voorzieningen treffen om de nitraatuitspoeling en ammoniakemissie die samenhangt met deze meststoffen zoveel mogelijk te beperken.

Op basis van de criteria ten aanzien van het aandeel minerale N en de verhouding tussen organisch C en totaal N voldoen de mineralenconcentraten, de meeste dunne fracties, enkele digestaten en zeugendrijfmest (bijlage 1). Of de producten ook voldoen aan de criteria voor zware metalen is niet altijd duidelijk, aangezien niet van alle producten de benodigde informatie beschikbaar is. Uit een studie van Ehlert & Hoeksma (2011) blijkt dat de meeste mineralenconcentraten wel voldoen, terwijl dikke fracties niet voldoen aan de grenswaarden voor zware metalen. Zie ook Postma et al. (2020).

Consequentie hiervan is dat deze minerale stromen uit dierlijke mest in de toekomst min of meer worden beschouwd als kunstmest, waardoor ze bovenop de gebruiksnorm voor dierlijke mest aangewend kunnen worden.

Voor de akkerbouw is het de vraag of en zo ja hoe aantrekkelijk deze producten zijn, aangezien de gehalten vaak laag zijn ($<1\%N$ en ca. $1\% K_2O$ in mineralenconcentraat), waardoor grote volumes nodig zijn om de producten toe te dienen en er meer berijding op percelen gaat plaatsvinden.

Samenvattend:

- Een aantal beleidsontwikkelingen zullen in de toekomst onder andere door een reductie van de veestapel leiden tot een (veel) lagere beschikbaarheid aan dierlijke mest voor de akkerbouw. Daarnaast zal er een verschuiving optreden van onbewerkte drijfmest naar producten uit mestverwerking.
- De akkerbouwsector dient aan te geven aan welke producten ze behoefte heeft, zodat de veehouderijsector beschikt over de informatie die kan worden gebruikt om die producten te gaan maken.
- Onder bepaalde voorwaarden kunnen producten uit dierlijke mest in de toekomst een vergelijkbare status krijgen als kunstmest, waarbij ze bovenop de gebruiksnorm van 170 kg N/ha voor dierlijke mest gebruikt mogen worden.

3 Waarde van meststoffen

3.1 Beoordeling waarde meststoffen: samenstelling en criteria

In deze studie staat de vraag centraal hoe de waarde van een groot aantal organische producten kan worden beoordeeld op basis van een aantal uiteenlopende criteria. Daartoe is eerst de samenstelling van die producten geïnventariseerd, waarbij vooral gebruik is gemaakt van informatie van handboekbodemenbemesting.nl en bemestingsadvies.nl (bijlage 1). Op basis van de samenstelling en aanvullende informatie (onder andere uit de literatuur) wordt nagegaan hoe de producten scoren op een aantal criteria (paragraaf 3.2).

3.2 Criteria voor beoordeling meststoffen

De producten worden beoordeeld aan de hand van een aantal criteria, die kunnen worden onderverdeeld naar landbouwkundige, milieukundige en economische criteria:

3.2.1 Landbouwkundige criteria

Nutriëntenlevering

Hierbij gaat het enerzijds om de absolute levering van nutriënten (die tevens een bepaalde economische waarde vertegenwoordigt) en anderzijds om de mate waarin de nutriëntenlevering van de betreffende organische meststof aansluit bij de nutriëntenbehoefte op het niveau van het gewas en/of het bouwplan. Beide aspecten worden in beeld gebracht. Dit wordt benaderd door uit te gaan van een toediening binnen de van toepassing zijnde gebruiksnormen (daarbij wordt de maximale gift ofwel bepaald door de N- ofwel door de P-norm), waarbij wordt nagegaan in welke mate tegemoet wordt gekomen aan de overige nutriënten (vooral nog beperkt tot K). Dit is gedaan door voor een aantal combinaties van gewas (aardappelen (poot-, consumptie- en zetmeelaardappelen), suikerbieten en wintertarwe) en grondsoort (klei en zand) na te gaan hoe de behoefte aan nutriënten volgens het (gewasgerichte) bemestingsadvies bij twee uiteenlopende P-toestanden (Pw 35 en Pw 55), uitgedrukt in de N/P-, de P/K- en de N/K-ratio van de gewenste basisbemesting, zich verhoudt tot diezelfde ratio's in de meststoffen, waarbij voor N is gewerkt met de werkzame N.

Concreet is voor vier uiteenlopende situaties nagegaan in welke mate de samenstelling van meststoffen tegemoet komt aan de nutriëntenbehoefte van een aantal gewassen. Dit betreft de volgende situaties”

- Kleigrond met een 'lage' P-toestand (Pw 35) en een 'normale' K-toestand (K-getal van 14);
- Kleigrond met een 'ruime' P-toestand (Pw 55) en een 'normale' K-toestand (K-getal van 14);
- Zandgrond met een 'lage' P-toestand (Pw 35) en een 'normale' K-toestand (K-getal van 11);
- Zandgrond met een 'ruime' P-toestand (Pw 55) en een 'normale' K-toestand (K-getal van 11).

De Pw's van 35 en 55 worden in de Meststoffenwet (fosfaatdifferentiatie) resp. aangeduid als 'laag' en 'ruim', maar in het bemestingsadvies worden ze landbouwkundig respectievelijk beoordeeld als 'ruim voldoende' en 'vrij hoog' (www.handboekbodemenbemesting.nl).

Voor deze situaties zijn de (gewasgerichte) N-, P- en K-behoefte voor de basisbemesting volgens het bemestingsadvies (handboekbodembemesting.nl) afgeleid. Hieruit zijn vervolgens de volgende ratio's afgeleid: N/P_2O_5 , P_2O_5/K_2O en N/K_2O . Deze ratio's zijn vergeleken met dezelfde ratio's van de meststoffen, waarbij voor N is uitgegaan van de werkzame N. Vervolgens is de som van de absolute waarden van het verschil tussen de nutriëntenratio's van de behoefte en die van de meststoffen als volgt berekend:

$$|(N/P_2O_5 \text{ behoefte} - N/P_2O_5 \text{ meststof})| + |(P_2O_5/K_2O \text{ behoefte} - P_2O_5/K_2O \text{ meststof})| + |(N/K_2O \text{ behoefte} - N/K_2O \text{ meststof})|.$$

De meststof die het kleinste verschil geeft ten opzichte van de gewenste ratio's, wordt beschouwd als de best passende meststof vanuit het oogpunt van de nutriëntenlevering. Hierbij zijn alle ratio's even zwaar gewogen, aangezien een meststof die wordt gebruikt voor de basisbemesting in het ideale geval beschikt over de juiste hoeveelheden N, P en K, zodat geen andere meststof in aanvulling op de gebruikte meststof voor de basisbemesting meer nodig is.

Levering van (effectieve) organische stof

De aanvoer van effectieve organische stof met meststoffen beïnvloedt tevens de bijdrage aan C-vastlegging en bijdrage aan bodemstructuur. Voor een evaluatie van meststoffen kijken we vooral naar de hoeveelheid EOS-aanvoer die mogelijk is binnen de P- en/of N-gebruiksnorm. Daarbij zijn de EOS/ P_2O_5 - en/of de EOS/Nwz-ratio van belang.

3.2.2 Milieukundige criteria

Broeikasgasemissies

Van belang zijn de hoeveelheid broeikasgassen kooldioxide (CO_2), methaan (CH_4) en lachgas (N_2O) die vrijkomen bij de productie, het transport, de opslag en toediening van de meststof. Voor dierlijke mest wordt dit bekeken vanaf het moment van de mestuitscheiding op het veehouderijbedrijf.

Er wordt gebruik gemaakt van studies van De Vries et al. (2011) en Schils et al. (2015). Tijdens de opslag van dierlijke mest treden emissies op van CH_4 en N_2O , waarbij de opslagduur, de opslagmethode en het type mest de hoogte van de emissie bepalen. De transportafstanden zijn vooral relevant voor het energieverbruik en daarmee voor de CO_2 -emissie. Bij de bewerking van mest (mechanische scheiding, vergisting en omgekeerde osmose) is het energieverbruik en daarmee de CO_2 -emissie eveneens van groot belang. Bij vergisting is sprake van energiewinning en een vermeden CO_2 - en CH_4 -emissie. Bij de toediening van mest is naast de CO_2 -emissie door brandstofgebruik ook de N_2O -emissie van belang.

Voor het berekenen van de emissies van broeikasgassen CO_2 , CH_4 en N_2O zijn emissiefactoren voor opslag en mestbewerking en toediening gebruikt die zijn afgeleid door Schils et al. (2015) (bijlage 2). Enkele uitgangspunten die daarbij zijn gehanteerd zijn dat:

- i. mest direct na de uitscheiding is verwerkt,
- ii. in het geval van mestbewerking de producten uitsluitend in bewerkte vorm zijn opgeslagen,
- iii. het energieverbruik bij vergisting negatief is (er is dus een energie-opbrengst) door productie van elektriciteit en nuttig warmtegebruik
- iv. dierlijke mest emissiearm wordt toegediend, wat voor drijfmest bouwlandinjectie betekent en voor vaste mest en dikke fractie oppervlakkige toediening met onderwerken in één werkgang
- v. door transport van dierlijke mest is uitgegaan van een transportafstand van 150 km en een CO_2 -uitstoot van 155 g per ton per km.

Die emissies zijn vervolgens omgerekend naar CO_2 -equivalenten, waarbij de factoren voor de omrekening zijn gebaseerd op de relatieve bijdrage aan de opwarming. Voor CH_4 is die gelijk aan 28x die van CO_2 en voor N_2O gelijk aan 265x die van CO_2 (zie Greenhouse Gas Protocol).

Risico van nitraatuitspoeling

Op korte termijn is er vooral een risico van nitraatuit- en afspoeling bij de toediening van meststoffen met een hoog aandeel minerale N (vooral als ze niet op het goede moment worden toegediend), maar op de lange termijn neemt het uitspoelingsrisico toe bij het gebruik van producten met een lage N-werking, waarbij veel N in de bodem achterblijft, die bijdraagt aan het N-overschot. Dit laatste leidt vooral tot uitspoeling als de N-gift daarvoor niet wordt gecorrigeerd. Voor een inschatting van het risico van nitraatuitspoeling is gebruik gemaakt van fracties van het N-overschot die afhankelijk zijn van grondsoort, bodemgebruik en grondwatertrap. Deze zijn door RIVM afgeleid uit metingen uit het Landelijk Meetnet Mestbeleid (Fraters et al., 2012). De consequentie hiervan is dat organische producten met een groot deel niet-werkzame stikstof leiden tot een hoog overschot op de N-balans. Daarmee zullen ze op de lange termijn ook leiden tot een relatief hoge nitraatuitspoeling.

Risico van N-verliezen in de vorm van ammoniak (NH₃)

Producten met een hoog aandeel ammonium (NH₄), in combinatie met een relatief hoge pH hebben een hoog emissierisico. Emissie van NH₃ kan optreden tijdens de opslag, mestbewerking en toediening. Voor de hoogte van de emissie tijdens opslag zijn ook weer de duur en de methode van opslag en het type mest van belang. Evenals bij de broeikasgassen zijn ook hier de emissiefactoren voor opslag, mestbewerking en toediening van Schils et al. (2015) gebruikt (bijlage 2).

De milieukundige aspecten die een rol spelen bij de verschillende stappen van de mestketen zijn samengevat in Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Overzicht van milieukundige aspecten van belang in verschillende stappen van de mestketen.

	Energie	Broeikasgassen			NH ₃	NO ₃
		CO ₂	N ₂ O	CH ₄		
Productie	V	v	v			
Opslag			v	v	v	
Transport	V	v	v			
Mestbewerking	V	v		v	v	
Toediening	V	v	v	v	v	

Om een onderlinge vergelijking in de emissies tussen meststoffen mogelijk te maken, worden de broeikasgasemissies vaak uitgedrukt per kg (werkzame) N of P. In deze studie is dat ook gedaan.

3.2.3 Economische criteria

Prijs van gebruik van de meststof: hierbij gaat het om de prijs voor de aanschaf enerzijds en de kosten voor opslag en toediening anderzijds. De prijs van organische mesten is lastig te bepalen, aangezien deze sterk kan variëren afhankelijk van regio en tijdstip in het jaar. Veehouderijbedrijven betalen in het algemeen voor de afvoer van mest. Voor de afvoer van onbewerkte rundveedrijfmest van het bedrijf wordt gemiddeld 10 euro per m³ betaald en voor de afvoer van onbewerkte varkensdrijfmest 20 euro per m³ (LEI, bedrijveninformatienet). Voor akkerbouwbedrijven die meststoffen aanvoeren speelt de afstand vanaf het veehouderijbedrijf een rol. Voor mestverwerkingsproducten spelen kosten voor mestverwerking een rol.

Vooralsnog is er vanuit gegaan dat er geen kosten zijn verbonden aan het gebruik van dierlijke mesten op het akkerbouwbedrijf, maar dat dat uitsluitend geval is voor nutriënten die aanvullend in de vorm van kunstmest moeten worden aangevoerd (daarvoor worden kunstmestprijzen gehanteerd) en/of voor organische stof die aanvullend nodig is (hiervoor is een prijs van 0,20 €/kg EOS gehanteerd).

3.3 Resultaten beoordeling waarde meststoffen

3.3.1 Nutriëntenlevering

De resultaten voor alle beschouwde meststoffen zijn weergegeven in bijlage 2 en voor een selectie van de beschouwde meststoffen zijn de resultaten opgenomen in de tabellen 3.2 t/m 3.5.

Tabel 3.2. N-, P- en K-behoefte (zowel uitgedrukt in kg/ha, als met nutriëntenratio's) van een drietal gewassen op kleigrond (Pw 35 en K-getal 14) vergeleken met de gemiddelde nutriëntenratio's (uitgedrukt in N/P₂O₅, P₂O₅/K₂O en N/K₂O) van een aantal mesttypen, met het verschil (Δ) tussen nutriëntenratio's van behoefte en meststoffen (zie tekst). RDM= rundveedrijfmest, KDM= kalverdrijfmest, Vaste RM= vaste rundveemest, VDM= varkensdrijfmest, ZDM= zeugendrijfmest, VDM-dun en VDM-min zijn dunne fractie en respectievelijk mineralenconcentraat van varkensdrijfmest, Co-diq RDM en VDM zijn digestaat van co-vergisting van rundveedrijfmest en varkensdrijfmest.

	Consumptieaardappelen			Pootaardappelen			Wintertarwe		
Behoefte, kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	150	105	280	90	105	280	90	5	50
Behoefte, ratio	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K
	1,43	0,38	0,54	0,86	0,38	0,32	18,00	0,10	1,80
Mesttype				Δ				Δ	
RDM	1,37	0,28	0,38	0,31				0,67	18,2
KDM	1,22	0,52	0,63	0,45				0,81	18,4
Vaste RM	0,45	0,49	0,22	1,41				0,62	19,5
VDM	1,27	0,83	1,06	1,13				1,61	18,2
ZDM	1,14	0,71	0,81	0,91				1,11	18,5
VDM-dun	4,49	0,15	0,67	3,42				4,21	14,7
VDM-min	12,8	0,05	0,60	11,7				12,52	6,48
Co-diq RDM	1,42	0,28	0,40	0,23				0,74	18,2
Co-diq VDM	1,52	0,65	0,99	0,82				1,61	17,8

Uit Tabel 3.2 blijkt dat in consumptie- en pootaardappelen op kleigrond met een lage P-toestand (Pw 35) de rundveedrijfmest en het digestaat van co-vergiste rundveedrijfmest het best past en de kalverdrijfmest ook relatief goed. In wintertarwe past het mineralenconcentraat het best.

Tabel 3.3. N-, P- en K-behoefte van een drietal gewassen op kleigrond (Pw 55 en K-getal 14) vergeleken met de gemiddelde nutriëntenratio's van een aantal mesttypen (zie Tabel 3.2. voor verdere toelichting).

	Consumptieaardappelen			Pootaardappelen			Wintertarwe		
Behoefte, kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	150	35	280	90	35	280	90	5	50
Behoefte, ratio	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K
	4,29	0,13	0,54	2,57	0,13	0,32	18,00	0,10	1,80
Mesttype				Δ				Δ	
RDM	1,37	0,28	0,38	3,22				1,41	18,2
KDM	1,22	0,52	0,63	3,56				2,06	18,4
Vaste RM	0,45	0,49	0,22	4,51				2,59	19,5
VDM	1,27	0,83	1,06	4,24				2,74	18,2
ZDM	1,14	0,71	0,81	4,01				2,51	18,5
VDM-dun	4,49	0,15	0,67	0,36				2,29	14,7
VDM-min	12,8	0,05	0,60	8,63				10,56	6,48
Co-diq RDM	1,42	0,83	1,22	3,16				1,39	18,2
Co-diq VDM	1,52	0,92	0,78	3,75				2,25	17,8

Uit Tabel 3.3 blijkt dat in consumptieaardappelen op kleigrond met een hoge P-toestand (Pw 55) de dunne fractie van rundveedrijfmest het best past. In pootaardappelen past de rundveedrijfmest het best en in de wintertarwe past het mineralenconcentraat het best, evenals bij de lage P-toestand.

Tabel 3.4. N-, P- en K-behoefte van een drietal gewassen op zandgrond (Pw 35 en K-getal 11) vergeleken met de gemiddelde nutriëntenratio's van een aantal mesttypen (voor een verdere toelichting zie Tabel 3.2).

	Consumptieaardappelen			Zetmeelaardappelen			Suikerbieten		
<i>Behoefte, kg/ha</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	140	105	200	150	105	150	100	75	200
<i>Behoefte, ratio</i>	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K
	1,33	0,53	0,70	1,43	0,70	1,00	1,33	0,38	0,50
Mesttype				Δ				Δ	Δ
RDM	1,37	0,28	0,38	0,60				1,10	0,25
KDM	1,22	0,52	0,63	0,19				0,76	0,39
Vaste RM	0,45	0,49	0,22	1,40				1,97	1,28
VDM	1,27	0,83	1,06	0,72				0,34	1,07
ZDM	1,14	0,71	0,81	0,50				0,49	0,85
VDM-dun	4,49	0,15	0,67	3,57				3,94	3,55
VDM-min	12,8	0,05	0,60	12,01				12,39	11,87
Co-dig RDM	1,42	0,83	1,22	0,63				1,02	0,28
Co-dig VDM	1,52	0,92	0,78	0,61				0,15	0,96

Uit Tabel 3.4 blijkt dat in consumptieaardappelen op zandgrond met een lage P-toestand (Pw 35) de kalverdrijfmest het best past. Zeugendrijfmest, rundveedrijfmest en varkensdrijfmest passen ook relatief goed. In zetmeelaardappelen past de varkensdrijfmest het best en passen de zeugendrijfmest en de kalverdrijfmest ook relatief goed. In suikerbieten past de rundveedrijfmest het best en passen de kalverdrijfmest en de zeugendrijfmest ook relatief goed.

Tabel 3.5. N-, P- en K-behoefte van een drietal gewassen op zandgrond (Pw 55 en K-getal 11) vergeleken met de gemiddelde nutriëntenratio's van een aantal mesttypen (voor een verdere toelichting zie Tabel 3.2).

	Consumptieaardappelen			Zetmeelaardappelen			Suikerbieten		
<i>Behoefte, kg/ha</i>	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	140	35	200	150	35	150	100	5	200
<i>Behoefte, ratio</i>	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K	N/P	P/K	N/K
	4,00	0,18	0,70	4,29	0,23	1,00	20,00	0,03	0,50
Mesttype				Δ				Δ	Δ
RDM	1,37	0,28	0,38	3,05				3,58	19,00
KDM	1,22	0,52	0,63	3,20				3,72	19,41
Vaste RM	0,45	0,49	0,22	4,34				4,87	20,29
VDM	1,27	0,83	1,06	3,74				3,67	20,09
ZDM	1,14	0,71	0,81	3,51				3,81	19,86
VDM-dun	4,49	0,15	0,67	0,55				0,62	15,80
VDM-min	12,8	0,05	0,60	9,00				9,07	7,35
Co-dig RDM	1,42	0,83	1,22	2,99				3,51	18,94
Co-dig VDM	1,52	0,92	0,78	3,25				3,19	19,60

Op de zandgrond met een hoge P-toestand past de dunne fractie van varkensdrijfmest het best bij zowel consumptieaardappelen als zetmeelaardappelen. In suikerbieten past het mineralenconcentraat het best.

3.3.2 Organische stoflevering

Als de organische meststoffen worden gerangschikt op basis van de ratio EOS/P₂O₅ en EOS/Nwz, blijkt dat er grote verschillen zijn tussen meststoffen. Naarmate de EOS/P₂O₅- en EOS/Nwz-ratio hoger zijn, kan er meer EOS worden toegediend per kg P₂O₅ en Nwz.

Tabel 3.6. EOS/P₂O₅- en EOS/Nwz-ratio en EOS-, N- en P-gehalten voor een aantal geselecteerde meststoffen.

	Kg EOS/t	Kg Nt/t	Kg Nwz/t	Kg P ₂ O ₅ /t	EOS/P ₂ O ₅	EOS/Nwz
Rundveedrijfmest	50	4,0	2,3	1,5	33	22
Drijfmest van rosékalveren	50	5,6	3,4	2,6	19	15
Vaste rundveemest (met stro)	109	8	3	4	25	40
Vleesvarkendrijfmest	26	7	6	4	7	5
Zeugendrijfmest	9	5	4	4	2	2
Dunne fractie varkendrijfmest	4	4	3	1	5	1
Mineralenconcentraat vdm	4	7	5	0	11	1
Digestaat co-vergiste rdm	48	4	2	2	32	21
Digestaat co-vergiste vdm	15	6	5	3	10	3
P-arme dikke fractie vdm	214	5	3	3	77	63
Champost	106	8	3	5	23	31
Gft-compost	218	9	1	4	50	169
Groencompost	161	5	1	2	73	240

Het blijkt dat de rundveemesten (rundveedrijfmest, kalverdrijfmest en vaste rundveemest) beter scoren dan de varkensmesten. Alleen de P-arme, dikke fractie van varkendrijfmest scoort goed. Champost scoort vergelijkbaar aan de vaste rundveemest, en gft- en groencompost doen het samen met de P-arme dikke fractie van varkendrijfmest het best.

3.3.3 Broeikasgasemissies

Op basis van de emissiefactoren voor CO₂, CH₄ en N₂O bij opslag, mestbewerking, toediening en transport (bijlage 2) en de samenstelling van de producten (bijlage 1) zijn de broeikasgasemissies voor ieder product berekend.

Vervolgens zijn die emissies omgerekend naar CO₂-equivalenten en die zijn uitgedrukt per 1000 kg meststof, maar ook per kg nutriënt (totaal of werkzaam). In Tabel 3.7 is dat gedaan door de BKG-emissies van enkele producten uit te drukken per 1000 kg meststof, per kg Nt, per kg Nwz en per kg P₂O₅.

Wat direct opvalt zijn de negatieve waarden van de digestaten. Dat betekent dat het netto-effect zodanig is dat de energie-opbrengst door vergisting hoger is dan de emissies tijdens opslag, transport en toediening, waardoor er sprake is van een vermeden CO₂- en CH₄-emissie.

Verder verschilt het beeld tussen meststoffen sterk, wat mede wordt bepaald door de uitdrukkingwijze. Zo is de broeikasgasemissie bij varkendrijfmest per ton ca. 2x zo hoog dan die van rundveedrijfmest, maar als dit wordt uitgedrukt op basis van werkzame N, ligt het op een vergelijkbaar niveau. Ook valt het op dat de broeikasgasemissies van mestverwerkingsproducten, zoals de dunne en dikke fractie van varkendrijfmest lager zijn dan van onbewerkte varkendrijfmest.

Het laatste wordt veroorzaakt door de relatief hoge CH₄-emissie tijdens opslag van varkensdrijfmest (zie ook Tabel 3.8).

Tabel 3.7. Broeikasgasemissies veroorzaakt door de emissie van CO₂, CH₄ en N₂O, uitgedrukt in CO₂-equivalenten per ton product, per kg N-totaal (Nt), per kg werkzame N (Nwz) en per kg P₂O₅.

	Kg CO ₂ -eq/1000 kg product	Kg CO ₂ -eq/kg Nt	Kg CO ₂ -eq/kg Nwz	Kg CO ₂ -eq/kg P ₂ O ₅
Rundveedrijfmest	92,5	23,1	40,8	61,7
Drijfmest van rosékalveren	98,4	17,6	28,7	37,8
Vaste rundveemest (met stro)	77,3	10,0	28,3	18,0
Vleesvarkensdrijfmest	200,8	28,7	35,7	51,5
Zeugendrijfmest	193,7	38,7	44,8	55,4
Dunne fractie varkensdrijfmest	57,4	13,7	17,6	82,0
Mineralenconcentraat vdm	130,5	19,5	24,9	326,2
Digestaat co-vergiste rdm	-192,8	-47,0	-83,1	-128,5
Digestaat co-vergiste vdm	-183,1	-30,0	-35,2	-57,2
Dikke fractie vdm	87,0	8,1	11,7	9,6
P-arme dikke fractie vdm	53,9	10,4	15,8	19,3

In Tabel 3.8 is weergegeven hoeveel BKG-emissies optreden tijdens de verschillende stappen in de mestketen. In het algemeen zijn de BKG-emissies het hoogst bij opslag en toediening. Alleen bij de vaste mesten, de dunne fractie én de dikke fracties is dat niet het geval. Bij de digestaten is tijdens de opslag en bewerking juist sprake van energiewinning door de biogas-productie veroorzaakt door vergisting.

Tabel 3.8. Broeikasgasemissies die optreden tijdens opslag en bewerking, toediening en transport, uitgedrukt in kg CO₂-equivalenten per kg werkzame N.

	Opslag en bewerking	Toediening	Transport	Totaal
Rundveedrijfmest	22,5	8,0	10,3	40,8
Drijfmest van rosékalveren	15,0	6,9	6,8	28,7
Vaste rundveemest (met stro)	8,5	11,3	8,5	28,3
Vleesvarkensdrijfmest	26,5	5,1	4,1	35,7
Zeugendrijfmest	34,4	5,0	5,4	44,8
Dunne fractie varkensdrijfmest	4,7	5,8	7,1	17,6
Mineralenconcentraat vdm	12,8	7,6	4,4	24,9
Digestaat co-vergiste rdm	-101,1	8,0	10,0	-83,1
Digestaat co-vergiste vdm	-44,6	4,9	4,5	-35,2
Dikke fractie vdm	3,0	5,6	3,1	11,7
P-arme dikke fractie vdm	2,5	6,5	6,8	15,8

3.3.4 Risico van nitraatuitspoeling

Uit de wetenschappelijke literatuur komt een wisselend beeld naar voren van het effect van meststof-type op het risico van nitraatuitspoeling (CDM, 2017). Het CDM geeft aan dat de

wisselwerking tussen N-gift, N-mineralisatie, N-opname door het hoofdgewas en vanggewas, denitrificatie, grondsoort, en weersomstandigheden bepaalt hoeveel stikstof door uitspoeling van nitraat verloren gaat. Naast de samenstelling van de organische meststoffen is daarbij vooral de gift belangrijk. Ook het tijdstip en de wijze van toediening spelen een belangrijke rol. Zo is het risico van een hoge nitraatuitspoeling bij een mestgift aan het eind van de zomer of het najaar relatief groot, tenzij er een groenbemester wordt geteeld én de mestgift goed is afgestemd op de N-beschikbaarheid in de bodem en de N-behoefte van de groenbemester. Daarbij spelen de weeromstandigheden een grote rol voor het slagen van de groenbemester en daarmee voor het beperken van het uitspoelingsrisico.

In het CDM-advies wordt onderscheid gemaakt tussen risico's voor de korte en de lange termijn. Naarmate de N-beschikbaarheid in het jaar van toediening toeneemt (vooral bij een hoog aandeel minerale N), neemt het risico van nitraatuitspoeling op korte termijn toe, terwijl het risico van nitraatuitspoeling op de lange termijn juist groter is bij lage N-werkingscoëfficiënten in het jaar van toediening, aangezien dan een relatief groot deel van de N in de bodem achterblijft.

Tabel 3.9. Kwalitatieve beoordeling van het risico van nitraatuitspoeling van een aantal geselecteerde meststoffen. Daarbij staat een '-' voor laag risico, '+/-' voor een vrij laag risico, '+' voor een redelijk groot risico en '++' voor een groot risico.

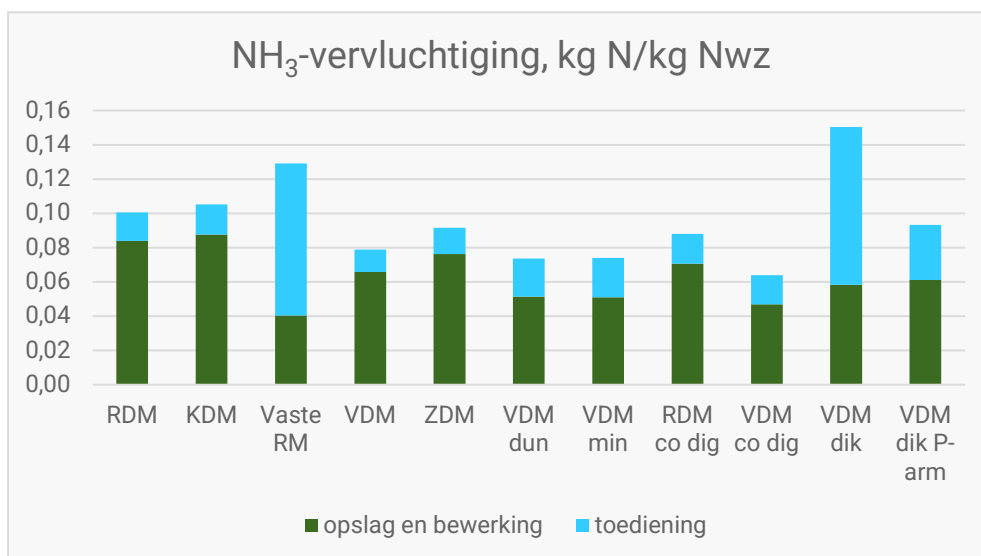
	Samenstelling					Risico van nitraatuitspoeling	
	Nt, kg N/ton	Nm, kg N/ton	Nmin, %	C/Norg	Nwz 1e jaar, %	Korte termijn	Lange termijn
Rundveedrijfmest	4,0	1,9	48%	16,9	57%	+	+/-
Drijfmest van rosékalveren	5,6	3,0	54%	13,7	61%	+	+/-
Vaste rundveemest (met stro)	7,7	1,1	14%	11,7	35%	-	++
Vleesvarkensdrijfmest	7,0	3,7	53%	12,0	80%	+	-
Zeugendrijfmest	5,0	3,3	66%	7,4	87%	++	-
Dunne fractie varkensdrijfmest	4,2	3,6	86%	9,2	78%	++	-
Mineralenconcentraat vdm	6,7	6,0	90%	9,3	78%	++	-
Digestaat co-vergiste rdm	4,1	2,0	49%	15,2	57%	+	+/-
Digestaat co-vergiste vdm	6,1	4,4	72%	12,1	85%	++	-
Dikke fractie vdm	10,8	3,1	29%	12,0	69%	+/-	+/-
P-arme dikke fractie vdm	5,2	0,5	10%	32,6	66%	-	+/-

3.3.5 Risico van ammoniakvervluchtiging

Ammoniakvervluchtiging treedt op tijdens de opslag en bewerking van mest en bij de toediening. Voor een aantal geselecteerde mestproducten is dat weergegeven in Figuur 3.1.

Hieruit blijkt het volgende:

- De totale ammoniakvervluchtiging is het hoogst bij de vaste rundveemest en de dikke fractie van varkensdrijfmest. Dit wordt veroorzaakt door de relatief hoge NH₃-vervluchtiging bij toediening van deze vaste mesten.
- Bij de drijfmesten, dunne fracties en mineralenconcentraten zorgt opslag en bewerking van de mest voor het grootste deel van de NH₃-vervluchtiging, terwijl dat bij de vaste mesten juist de toediening is.



Figuur 3.1. Berekende ammoniak-vervluchtiging (uitgedrukt in kg N per kg werkzame N, ofwel Nwz) bij opslag en bewerking en toediening voor een aantal geselecteerde mestproducten. RDM= rundveedrijfmest, KDM= kalverdrijfmest, vaste RM= vaste rundveemest (stro), VDM= vleesvarkensdrijfmest, ZDM= zeugendrijfmest, VDM dun= dunne fractie van varkensdrijfmest, VDM min= mineralenconcentraat uit varkensdrijfmest, RDM co dig= digestaat van co-vergiste rundveedrijfmest, VDM co dig= digestaat van co-vergiste varkensdrijfmest, VDM dik= dikke fractie van varkensdrijfmest en VDM dik P-arm= P-arme dikke fractie van varkensdrijfmest.

3.4 Samenvattend

Voor de beoordeling van de landbouwkundige eigenschappen van mestproducten is als eerste gekeken naar de nutriëntenlevering van een aantal geselecteerde producten. Daarbij is nagegaan in welke mate die beschikbaarheid aan nutriënten op perceelsniveau tegemoet komt aan de nutriëntenbehoefte van een aantal grote akkerbouwgewassen in uiteenlopende omstandigheden (op klei/zand, bij hoge/lage bodemvruchtbaarheid). Vervolgens is nagegaan wat de potentiële bijdrage van de producten is aan de organische stofvoorziening door te kijken naar de EOS/P₂O₅- en de EOS/Nwz-ratio. Het resultaat kan als volgt worden samengevat:

- Op klei met een lage P-toestand passen rundveedrijfmest en kalverdrijfmest het best in consumptieaardappelen en vaste rundveemest en rundveedrijfmest het best in pootaardappelen. Voor wintertarwe sluit het mineralenconcentraat het best aan bij de behoefte. Op klei met een hoge P-toestand sluit de dunne fractie van varkensdrijfmest het best aan bij de nutriëntenbehoefte van consumptieaardappelen en voor pootaardappelen is dat de rundveedrijfmest. In wintertarwe past het mineralenconcentraat, evenals op de kleigrond met de lage P-toestand, het best.
- Op zand met een lage P-toestand passen kalverdrijfmest, zeugendrijfmest, rundveedrijfmest en varkensdrijfmest het best in consumptieaardappelen. In zetmeelaardappelen passen varkensdrijfmest en zeugendrijfmest het best en in suikerbieten passen rundveedrijfmest, kalverdrijfmest en zeugendrijfmest het best. Bij een hoge P-toestand past de dunne fractie van varkensdrijfmest goed in consumptieaardappelen en zetmeelaardappelen. In suikerbieten past het mineralenconcentraat dan het best.
- Voor de aanvoermogelijkheden van EOS scoren de rundveemesten (rundveedrijfmest, kalverdrijfmest en vaste rundveemest) aanzienlijk beter dan de producten uit varkensmest.

Voor de milieukundige beoordeling is nagegaan wat de broeikasgasemissies zijn, wat het risico is van nitraatuitspoeling en ammoniakvervluchtiging. Enkele opvallende zaken:

- Vooral de digestaten onderscheiden zich positief ten aanzien van de BKG-emissies, aangezien die door de netto energieproductie (biogasproductie) negatief zijn, zodat sprake is van een vermeden CO₂-emissie door het besparen op het gebruik van fossiele brandstoffen. Ook producten uit mestbewerking, zoals de dunne en dikke fractie van varkensdrijfmest, onderscheiden zich positief ten opzichte van de BKG-emissies uit drijfmesten. Dit komt vooral door een lagere CH₄-emissie tijdens opslag.
- Het risico van NH₃-emissie is relatief hoog bij de vaste mesten, door hogere verliezen bij toediening. Aangezien vaste mesten oppervlakkig worden toegediend en daarna worden ingewerkt, is er bij toediening sprake van hogere verliezen dan bij drijfmest die direct in de bodem wordt aangebracht middels bouwlandinjectie.
- Voor het risico van nitraatuitspoeling is het van belang om onderscheid te maken naar risico's op de korte en op de lange termijn. Op de korte termijn (binnen een groeiseizoen) geven vooral producten met hoge Nmin-gehalten een risico op uitspoeling als ze niet op het juiste tijdstip worden toegediend. Hierbij valt te denken aan de drijfmesten en vooral dunne fracties en mineralenconcentraten. Middels een goede timing kunnen uitspoelingsverliezen worden beperkt. Bij ongunstige weersomstandigheden (groot neerslagoverschot) vlak na toediening kan een relatief groot deel verloren gaan. Op de langere termijn (5-10 jaar) is er juist een verhoogd risico van nitraatuitspoeling bij producten met een lage N-werking, zoals vaste rundveemest.

4 Meststoffenbehoefte in de akkerbouw

4.1 Uitgangspunten en randvoorwaarden

Om de vraag aan welke meststoffen de akkerbouw nu en in de toekomst behoefte heeft te kunnen beantwoorden is een aantal uitgangspunten en randvoorwaarden benoemd. Die zijn hierna weergegeven.

Uitgangspunten:

- Bemestingsadviezen geven de behoefte aan nutriënten weer. De behoefte aan nutriënten hangt af van het gewas, de grondsoort, de bodemvruchtbaarheid. Voor P en K wordt onderscheid gemaakt naar een bodem- en een gewasgericht advies. Een overzicht van de bemestingsadviezen is te vinden in het Handboek bodem en bemesting. Daarnaast is de N- en P-gift gebonden aan wettelijke normen, de gebruiksnormen (zie verder).
- Voor het behoud van bodemkwaliteit is vooral de aanvoer van organische stof van belang. Met organische stof worden ook nutriënten aangevoerd en daar moet ook rekening mee worden gehouden. Vooral de P-gebruiksnorm beperkt veelal de gift met organische meststoffen en daarom is het in het algemeen gunstig om te streven naar producten met een hoge EOS/P205-ratio. Hiervan is tevens een overzicht opgenomen in Tabel 9.3 van het Handboek bodem en bemesting.
- De kwaliteit van meststoffen dient goed te zijn. Dat betekent een bekende en homogene samenstelling in ruimte en tijd, geen verontreinigingen en een product dat goed inpasbaar is in de logistieke mogelijkheden. Transport, opslag en toediening dient aan te sluiten bij de mogelijkheden en is liefst zo eenvoudig mogelijk. Dit is niet voor alle ondernemers gelijk en de ene ondernemer heeft voorkeur voor korrelvormige meststoffen en de ander voor vloeibaar.
- De economische haalbaarheid moet goed zijn: de kosten van aanschaf, opslag en toediening zijn bij voorkeur zo laag mogelijk en in ieder geval concurrerend met gangbare alternatieven.
- De persoonlijke voorkeur van de ondernemer voor een bepaald type meststof. Hierbij kunnen allerlei argumenten een rol spelen, maar uiteindelijk bepaalt de individuele akkerbouwer welke meststof hij/zij op zijn land wil gebruiken.

Randvoorwaarden:

- De wettelijke status van meststoffen en toedieningsnormen (gebruiksnormen voor N, P en dierlijke mest) spelen een belangrijke rol. Op de eerste plaats moet een meststof zijn toegelaten (wat voor reststoffen niet altijd het geval is) en gebruiksnormen moeten worden gerespecteerd;
- De beschikbaarheid van meststoffen in de directe omgeving van het bedrijf en/of een goede/vaste band met een producent van (dierlijke) meststoffen in de omgeving.
- De draagkracht en/of bijzondere eisen van de bodem op het betreffende bedrijf. Van meststoffen met lage gehalten aan nutriënten, zoals dierlijke meststoffen, zijn grote volumes nodig om de gewenste nutriëntengift aan te brengen. Dit betekent dat grote, zware machines nodig zijn voor het toedienen van de meststoffen. Voor bodems met een geringe draagkracht is het moment van toediening belangrijk en moet worden voorkomen dat de bodem (teveel) wordt verdicht. Dit kan

betekenen dat het ongewenst is om op dergelijke gronden in het voorjaar dierlijke mest toe te passen en dat dat sturend is voor de meststofkeuze.

- Door regionale verschillen in grondsoort, bouwplannen en aanwezigheid van veehouderijbedrijven met een mestoverschot, zal de meststofkeuze verschillen tussen regio's.
- Aanvullende (wettelijke) eisen en wensen: er zijn aanvullende eisen van toepassing voor bepaalde meststoffen, zoals producten van dierlijke mest. Die dienen te worden ondergewerkt en mogen niet altijd op elk moment in het jaar te worden toegepast. Daarnaast is er steeds meer aandacht voor de klimaateffecten van het gebruik van meststoffen. Daarom is de C-voetafdruk / footprint van meststoffen bij voorkeur zo laag mogelijk. Ook kunnen meststoffen een verschillend risico geven op de overdracht van ziekten en plagen (Termorshuizen en Postma, 2021).

4.2 Behoeftte aan nutriënten en organische stof in uiteenlopende bouwplannen

Van Dijk (2011) heeft in een beknopt artikel een overzicht gegeven van de behoefte aan nutriënten en organische stof in de akkerbouw en globaal aangegeven met welke meststoffen daarin kan worden voorzien. Dat kan in het algemeen goed worden ingevuld met een combinatie met drijfmest van varkens of rundvee en kunstmest. Hiermee wordt niet de grootste hoeveelheid organische stof aangevoerd, daarvoor kan gebruik worden gemaakt van vaste mest of gft- of groencompost. Als vaste mest en/of gft- of groencompost wordt gebruikt, is nog een aanzienlijke aanvulling van nutriënten nodig. Die aanvulling kan met kustmest of (dunne fracties van) drijfmest worden geleverd.

Postma et al. (2013) hebben in een studie voor het toenmalige Productschap Akkerbouw gekeken naar de inzetbaarheid van mestverwerkingsproducten in de bemestingsplannen van vijf representatieve modelbouwplannen naast onbewerkte varkensdrijfmest. De analyse is gebaseerd op de N-, P- en K-behoefte volgens bemestingsadviezen en houdt rekening met de gebruiksnormen voor werkzame N, P en dierlijke mest. Uit de analyse bleek dat er bij gebruik van varkensdrijfmest voor de basisbemesting in alle bouwplannen een aanvullende behoefte is aan N en K. Afhankelijk van de situatie kan die worden ingevuld met dunne fractie van gescheiden (varkens)drijfmest, mineralenconcentraat en/of kunstmest. Er is ook gekeken naar de C-footprint van scenario's.

Recenter hebben van Dijk et al. (2020) voor een aantal bouwplannen in de akkerbouw de behoefte aan nutriënten en organische stof uitvoerig in beeld gebracht. Voor de bouwplannen zie Tabel 4.1.

Tabel 4.1. *Bouwplansamenstelling (% van areaal) voor representatieve bouwplannen voor de akkerbouw in Nederland (NZK = noordelijk zeeklei, CZK = centrale zeeklei, ZWK = zuidwestelijke zeeklei, NON = noordoostelijk zand/dalgebied, ZON = zuidoostelijk zandgebied) (Bron: Van Dijk et al., 2020).*

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

1 Onbemeste groenbemester na snijmaïs

Voor de bouwplannen uit Tabel 4.1 is de behoefte aan nutriënten en organische stof geïnventariseerd en weergegeven in Tabel 4.2.

Tabel 4.2. *Behoefte aan werkzame stikstof, fosfaat, kali en effectieve organische stof (EOS, behoefte bij jaarlijkse afbraak van 2000 en 3000 kg EOS per ha) voor verschillende bouwplannen in de akkerbouw bij fosfaattoestand van de bodem neutraal (Bron: Van Dijk et al., 2020).*

	Nwz	Nwz	P ₂ O ₅	K ₂ O	EOS	EOS	Nwz/P	Nwz,b/P	K/P	EOS/P	EOS/P
	Basis				2000	3000				2000	3000
Akkerbouw											
NZK, graan	222	90	60	117	327	1327	3,7	1,5	1,9	5,4	22,1
NZK, pootg	202	119	60	153	327	1327	3,4	2,0	2,5	5,4	22,1
CZK, NOP	178	85	60	159	878	1878	3,0	1,4	2,6	14,6	31,3
CZK, Flevo	218	124	60	191	586	1586	3,6	2,1	3,2	9,8	26,4
ZWK	237	118	60	154	318	1318	3,9	2,0	2,6	5,3	22,0
NON	183	140	60	209	577	1577	3,0	2,3	3,5	9,6	26,3
ZON	136	112	60	237	983	1983	2,3	1,9	3,9	16,4	33,1
Löss	165	122	60	168	287	1287	2,7	2,0	2,8	4,8	21,5

Bij de getallen in Tabel 4.2 moet worden opgemerkt dat de behoefte van werkzame N en van P_2O_5 niet zijn gebaseerd op het bemestingsadvies, maar op de gebruiksnormen, waarbij voor P is uitgegaan van een P-toestand 'neutraal' die van toepassing was in 2019/2020. Overigens komt de 'evenwichts-bemesting' uit Tabel 2 vrijwel overeen met het bodemgerichte bemestingsadvies voor P, omdat dat gericht is op een handhaving van de bodemtoestand door een compensatie van de P-onttrekking. De P-afvoer varieert in bouwplannen in het algemeen tussen 50 en 70 kg P_2O_5 /ha (zie verder).

Sinds 1 januari 2021 is de P-gebruiksnorm aangepast en meer gedifferentieerd, waarbij de norm bij een hoge toestand lager is geworden. Bij de toestand 'neutraal' is de norm gelijk geworden aan 70 kg P_2O_5 /ha. Daarmee zouden de getallen uit Tabel 2 dus ook weer veranderen.

4.3 Mate waarin meststoffen voorzien in behoefte aan nutriënten en organische stof

4.3.1 Meststofkeuze op bouwplanniveau

Op basis van de behoefte zoals die is weergegeven in Tabel 2 kan worden nagegaan met welke meststoffen daarin het best kan worden voorzien. Daarbij is het van belang om onderscheid te maken naar de behoefte van een basisbemesting (voor N, P en K) en de behoefte van een bijbemesting (alleen voor N). De basisbemesting leent zich prima voor een dierlijke mestgift, terwijl dat voor de bijbemesting een stuk lastiger is. Van Dijk et al. (2020) hebben voor de veelgebruikte producten rundveedrijfmest, varkensdrijfmest en dunne fractie van varkensdrijfmest laten zien in welke mate ze op bouwplanniveau voorzien in de N-, P-, K- en EOS-behoefte voor de basisbemesting in een gemiddeld bouwplan, uitgaande van een P-gebruiksnorm van 40, 50 of 60 kg P_2O_5 /ha (Tabel 4.3).

Daaruit komt het volgende naar voren:

- Met rundveedrijfmest wordt de basisbehoefte aan NPK en EOS het beste gedekt. Dit geldt dan voor een P-gebruiksnorm van 60 kg P_2O_5 /ha. Bij een lagere P-gebruiksnorm is er bij de basisbemesting aanvullend behoefte aan N en in minder mate K.
- Bij de dunne fractie van varkensmest is er bij de basisbemesting behoefte aan extra fosfaat en EOS, met name in een situatie met een hoge EOS-behoefte.
- Bij gebruik van varkensmest is er bij de basisbemesting nog behoefte aan extra N, K en EOS.

Opmerkingen ten aanzien van grondsoorten:

- Op zandgronden zijn meer mogelijkheden voor het toedienen van dierlijke mest dan op kleigronden, onder andere door het risico van structuurbederf bij toepassing van mest in voorjaar op kleigrond
- Op kleigrond wordt dierlijke mest in voorjaar bij voorkeur met sleepslangen toegediend. Dat betekent dat vaste mest in het voorjaar niet / minder geschikt is.

Tabel 4.3. Aanvoer van N (totaal en werkzaam), P₂O₅ (bij fosfaatgebruiksnorm van 40-60 kg P₂O₅ per ha), K₂O en EOS (alle in kg per ha) bij rundveedrijfmest, varkensdrijfmest en dunne fractie van varkensdrijfmest bij maximale aanvoer volgens de gebruiksnormen i.r.t. bouwplanbehoefte in de akkerbouw (*basisbemesting*) (Bron: Van Dijk et al., 2020).

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

Uit Tabel 4.3 blijkt dat vooral met onbewerkte rundveedrijfmest goed kan worden voorzien in de behoefte aan nutriënten (NPK) en EOS op bouwplanniveau. Bij een P-gebruiksnorm van 50 of hoger is de aanvoer van nutriënten en organische stof bij het gebruik van rundveedrijfmest zodanig dat de behoefte aan P, K en EOS in de meeste bouwplannen volledig worden gedekt en is alleen nog sprake van een kleine, aanvullende behoefte aan N. Daarnaast is er nog een aanvullende N-behoefte voor de bijbemesting.

Bij gebruik van de dunne fractie van varkensdrijfmest wordt de N-behoefte (basisbemesting) volledig en de P-behoefte grotendeels gedekt door de dunne fractie. Vooral in bouwplannen met een hoge K-behoefte is nog een aanvullende behoefte aan K en daarnaast is er ook nog een aanvullende behoefte aan EOS.

Bij gebruik van onbewerkte varkensdrijfmest wordt in alle gevallen de P-behoefte gedekt, maar is steeds sprake van een aanvullende behoefte aan N, K en EOS.

4.3.2 Meststofkeuze op gewasniveau

In Tabel 4.3 is weergegeven in hoeverre een aantal dierlijke mesten voorzien in de behoefte aan nutriënten en organische stof op bouwplanniveau. Er wordt echter bemest op perceels-/gewasniveau en daarbij moet in ieder geval op gewasniveau ook worden voorzien in de behoefte aan nutriënten. Nagegaan wordt of het invullen van de nutriëntenbehoefte op gewasniveau een ander beeld oplevert dan het voorzien in de behoefte op bouwplanniveau, zoals beschreven in de vorige paragraaf. Bemestingsadviezen voor P en K zijn opgebouwd uit een gewas- en een bodemgericht advies, waarbij het gewasgerichte advies is gericht op het realiseren van een hoge opbrengst en kwaliteit, terwijl het bodemgerichte advies is gericht op het realiseren en/of handhaven van een goede P- en/of K-toestand op de langere termijn. De bodemgerichte adviezen zijn daarom gerelateerd aan het bouwplan en moeten ook op dat niveau worden beschouwd. Dat geldt ook voor de organische stofbalans, waarbij er op bouwplanniveau voldoende (effectieve) organische stof moet worden aangevoerd om de afbraak van organische stof in de bodem te compenseren.

4.3.3 Uitgewerkt voorbeeld voor zuidwestelijke klei

In Tabel 4.4 is de behoefte aan nutriënten op gewasniveau weergegeven voor een modelbouwplan op de zuidwestelijke klei (ZWK), waarbij voor P en K onderscheid is gemaakt naar het gewasgerichte en het bodemgerichte advies (gericht op compenseren afvoer), en waarbij voor P ook de P-gebruiksnorm is weergegeven. De P- en K-afvoer (van belang voor bodemgerichte advies) is berekend uit gemiddelde opbrengsten volgens KWIN (2006-2011 en 2015), actuele P-gehalten (Schröder & Van Dijk, 2017; De Ruijter et al., 2020) en K-gehalten in gewassen (Handboekbodemenbemesting.nl). Daarbij is uitgegaan van twee uiteenlopende situaties ten aanzien van de P-toestand (fosfaatklassen laag (Pw 25-35) en ruim (Pw 46-55); van belang voor gewasgerichte advies en de P-gebruiksnorm) en de organische stofbehoefte (afbraak is 2000-3000 kg organische stof per ha).

Tabel 4.4. Behoefte van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan op de zuidwestelijke klei (ZWK).

Gewas	opp, Ha	Behoefte										
		N-advies, kg N/ha		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht bodem			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha	
		Totaal	basis	Pw 35	Pw 55	afvoer	Pw 35	Pw 55	gewas	afvoer	laag	hoog
Cons.aard.	20	250	150	105	35	55	80	60	210	280	2000	3000
Suikerbiet	15	150	100	55	0	70	80	60	60	210	2000	3000
Wintertarwe	40	245	90	0	0	70	80	60	0	110	2000	3000
Graszaad	10	200	132	0	0	16	80	60	0	12,4	2000	3000
Zaaiuien	15	170	112	105	35	48	80	60	210	120	2000	3000
Groenbem.	40	50	50									
Totaal in ha's of kg's	100	23600	13103	4500	1225	5830	8000	6000	8250	15074	200000	300000

Als uitgangspunt voor de bemesting is er vanuit gegaan dat dierlijke mest wordt toegepast voor de basisbemesting in de gewassen consumptie-aardappelen, wintertarwe, graszaad en de groenbemester. In suikerbieten en zaaiuien gebeurt dat niet, omdat dat op kleigronden sowieso moeilijker toegepast kan worden. Uitgangspunten zijn als volgt:

- De werkzame N-gift op gewasniveau benadert zo goed mogelijk de behoefte aan werkzame N voor de basisbemesting en de P- en K-gift is bij voorkeur even hoog als of hoger dan het gewasgericht P- en K-advies. Het N-advies voor de basisbemesting wordt niet overschreden.

- Op bouwplanniveau is de P- en K-gift minimaal even hoog als de onttrekking van P en K, zodat de P- en K-toestand van de bodem op peil blijft. Voor P wordt de P-gebruiksnorm niet overschreden.
- Op bouwplanniveau wordt de EOS-behoefte zo goed mogelijk ingevuld, waarbij rekening wordt gehouden met de afbraak van organische stof in de bodem (aangenomen dat die tussen 2000-3000 kg OS per ha per jaar is) en de aanvoer van EOS met gewasresten. De som van de EOS-aanvoer met gewasresten en organische mest wordt vergeleken met de OS-behoefte (2000-3000 kg OS/ha/jaar).

In Tabel 4.5 is weergegeven in welke mate een bemesting met rundveedrijfmest op het modelbedrijf op de zuidwestelijke klei (toegepast bij consumptieaardappel, wintertarwe en graszaad) voorziet in de behoefte aan N, P en K voor de betreffende gewassen. Daarbij is uitgegaan van een gemiddelde samenstelling van rundveedrijfmest (bijlage 1). Verder is op bouwplanniveau nagegaan in welke mate wordt voorzien in de N-, P- en K-behoefte van alle gewassen in het bouwplan en in hoeverre de EOS-aanvoer tegemoet komt aan de OS-behoefte (waarbij twee scenario's worden onderscheiden: een met een lage en een met een hoge OS-behoefte). Voor N gaat het in dit geval alleen om de basisbemesting, daarnaast is er ook nog sprake van een N-behoefte voor bijbemesting.

Tabel 4.5. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm) in consumptieaardappelen, wintertarwe en graszaad tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op gewas- en bouwplanniveau.

Gewasniveau:	Gewas: type, areaal en EOS in		Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS							
	Areaal, ha	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Rdm-gift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	EOS-aanvoer, kg	EOS/ha behoefte= 2000	behoefte= 3000
Consumptieaardappel	20	875	49	194	100	73	263	2418	2418	
% van behoefte ¹⁾					67%	70%	125%			
Suikerbieten	15	1275								
Wintertarwe	40	1640	44	175	90	66	237	2176	2176	
% van behoefte ¹⁾					100%	>100%	>100%			
Graszaad	10	1750	64	256	132	96	347	3192	3192	
% van behoefte ¹⁾					100%	>100%	>100%			
Zaaiuien	15	300								
Groenbemester	40	1100	20	82	42	31	111	1016	1016	
Bouwplanniveau:	100									
aanvoer,		168225		16699	8600	6277	22632	207969	207969	
aanvoer, kg/ha		1682		167	86	63	226	2080+1682	2080+1682	
% van behoefte ²⁾					66%	108%	150%	188%	125%	
aanvullend nodig, kg/bedrijf					15000					

¹⁾ Hierbij gaat het erom in welke mate de aanvoer van werkzame N (Nwz), P en K tegemoet komt aan de behoefte op gewasniveau, die hier is gedefinieerd het gewasgerichte bemestingsadvies (zie Tabel 4). Dit is uitgedrukt in percentages, waarbij 100% overeen komt met een volledige dekking van de behoefte.

²⁾ Hierbij gaat het erom in welke mate de aanvoer van Nwz, P, K en EOS tegemoet komt aan de behoefte op bouwplanniveau, wat hier voor P en K is gedefinieerd als het bodemgerichte bemestingsadvies (zie Tabel 4). Voor de OS-aanvoer wordt de aanvoer met gewasresten opgeteld bij de aanvoer met organische meststoffen. De mate waarin de behoefte wordt vervuld is uitgedrukt in percentages, waarbij 100% overeen komt met een volledige dekking van de behoefte.

Enkele opmerkingen bij Tabel 4.5:

- Op gewasniveau wordt met de rundveedrijfmest volledig voorzien in de N-behoefte voor de basisbemesting bij wintertarwe en graszaad, waarbij het nog wel de vraag is of de N in de

rundveedrijfmest snel genoeg beschikbaar komt om tegemoet te komen aan de N-behoefte van het gewas in het vroege voorjaar. De P- en K-behoefte (gewasgerichte advies) is bij deze gewassen bij de gangbare bodemvruchtbaarheid gelijk aan 0, waardoor op gewasniveau meer P en K wordt aangevoerd dan nodig. Op bouwplanniveau dient echter de P- en K-afvoer met oogstproducten te worden gecompenseerd, waardoor dit op dat niveau moet worden geëvalueerd (zie verder).

- Bij consumptieaardappelen wordt voor 65-70% voorzien in de N- en P-behoefte voor de basisbemesting, waarbij voor P is uitgegaan van het gewasgerichte advies bij $P_w = 35$. De K-aanvoer is 25% hoger dan het gewasgerichte K-advies bij een K-getal van 20. Aangezien de K-gift in het kader van bouwplanbemesting vaak aan het meest K-behoefteigste gewas wordt gegeven en K een positief effect heeft op de kwaliteit van aardappelen, is dat verantwoord.
- Op bouwplanniveau wordt de P-afvoer > 100% gecompenseerd en blijft de P-aanvoer onder de P-gebruiksnorm van 70 kg P_2O_5 /ha bij een neutrale P-toestand. Als de P-toestand op het betreffende bedrijf hoger zou zijn, wordt de P-norm lager (40-60 kg P_2O_5 /ha) en zou de P-gift moeten worden verlaagd om een overschrijding van de P-norm te voorkomen.
- Op bouwplanniveau wordt het bodemgerichte K-advies met 50% overschreden, omdat de K-afvoer gemiddeld 150 kg K_2O /ha is en de K-gift gemiddeld op bedrijfsniveau 225 kg K_2O /ha. Dit zal leiden tot een toename van de K-toestand van de bodem. Een verlaging van de K-gift op bedrijfsniveau is dan ook gewenst vanuit oogpunt van Goede Landbouw Praktijk. Dit kan bijvoorbeeld worden gerealiseerd door een deel van de rundveedrijfmest te vervangen door varkensdrijfmest. Door de hogere P/K-ratio wordt er dan minder K ten opzichte van de P aangevoerd. Zie Tabel 6 voor de mate waarin varkensdrijfmest tegemoet komt aan de N-, P-, K- en organische stofbehoefte.
- Op bouwplanniveau wordt de afbraak van OS zowel voor het scenario met een lage als een hoge OS-afbraak ruimschoots gecompenseerd door achterblijvende gewasresten en de EOS-aanvoer met de rundveedrijfmest.
- Op bedrijfsniveau is de totale N-aanvoer met rundveedrijfmest gelijk aan 167 kg N/ha, wat net iets lager is dan de gebruiksnorm van 170 kg N/ha voor dierlijke mest.
- Op bouwplanniveau blijft de gift aan werkzame N voor de basisbemesting achter bij de behoefte. Een aanvullende gift van 15000 kg N is nodig voor de basisbemesting en de bijmestgift, die een waarde van 131 €/ha vertegenwoordigt. Die kan worden ingevuld met kunstmest of een vergelijkbaar product en is vooral nodig voor de uien en de suikerbieten. Ook bij de consumptieaardappelen is een aanvullende N-gift nodig.
- Op gewasniveau is bij een lage P-toestand bij de uien en de suikerbieten een P-gift van resp. 105 en 55 nodig. Die kan worden ingevuld met kunstmest, maar dat leidt wel tot een overschrijding van de P-norm op bouwplanniveau. Als dat wordt gedaan, moet de mestgift bij een of meer van de andere gewassen worden verlaagd, bijvoorbeeld bij graszaad en/of de groenbemester. Bij die gewassen kan er dan voor worden gekozen de benodigde N-gift in de vorm van kunstmest toe te dienen.
- Bij uien en suikerbieten is op gewasniveau eveneens sprake van een K-behoefte van resp. 210 en 60 kg K_2O /ha. Ook die kan worden ingevuld met kunstmest, waarbij het K-overschot op bedrijfsniveau verder toeneemt. Ook om die reden is een verlaging van de mestgift bij andere gewassen gewenst.

Op vergelijkbare wijze is ook gekeken naar de mate waarin onbewerkte varkensdrijfmest tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en organische stof voor het bouwplan op de zuidwestelijke kleigrond (Tabel 4.6). Ook hierbij is weer gebruik gemaakt van de gemiddelde samenstelling van varkensdrijfmest (bijlage 1).

Tabel 4.6. Mate waarin een gift met varkensdrijfmest (vdm) in consumptieaardappelen, wintertarwe en graszaad tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op gewas- en bouwplanniveau.

Gewas: type, areaal en EOS in			Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS							
Gewasniveau:	Areaal, ha	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Vdm-gift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	EOS-aanvoer, kg EOS/ha	behoefte=2000	behoefte=3000
Consumptieaardappel	20	875	30	211	150	118	142	789	789	
						100%	112%	67%		
Suikerbieten	15	1275								
Wintertarwe	40	1640	18	127	90	71	85	473	473	
						100%	>100%	>100%		
Graszaad	10	1750	27	186	132	104	125	694	3192	
						100%	>100%	>100%		
Zaaiuien	15	300								
Groenbemester	40	1100	5	35	25	20	24	131	1016	
Bouwplanniveau: 100										
	aanvoer, kg/bedrijf	168225		12563	8920	7024	8415	46918	46918	
	aanvoer, kg/ha	1682		126	89	70	84	469	469	
	% van behoefte ²⁾			68%		120%	56%	108%	72%	
	aanvullend nodig, kg/bedrijf			14680			6659		84857	

¹⁾ Hierbij gaat het erom in welke mate de aanvoer van werkzame N (Nwz), P en K tegemoet komt aan de behoefte op gewasniveau, die hier is gedefinieerd het gewasgerichte bemestingsadvies (zie Tabel 4). Dit is uitgedrukt in percentages, waarbij 100% overeen komt met een volledige dekking van de behoefte.

²⁾ Hierbij gaat het erom in welke mate de aanvoer van Nwz, P, K en EOS tegemoet komt aan de behoefte op bouwplanniveau, wat hier voor P en K is gedefinieerd als het bodemgerichte bemestingsadvies (zie Tabel 4). Voor de OS-aanvoer wordt de aanvoer met gewasresten opgeteld bij de aanvoer met organische meststoffen. De mate waarin de behoefte wordt vervuld is uitgedrukt in percentages, waarbij 100% overeen komt met een volledige dekking van de behoefte.

Uit Tabel 4.6 blijkt bij gebruik van varkensdrijfmest het volgende:

- Op gewasniveau wordt de N- en P-behoefte bij consumptieaardappelen gedekt, maar is aanvullend K nodig. Bij wintertarwe en graszaad wordt veel meer P en ook meer K aangevoerd dan nodig is volgens de behoefte.
- Op gewasniveau is bij uien en suikerbieten P en K nodig. Als dat met kunstmest wordt toegediend, moet de mestgift bij andere gewassen worden verlaagd, omdat anders sprake is van een overschrijding van de P-norm op bedrijfsniveau (zie verder).
- Op bouwplanniveau wordt de P-afvoer volledig gedekt en is de P-gift gelijk aan de P-gebruiksnorm op bedrijfsniveau, uitgaande van de fosfaatklasse neutraal. Bij een hogere fosfaattoestand moet de mestgift worden verlaagd om binnen de P-gebruiksnorm te blijven.
- Op bouwplanniveau is aanvullend aan de mestgift 14680 kg N en 6659 kg K₂O nodig voor de basisbemesting en de bijmestgift. Verder is voor situaties met een hoge OS-behoefte (OS-afbraak 3000 kg/ha) de EOS-aanvoer onvoldoende om de afbraak te compenseren en is dus ook een aanvullende EOS-aanvoer nodig ter hoogte van 84857 kg EOS. De benodigde aanvullende bemesting vertegenwoordigt een waarde van 164 €/ha voor de situatie met de lage EOS-behoefte en 334 €/ha voor de situatie met de hoge EOS-behoefte.

Als er in de toekomst door beleidsontwikkelingen geen of nauwelijks meer onbewerkte drijfmest op de markt wordt aangeboden, zal de akkerbouw vooral producten uit mestverwerking moeten gaan gebruiken in plaats van onbewerkte drijfmesten. De dunne fractie van varkensdrijfmest is dan een voor

de hand liggend product voor de kleigronden in zuidwest Nederland. In Tabel 4.7 is aangegeven in welke mate dat product tegemoet komt aan de behoeften van N, P, K en EOS op gewas- en bedrijfsniveau.

Tabel 4.7. Mate waarin een gift met de dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in consumptieaardappelen, wintertarwe en graszaad tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op gewas- en bouwplanniveau.

Gewas: type, areaal en EOS in gewasresten			Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						
Gewasniveau:	Areaal, ha	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Dvdm-gift,	Nt, b-gift,	Nwz, b-gift,	P-gift,	K-gift,	EOS-aanvoer, kg EOS/ha	
			ton/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha	behoefte= 2000	behoefte= 3000
Consumptieaardappel	20	875	48	200	150	33	224	173	173
% van behoefte ¹⁾					100%	32%	107%		
Suikerbieten	15	1275							
Wintertarwe	40	1640	29	120	90	20	134	104	104
% van behoefte ¹⁾					100%	>100%	>100%		
Graszaad	10	1750	42	176	132	29	197	153	153
% van behoefte ¹⁾					100%	>100%	>100%		
Zaaiuien	15	300							
Groenbemester	40	1100	16	67	50	11	75	58	58
Bouwplanniveau: 100									
aanvoer, kg/bedrijf		168225		13252	9920	2209	14806	11467	11467
aanvoer, kg/ha		1682		133	99	22	148	115	115
% van behoefte ²⁾					76%	38%	98%	90%	60%
aanvullend nodig, kg/bedrijf					13680	3621		20308	120308

¹⁾ Hierbij gaat het erom in welke mate de aanvoer van werkzame N (Nwz), P en K tegemoet komt aan de behoefte op gewasniveau, die hier is gedefinieerd als het gewasgerichte bemestingsadvies (zie Tabel 4). Dit is uitgedrukt in percentages, waarbij 100% overeen komt met een volledige dekking van de behoefte.

²⁾ Hierbij gaat het erom in welke mate de aanvoer van Nwz, P, K en EOS tegemoet komt aan de behoefte op bouwplanniveau, wat hier voor P en K is gedefinieerd als het bodemgerichte bemestingsadvies (zie Tabel 4). Voor de OS-aanvoer wordt de aanvoer met gewasresten opgeteld bij de aanvoer met organische meststoffen. De mate waarin de behoefte wordt vervuld is uitgedrukt in percentages, waarbij 100% overeen komt met een volledige dekking van de behoefte.

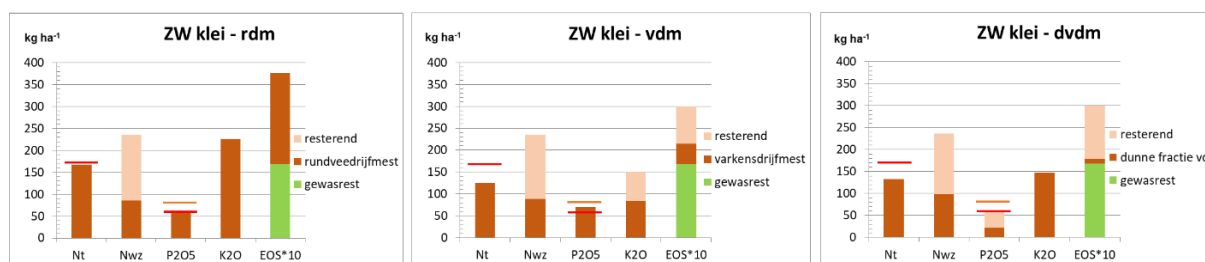
Uit Tabel 4.7 blijkt bij gebruik van de dunne fractie van varkensdrijfmest het volgende:

- Op gewasniveau wordt de N- en K-behoefte bij consumptieaardappelen gedekt, maar is aanvullend P nodig. Bij wintertarwe en graszaad wordt meer P en K aangevoerd dan nodig is volgens de behoefte, aangezien die gelijk is aan 0.
- Op gewasniveau is bij uien en suikerbieten P en K nodig. Aangezien de P-aanvoer met de dunne fractie op bedrijfsniveau slechts 22 kg P₂O₅/ha bedraagt is er op bedrijfsniveau voldoende ruimte voor een aanvullende gift. Die kan worden uitgevoerd met organische mest (bijvoorbeeld via vaste mest, de dikke fractie van varkensdrijfmest en/of compost) of met kunstmest. Het voordeel van het gebruik van vaste mest, dikke fractie en/of compost is dat daarmee naast de P ook EOS wordt aangevoerd. Nadeel is dat het moeilijker toe te dienen is voor de P-behoefte gewassen in het voorjaar. Dit wordt dan bij voorkeur toegepast in de zomer na de oogst van het graan.
- Op bouwplanniveau wordt de P-aanvoer niet gedekt en dient vanwege het bodemgerichte P-advies dus aanvullend P toegediend te worden. Deze extra P wordt bij voorkeur toegediend voor de P-behoefte gewassen aardappelen, uien en suikerbieten, maar dit is vooral met organische meststoffen lastig toe te dienen in het voorjaar (zie hiervoor). De beste optie is

dan wellicht om voor de P-behoefte gewassen aanvullend P via kunstmest toe te dienen. Als er dan op bouwplanniveau nog een aanvullende P-behoefte is en er nog gebruiksruimte over is, dan kan dat worden ingezet met vaste mest, de dikke fractie van varkensdrijfmest, bij voorkeur een variant met een laag P-gehalte (Schoumans et al., 2017) en/of compost. Op die manier wordt dan ook nog de nodige EOS aangevoerd.

Op bouwplanniveau is aanvullend aan de mestgift 13680 kg N en 3621 kg P₂O₅ nodig voor de basisbemesting en de bijmestgift. Verder is voor situaties met een hoge én lage OS-behoefte (OS-afbraak 3000 kg/ha) de EOS-aanvoer onvoldoende om de afbraak te compenseren en is dus ook een aanvullende EOS-aanvoer nodig ter hoogte van 20308 kg EOS (lage EOS-behoefte) en 120308 kg EOS (hoge EOS-behoefte). De benodigde aanvullende bemesting vertegenwoordigt een waarde van 191 €/ha voor de situatie met de lage EOS-behoefte en 391 €/ha voor de situatie met de hoge EOS-behoefte.

De resultaten uit Tabel 4.5, 4.6 en 4.7 zijn samengevat weergegeven in Figuur 4.1. Hieruit blijkt dat op bouwplanniveau de behoefte aan P, K en EOS volledig wordt gedekt met rundveedrijfmest en dat er bij gebruik van die meststof alleen nog een resterende N-behoefte is (linker figuur), dat bij gebruik van varkensdrijfmest alleen de P-behoefte wordt gedekt en dat aanvullend nog N, K en EOS nodig is (middelste figuur) en dat bij gebruik van de dunne fractie van varkensdrijfmest alleen de K-behoefte wordt gedekt en dat aanvullend nog N, P en EOS nodig is (rechter figuur).



Figuur 4.1. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in consumptieaardappelen, wintertarwe en graszaad tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de zuidwestelijke klei. Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

Naast de scenario's waarbij rundveedrijfmest, varkensdrijfmest en/of dunne fractie van varkensdrijfmest wordt ingezet zijn uiteraard nog vele andere scenario's mogelijk, die bijvoorbeeld bestaan uit:

- Mengsels van rundvee- en varkensdrijfmest al dan niet in combinatie met onbewerkte mesten;
- Inzet van onbewerkte varkensdrijfmest, dunne fractie van varkensdrijfmest en vaste mest, dikke fractie en/of compost naast elkaar op een bedrijf.

4.3.4 Bouwplannen op noordelijke zeeklei

In de andere regio's kan dit op een vergelijkbare wijze worden uitgewerkt. In Tabel 4.8 is de behoefte aan N, P en K op gewas- en bouwplanniveau weergegeven voor een graanbouwplan op de noordelijke (zware) zeekleigronden (NZK1). De organische stofbehoefte is zoals eerder aangegeven van toepassing voor het bouwplanniveau.

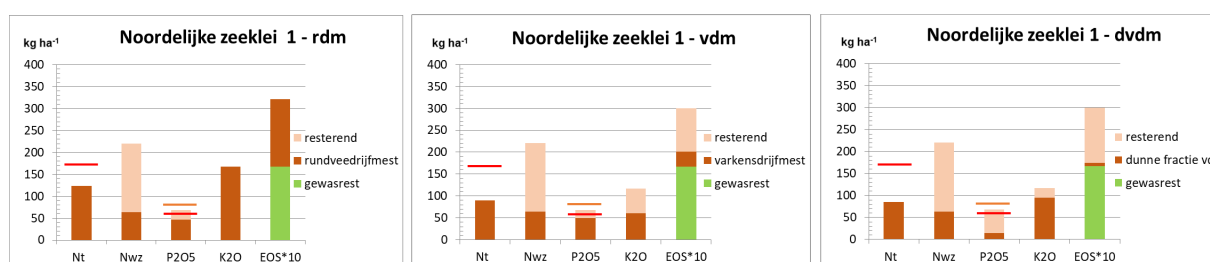
Tabel 4.8. Behoeftte van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan op de noordelijke klei (NZK1).

Gewas	opp, ha	Behoeftte										
		N-advies, kg N/ha		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha	
		Totaal	basis	Pw 35	Pw 55	afvoer	Pw 35	Pw 55	gewas	afvoer	Laag	hoog
Suikerbiet	14	150	100	55	0	70	80	60	60	210	2000	3000
Wintertarwe	63	245	90	0	0	70	80	60	50	110	2000	3000
Wintergerst	14	140	80	0	0	64	80	60	50	108	2000	3000
Winterkoolzaad	9	205	140	0	0	60	80	60	50	38	2000	3000
Groenbemester	14	50	50									
Totaal in ha's of kg's	100	21340	9450	770	0	6831	8000	6000	5980	11718	200000	300000

Uitgaande van een mestgift in wintertarwe en op de groenbemester (na gerst), is in Tabel 4.9 en Figuur 4.2 weergegeven wat dat betekent voor de mate waarin wordt voorzien in de behoefte van N, P, K en organische stof op bouwplanniveau.

Hieruit blijkt dat er in alle scenario's nog een deel van de N- en P-behoeftte niet is vervuld:

- Alleen bij rundveedrijfmest is de K- en organische stofbehoeftte volledig gedekt en dient er nog N en een beperkte hoeveelheid P te worden toegediend. Dit vertegenwoordigt een financiële waarde van 151 €/ha.
- Bij het scenario met de varkensdrijfmest is er nog sprake van een flinke aanvullende K-behoeftte en in de situatie met een hoge OS-afbraak dient er aanvullend ook nog veel EOS te worden toegediend. Voor de situatie met de lage EOS-behoeftte zijn de kosten dan 182 €/ha en bij de hoge EOS-behoeftte 380 €/ha.
- Bij het scenario met de dunne fractie van varkensdrijfmest moet nog relatief veel P en EOS worden aangevoerd. Dit zou kunnen in de vorm van compost, vaste mest of een (opgevaardeerde) vaste fractie van mest, mits er mogelijkheden zijn om het toe te dienen. Die mogelijkheden zijn er vooral in de zomer, na de oogst van het graan en voor het zaaien van de groenbemester. Voor de situatie met de lage EOS-behoeftte zijn de kosten dan 234 €/ha en bij de hoge EOS-behoeftte 434 €/ha.



Figuur 4.2. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in wintertarwe en op de groenbemester (na gerst) tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de noordelijke zeeklei (NZK1). Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

Tabel 4.9. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) toegepast in wintertarwe en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau in NZK1.

Bouwplan NZK1		Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						
	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Mestgift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	EOS-aanvoer, kg EOS/ha	
							behoefte= 2000	behoefte= 3000
RDM								
aanvoer, kg/ha	1673		124	64	46	168	1540	1540
% van behoefte ¹				67%	68%	143%	161%	107%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				14970	2182			
VDM								
aanvoer, kg/ha	1673		90	64	50	60	335	335
% van behoefte ¹				67%	73%	51%	100%	67%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				14970	1816	5709		99170
DVDM								
aanvoer, kg/ha	1673		85	64	14	95	74	74
% van behoefte				67%	21%	81%	87%	58%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				14970	5413	2211	25312	125312

In Tabel 4.10 is de behoefte aan nutriënten en organische stof weergegeven voor het bouwplan met poot aardappelen op noordelijke (lichte) zeeklei (NZK2).

Tabel 4.10. Behoeft van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan op de noordelijke klei (NZK2).

Gewas	Opp ha	Behoeft		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht bodem			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha		
		N-advies, kg N/ha		Pw			Pw		gewas		Laag		hoog
		Totaal	basis	35	55	afvoer	35	55	afvoer	afvoer	Laag	hoog	
Poot aardappel	33	120	90	105	35	31	80	60	280	189	2000	3000	
Suikerbieten	20	150	100	55	0	70	80	60	120	210	2000	3000	
Wintertarwe	40	245	90	0	0	70	80	60	50	110	2000	3000	
Zaaiuien	7	170	112	105	35	48	80	60	280	120	2000	3000	
Groenbemester	40	50	50										
Totaal in ha's of kg's	100	19950	11355	5300	1400	5574	8000	6000	15600	15667	200000	300000	

Uitgaande van een mestgift in poot aardappel, wintertarwe en op de groenbemester (na wintertarwe), is in Tabel 4.11 en Figuur 4.3 weergegeven wat dat betekent voor de mate waarin wordt voorzien in de behoefte van N, P, K en organische stof op bouwplanniveau. Hieruit blijkt het volgende:

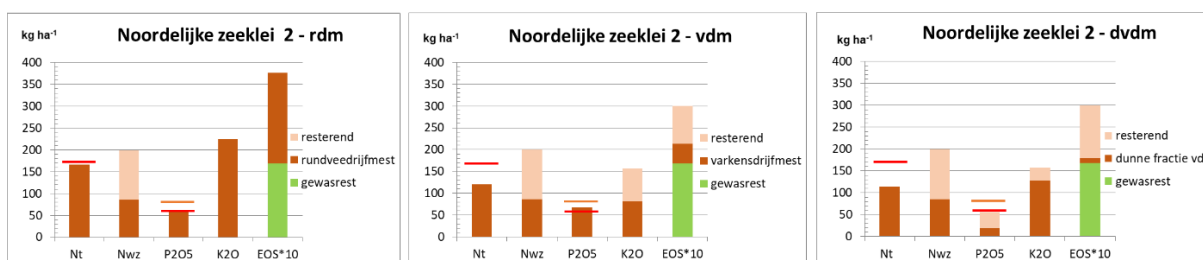
- Bij gebruik van rundveedrijfmest is de P-, K- en organische stofbehoefte volledig gedekt en dient er alleen nog N te worden toegediend. De kosten hiervoor bedragen 93 €/ha.
- Bij de varkensdrijfmest is er nog sprake van een flinke aanvullende K-behoefte en in de situatie met een hoge OS-afbraak dient er aanvullend ook nog veel EOS te worden toegediend. Voor de

situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 141 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 313 €/ha.

- Bij de dunne fractie van varkensdrijfmest moet nog relatief veel P en EOS worden aangevoerd. Dit zou kunnen in de vorm van compost, vaste mest of een (opgevaardeerde) vaste fractie van mest, mits er mogelijkheden zijn om het toe te dienen. Die mogelijkheden zijn er vooral in de zomer, na de oogst van het graan. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 189 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 389 €/ha.

Tabel 4.11. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) toegepast in pootaardappelen, wintertarwe en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau in NZK2.

Bouwplan NZK2		Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						
	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Mestgift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	EOS-aanvoer, kg EOS/ha	
							behoefte= 2000	behoefte= 3000
RDM								
aanvoer, kg/ha	1687		166	86	63	226	2072	2072
% van behoefte ¹				75%	112%	144%	188%	125%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				11380				
VDM								
aanvoer, kg/ha	1687		121	86	67	81	451	451
% van behoefte ¹				75%	121%	52%	107%	71%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				11380		7582		86208
DVDM								
aanvoer, kg/ha	1687		114	86	19	128	99	99
% van behoefte				75%	34%	82%	89%	60%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				11380		3665	21379	121379



Figuur 4.3. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in pootaardappel, wintertarwe en op de groenbemester (na wintertarwe) tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de noordelijke zeekei (NZK2). Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

4.3.5 Bouwplannen op centrale zeekei

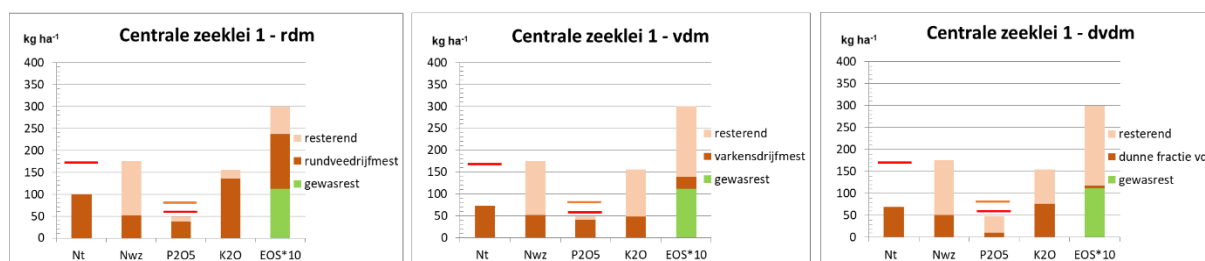
In Tabel 4.12 is de behoefte aan N, P en K op gewas- en bouwplanniveau weergegeven voor een bouwplan met pootaardappelen op de centrale zeekeigronden (CZK1). De organische stofbehoefte heeft betrekking op het bouwplanniveau.

Tabel 4.12. Behoeftte van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan met poot aardappelen op de centrale klei (CZK1).

Gewas	Opp ha	Behoeftte										
		N-advies, kg N/ha		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht bodem			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha	
		Totaal	basis	Pw 35	Pw 55	afvoer	Pw 35	Pw 55	gewas	afvoer	laag	hoog
Poot aardappel	33	120	90	105	35	31	80	60	280	189	2000	3000
Suikerbieten	16,7	150	100	55	0	70	80	60	120	210	2000	3000
Wintertarwe	16,7	245	90	0	0	70	80	60	50	110	2000	3000
Zaaiuien	16,7	170	112	105	35	48	80	60	280	120	2000	3000
Tulp	16,7	200	150	55	0	39,6	80	60	170	115,5	2000	3000
Groenbemester	16,7	50	50									
Totaal in ha's of kg's	100	17583	11370	7083	1750	4842	8000	6000	19667	15548	200000	300000

Uitgaande van een mestgift in poot aardappel, wintertarwe en op de groenbemester (na wintertarwe), is in Tabel 4.13 en Figuur 4.4 weergegeven wat dat betekent voor de mate waarin wordt voorzien in de behoefte van N, P, K en organische stof op bouwplanniveau. Hieruit blijkt het volgende:

- Bij gebruik van rundveedrijfmest is de organische stofbehoefte bij de lage OS-afbraak volledig gedekt en dient er nog N en relatief weinig P en K te worden toegediend. Bij een hoge OS-afbraak is ook nog aanvullend een EOS-aanvoer nodig. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 117 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 243 €/ha.
- Bij de varkensdrijfmest is er naast de benodigde N-gift nog sprake van een flinke aanvullende K-behoefte, maar is ook nog een relatief geringe P-gift nodig. Daarnaast is zowel bij de hoge als de lage OS-afbraak ook aanvullend nog EOS nodig. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 288 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 488 €/ha.
- Bij de dunne fractie van varkensdrijfmest moet nog relatief veel P en EOS worden aangevoerd, maar is daarnaast ook nog een aanzienlijke hoeveelheid N en K nodig. Dit zou kunnen in de vorm van compost, vaste mest of een (opgevaardeerde) vaste fractie van mest, mits er mogelijkheden zijn om het toe te dienen. Die mogelijkheden zijn er ook hier weer vooral in de zomer, na de oogst van het graan. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 347 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 547 €/ha.



Figuur 4.4. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in poot aardappel, wintertarwe en op de groenbemester (na wintertarwe) tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de centrale zeeklei (CZK1). Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

Tabel 4.13. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) toegepast in pootaardappelen, wintertarwe en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau in CZK1.

Bouwplan CZK1		Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						
	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Mestgift,	Nt, b-gift,	Nwz, b-gift,	P-gift,	K-gift,	EOS-aanvoer, kg EOS/ha	
		ton/ha	kg N/ha	kg N/ha	kg P ₂ O ₅ /ha	kg K ₂ O/ha	behoefte= 2000	behoefte= 3000
RDM								
aanvoer, kg/ha	1120	100	52	38	136	1249	1249	
% van behoefte ¹			45%	78%	88%	119%	79%	
aanvullend nodig, kg/bedrijf			12413	1068	1943		62810	
VDM								
aanvoer, kg/ha	1120	73	52	41	49	272	272	
% van behoefte ¹			45%	84%	31%	70%	46%	
aanvullend nodig, kg/bedrijf			12413	771	10671	60640	160640	
DVDM								
aanvoer, kg/ha	1120	69	52	11	77	60	60	
% van behoefte			45%	24%	50%	59%	39%	
aanvullend nodig, kg/bedrijf			12413	3690	7832	81857	181857	

In Tabel 4.14 is de behoefte aan N, P en K op gewas- en bouwplanniveau weergegeven voor een bouwplan met consumptieaardappelen op de centrale zeekeigronden (CZK1). De organische stofbehoefte heeft betrekking op het bouwplanniveau.

Tabel 4.14. Behoefte van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan met consumptieaardappelen op de centrale klei (CZK2).

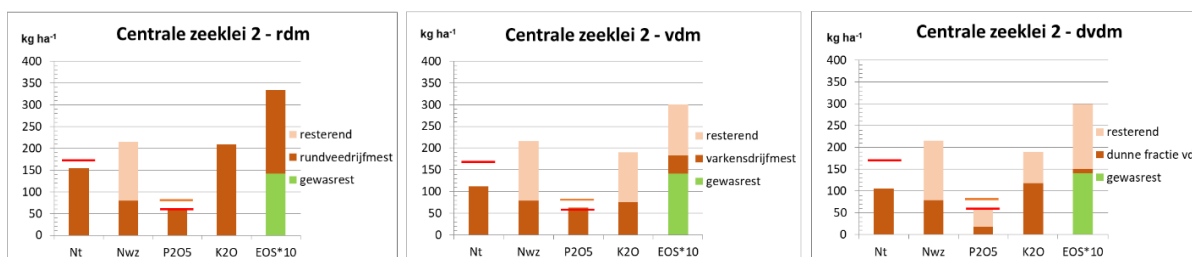
Gewas	Opp ha	Behoefte										
		N-advies, kg N/ha		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht bodem			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha	
		Totaal	basis	Pw 35	Pw 55	afvoer	Pw 35	Pw 55	gewas	afvoer	laag	hoog
Cons.aardappel	25	250	150	105	35	55	80	60	280	280	2000	3000
Suikerbieten	20	150	100	55	0	70	80	60	120	210	2000	3000
Wintertarwe	30	245	90	0	0	70	80	60	50	110	2000	3000
Zaaiuien	12,5	170	112	105	35	48	80	60	280	120	2000	3000
Winterpeen	6,25	110	83	0	0	55	80	60	280	306	2000	3000
Witlofwortel	6,25	100	75	0	0	35	80	60	170	174	2000	3000
Groenbemester	12,5	50	50									
Totaal	100	21538	12337	5038	1313	6037	8000	6000	17213	19002	200000	300000

Uitgaande van een mestgift in consumptieaardappel, wintertarwe en op de groenbemester, is in Tabel 4.15 en Figuur 4.5 weergegeven wat dat betekent voor de mate waarin wordt voorzien in de behoefte van N, P, K en organische stof op bouwplanniveau. Hieruit blijkt het volgende:

- Bij gebruik van rundveedrijfmest is de P-, K- en organische stofbehoefte (vrijwel) volledig gedekt en dient er alleen nog N te worden toegediend. De kosten hiervoor bedragen 120 €/ha. Bij de varkensdrijfmest is er naast N nog sprake van een flinke aanvullende K-behoefte en daarnaast moet er aanvullend ook nog veel EOS worden toegediend. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 215 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 415 €/ha.
- Bij de dunne fractie van varkensdrijfmest moet nog relatief veel P en EOS worden aangevoerd. Dit zou kunnen in de vorm van compost, vaste mest of een (opgewaardeerde) vaste fractie van mest, mits er mogelijkheden zijn om het toe te dienen. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 293 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 493 €/ha.

Tabel 4.15. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) toegepast in consumptie-aardappelen, wintertarwe en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau in CZK2.

Bouwplan CZK2		Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						EOS-aanvoer, kg EOS/ha	
	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Mestgift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	behoefte= 2000	behoefte= 3000	
RDM									
aanvoer, kg/ha	1415		154	80	58	209	1923	1923	
% van behoefte ¹				64%	96%	110%	167%	111%	
aanvullend nodig, kg/bedrijf				13588	234				
VDM									
aanvoer, kg/ha	1415		112	80	63	75	418	418	
% van behoefte ¹				64%	104%	39%	88%	58%	
aanvullend nodig, kg/bedrijf				13588		11502	24859	116734	
DVDM									
aanvoer, kg/ha	1415		106	80	18	119	92	92	
% van behoefte ¹				64%	29%	62%	71%	48%	
aanvullend nodig, kg/bedrijf				13588	4266	7136	57486	149361	



Figuur 4.5. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in consumptieaardappel, wintertarwe en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de centrale zeeklei (CZK2). Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

4.3.6 Bouwplan op zand- en dalgronden in Noordoost Nederland

In Tabel 4.16 is de behoefte aan N, P en K op gewas- en bouwplanniveau weergegeven voor een bouwplan met zetmeelaardappelen op de noordoostelijke zand- en dalgronden (NON). De organische stofbehoefte heeft weer betrekking op het bouwplanniveau.

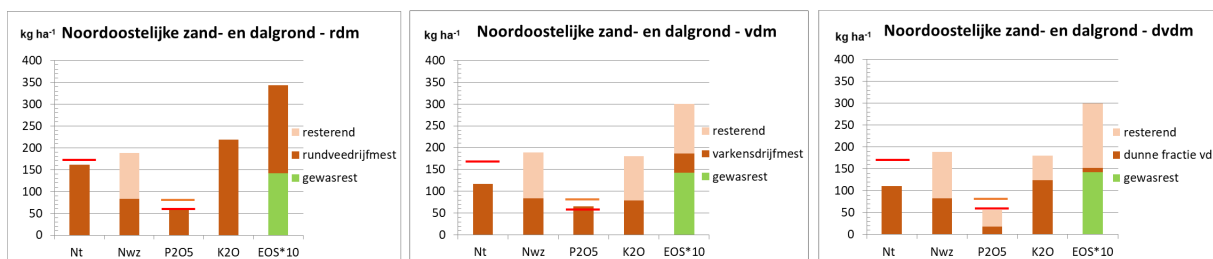
Tabel 4.16. Behoeft van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan op de zand- en dalgronden in Noordoost Nederland (NON).

Gewas	Opp ha	Behoeft										
		N-advies, kg N/ha		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht bodem			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha	
		Totaal	basis	Pw 35	Pw 55	Af-voer	Pw 35	Pw 55	gewas	afvoer	laag	hoog
Zetmeelaardappel	50	240	100	105	35	52	80	60	110	230	2000	3000
Suikerbieten	16,7	150	100	75	0	70	80	60	60	210	2000	3000
Zomergerst	33,3	80	60	40	0	56	80	60	90	91	2000	3000
Groenbemester	33,3	50	50									
Totaal in ha's of kg's	100	18834	10333	7835	1750	5639	8000	6000	9499	17997	200000	300000

Uitgaande van een mestgift in zetmeelaardappel, suikerbieten en op de groenbemester, is in Tabel 4.17 en Figuur 4.6 weergegeven wat dat betekent voor de mate waarin wordt voorzien in de behoefte van N, P, K en organische stof op bouwplanniveau.

Tabel 4.17. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) toegepast in zetmeelaardappelen, suikerbieten en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de zand- en dalgronden in Noordoost Nederland (NON).

Bouwplan NON	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						
		Mestgift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	EOS-aanvoer, kg	EOS/ha
							behoefte= 2000	behoefte= 3000
RDM								
aanvoer, kg/ha	1423		162	83	61	219	2016	2016
% van behoefte ¹				81%	108%	122%	172%	115%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				10499				
VDM								
aanvoer, kg/ha	1423		117	83	66	79	438	438
% van behoefte ¹				81%	116%	44%	93%	62%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				10499		10134	13864	113864
DVDM								
aanvoer, kg/ha	1423		111	83	19	124	96	96
% van behoefte ¹				81%	33%	69%	76%	51%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				10499	3783	5557	48070	148070



Figuur 4.6. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkendrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkendrijfmest (dvdv) in zetmeelaardappelen, suikerbieten en de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de zand- en dalgronden in Noordoost Nederland (NON). Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

Uit Tabel 4.17 en Figuur 4.6 blijkt het volgende:

- Bij gebruik van rundveedrijfmest is de P-, K- en organische stofbehoefte volledig gedekt en dient er alleen nog N te worden toegediend. De kosten hiervoor bedragen 91 €/ha.
- Bij de varkendrijfmest is er naast N nog sprake van een aanvullende K-behoefte en daarnaast moet er aanvullend ook nog EOS worden toegediend. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 175 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 375 €/ha.
- Bij de dunne fractie van varkendrijfmest moet nog relatief veel P en EOS worden aangevoerd en is daarnaast ook nog N en K nodig. Dit zou kunnen in de vorm van compost, vaste mest of een (opgevaardeerde) vaste fractie van mest. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 251 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 451 €/ha.

4.3.7 Bouwplannen op zand en löss in Zuidoost Nederland

In Tabel 4.18 is de behoefte aan N, P en K op gewas- en bouwplanniveau weergegeven voor een bouwplan met consumptieaardappelen op de zuidoostelijke zandgronden (ZON). De organische stofbehoefte heeft weer betrekking op het bouwplanniveau.

Tabel 4.18. Behoefte van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan op de zandgronden in Zuidoost Nederland (ZON).

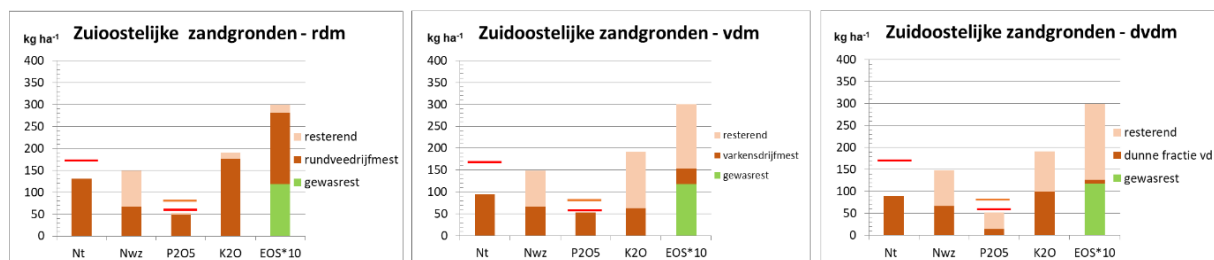
Gewas	Opp ha	Behoefte										
		N-advies, kg N/ha		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha	
		Totaal	basis	Pw 35	Pw 55	Af-voer	Pw 35	Pw 55	gewas	afvoer	Laag	hoog
Consumptieaard.	25	188	141	105	35	55	80	60	110	281	2000	3000
Suikerbieten	12,5	116	87	75	0	70	80	60	60	210	2000	3000
Snijmaïs	25	112	84	105	35	61	80	60	100	161	2000	3000
Waspeen	12,5	110	83	105	35	43	80	60	160	242	2000	3000
Conservenerwt+ stamslaboon	12,5	118	89	105	35	35	80	60	120	99	2000	3000
Lelie	12,5	145	109	40	0	40	80	60	160	95	2000	3000
Groenbemester	25	50	50									
Totaal in ha's of kg's	100	14863	11459	9313	2625	5247	8000	6000	11500	19095	200000	300000

Uitgaande van een mestgift in consumptieaardappelen, suikerbieten en snijmaïs (op de groenbemester na de maïs is geen mestgift toegestaan), is in Tabel 4.19 en Figuur 4.7 weergegeven wat dat betekent voor de mate waarin wordt voorzien in de behoefte van N, P, K en organische stof op bouwplanniveau. Hieruit blijkt het volgende:

- Bij gebruik van rundveedrijfmest is de P-, K- en organische stofbehoefte (vrijwel) volledig gedekt en dient er alleen nog N te worden toegediend. De kosten hiervoor bedragen 60 €/ha.
- Bij de varkensdrijfmest is er naast N nog sprake van een flinke aanvullende K-behoefte en daarnaast moet er aanvullend ook nog veel EOS worden toegediend. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 233 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 433 €/ha.
- Bij de dunne fractie van varkensdrijfmest moet nog relatief veel P en EOS worden aangevoerd. Dit zou kunnen in de vorm van compost, vaste mest of een (opgewaardeerde) vaste fractie van mest. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 300 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 500 €/ha.

Tabel 4.19. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) toegepast in consumptieaardappelen, suikerbieten, snijmaïs en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op zandgronden in Zuidoost Nederland.

Bouwplan ZON	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						
		mestgift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	EOS-aanvoer, kg EOS/ha	behoefte=2000
RDM								
aanvoer, kg/ha	1186		130	67	49	177	1623	1623
% van behoefte ¹				59%	93%	93%	140%	94%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				8150	347	1431		19113
VDM								
aanvoer, kg/ha	1186		95	67	53	63	353	353
% van behoefte ¹				59%	101%	33%	77%	51%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				8150		12763	46131	146131
DVDM								
aanvoer, kg/ha	1186		90	67	15	100	78	78
% van behoefte				59%	28%	52%	63%	42%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				8150	3752	9076	73679	173679



Figuur 4.7. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in consumptieaardappelen, suikerbieten en snijmaïs tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de zandgronden in Zuidoost Nederland (ZON). Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

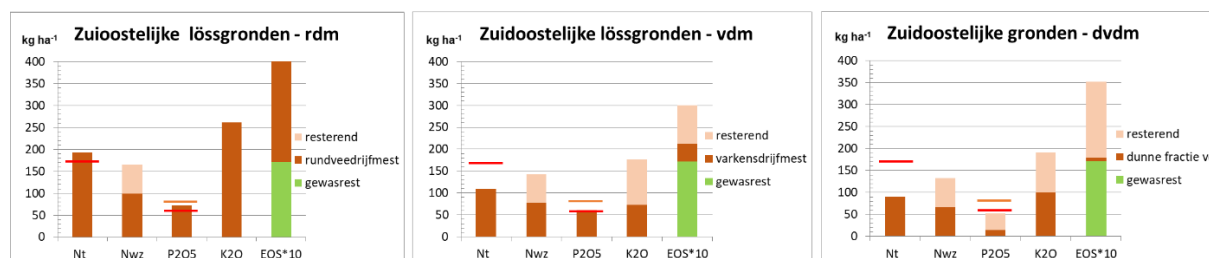
In Tabel 4.20 is de behoefte aan N, P en K op gewas- en bouwplanniveau weergegeven voor een bouwplan op löss in Zuidoost Nederland (löss). De organische stofbehoefte heeft weer betrekking op het bouwplanniveau.

Tabel 4.20. Behoeft van nutriënten en organische stof per gewas voor het bouwplan op de lössgronden in Zuidoost Nederland (löss).

Gewas	Opp ha	Behoeft										
		N-advies, kg N/ha		P-advies, kg P ₂ O ₅ /ha gewasgericht bodem			P-norm, kg P ₂ O ₅ /ha		K-advies, kg K ₂ O/ha		OS-afbraak, kg OS/ha	
		Totaal	basis	Pw 35	Pw 55	afvoer	Pw 35	Pw 55	gewas	afvoer	laag	hoog
Consumptieaard.	25	184	138	105	35	55	80	60	110	281	2000	3000
Suikerbieten	25	116	87	75	0	70	80	60	60	210	2000	3000
Wintertarwe	23	190	90	0	0	70	80	60	90	122	2000	3000
Zomergerst	22	80	60	40	0	56	80	60	90	91	2000	3000
Zaaiuien	5	120	90	105	35	43	80	60	160	124	2000	3000
Groenbemester	45	50	50									
Totaal in ha's of kg's	100	16480	11715	5905	1050	6169	8000	6000	9100	17672	200000	300000

Uitgaande van een mestgift in consumptieaardappelen, suikerbieten, wintertarwe en op de groenbemester, is in Tabel 4.21 en Figuur 4.8 weergegeven wat dat betekent voor de mate waarin wordt voorzien in de behoefte van N, P, K en organische stof op bouwplanniveau. Hieruit blijkt het volgende:

- Bij gebruik van rundveedrijfmest is de P-, K- en organische stofbehoefte volledig gedekt en dient er alleen nog N te worden toegediend. De kosten hiervoor bedragen 57 €/ha.
- Bij de varkensdrijfmest is er naast N nog sprake van een flinke aanvullende K-behoefte en daarnaast moet er aanvullend bij de hoge OS-afbraak nog EOS worden toegediend. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 133 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 308 €/ha.
- Bij gebruik van de dunne fractie van varkensdrijfmest moet nog relatief veel P en EOS worden aangevoerd en daarnaast nog N en K. Dit zou kunnen in de vorm van compost, vaste mest of een (opgevaardeerde) vaste fractie van mest, mits er mogelijkheden zijn om het toe te dienen. Voor de situatie met de lage EOS-behoefte zijn de kosten dan 141 €/ha en bij de hoge EOS-behoefte 341 €/ha.



Figuur 4.8. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) in consumptieaardappelen, suikerbieten, wintertarwe en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de lössgronden in Zuidoost Nederland (löss). Tevens is de resterende behoefte aangegeven. Gebruiksnormen zijn met rood aangegeven voor dierlijke mest en fosfaat (bij Pw 55) en met oranje bij Pw 35.

Tabel 4.21. Mate waarin een gift met rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm) of dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm) toegepast in consumptieaardappelen, suikerbieten, wintertarwe en op de groenbemester tegemoet komt aan de behoefte aan N, P, K en EOS op bouwplanniveau op de lössgronden in Zuidoost Nederland (löss).

Bouwplan löss		Mestgift: type, aanvoer N, P, K en EOS						
	EOS-aanvoer gwr, kg/ha	Mestgift, ton/ha	Nt, b-gift, kg N/ha	Nwz, b-gift, kg N/ha	P-gift, kg P ₂ O ₅ /ha	K-gift, kg K ₂ O/ha	EOS-aanvoer, kg	EOS/ha
							behoefte= 2000	behoefte= 3000
RDM								
aanvoer, kg/ha	1713		193	99	73	262	2405	2405
% van behoefte ¹				85%	118%	148%	206%	137%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				6535				
VDM								
aanvoer, kg/ha	1713		109	78	61	73	409	409
% van behoefte ¹				66%	99%	41%	106%	71%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				8710	51	10342		87841
DVDM								
aanvoer, kg/ha	1713		133	99	22	148	115	115
% van behoefte				85%	36%	84%	91%	61%
aanvullend nodig, kg/bedrijf				6535	3954	2828	17215	117215

4.4 Conclusies huidige en toekomstige situatie

In de vorige paragraaf is aangegeven in welke mate rundveedrijfmest, varkensdrijfmest en de dunne fractie van varkensdrijfmest voorzien in de behoefte aan nutriënten en organische stof van bouwplannen in uiteenlopende regio's. Daaruit blijkt dat onbewerkte rundveedrijfmest steeds het best voorziet in de behoefte, en de dunne fractie van varkensdrijfmest het minst.

Als door het mestbeleid in de toekomst minder onbewerkte drijfmest beschikbaar komt voor de akkerbouw, heeft dat de volgende effecten:

- Bij gebruik van de dunne fractie van varkensdrijfmest ontstaat in veel bouwplannen een aanvullende behoefte aan fosfaat en (effectieve) organische stof.
- Voor de hand liggende manieren om die tekorten aan te vullen zijn de aanvoer van vaste mesten (bijvoorbeeld rundvee- en/of geitenstalmest), dikke fracties van gescheiden mest (eventueel na verwijdering van fosfaat) en/of composten. Dit is vooral op kleigronden niet altijd inzetbaar (uitsluitend in de zomer) en zal veelal tot extra kosten leiden. De kosten voor een aanvullende behoefte aan kunstmest en/of organische stof naast de basisbemesting met rundveedrijfmest, varkensdrijfmest, een dunne fractie van varkensdrijfmest of een combinatie van de dunne fractie van varkensdrijfmest met vaste rundveemest, de dikke fractie van varkensdrijfmest of de P-arme dikke fractie van varkensdrijfmest zijn weergegeven in Tabel 4.22. Daarbij is de aanname gedaan dat er geen kosten zijn verbonden aan de aanschaf en toediening van dierlijke mesten. In de praktijk zal er sprake zijn van regionale verschillen in de prijzen voor mest en er zullen ook verschillen zijn in de prijs van de uiteenlopende dierlijke mestproducten. Die informatie is echter niet meegenomen in het kostenoverzicht.

De volgende kanttekeningen moeten worden geplaatst bij de scenario's die in de vorige paragrafen zijn beschreven:

- Voor de doorrekeningen van de bouwplannen is om praktische redenen slechts een beperkt aantal organische mesten gebruikt. Daarbij lag het accent op de (op dit moment) veelgebruikte drijfmesten (huidige situatie) en de dunne fractie van varkensdrijfmest al dan niet in combinatie met vaste mesten en/of de dikke fractie van verwerkte varkensdrijfmest. Dit vertegenwoordigt meer de mogelijke situatie in de toekomst. Voor het beeld voor andere producten wordt verwezen naar het voorgaande hoofdstuk, waarin de analyse op gewasniveau voor een groter aantal producten is uitgevoerd.
- Bij het doorrekenen van de bouwplannen is er steeds vanuit gegaan dat één organische meststof tegelijk is gebruikt. In de praktijk worden vaak meerdere producten ingezet.

Tabel 4.22. Kosten voor een aanvullende behoefte aan kunstmest en effectieve organische stof (EOS) (in €/ha) voor 8 bouwplannen met scenario's die bestaan uit het gebruikte mesttype (rundveedrijfmest (rdm), varkensdrijfmest (vdm), dunne fractie van varkensdrijfmest (dvdm), een combinatie van dvdm + vaste rundveemest (dvdm + vrm), een combinatie van dvdm + dikke fractie varkensdrijfmest (dvdm + dikke fractie) en een combinatie van dvdm + P-arme dikke fractie varkensdrijfmest (dvdm + P-arme dikke fractie) bij een lage (2000 kg EOS/ha) en/of hoge EOS-behoefte (3000 kg EOS/ha).

Scenario		Bouwplan							
mesttype	EOS-behoefte	ZWK	NZK1	NZK2	CZK1	CZK2	NON	ZON	Löss
Rdm	laag	131	155	93	117	120	91	82	57
	hoog	131	155	93	243	120	91	120	57
Vdm	laag	164	182	141	288	215	175	233	133
	hoog	334	382	313	488	415	375	433	308
Dvdm	laag	191	234	189	347	293	251	300	141
	hoog	391	434	389	547	493	451	500	341
Dvdm + vrm	laag	127	124	99	226	143	98	300	67
	hoog	192	124	122	426	277	211	500	115
Dvdm + dikke fractie	laag	141	127	138	325	255	208	300	91
	hoog	341	314	338	525	455	408	500	284
Dvdm + P-arme dikke fractie	laag	147	142	142	202	191	151	300	101
	hoog	147	142	142	402	233	162	500	101

Literatuur

- CDM (2017). Organische stof in de bodem en nitraatuitspoeling. 40 pp. Zie ook <https://edepot.wur.nl/443729>.
- De Vries JW, Groenestein CM, & de Boer IJM (2012). Environmental consequences of processing manure to produce mineral fertilizer and bio-energy. *Journal of Environmental Management*, 102, 173-183. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2012.02.032>
- Ehlert PAI, Hoeksma P & Velthof GL (2009). Anorganische en organische microverontreinigingen in mineralenconcentraten. Rapport nummer 256, Animal Science Group, Wageningen UR.
- Huygens D, Orveillon G, Lugato E, Tavazzi S, Comero S, Jones A, Gawlik B & Saveyn H (2020). Technical proposals for the safe use of processed manure above the threshold established for Nitrate Vulnerable Zones by the Nitrates Directive (91/676/EEC), EUR 30363 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg. <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/technical-proposals-safe-use-processed-manure-above-threshold-established-nitrate-vulnerable>.
- LNV, 2020. Voortgang stikstofproblematiek: structurele aanpak. Den Haag: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- NCM (2021) Analyse ontwikkelingen mestbalans 2030. Nederlands Centrum Mestverwaarding, 11 pp.
- Postma R, Van Rotterdam-Los D, Schils R, Zwart K, & Van Erp P (2013) Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaat effecten van producten van mest. NMI-rapport 1473.11, NMI, Wageningen, 88 p. https://www.nmi-agro.nl/wp-content/uploads/2020/03/Rapport_producten_mest-1473.pdf.
- Postma R; Ehlert PAI, Van Dijk W, Roefs J & Gollenbeek LR (2020). PPS Next level mestverwaarden WP1; contaminanten en wetgeving. Wageningen Livestock Research, Vertrouweljk Rapport 1269, 53 pp.
- Schils R, Postma R, Van Rotterdam D & Zwart K (2015). Agronomic and environmental consequences of using liquid mineral concentrates on arable farms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Published online via DOI 10.1002/jsfa.7146.
- Schoumans et al. (2017). Chemical phosphorus recovery from animal manure and digestate. Laboratory and pilot experiments. Wageningen Environmental Research Report 2849.
- Termorshuizen A & Postma R (2021). Effecten van toevoer van organische stof op bodemgezondheid en bodemvruchtbaarheid. Aad Termorshuizen Consultancy en NMI, 69 pp. <https://edepot.wur.nl/542271>.
- Tiktak A, Boezeman D, van den Born GJ & van Hinsberg A (2021) Quicksan van twee beleidspakketten voor het vervolg van de structurele aanpak stikstof. Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag, 42 pp.

Van Dijk W, Postma R, Gollenbeek L, Mostert P, Roefs J & Verdoes N (2020-I). Behoeftes mestbeproeuingsprodukten in Nederland en Europa. Inventarisatie perspektiefvolle produkt-markt-kombinaties. Wageningen Research, Rapport WPR-1011, 62 pp. <https://edepot.wur.nl/528800>.

Van Dijk W, Postma R, & Roefs J (2020-II). Landbouwkundige waarde mestprodukten. Aanvoer van nutriënten en organische stof van in 2019 geselecteerde Produkt-Markt-Kombinaties. Wageningen Research, Rapport WPR-1012, 39 pp. <https://edepot.wur.nl/528799>.

Bijlage 1. Gemiddelde samenstelling van geselecteerde organische meststoffen (uitgedrukt in kg/ton) (Bron: handboekbodembemesting.nl (CBAV) en bemestingsadvies.nl (CBGV)).

Organische meststof of reststroom	DS	OS	HC	EOS	N-tot.	Nm	Norg	C/Norg	P ₂ O ₅	K ₂ O
Rundveedrijfmest	92	71	0,70	50	4,0	1,9	2,1	16,9	1,5	5,4
drijfmest van rosékalveren	94	71	0,70	50	5,6	3,0	2,6	13,7	2,6	5,0
Digestaat rundveedrijfmest 25%	74	53	0,80	42	4,0	2,4	1,6	16,6	1,5	5,4
Digestaat rundveedrijfmest 50%	57	36	0,95	34	4,0	3,0	1,0	18,0	1,5	5,4
Digestaat co-vergiste rdm	85	64	0,75	48	4,1	2,0	2,1	15,2	1,5	
Dikke fractie rundveedrijfmest	250	193	0,70	135	7,3	1,6	5,7	16,9	4,1	4,5
Dikke fractie digestaat rdm										
Vaste rundveemest (met stro)	267	155	0,70	109	7,7	1,1	6,6	11,7	4,3	8,8
Vaste geitenmest	291	174	0,70	122	9,9	2,4	7,5	11,6	5,3	12,8
Vaste schapenmest	276	195	0,70	137	8,8	1,0	6,8	14,3	4,5	15,6
Vaste paardenmest	287	160	0,33	53	4,6	0,5	4,1	19,5	2,7	8,1
Dunne fractie rundveedrijfmest	48	31	0,70	22	2,7	1,4	1,3	11,9	1,2	5,9
Dunne fractie digestaat rdm	18	8	0,75	6	3,9	3,2	0,7	5,7	0,7	5,8
Mineralenconcentraat rdm										
Mineralenconcentraat dig. rdm	113	71	0,75	53	11,0	10,5	0,5	71,0	0,6	15,7
Vleesvarkensdrijfmest	107	79	0,33	26	7,0	3,7	3,3	12,0	3,9	4,7
Zeugendrijfmest	67	25	0,34	9	5,0	3,3	1,7	7,4	3,5	4,9
Digestaat varkensdrijfmest 25%	87	59	0,40	24	7,0	4,5	2,5	11,8	3,9	4,7
Digestaat varkensdrijfmest 50%	68	40	0,58	23	7,0	5,4	1,6	12,5	3,9	4,7
Digestaat co-vergiste vdm	67	50	0,36	18	4,0	2,1	1,9	13,2	1,5	
Vaste varkensmest (met stro)	260	153	0,33	50	7,9	2,6	5,3	14,4	7,9	8,5
Dikke fractie vleesvarkensdrijfmest	250	185	0,33	61	10,8	3,1	7,7	12,0	9,1	4,0
Dikke fosfaatarme fractie vdm										
Dunne fractie varkensdrijfmest	27	11	0,33	4	4,20	4	0,6	9,2	0,7	4,7
Dunne fractie digestaat vdm	12	3	0,36	1	3,1	2,9	0,2	7,5	0,2	3,9
Mineralenconcentraat vdm	32	13	0,33	4	6,7	6,0	0,7	9,3	0,4	8,5
Mineralenconcentraat dig. vdm	29	11	0,36	4	6,4	5,9	0,5	11,0	0,5	8,5
Pluimveemest zonder nadroging	562	416	0,33	137	28,4	2,9	25,7	8,1	23	19,2
Pluimveemest met nadroging	616	393	0,33	130	32,7	3,8	28,9	6,8	25,6	21,4
Kippenstrooiselmest	677	359	0,34	122	29,0	3,7	25,3	7,1	25,6	18,2
Schuimaarde (Betacal carbo)	680	90	0,25	23	3,3	0	3,3	12,3	11,5	1,1
Betafert vast	370	160	0,50	80	9,0	4,5	4,5	16,0	5,5	6,0
Berm en slootmaaisel	350	140	0,25	35	3,5	0,5	3,0	21,0	1,6	
Bokashi										
Champost	336	211	0,50	106	7,6	0,4	7,2	14,7	4,5	10,0
GFT-compost	696	242	0,90	218	8,9	0,8	8,1	13,4	4,4	7,9
Groencompost	599	179	0,90	161	5,0	0,5	4,5	17,9	2,2	4,2

Bijlage 2. Emissiefactoren voor broeikasgasemissies en ammoniakvervluchtiging tijdens opslag en bewerking en bij toediening. Bron: Postma et al., 2013).

Tabel 5.4 Emissiefactoren voor ammoniak, lachgas en methaan tijdens opslag en mestbewerking.

		NH3-N* (%TAN)	NH3-N** (%N)	N2O-N (%TAN)	CH4 (kg/ton)
Onbewerkt	Dunne rundermest	10		0.13	1.80
	Dunne varkensmest	10		0.15	5.27
	Vaste rundermest	10		4.3	0.377
	Vaste kuikenmest	22		2.9	0.377
	Gescheiden Vaste fractie		4	2.0	0.053/0.126***
	Gescheiden Dunne fractie		4	0.1	1.452/0.433***
Digestaat	Rundermest		4	0.1	0.39
	Varkensmest		4	0.1	0.39
Concentraat	Rundermest		4	0.0	1.452
	Varkensmest		4	0.0	0.433

* Huisvesting en opslag in mestkelder, ** Verwerking (2%) en buitenopslag (2%), ***rund/varken

Tabel 5.5 Energieverbruik per 1000 kg uitgangproduct tijdens mestbewerking.

		Energieverbruik (MJ/ton)	Emissiefactor* (kg CO2/MJ)	CO2 (kg/ton)
Mestscheiding		14	0.157	2.2
Monovergisting	Rundermest	-251	0.157	-39.4
	Varkensmest	-228	0.157	-35.8
Co-vergisting	Rundermest	-1300	0.157	-204.1
	Varkensmest	-1290	0.157	-202.5
	Maisteelt**	269	0.073	19.6
Omgekeerde osmose	Rundermest	108	0.157	17.0
	Varkensmest	169	0.157	26.5

*Elektriciteit: 0.566 kg CO2/kWh = 0.157 kg CO2/MJ, Diesel: 0.073 kg CO2/MJ. **Naast energieverbruik, gaat maisteelt gepaard met een lachgasemissie van 0.17 kg N₂O-N per ton mais.

Tabel 5.6 Emissiefactoren voor ammoniak en lachgas bij toediening.

		NH3-N (%TAN)	N2O-N (%N)	Energie (MJ/ton)	CO ₂ (kg/ton)
Kunstmest	KAS	2.5	1.0	60	4.4
Onbewerkt	Dunne mest	2	1.3	60	4.4
	Vaste mest	22	1.3	60	4.4
Gescheiden	Vaste fractie	22	1.3	60	4.4
	Dunne fractie	2	1.3	60	4.4
Digestaat		2	1.3	60	4.4
Concentraat		2	2.0	60	4.4



Nutriënten Management Instituut BV
Nieuwe Kanaal 7c
6709 PA Wageningen

tel: (06) 29 03 71 03
e-mail: nmi@nmi-agro.nl
website: www.nmi-agro.nl