

Organische stofrijke meststoffen

Beoordeling van organische meststoffen op effectieve organische stof (EOS) en stikstofmineralisatie

R.P.J.J. Rietra en L. Stokkermans

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Organische stofrijke meststoffen

Beoordeling van organische meststoffen op effectieve organische stof (EOS) en stikstofmineralisatie

R.P.J.J. Rietra en L. Stokkermans

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Environmental Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Visserij, Voedselzekerheid en Natuur, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema '206.01 2A.1 Landbouw- en tuinbouw binnen de grenzen van de natuurlijke leefomgeving' (projectnummer BO-43-101-114).

Wageningen Environmental Research
Wageningen, maart 2026

Gereviewd door:
Rachel Renes, onderzoeker (WENR)

Akkoord voor publicatie:
Gert Jan Reinds, teamleider van team Duurzaam Bodemgebruik

Rapport 3511
ISSN 1566-7197

WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Rietra, R.P.J.J. en L. Stokkermans, 2024. *Organische stofrijke meststoffen.* Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport. 34 blz.; 11 fig.; 7 tab.; 28 ref.

In het kader van de stimuleringsmaatregel organische stofrijke meststoffen (OS-rijke meststoffen) is onderzocht of meer meststoffen beschouwd kunnen worden als OS-rijke meststoffen, naast de bestaande OS-rijke meststoffen in de Uitvoeringsregeling meststoffenwet (Urm). Op basis van een lijst kansrijke meststoffen zijn organische meststoffen verzameld en geanalyseerd voor het effectieve organische stofgehalte (EOS). Effectieve organische stofgehalten zijn vastgesteld in een humificatie-experiment door het meten van de hoeveel koolstof van een meststof die overblijft na ongeveer 100 dagen nadat ze zijn toegevoegd aan grond. Onafhankelijk daarvan is de stikstofmineralisatie bij een aantal andere organische meststoffen onderzocht, door de hoeveelheid minerale stikstof te meten die gedurende 100 dagen uit een meststof vrijkomt nadat de meststof aan grond is toegediend.

Trefwoorden: organische stof, effectieve organische stof, meststoffen, fosfaat, stikstof

Dit rapport is gratis te downloaden van https://doi.org/10.18174/708222 of op www.wur.nl/environmental-research (ga naar 'Wageningen Environmental Research' in de grijze balk onderaan). Wageningen Environmental Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

© 2026 Wageningen Environmental Research (instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research), Postbus 47, 6700 AA Wageningen, T 0317 48 07 00, www.wur.nl/environmental-research. Wageningen Environmental Research is onderdeel van Wageningen University & Research.

- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking van deze uitgave is toegestaan mits met duidelijke bronvermelding.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor commerciële doeleinden en/of geldelijk gewin.
- Overname, verveelvoudiging of openbaarmaking is niet toegestaan voor die gedeelten van deze uitgave waarvan duidelijk is dat de auteursrechten liggen bij derden en/of zijn voorbehouden.

Wageningen Environmental Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Wageningen Environmental Research werkt met een gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem volgens ISO 9001 en een milieumanagementsysteem dat voldoet aan de norm ISO 14001.

Daarnaast geeft Wageningen Environmental Research via ISO 26000 invulling aan haar maatschappelijke verantwoordelijkheid.

Wageningen Environmental Research Rapport 3511 | ISSN 1566-7197

Foto omslag: Eddy de Boer

Inhoud

Verantwoording **5**

Samenvatting **7**

1 Inleiding **9**

1.1 Achtergrond 9
1.2 Probleemstelling 9
1.3 Doelstelling 9
1.4 Werkwijze 10

2 Materiaal en methoden **11**

2.1 Selectie organische meststoffen 11
2.2 Chemische analyses en incubatiestudies 12
2.2.1 Samenstelling 12
2.2.2 Humificatiecoëfficiënt 12
2.2.3 Stikstofmineralisatie 14

3 Resultaten en discussie **16**

3.1 Samenstelling meststoffen 16
3.2 Humificatiecoëfficiënten meststoffen 16
3.3 Stikstofmineralisatie 18
3.4 Beoordeling van de onderzochte meststoffen 21
3.4.1 De humificatiecoëfficiënt 21
3.4.2 Stikstofmineralisatie 23

4 Conclusies **25**

Literatuur **26**

Bijlage 1 Foto's type vaste mestmonsters **28**

Bijlage 2 Omschrijving van mestmonsters **31**

Bijlage 3 Samenstelling 53 mestmonsters **32**

Verantwoording

Rapport: 3511
Projectnummer: 5200048477

Wageningen Environmental Research (WENR) hecht grote waarde aan de kwaliteit van zijn eindproducten. Een review van de rapporten op wetenschappelijke kwaliteit door een referent maakt standaard onderdeel uit van ons kwaliteitsbeleid.

Akkoord referent die het rapport heeft beoordeeld,

functie: Onderzoeker circulaire landbouw

naam: Rachel Renes

datum: 26-1-2026

Akkoord teamleider voor de inhoud,

naam: Gert Jan Reinds

datum: 12-3-2026

Samenvatting

Er is onderzocht of er meer meststoffen aangewezen kunnen worden als organische stofrijke (OS-rijke) meststoffen, naast de al genoemde meststoffen in artikel 33 van de Uitvoeringsregeling meststoffenwet. Dat is vastgesteld door het meten van de hoeveel koolstof die van een meststof overblijft na 100 dagen, nadat meststoffen zijn toegevoegd aan een zand- en kleigrond voor een humificatie-experiment. De onderzochte organische meststoffen zijn: 1) geitenmest met stro, zonnebloemschil, zaagsel of speltdoppen, 2) kalvermest met stro, zonnebloemschillen of zaagsel, 3) waterbuffelmest met of zonder stro, en 4) potstalmest van koeien op houtsnippers. Al deze meststoffen voldoen ruim aan de criteria die het Ministerie van LNV in 2019 heeft opgesteld voor OS-rijke meststoffen.

Bij een aantal organische meststoffen (champost, compost van dierlijke mest, een kalvergierproduct, en urine-arme dierlijke mest) is de stikstofmineralisatie onderzocht, op basis van de hoeveelheid minerale stikstof die gedurende 100 dagen uit een meststof vrijkomt, nadat de meststof aan grond is toegediend. Dat onderzoek stond los van het onderzoek aan de OS-rijke meststoffen, en is uitgevoerd omdat voor deze meststoffen geen werkingscoëfficiënt bekend is of gedacht wordt dat deze te hoog is. Vastgesteld is dat twee van de vier onderzochte meststoffen een relatieve lage hoeveelheid minerale stikstof vrijgeven in grond in een periode van 100 dagen (N_{min}/N toegediend): 21% en 10% voor respectievelijk champost en gecomposteerde dierlijke mest. De metingen duiden op een relatief lage stikstofwerkzaamheid en een laag risico op nitraatuitspoeling binnen het eerste jaar na toepassing.

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

In het 7e actieprogramma van de Nitraatrichtlijn is aangekondigd dat het gebruik van organische stofrijke (OS-rijke) meststoffen wordt gestimuleerd. Het doel van deze regeling is om het bodemleven te bevorderen en simultaan CO_2 in de bodem op te slaan. Deze stimuleringsregeling is begin 2023 geïmplementeerd in artikel 33b en 33c van de Uitvoeringsregeling meststoffenwet (Urm). Artikel 33b regelt dat de aangewezen OS-rijke meststoffen, inclusief dikke fractie rundveemest, een hogere P-gebruiksnorm hebben dan andere meststoffen (45 per ha, of 50 kg per ha bij biologische teelt) bij grond met fosfaattoestand hoog (40 kg fosfaat per ha, artikel 11 meststoffenwet). Artikel 33c regelt dat fosfaat uit bepaalde OS-rijke meststoffen voor 25% of 75% meetelt voor de fosfaatgebruiksnorm, met als gevolg dat er meer van toegepast kan worden. De meststoffen waarvoor dit geldt, zijn strorijke vaste mest van rundvee, strorijke vaste mest van varkens indien toegepast op een biologisch bedrijf, strorijke vaste mest van schapen, strorijke vaste mest van geiten, strorijke vaste mest van paarden, champost, gft-compost en groencompost.

Om aangewezen te kunnen worden als OS-rijke meststof, moet de meststof een hoog gehalte aan effectieve organische stof (EOS) hebben ten opzichte van stikstof (EOS/N) en fosfaat (EOS/P_2O_5). Daarnaast moet het risico op stikstofuitspoeling, ook buiten het groeiseizoen, beperkt zijn (CDM, 2022). Met inachtneming van het CDM-advies 'criteria voor organische stofrijke meststoffen' uit 2017 (CDM, 2017) zijn de volgende uitgangspunten gebruikt om vast te stellen welke meststoffen in aanmerking komen: de meststof bevat minimaal 225 g EOS per kg droge stof en de hoeveelheid EOS is per gram minerale stikstof groter of gelijk aan 30 gram, en per gram organisch gebonden stikstof groter of gelijk aan 10 gram. Het gehalte EOS/P_2O_5 is groter of gelijk aan 15 gram EOS per gram P_2O_5 (minister van LVN, 2019).

Het Ministerie van LVVN wil graag onderzoeken of meer OS-rijke meststoffen voldoen aan de criteria om in aanmerking te komen voor de stimuleringsregeling (Kamerbrief van 14 februari 2023) (Ministerie van LNV, 2024).

1.2 Probleemstelling

Om OS-rijke meststoffen te stimuleren, maar ook het risico op uitspoeling van nutriënten te beperken, is kennis nodig over organische stofrijke meststoffen die nog niet zijn opgenomen in de Urm. Gedacht wordt aan vaste mesten die niet specifiek strorijk zijn, maar vermengd zijn met andere gewasresten, zoals houtsnippers, zaagsel, vlas, riet, miscanthus en vaste mesten van niet eerdergenoemde dieren zoals waterbuffels.

1.3 Doelstelling

In dit onderzoek worden meststoffen onderscheiden die sterk bijdragen aan bodemorganische stof en relatief weinig bijdragen aan stikstof en fosfaat. Hiermee wordt de toepassing van dergelijke meststoffen op bodems die verbetering behoeven, gestimuleerd.

Het doel is het aanwijzen van OS-rijke meststoffen die in aanmerking komen voor de stimuleringsregeling organische stofrijke meststoffen (Urm artikel 33c). Daarbij wordt ook beargumenteerd voor welk percentage (25% of 75%) deze OS-rijke meststof moet meetellen in de berekening die bepaalt of er is voldaan aan de fosfaatgebruiksnorm. Daarnaast is van een aantal organische meststoffen onderzocht hoe snel de organische stikstof mineraliseert, omdat van die meststoffen de werkingscoëfficiënt ontbreekt of er twijfel over is.

1.4 Werkwijze

In de eerste fase is een lijst gemaakt van organische stofrijke (OS-rijke meststoffen) die in aanmerking kunnen komen voor onderzoek. Dat zijn meststoffen die uiteindelijk moeten voldoen aan dezelfde criteria als de eerder aangewezen OS-rijke meststoffen (Urm artikel 33c). Bovendien mogen de meststoffen geen hoger risico op nitraatuitspoeling geven als de nu toegestane meststoffen voor de stimuleringsregeling. Dit sluit de dikke fractie van meststoffen van rundvee uit. Via bevragen van diverse agrariërs en vertegenwoordigers zijn bedrijven gevonden waar meststoffen bemonsterd mochten worden. De meststoffen zijn geanalyseerd volgens een standaardanalyse, waarna meststoffen werden geselecteerd met een hoog OS- en een laag N- en P-gehalte, voor vervolgexperimenten.

In de tweede fase is via incubatie-experimenten vastgesteld wat de humificatiecoëfficiënt is van de geselecteerde meststoffen. De humificatiecoëfficiënt zegt iets over de afbraaksnelheid van de organische stof in een meststof en geeft aan hoeveel van de organische stof wordt afgebroken binnen een jaar. Aangenomen wordt dat de humificatiecoëfficiënt een beter inzicht geeft in de organische stof die een meststof toevoegt aan de bodem, omdat het inzicht geeft in het deel van de organische stof dat relatief stabiel is, en dat de humificatiecoëfficiënt sterk verschilt tussen de meststoffen.

Los van bovenstaand onderzoek wordt bij enkele andere meststoffen, na mengen van de mest in grond, nagegaan of de afbraak van organische stof leidt tot meer minerale stikstof (som ammonium en nitraat). Dit wordt gedaan met het oog op de potentiële uitspoeling. Het betreft de bepaling van het zogenaamd snel vrijkomende organische stikstof, volgens BAM[1]/deel1/12 (BAM, 2010). In Vlaanderen wordt deze methode gehanteerd om bepaalde meststoffen te onderscheiden: meststoffen die in de winter uitgereden kunnen worden zonder risico op uitspoeling. In Nederland mag compost het hele jaar door uitgereden worden. De laboratoriummeting van het snel vrijkomende stikstof (bodemafhankelijk) is vaak sterk gecorreleerd aan de veldmeting van de werkingscoëfficiënt (bodem, gewas, en klimaatafhankelijk) (D'Haene en Hofman, 2023).

[1] BAM: Compendium voor bemonsterings- en analysemethodes voor mest, bodem en veevoeder. https://emis.vto.be

2 Materiaal en methoden

2.1 Selectie organische meststoffen

Op dit moment is een aantal meststoffen in de Uitvoeringsregeling meststoffenwet (artikel 33b, Urm) aangeduid als OS-rijke meststoffen (Tabel 1). De Urm stimuleert het gebruik van deze meststoffen doordat fosfaat minder zwaar meetelt voor de P-gebruiksnorm (artikel 33c, Urm), en door een hogere P-gebruiksnorm voor bouwland indien OS-rijke meststoffen worden gebruikt (artikel 33b, Urm).

Tabel 1 *Meststoffen in artikel 33b van Urm die worden gestimuleerd via korting op fosfaatgebruiksnorm, zoals gedefinieerd in artikel 33c van Urm.*

Meststof	**Berekening P-gebruiksnorm**
Strorijke vast mest van rundvee, varkens*, schapen, paarden, geiten	75%
Champost	75%
Gft-of groencompost	25%
Dikke fractie van meststoffen van rundvee	100%

*indien van toepassing bij een biologisch bedrijf.

Via een internetconsultatie zijn diverse suggesties gedaan voor nog meer soorten OS-rijke meststoffen die in de wet opgenomen zouden kunnen worden, maar die vooralsnog niet opgenomen werden wegens verschillende redenen: het ontbreken van gegevens of omdat het moeilijk is om een bepaalde meststof te definiëren. Dit heeft geleid tot onderzoek naar meststoffen die wél zouden kunnen voldoen.

De meststoffen die in deze studie zijn onderzocht, zijn vaste mesten die niet specifiek strorijk zijn, maar vermengd zijn met andere gewasresten zoals houtsnippers, zaagsel, vlas, riet, miscanthus en vaste mesten van niet eerdergenoemde dieren zoals waterbuffels. Op basis van informatie van de internetconsultatie, leveranciers, boerderijen en internet is een lijst gemaakt (Tabel 2) van meststoffen waarvan vermoed wordt dat het organische stofgehalte hoog is, met relatief weinig ammoniakaal stikstof (TAN). Op basis daarvan zijn, met medewerking van handelaren in beddingmaterialen en agrariërs, veel agrariërs gebeld voor toestemming voor een bemonstering. Alle monsters zijn verzameld door een medewerker van Wageningen University & Research, op enkele monsters na (gecomposteerde dierlijke mest en champost), die verstuurd zijn door een bekend contactpersoon. Het betrof steeds vaste mestmonsters uit stallen, potstallen of mesthopen (typische situaties: zie foto's in Bijlage 1). Bij de monstername is toegezegd dat de data anoniem worden gerapporteerd: de bemonsteringslocaties worden in dit rapport daarom niet gegeven.

Tabel 2 *Typen mest die aangeboden worden of door leveranciers genoemd worden en onderzocht zijn.*

	Meststof
1	Strorijke mest van dieren
2	Mest vermengd met houtsnippers, houtkrul, houtzaagsel, vlasstro, riet, miscanthus of koolzaadstro
3	Gecomposteerde dierlijke mest
4	Waterbuffelmest
5	Geitenmest (bevat meestal stro)

Zoals toegelicht in paragraaf 1.3 is naast het humificatieonderzoek bij organische stofrijke meststoffen, bij een aantal andere meststoffen de stikstofmineralisatie bepaald: gestripte dunne fractie digestaat, gecomposteerde dierlijke mest, champost, een product van bewerkte kalvergier en urine-arme dierlijke mest.

2.2 Chemische analyses en incubatiestudies

2.2.1 Samenstelling

De samenstelling van de meststoffen werd gemeten met standaardmethoden voor mest of compost door Eurofins Agro (Eurofins, 2023). De methoden die Eurofins Agro gebruikt, zijn kort beschreven in "beschrijving van toegepaste methoden bij mestonderzoek" (ALG-DO-24) op de website van Eurofins Agro. De data en een verwijzing naar de gehanteerde methoden staan in Bijlage 3. De geanalyseerde parameters zijn het droge stofgehalte, ruw-asgehalte, ammoniakaal stikstof (NH_3)[2] en totaalgehalten van stikstof (N), fosfor (P_2O_5), kalium (K_2O), magnesium (MgO) en natrium (Na_2O). Het organische stofgehalte wordt berekend uit het ruw-asgehalte.

Daarnaast is óf de humificatiecoëfficiënt óf de stikstofmineralisatie bepaald voor elk monster waar de samenstelling van is bepaald, behalve voor het gestripte dunne fractie digestaat. Het gestripte digestaat bevatte, ondanks strippen van N, nog een hoog gehalte mineraal N, en past daarom niet goed bij de stikstofmineralisatie. Het onderzoek van de humificatiecoëfficiënten staat los van het onderzoek van de stikstofmineralisatie naar een beperkte aantal meststoffen (er zijn dus geen meststoffen waaraan beide metingen zijn gedaan in dit rapport). Bij het toetsen op gebruik van organische stofrijke meststoffen kan het eenvoudig herkennen van de meststof relevant zijn, bijvoorbeeld bij controle van meststoffen. Daarom is door de analist het uiterlijk van de meststoffen kort beschreven (Bijlage 2).

2.2.2 Humificatiecoëfficiënt

De humificatiecoëfficiënt is de fractie van de toegevoegde organische stof die bij normale omstandigheden na één jaar overblijft na toediening van een organische meststof aan grond (Janssen, 1984). De hoeveelheid koolstof (C) die achterblijft, wordt bepaald via de hoeveelheid CO_2 die vrijkomt uit het mengsel van grond met organische meststof, waarbij gecorrigeerd wordt voor de hoeveelheid koolstof (C) die vrijkomt uit grond zonder toediening van een organische meststof. We hanteren de methode die gebruikt wordt door de meeste Nederlandse onderzoekers (recent: Hanegraaf et al., 2021; de Wit & Vervuurt, 2023) en meestal wordt uitgevoerd bij het laboratorium van bodembiologie van de Wageningen Universiteit, alhoewel onderzoekers soms bepaalde aanpassingen vragen. Er is in Nederland geen voorgeschreven NEN-protocol zoals in Frankrijk (AFNOR, 2018).

In enkele eerdere onderzoeken wordt minerale stikstof toegevoegd om de afbraak niet te remmen (Van Groenigen en Zwart, 2007; Schoumans et al., 2023). Een onderzoek van koolstofmineralisatie van stro, met en zonder toevoeging van stikstof, liet zien dat de afbraak van stro in grond in de eerste 30 dagen werd versneld door extra stikstof, maar dat daarna de afbraak juist trager verliep. Na 120 dagen waren de resultaten vergelijkbaar, en na 250 dagen leidde de N-toevoeging tot meer koolstofvastlegging (Mewes, 2017). Om dergelijke effecten te vermijden, werd in het huidige onderzoek daarom geen extra stikstof toegevoegd.

De humificatiecoëfficiënt wordt in dit onderzoek bepaald via de CO_2 die gedurende 93 dagen emitteert (vergelijking 1). Het experiment is uitgevoerd bij 20°C en omgerekend en geëxtrapoleerd naar 365 dagen bij 12°C, conform vergelijking 2 zoals in Jansen (1996). Aangenomen wordt dat 12°C de gemiddelde bodemtemperatuur is in Nederland.

In de huidige experimenten zijn twee gronden gebruikt: een zandgrond en een kalkloze kleigrond. De verse, gezeefde zandgrond lag buiten in een open opslag. De gezeefde kleigrond lag gedroogd in opslag.
De zandgrond komt van proefveld BIO13, en de kleigrond betreft een gezeefde kalkloze kleigrond uit de Betuwe ('Lange Bos'). De kleigrond is eerder beschreven (Rietra et al., 2023) en al in 2020 verzameld, en daarna gezeefd en na drogen bewaard. De zandgrond betreft gezeefde grond van proefveld BIO13, die in de open lucht is opgeslagen, met een organische stofgehalte van 2,6%, een lutumgehalte van 1% en een pH van 5,4. De grond is gedurende één week voor aanvang van het experiment bevochtigd: zogenaamde pre-incubatie.

[2] TAN (Total Ammoniacal Nitrogen)

Een dergelijke pre-incubatie werd ook gehanteerd bij de stikstofmineralisatie, zoals is voorgeschreven in het Vlaamse BAM 1/12 (BAM, 2010) bij de bepaling van de stikstofmineralisatie.

De organische meststoffen en de grond werden vooraf goed gemengd in een bakje en daarna in de fles ingewogen. De flessen werden afgesloten met een wattenprop zodat lucht vrij in en uit de fles kon, zonder dat (stof)deeltjes in de fles konden komen. De hoeveelheid grond per fles kwam steeds overeen met 200 gram droge grond. De hoeveelheid toegevoegd water was 14 en 20 ml water, bij respectievelijk zand en klei, om te komen tot een vochtgehalte van 60% van de vloeigrens. Er is steeds 20 gram meststof (vers gewicht) toegevoegd: de hoeveelheid toegevoegd koolstof is dus telkens verschillend per meststof. Het onderzoek is in enkelvoud uitgevoerd, maar wel bij een zand- en kleigrond.

De geïncubeerde monsters werden op twaalf momenten voor een korte periode gesloten (1 uur bij aanvang tot 24 uren op einde) en dan werd de CO_2-concentratie bij aanvang en na sluitingsperiode gemeten. De CO_2-concentratie werd met een foto-akoestische gasmonitor gemeten met de eenheid µL CO_2 L^{-1}. De gemeten CO_2-concentraties worden omgerekend naar µg C L^{-1} via het molair volume van CO_2 bij 20°C (temperatuur ruimte) (24,0 L mol^{-1}) en het molair gewicht van CO_2 (1 mol C = 12,01 gram C). De CO_2-afbraak (in: µg C kg^{-1} droge grond uur^{-1}) gedurende de sluitingsperiode is berekend door de CO_2-concentratietoename in de fles (CO_2 in fles minus CO_2 in perslucht) te vermenigvuldigen met het volume lucht in de fles, te delen door het gewicht aan droge grond in de fles en te delen door de sluitingsperiode. Voor het sluiten van elke fles werd de lucht in de fles vervangen door perslucht, zodat de toename in CO_2 geheel toe te schrijven is aan de CO_2-afbraak gedurende de sluitingstijd. De CO_2 in de perslucht werd voor elke meting bepaald. Bovendien werd elke week, indien nodig, water toegevoegd om de grond met organische mest op een constant gewicht, en daarmee vochtgehalte, te houden. Voor elke meting en na elke vochttoediening, werd de grond met organisch meststof voorzichtig geschud.

De toepassing van verse mest kan gepaard gaan met gasvormige koolstofemissies van vetzuren (Van Boxmeer et al., 2024, rapport 1495). In dat geval is er wel verlies van koolstof, maar niet in de vorm van CO_2. Met name bij aangezuurde meststoffen is al geconstateerd dat dit een bron van koolstofverlies kan zijn (Pedersen et al., 2022). Voor dat soort meststoffen zou de humificatiecoëfficiënt een overschatting geven van de hoeveelheid C die in de bodem achterblijft na één jaar. Hier wordt op dit moment geen rekening mee gehouden.

Berekeningen

De CO_2-fluxen werden gemeten op dag 1, 3, 4, 7, 9, 16, 22, 30, 43, 57, 73 en 93 in termen van µg C kg^{-1} droge grond per uur. De CO_2-fluxen tussen meetpunten zijn berekend op basis van het gemiddelde tussen de twee meetpunten, en de CO_2-flux op de eerste dag op basis van de meting van dag 1. Op basis van deze geïnterpoleerde fluxen tussen metingen zijn de cumulatieve CO_2-emissies berekend (µg C kg^{-1} droge grond). Om te komen tot een humificatiecoëfficiënt, is een extrapolatie nodig van de experimentele data (tot 93 dagen) tot 156 dagen, zoals volgt uit onderstaande vergelijkingen. De reden om de experimenten niet langer dan 93 dagen te doen, is vanwege het vele werk én omdat het verschil tussen de experimentele humificatiecoëfficiënt bij 93 dagen en de geëxtrapoleerde humificatiecoëfficiënt bij 156 dagen gering is, omdat de afbraak na een bepaalde periode bij de meeste meststoffen sterk vermindert.

Om de metingen te extrapoleren, wordt gebruikgemaakt van een gefitte curve door de cumulatieve CO_2-emissie. De cumulatieve CO_2-emissies (C_{cum}) werden gesimuleerd met een twee-pool-model met eerste-orde afbraak (k_1 en k_2 zijn coëfficiënten) (tijd is t in dagen):

$$C_{cum} = C_1 * (1 - e^{-k_1 * f_T * t}) + C_2 * (1 - e^{-k_2 * f_T * t}) \quad (1)$$

De twee pools zijn C_1 en C_2, welke samen gelijk zijn aan de toegevoegde hoeveelheid C via de meststof. De factor f_T is de temperatuurcorrectie volgens Janssen (1996) (temperatuur is T in °C).

$$f_T = 2^{\frac{T-9}{9}} \quad (2)$$

De temperatuurcorrectie veronderstelt dat de afbraaksnelheid verdubbelt bij een temperatuurstijging van 9°C. De experimenten zijn uitgevoerd bij 20°C, en de humificatiecoëfficiënt wordt berekend voor een gemiddelde temperatuur van Nederlandse bodem van 9°C ($F_{9°C}$ = 1, en $F_{20°C}$ =2,33) Hieruit volgt dat de curve bij 9°C tot 365 dagen identiek is (f_T*t = $F_{9°C}$ 355 = $F_{20°C}$ 156) aan de curve bij 20°C tot 156 dagen.

Pools C_1 en C_2 zijn samen gelijk aan de totale hoeveelheid toegevoegde koolstof. Omdat de totale hoeveelheid toegevoegde koolstof bekend is, zijn de resterende onbekende variabelen C_1, k_1 en k_2. Deze variabelen worden per monster aangepast met de R-functie nlsLM binnen het R-pakket minpack.lm. Deze functie is ontwikkeld voor het oplossen van niet-lineaire kleinste-kwadratenproblemen. De som van de kwadratenfouten wordt gebruikt om de beste fit tussen gemodelleerde en gemeten data te bepalen. Het model wordt geëxtrapoleerd naar één jaar bij 9°C. De fractie van de totale koolstofinput die na één jaar overblijft, d.w.z. die niet wordt afgebroken tot CO_2, is de humificatiecoëfficiënt.

2.2.3 Stikstofmineralisatie

In dit onderzoek is de stikstofmineralisatie bepaald bij een aantal meststoffen (Tabel 3) via incubatiemetingen. Dit omdat voor een aantal organische meststoffen de werkingscoëfficiënt niet bekend is, of getwijfeld wordt aan de werkingscoëfficiënt (Bijlage B in Urm). De stikstofmineralisatie is bepaald onder dezelfde omstandigheden als bij het humificatie-experiment. Het betreft dezelfde zandgrond als bij bovenstaand humificatieonderzoek (geen andere grond meegenomen vanwege de kosten, zie herhalingen hieronder). De stikstofmineralisatie is grotendeels uitgevoerd zoals in voorgaande onderzoeken (Van Dijk et al., 2023; Schoumans, 2024), en wordt meestal uitgevoerd bij het laboratorium van bodembiologie van Wageningen Universiteit. De methode is sterk vergelijkbaar met een norm in Vlaanderen: "snel vrijkomende organische stikstof", conform BAM/deel1/12 (BAM, 2010; Egene et al., 2021) en internationaal gehanteerde methoden (Lazincki et al., 2020).

Stikstofmineralisatie is onderzocht voor de in Tabel 3 genoemde meststoffen. Zoals eerder vermeld, is de gestripte dunne fractie digestaat afgevallen, omdat er ondanks het strippen nog veel minerale N in het monster zat waardoor het meten van mineralisatie van organische N niet nauwkeurig mogelijk is. Als referentiemonster is een digestaat van rundveedrijfmest gebruikt. Dit is een digestaat van een monomestvergister die eerder ook onderzocht is ('digest' in Van Dijk et al., 2024). De N-mineralisatie wordt uitgevoerd door per zakje grond, water en de meststof te mengen, en de bemeste grond in een plastic zakje (audiotheen) bij 20°C te incuberen tot het bemonsteringstijdstip (zie Figuur 1). De gebruikte hoeveelheid grond komt overeen met 200 gram droge grond. De gebruikte hoeveelheid grond, water en meststof is steeds dusdanig dat een vochtgehalte van 14% (60% van de veldcapaciteit) wordt bereikt. Hierbij is dus rekening gehouden met verschillen in vocht van de meststoffen. Net als bij de humificatie-experimenten is steeds 20 gram verse meststof gebruikt per 200 gram droge grond, en er is dus niet voor gekozen om dezelfde hoeveelheid N voor alle meststoffen te gebruiken. De geïncubeerde bemeste grond is steeds in vijfvoud bemonsterd (vijf verschillende zakjes) na een incubatie van 0, 10, 25, 50, 75 en 100 dagen. Bij elk bemonsteringstijdstip is een onbemeste controle meegenomen (ook in vijfvoud), die werd geanalyseerd op minerale stikstof (N_{min}) volgens ISO-14256 (bepaling van nitraat, nitriet en ammonium in veldvochtige grond door extractie met 1 M KCl en analyse via geautomatiseerde methode) in het laboratorium van CBLB-WUR.

Tabel 3 *Monsters onderzocht voor stikstofmineralisatie.*

Mestmonster	Meststof	Toelichting
10a	Champost	Met dekaarde
10b	Champost	Met dekaarde
10c	Champost	Zonder dekaarde
20c	Digestaat	Digestaat van rundveedrijfmest, als referentie
24c	Gescheiden runderveedrijfmest	Feces uit zandstal
25a	Gescheiden varkensmest	Feces vleesvarkens
26a	Gescheiden varkensmest	Feces vleesvarkens
28a	Bewerkte kalvergier*	KGBI Ede
28b	Bewerkte kalvergier*	KGBI Putten
29a	Gecomposteerde mest#	Agricycling
29b	Gecomposteerde mest#	Agricycling

* de dikke fractie die ontstaat na mechanische scheiding van biologische behandelde dunne fractie van kalvergier (www.smg.nl).

\# Gescheiden mest (32% ds), rietsluik, gecertificeerde kleimineralen en grond, met het doel om een C/N-verhouding van 20 te bereiken. https://agrarischegroenstations.nl/onewebmedia/Certificeringsprotocol.pdf



Figuur 1 *Zakjes met grond die enigszins in verbinding met lucht staan, maar geen vocht doorlaten. Na een bepaalde periode werd de inhoud van de zakjes bemonsterd voor een 1 M KCl-extractie en nitraat- en ammoniumanalyse van het extract, inclusief een vochtmeting aan de grond (methode WUR-SB).*

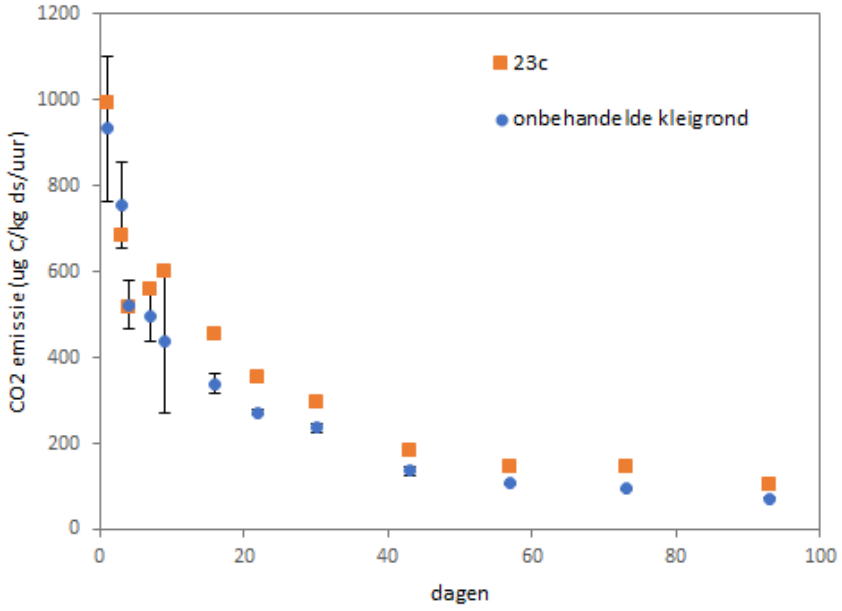
3 Resultaten en discussie

3.1 Samenstelling meststoffen

De samenstelling van de meststoffen is gegeven in Bijlage 3. Het uiterlijk van de meststoffen is beschreven in Bijlage 2. Hoe de meststoffen eruitzien is van belang, omdat organische stofrijke mest herkend zou kunnen worden bij controle door een agrariër. De analist was bij aanvang niet op hoogte gebracht van de materialen die in de mestmonsters zaten. Materialen zoals stro, hout, en zaagsel zijn herkenbaar op het oog, maar kleinere materialen zoals vlas, haverdoppen, speltdoppen en zonnepitten werden niet specifiek opgemerkt.

3.2 Humificatiecoëfficiënten meststoffen

Er zijn 38 producten waarvan de humificatiecoëfficiënt is bepaald, zowel in een zandgrond als in een kleigrond. De metingen zijn bij een aantal heel stabiele producten (vaak strorijk) weinig afwijkend van de onbehandelde bodem. In dat geval wordt een HC van bijna 100% gemeten, dus vrijwel geen C komt vrij als CO_2. De CO_2-emissie van de onbehandelde kleigrond (n=3) is wat hoger dan de zandgrond (n=3). De HC is in de kleigrond meestal hoger dan bij de zandgrond: de CO_2-emissie van de meststoffen is dus meestal lager bij de kleigrond dan de zandgrond. In onderstaande figuur staat een voorbeeld. De meeste CO_2-metingen, op één meting na, zijn bij de behandelde grond (monster 23c) hoger dan de onbehandelde grond. Omdat de CO_2-emissie bij de onbehandelde grond goed herhaalbaar was (n=3), is het verschil tussen de behandelde en onbehandelde grond goed meetbaar bij de gebruikte toevoeging van 20 gram verse mestmonster bij 220 gram verse grond (200 gram droge grond). Bij monster 23c (een vaste rundveemest met stro) resulteert dit in een $HC_{kleigrond}$ van 95%.



Figuur 2 *Voorbeeld van CO_2-metingen bij één monster (23c; vaste rundveemest met stro) ten opzichte van de onbehandelde grond (n=3).*

Op basis van de HC wordt de effectieve organische stof berekend: EOS= HC x OS, met EOS = de effectieve organische stof, HC = de humificatiecoëfficiënt en OS = het organische stofgehalte van een mestmonster. Hiermee kan de bijdrage aan effectieve organische stof berekend worden per nutriënt: EOS/N en EOS/P_2O_5. Bijvoorbeeld: monster 23c heeft een organische stofgehalte van 109 gram OS per kg vers materiaal, een HC van 95% en 86% bij respectievelijk de klei- en zandgrond, wat resulteert in een gemiddelde EOS van 99 g EOS per kg vers materiaal. Monster 23c heeft een C/N van 9, OS/N= 20, en een EOS/N van 18 (Eurofins Agro gebruikt bij meststoffen een OS/C-verhouding van 2,23).

Tabel 4 *De humificatiecoëfficiënten van de verschillende meststoffen in de kleigrond en zandgrond, en de berekende EOS-gehalten op basis van N en P2O5.*

Item	Toelichting	HC% klei	HC% zand	HC% gemiddeld	EOS/N	EOS/P_2O_5
1a	geitenmest met stromest	81	71	76	21	56
1b	geitenmest met zonnebloemschilpellets	85	76	81	30	90
2	kalvermest met speltdoppellets	82	73	77	27	58
3a	kalvermest met zaagsel	83	59	71	11	34
3b	kalvermest met zaagsel	88	75	81	16	53
4a	paardenmest met miscanthus	83	75	79	29	261
4b	paardenmest met groenbemester	21	5	13	7	14
5	kalvermest met zonnebloemschilpellets	89	74	82	37	83
6a	waterbuffelmest uit stal met stro	85	72	78	28	32
6b	waterbuffelmest	73	66	70	22	52
7a	waterbuffelmest uit stal met stro	61	60	61	22	39
7b	waterbuffelmest	78	70	74	25	29
8	waterbuffelmest	88	74	81	21	45
9	waterbuffelmest uit stal met stro	82	70	76	26	58
11a	geiten met haverdoppellets	95	61	78	26	36
11b	geiten met haverdoppellets	83	78	80	22	52
12a	potstalmest van koeien op houtsnippers	88	79	83	31	62
12b	potstalmest van koeien op houtsnippers	98	88	93	19	34
13a	potstalmest van koeien op houtsnippers	98	90	94	25	36
13b	potstalmest van koeien op houtsnippers	82	86	84	39	88
14a	potstalmest van koeien op houtsnippers	82	71	77	45	105
14b	potstalmest van koeien op houtsnippers	90	84	87	29	50
15	potstalmest van koeien op houtsnippers	75	66	71	36	93
16a	potstalmest van koeien op houtsnippers	91	80	86	22	49
16b	potstalmest van koeien op houtsnippers	100	95	97	22	25
17	potstalmest van koeien op houtsnippers	94	89	91	25	45
18	geitenmest met zonnebloemschilpellets	84	74	79	36	89
19a	kalvermest met zonnebloemschilpellets	75	70	73	37	50
19b	kalvermest met zonnebloemschilpellets	90	83	86	47	185
20a	dunne fractie RDM-digestaat	91	72	81	7	24
20b	dikke fractie RDM-digestaat	86	69	78	32	55
21	vaste rundveemest met vlas	75	79	77	37	124
22	vaste rundveemest met vlas	87	69	78	39	84
23a	vaste rundveemest met eierschalen	91	49	70	3	8
23b	vaste rundveemest met vlas	87	70	79	7	19
23c	vaste rundveemest met stro	96	88	92	18	32
24a	rundveedrijfmest zonder urine	72	56	64	14	35
24b	vaste rundveedrijfmest zonder urine	55	66	60	21	54

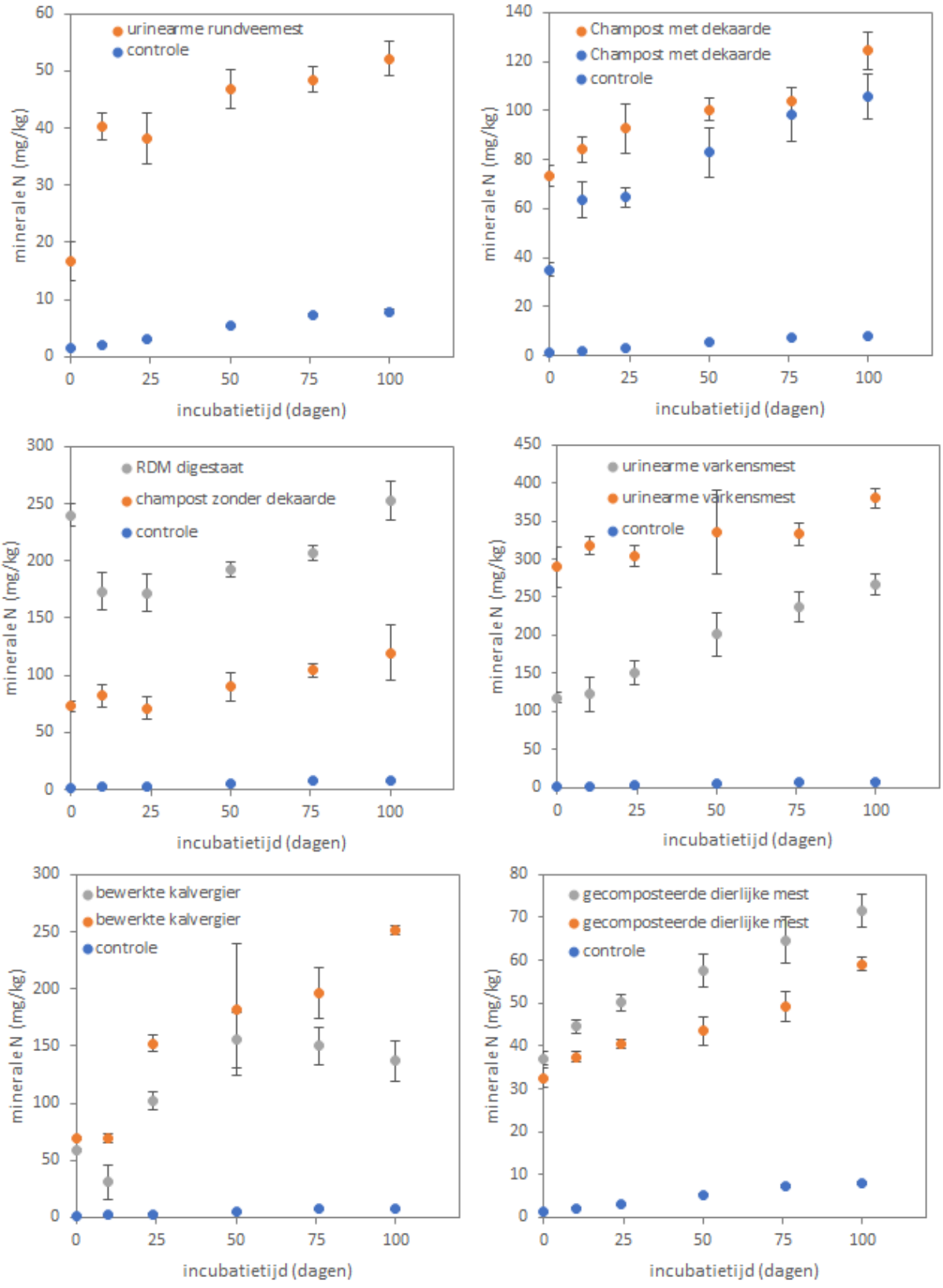
De data in Tabel 4 laten soms vreemde HC-waarden zien, of grote verschillen. Bij paardenmest met groenbemester (nr 4b in Tabel 4) in klei is een HC van 5% gemeten. De vaste rundveemest met eierschalen (nr. 23a in Tabel 4) laat een HC zien van 91% in klei en 49% in zand. Omdat er geen herhalingen zijn gedaan, is niet duidelijk wat de oorzaken zijn, maar het is mogelijk dat bij het inwegen van 20 gram monster de heterogeniteit van de monsters belangrijk is.

3.3 Stikstofmineralisatie

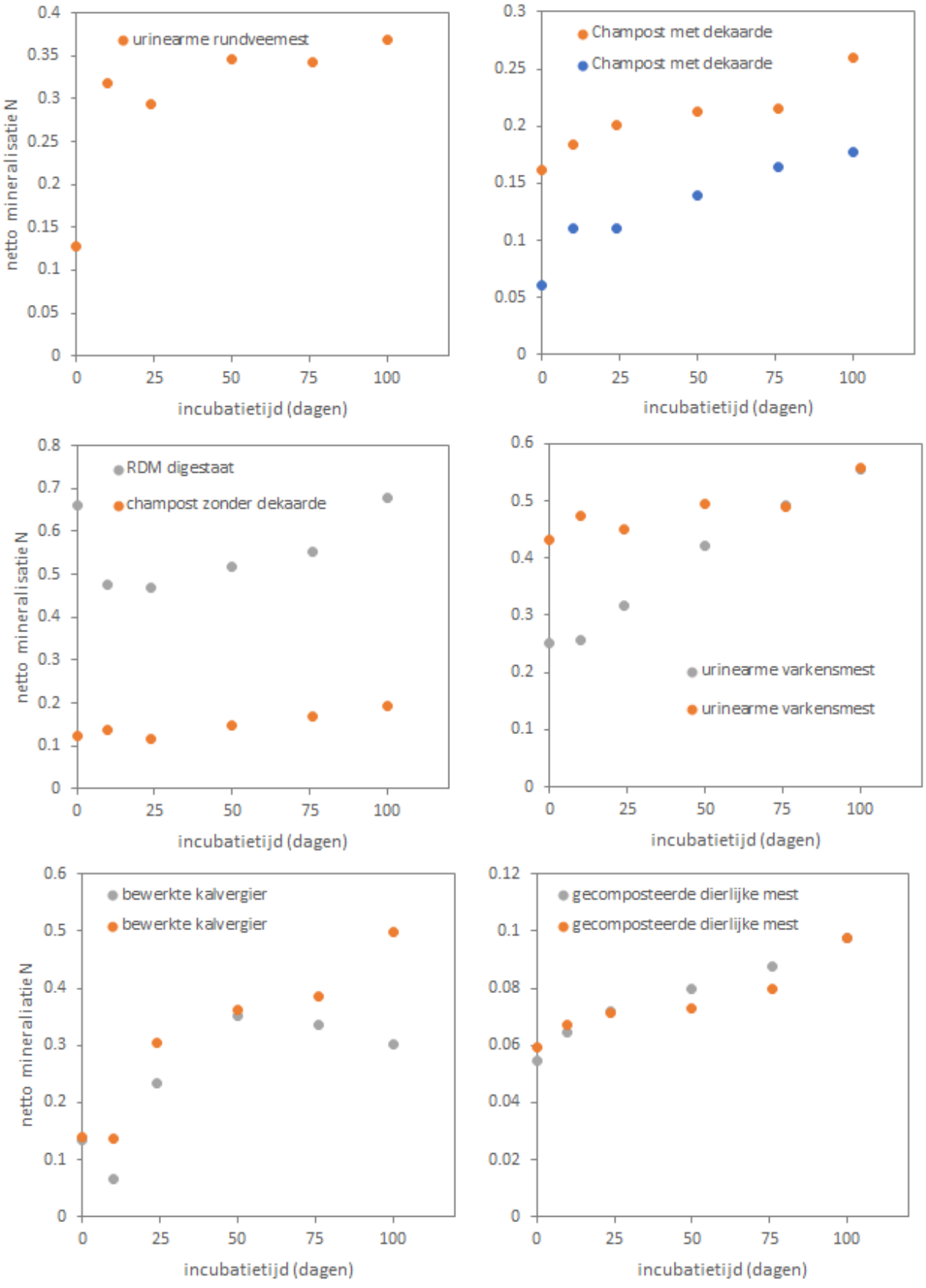
In Figuur 3 is de stikstofmineralisatie uitgezet als functie van de incubatietijd. Er is steeds 20 gram mest toegevoegd aan 200 gram verse zandgrond. Deze proef is alleen bij één grond gedaan, maar wel in vijfvoud. Om te komen tot een constant vochtgehalte is de grond eerste gedroogd en is daarna water toegevoegd, en is rekening gehouden met het vochtgehalte van de meststoffen. De totale hoeveelheid toegediend stikstof is dus niet constant.

De netto-mineralisatie ten opzichte van totaal N is berekend als het verschil tussen de N_{min} bij de behandelde grondmonsters en de onbehandelde grondmonsters, gedeeld door de toegevoegde hoeveelheid stikstof (conform BAM-deel1-12). De N_{min} en stikstofmineralisatie bij de onbehandelde grond is laag en er zijn bij alle monsters heel duidelijk verschillen tussen de behandelde monsters en de onbehandelde grond, zodat een netto-mineralisatie (een toename als gevolg van de meststof) berekend kan worden.

Naast de onbehandelde grond is ook een digestaat uit een mono-mestvergister van rundveedrijfmest meegenomen als referentie. Echter, de urinearme varkensmest en het digestaat bevatten na 100 dagen veel mineraal N in de vorm van ammonium. Dat is bijzonder, omdat normaal de ammonium snel wordt omgezet in nitraat. Omdat het vochtgehalte van die mengsels hetzelfde was als van de andere monsters, is het aannemelijk dat de remming van de nitrificatie is opgetreden door de hoge NH_3-concentraties, en niet door een teveel aan vocht. De afbraak van de organische stof en het vrijkomen van mineraal N lijkt niet te zijn geremd. Er is dus geen effect op de netto-mineralisatie.



Figuur 3 *Mineraal N (som van NH_4-N+NO_3-N+NO_2-N) als functie van incubatietijd (n=4). Het vochtgehalte van de grondmonsters was bij bemonstering 12±1,3%. De toegevoegde hoeveelheid mest is steeds 20 gram vers monster per 200 gram verse grond. Om tot het constante vochtgehalte te komen, is rekening gehouden met het vocht van de mest. De verschillende kleuren (oranje/grijs) geven verschillende monsters aan. Om de data goed te laten zien, is de y-as niet hetzelfde bij alle figuren.*



Figuur 4 *Netto-mineralisatie als fractie van totaal toegediende N via meststof (aanwezig mineraal N gedeeld door totaal toegediende N). De verschillende kleuren geven verschillende monsters aan. Om de data goed te laten zien, is de y-as niet hetzelfde bij alle figuren.*

De fractie van toegediende stikstof die na 100 dagen in de vorm van mineraal N meetbaar is, geeft zicht op risico's op uitspoeling, en ook op de beschikbaarheid van N voor gewassen. De fractie in de vorm van minerale N kan ook vergeleken worden met de initiële samenstelling van de mest en de fractie stikstof in de vorm van N-NH_4 (TAN). Het percentage van organische N dat mineraliseert, kan volgens BAM/deel1/12 (BAM, 2010) berekend worden door lineaire regressie van de data in Figuur 4. In Figuur 4 is te zien dat de netto-mineralisatie van de gecomposteerde dierlijke mest heel laag is (<10%) en van de champost ook vrij laag (<25%), terwijl bij de referentie (digestaat van mono-mestvergister van rundveemest) de hoeveelheid mineraal N/totaal N 70% is, maar er geen duidelijke mineralisatie is door het eerste hoge meetpunt. Het kalvergier-product heeft een netto-stikstofmineralisatie tijdens de 100 dagen, waarbij uiteindelijk 30 à 50% van de N voorkomt in gemineraliseerde vorm.

3.4 Beoordeling van de onderzochte meststoffen

3.4.1 De humificatiecoëfficiënt

De beoordeling van de meststoffen is gedaan in samenhang met de huidige analyses, voorgaand onderzoek (Rietra et al., 2023) en praktijkdata (CBGV, 2024). De volgende uitgangspunten zijn door het Ministerie van LVVN gebruikt om OS-rijke meststoffen te vinden (Ministerie van LVN, 2019), gebruikmakend van de praktijkdata (CBGV, 2024):

a. EOS/ds > 225 g EOS per kg droge stof
b. EOS/ TAN ≥ 30 g/g
c. EOS/ N_{org} ≥ 10 g/g
d. EOS/P_2O_5 ≥ 15 g/g

Bij de selectie van organische stofrijke meststoffen heeft het ministerie ook gelet op vaste meststoffen en op het visueel kunnen herkennen van de meststoffen. De aanwijzing van organische stofrijke meststoffen dient ter stimulering van organische stofrijke meststoffen, maar de meststoffen mogen geen hoger risico op nitraatuitspoeling. Op basis van de data in CDM (2017) voldeed de dikke fractie RDM niet aan de gestelde criteria (Tabel 5). In het voorgaande onderzoek (Rietra et al., 2023) voldoet de dikke fractie van RDM wel (n=3).

Tabel 5 *Gemiddelde samenstelling per categorie mest uit dit onderzoek* en voorgaand onderzoek (Rietra et al., 2023**). DS = droge stof, TAN = totaal ammoniakaal stikstof, OS = organische stof, HC = humificatie-coëfficiënt, EOS = effectieve organische stof. In oranje: meststoffen die niet voldoen aan de gestelde criteria.*

Meststof	**n**	**Ds**	**N_{tot}**	**TAN**	**P_2O_5**	**OS**	**HC**	**EOS**	**EOS/ ds**	**EOS/ N_{tot}**	**EOS/ TAN**	**EOS/ N_{org}**	**EOS/ P_2O_5**
	-			**g kg^{-1}**			**-**	**g kg^{-1}**			**-**		
CDM, 2017													
Champost		336	7.6	0.4	4.5	211	50	106	314	14	264	15	23
Groencompost		599	5	0.5	2.2	179	90	161	269	32	322	36	73
Gft-compost		696	8.9	0.8	3.9	242	90	218	313	24	272	27	56
Strorijke varkensmest		260	7.9	2.6	7.9	153	33	50	194	6	19	10	6
Dikke fractie RDM		250	7.8	1.6	4.4	188	45	85	338	11	53	14	19
Voorgaand onderzoek**													
Champost	7	336	7,5	0,6	3,8	189	0,82	154	460	21	257	22	41
Groencompost	5	622	5,1	-	2,6	145	0,91	131	211	25	-	-	50
Gft-compost	6	617	8,4	-	5,1	198	0,90	176	286	21	-	-	36
Varken													
stalmest	5	247	7,6	2,4	8,2	170	0,68	115	467	16	48	22	15
Onbehandeld	6	62	5,9	3,6	2,9			27	440	4	8	12	15
Dikke fractie gescheiden	5	287	11	4,2	16	220	0,79	174	608	16	41	26	11

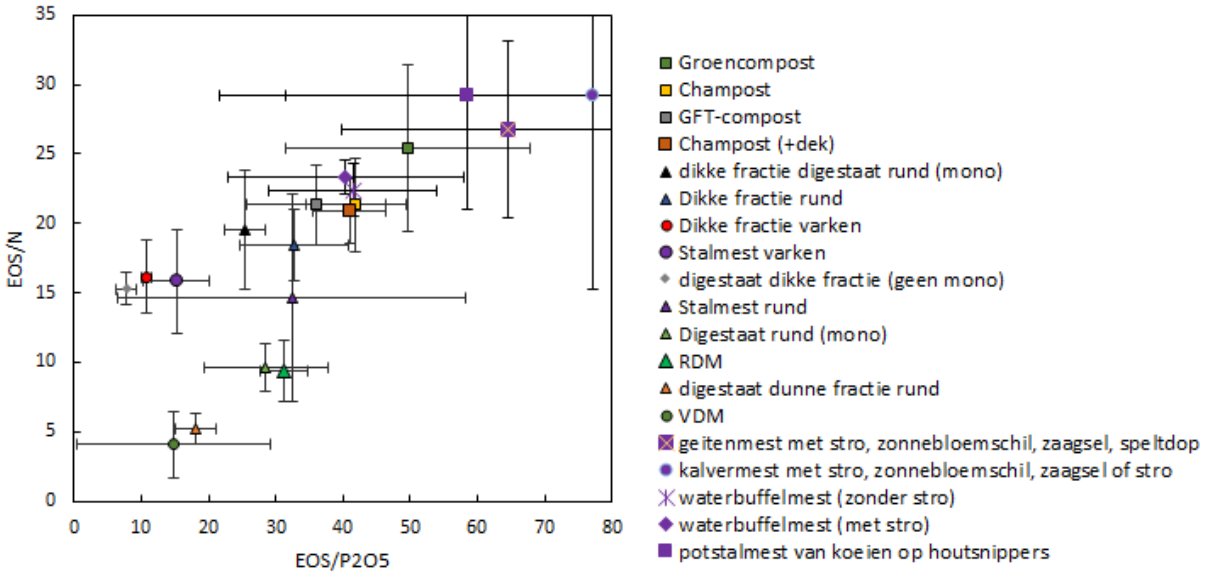
Meststof	n	Ds	N_{tot}	TAN	P_2O_5	OS	HC	EOS	EOS/ ds	EOS/ N_{tot}	EOS/ TAN	EOS/ N_{org}	EOS/ P_2O_5
Rundermest													
Onbehandeld	9	83	4,3	2,0	1,3	65	0,64	41	490	9	20	17	31
Stalmest	9	197	5,4	1,1	3,0	150	0,60	82	414	15	74	19	32
digestaat	5	73	4,7	2,4	1,7	54	0,82	44	607	10	18	19	28
Dikke fractie RDM	3	352	9	2,1	5,2	298	0,55	165	470	18	80	25	33
Huidig onderzoek*													
Geitenmest mest $	5	390	9,3	1,9	4,1	318	0,79	253	656	27	176	34	65
Kalvermest mest $	6	406	8,2	1,3	3,4	292	0,78	231	550	29	214	33	77
Waterbuffelmest	3	262	5,1	0,2	2,8	156	0,75	116	483	23	691	24	43
Waterbuffelmest met stro	3	198	4,7	0,3	2,7	156	0,72	117	574	24	469	25	42
Potstalmest met hout #	10	338	7.2	0,4	4,0	228	0,87	198	599	29	684	31	58
Criteria voor OS-rijke meststoffen (Ministerie van LVN, 2019)									>225		≥30	≥10	≥15

$ stro, zonnebloemschillen, zaagsel of stro.

potstalmest van koeien op houtsnippers.

De samenstelling van de in dit onderzoek geanalyseerde meststoffen voldoet ruim aan de criteria die door het ministerie (Ministerie van LNV, 2019) zijn gesteld voor OS-rijke meststoffen (Tabel 4). De meststoffen in het huidige onderzoek vallen op door de zeer hoge EOS-gehalten op basis van N en P_2O_5, EOS/N en EOS/P_2O_5-gehalten (Tabel 4; Figuur 5).

Bij de beoordeling in Tabel 5 zijn enkele voorbehouden te maken. De variatie is groot in EOS aanvoer per N (kg/kg) uitgezet tegen EOS-aanvoer per P_2O_5 (kg/kg) (zie Figuur 5) en het aantal analyses is beperkt: drie tot tien monsters (Tabel 5). In het voorgaande onderzoek (Rietra et al., 2023) zijn de meststoffen onderzocht bij menging met een zandgrond (in duplo), en het huidige onderzoek bij een zandgrond en kleigrond (beide in enkelvoud): bij de kleigrond is de HC in dit onderzoek meestal hoger dan bij de zandgrond. Omdat OS-rijke meststoffen op beide type bodems worden gebruikt, zou inzicht in effect van de bodemsoort relevant zijn, maar die ontbreekt op dit moment. De gemiddelde EOS ligt daardoor in het huidige onderzoek hoger, waardoor criteria iets gemakkelijker kunnen worden bereikt. De beoordeling hangt ook sterk af van de gemiddelde samenstelling, die verschilt per dataset. De dikke fractie van rundveemest voldoet niet als je gebruikmaakt van de samenstelling uit het CDM-advies (Bijlage 2 uit CDM, 2017), maar voldoet wél op basis van de analyses van drie monsters in het voorgaande onderzoek (Rietra et al., 2023) (Tabel 5).



Figuur 5 *EOS-aanvoer per N (kg/kg) uitgezet tegen EOS-aanvoer per P_2O_5 (kg/kg) voor onderzochte organische meststoffen.*

Bij de samenstelling in Tabel 5 valt op dat de waterbuffelmest een relatief laag TAN-gehalte heeft ten opzichte van vaste rundveemest (stalmest). Dat is een indicatie voor een relatief lage stikstofwerkingscoëfficiënt van deze meststoffen. Opgemerkt moet worden dat de waterbuffelmestmonsters geschept zijn van de stalvloer of uit een mesthoop, met of zonder stro: het is dus niet een monster van alle mest die waterbuffels uitscheiden, is dus enigszins urine-arm, en heeft mogelijk daarom een laag TAN-gehalte.

Een beoordeling op basis van de eerdergenoemde criteria (Ministerie van LNV, 2019) geeft nog geen inzicht welk percentage van N en P_2O_5 moet meetellen in de gebruiksnorm. Compost (groencompost en gft-compost) wijkt af van de dierlijke meststoffen doordat het grond bevat en de stikstof, fosfor en zware metalen daarmee deels afkomstig zijn van grond. De Technische Commissie Bodembescherming (TCB, 2004) noemde het aandeel stoffen dat via grond in compost terechtkomt 'basisvracht' en stelde voor die basisvracht uit de norm te houden. De basisvracht wordt dan niet als aanvoer gerekend, omdat deze circuleert in het landbouwsysteem en geen vorm van aanvoer is. Het concept 'basisvracht' heeft bij fosfor uiteindelijk geleid tot een korting op de P-gebruiksnorm (zogenaamde fosfaatvrije voet in Urm van voor 2023) en ruimere normen voor zware metalen in compost ten opzichte van andere meststoffen (Bijlage II Urm, Tabel 3 versus Tabel 1). Doordat compost grond bevat, kun je compost en een organische meststof met hetzelfde EOS/P_2O_5-gehalte niet goed met elkaar vergelijken.

3.4.2 Stikstofmineralisatie

In de huidige regelgeving wordt voor mengsels van meststoffen gerekend met een stikstofwerkingscoëfficiënt van 50%, bij compost met 10%, en worden specifieke werkingscoëfficiënten voor soorten drijfmest en vaste mesten gehanteerd tussen de 30 en 80% (Bijlage B behorende bij artikel 29 van Urm). Om beter inzicht te krijgen in de stikstofwerking en in de risico's op nitraatuitspoeling, kunnen stikstofmineralisatie-experimenten gehanteerd worden. Dit is gedaan op basis van de minerale stikstof bij aanvang, en na 100 dagen incubatie van mest in grond.

Hoe de risico's op nitraatuitspoeling van een meststof bepaald kunnen worden via een incubatie-experiment, is vastgelegd in een Vlaamse wetgeving. Het gebruik van incubatie-experimenten om de stikstofmineralisatie te bepalen, is een veelgebruikte techniek (AFNOR, 2018; Geisseler et al. 2021). Hoewel omstandigheden in veldproeven sterk variëren, zijn er relaties gevonden tussen de stikstofwerkingscoëfficiënten uit veldproeven en stikstofmineralisatie via incubatie-experimenten (Catellanos en Pratt, 1981; Gale 2006; Schroder en Sorensen, 2011). Het digestaat is in onderstaande tabel meegenomen als referentiemonster (is eerder gebruikt) en maakt geen deel uit van het onderzoek.

Het was de verwachting dat het TAN-gehalte van de meststoffen overeen zou komen met de N_{min}-bepaling bij start. Bij de meeste meststoffen is de N_{min}-meting ongeveer gelijk of hoger: er lijkt stikstof vrij te komen in de periode tussen meting van de samenstelling van de mest (in de periode 3 dec 2024 t/m 11 maart 2025) en de eerste meting tijdens de incubatie (alle monsters in april 2025). Dat kan komen doordat er stikstof vrijkomt tijdens de bewaarperiode in de koeling (5°C) of doordat de TAN-meting (met NIRS) bij mest afwijkt van de N_{min}-analyse van mest gemengd in grond (klassiek). Het is onduidelijk wat het verschil tussen N_{min} in de champost en de N_{min} na toevoeging aan grond veroorzaakt: (0, 9 en 10% van totaal N) bij de drie monsters. Mogelijk is deze variatie veroorzaakt door de verschillen die je krijgt bij het afwegen van 20 gram van een heterogeen monster.

De gecomposteerde dierlijke mest heeft ten opzichte van de andere meststoffen een lage N_{min} bij aanvang (5% van totaal N) en een lage mineralisatie van organisch N gedurende 100 dagen (5% van totaal N). De champost heeft ook een lage N_{min} bij aanvang (6%), maar een hogere mineralisatie van organische N (7-10%). Digestaat en urine arme varkensmest hadden zowel hoge N_{min} bij de start als na 100 dagen. Het grootste verschil tussen N_{min} bij aanvang en na 100 dagen is te zien voor bewerkte kalvergier en een van de urine arme varkensmestmonsters; deze mineraliseerden de meeste stikstof.

De champost heeft dus een stikstofmineralisatie gedurende de 100 dagen en is 7 tot 10% van N_{tot}. Dat past bij de HC van 0,82 uit het voorgaande onderzoek (Rietra et al., 2023). In de huidige regelgeving wordt voor champost gerekend met een stikstofwerkingscoëfficiënt van 25% (Bijlage B behorende bij artikel 29 van Urm).

Tabel 6 *Percentage minerale stikstof van meststoffen bij aanvang, na toevoeging aan grond (start) en na 100 dagen incubatie, uitgedrukt als percentage mineraal N gedeeld door de totale N-gift (Nmin/Ntot x 100%), en een vergelijking met Vlaamse limieten voor snel vrijkomend stikstof#. Het percentage N-mineralisatie* is berekend via lineaire regressie conform BAM-deel1-12. In groen: gehalten die wel voldoen aan de gestelde criteria.*

Item	Toelichting	N_{min} / N_{tot} % in meststof	N_{min} / $N_{tot, gift}$ % bij start	N_{min} / $N_{tot, gift}$ % na 100 dagen	% N-mineralisatie incubatie *
10a	Champost met dekaarde	6	16	26	8±1
10b	Champost met dekaarde	6	6	18	10±2
10c	Champost zonder dekaarde	3	12	19	7±1
20c	Digestaat	39	66	68	8±10
24c	Urine arme runderdrijfmest	14	13	37	16±8
25a	Urine arme varkensmest	14	25	55	32±2
26a	Urine arme varkensmest	25	43	56	10±3
28a	Bewerkte kalvergier	6	13	30	23±9
28b	Bewerkte kalvergier	7	14	50	35±6
29a	Gecomposteerde dierlijke mest*	Nb	5	10	3,1±0.5
29b	Gecomposteerde dierlijke mest*	Nb	5	10	3,1±0.5
eisen aan organische meststoffen#			<15	<30	

nb: niet bepaald * compostering van vaste dierlijke mest, rietsluik, kleimineralen en grond.

In de Belgische wetgeving[3] worden meststoffen met een lage N_{min} (%$N_{min,start}$ <15%) en een lage N_{min} na 120 dagen incubatie (%$N_{min,112dagen}$ <30%) beschouwd als een meststof waarvan slechts een gering gedeelte vrijkomt in een jaar, en met weinig risico's op uitspoeling. In bovenstaande tabel voldoet het gemiddelde van de drie champost-monsters aan de gestelde limieten (%$N_{min,start}$=11%; $N_{min,100}$=21%), en het gemiddelde van de twee gecomposteerde dierlijke meststoffen voldoen zeer ruim (%$N_{min,start}$=5%; %$N_{min,100}$=10%). De incubatie is in dit experiment 100 dagen bij 20°C, terwijl in de Vlaamse test (BAM/deel1/12) de incubatie plaatsvindt gedurende 120 dagen bij 15°C. Het is niet de verwachting dat N_{min} bij de incubatie van champost hoger uitvalt bij de lagere temperatuur in combinatie met de langere incubatie. De lage N-mineralisatie bij de gecomposteerde dierlijke mest (C/N van 12) is hoger dan groencompost (C/N van 21), die eerder een lichte vastlegging (-9%) liet zien van N_{min}/N_{tot} (Spijker et al., 2022). De verwachting is dat je minder stikstofmineralisatie hebt bij een hogere C/N. Maar de N-mineralisatie bij de gecomposteerde mest is lager dan metingen in literatuur: die laten meestal een N_{min}/N_{tot} van 12 tot 35% zien bij C/N-waarden van 7 tot 13 (Lazincki et al., 2019). Binnen een categorie meststoffen geeft de C/N-verhouding meestal geen goede voorspelling van de stikstofmineralisatie (Lazincki et al., 2019).

De urine-arme mesten en de bewerkte kalvergierproducten voldoen niet aan de Vlaamse eis van een lage N_{min} na 100 dagen, ook al zit een van de twee kalvergierproducten op de grens. Ze hebben ook geen lage N_{min} bij de start.

[3] https://emis.vito.be/sites/emis.vito.be/files/legislation/migrated/sb201006-2.pdf

4 Conclusies

Eerder zijn op basis van onderzoek diverse organische meststoffen aangewezen als organische stofrijke (OS-rijke) meststoffen in de Uitvoeringsregeling meststoffenwet. Er is behoefte om te onderzoeken of nog meer meststoffen aangewezen kunnen worden. Hiervoor is aanvullend onderzoek gedaan en zijn de effectieve organische stofgehalten (EOS) bepaald bij:

1. geitenmest met stro, zonnebloemschil, zaagsel of speltdoppen
2. kalvermest met stro, zonnebloemschillen of zaagsel
3. waterbuffelmest met of zonder stro
4. potstalmest van koeien op houtsnippers

Door middel van incubatie-experimenten op klei en zand grond zijn van deze meststoffen de humificatie-coëfficiënt bepaald en is het EOS-gehalte berekend. Alle vier de meststoffen zijn OS-rijke meststoffen op basis van eerder opgestelde criteria (Ministerie van LVN, 2019): EOS-gehalten op basis van stikstof (EOS/N), fosfor (EOS/P_2O_5) en op basis van droge stof (EOS/ds). Alle meststoffen zijn vaste meststoffen waarbij de additieven vaak op het oog herkenbaar zijn. De additieven zijn materialen die door agrariërs zijn toegevoegd in de potstal, of in ligboxen ten behoeve van comfort van de koeien. Uit dit onderzoek blijkt dat deze organische meststoffen dus aangewezen kunnen worden als toevoeging in de Urm, al is de variatie groot tussen producten. Als OS-rijke meststoffen voldoen aan de gestelde eisen, kan ter stimulering van OS-rijke meststoffen, gekozen worden om ze voor 75% mee te laten tellen in de berekening van de fosfaatgift. De OS-rijke meststoffen in het huidige onderzoek voldoen ruim aan de gestelde eisen. Alleen voor OS-rijke meststoffen zoals compost, die grond bevatten en daarmee veel gebonden fosfaat, kan gekozen worden om ze voor 25% te laten meetellen. Dergelijke OS-rijke meststoffen zijn in dit onderzoek niet onderzocht.

Tevens is bij een beperkt aantal meststoffen de stikstofmineralisatie bepaald gedurende 100 dagen: gecomposteerde dierlijke mest (methode Agricycling), champost en een specifiek kalvergierproduct: het betreft de dikke fractie die ontstaat na mechanische scheiding van biologisch behandelde dunne fractie van kalvergier. De stikstofmineralisatie is een maat voor het risico op nitraatuitspoeling en een maat voor de stikstofwerkingscoëfficiënt in de Meststoffenwet.

Criteria voor het beoordelen van het risico op nitraatuitspoeling op basis van mestanalyses zijn niet vastgesteld in Nederland, maar worden wel in de Vlaams wet gebruikt.[4] Op basis van de het lage percentrage stikstof in de vorm van minerale stikstof bij aanvang (N_{min}/N_{tot}< 15%) en na 100 dagen incubatie in grond (N_{min}/N_{tot}< 30%) kunnen de gecomposteerde dierlijke mest en champost beoordeeld worden als meststoffen met lage risico's op nitraatuitspoeling. Het percentage stikstof dat mineraliseert na 100 dagen (N_{min}/N_{tot}) is ook een indicatie voor de stikstofwerking en dus voor de stikstofwerkingscoëfficiënt. De metingen duiden op een lage werkzaamheid binnen het eerste jaar voor gecomposteerde dierlijke mest (N_{min}/N_{tot}=10%) en de champost (gemiddelde N_{min}/N_{tot} =21%). De urine-arme mesten en de bewerkte kalvergierproducten voldoen niet aan de Vlaamse eis van een lage N_{min} na 100 dagen, ook al zit een van de twee kalvergierproducten op de grens. Via stikstofmineralisatie-experimenten kunnen organische meststoffen eenvoudig vergeleken worden, en meer onderzoek kan leiden tot een objectieve vergelijking tussen organische meststoffen.

[4] Ministerieel besluit houdende vaststelling van de tabel in uitvoering van het besluit van de Vlaamse Regering van 15 maart 2002 tot uitvoering van de artikelen 14, §6 en 17, §8 van het decreet van 23 januari 1991 inzake de bescherming van het leefmilieu tegen de verontreiniging door meststoffen.

Literatuur

AFNOR, 2018. Association Française de Normalisation FD U 44-163. Amendements organiques et supports de culture - Caractérisation de la matière organique par la minéralisation potentielle du carbone et de l'azote (Soil improvers and growing media - Characterization of organic matter by potential mineralization of carbon and nitrogen). https://www.boutique.afnor.org/fr-fr/norme/fd-u44163/amendements-organiques-et-supports-de-culture-caracterisation-de-la-matiere/fa188722/80493

BAM, 2010. Compendium voor bemonsterings- en analysemethodes voor mest, bodem en veevoeder, Bodem -bepaling van snel vrijkomende organische stikstof. Versie juni 2010. https://reflabos.vito.be/2021/BAM-deel1-12.pdf.

Castellanos, J. Z., & Pratt, P. F. (1981). Mineralization of manure nitrogen—correlation with laboratory indexes. *Soil Science Society of America Journal*, *45*(2), 354-357.

CBGV, 2024. Bemestingsadvies Grasland en Voedergewassen. Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen. https://www.bemestingsadvies.nl/

CDM, 2017. CDM-Advies 'Criteria voor organische stofrijke meststoffen' https://edepot.wur.nl/459080

CDM, 2022. Advies 'Beantwoording van de ad-hoc vraag over stimuleren van organische stofrijke meststoffen. Bijlage bij Kamerstuk 6 feb 2023. Directoraat-Generaal Agro (DGA)-PAV/26123951.

de Boer, H., Brolsma, K., Fleurkens, B., Schoonbergen, A. & van Vliet, P. 2020. Pyrolyse ter bepaling van de kwaliteit van organische stof in mest. Rapportnr 1240, Wageningen Livestock Research, Wageningen. https://edepot.wur.nl/517478

D'Haene, K., en G. Hofman, 2023. Stikstofwerkingscoëfficiënten van organische meststoffen. Vlaamse Land Maatschappij 14.0.2023. https://www.vlm.be/nl/SiteCollectionDocuments/Mestbank/Studies/Stikstofwerkingscoëfficiënten_organische_meststoffen.pdf

Van Dijk, W., R.P.J.J. Rietra, M. Ros & W. de Visser, 2024. Stikstofbenutting en nitraatuitspoeling bij dierlijke mest en kunstmest op gemaaid grasland. Resultaten van veld-, pot- en incubatieproeven in 2018-2021. Wageningen Research, Rapport WPR-1336, Wageningen.

Eurofins, 2023. ALG-DO-24. Beschrijving van toegepaste methoden bij mest onderzoek.

van Groenigen, J. W., & Zwart, K. B. (2007). Koolstof en stikstof mineralisatie van verschillende soorten compost in de bodem. Alterra rapport, 1503, Wageningen.

Gale, E. S., Sullivan, D. M., Cogger, C. G., Bary, A. I., Hemphill, D. D., & Myhre, E. A. (2006). Estimating plant-available nitrogen release from manures, composts, and specialty products. *Journal of Environmental Quality*, *35*(6), 2321-2332.

Geisseler, D., Smith, R., Cahn, M., & Muramoto, J. (2021). Nitrogen mineralization from organic fertilizers and composts: Literature survey and model fitting. *Journal of Environmental Quality*, *50*(6), 1325-1338.

Hanegraaf, M., Nienhuis, C., Vervuurt, W., Noren, I. S., van Geel, W., & de Haan, J. (2021). Kengetallen HC en EOS van organische meststoffen en bodemverbeteraars: Verkenning van oude en nieuwe waarden met het oog op actualisatie. https://edepot.wur.nl/545711

Janssen, B. H. (1984). A simple method for calculating decomposition and accumulation of 'young'soil organic matter. *Plant and soil*, *76*(1), 297-304. https://doi.org/10.1007/BF02205588

Janssen, B.H. (1996). Nitrogen mineralization in relation to C: N ratio and decomposability of organic materials. *Plant Soil* **181**, 39–45 (1996). https://doi.org/10.1007/BF00011290.

Lazicki, P., Geisseler, D., & Lloyd, M. (2020). *Nitrogen mineralization from organic amendments is variable but predictable*. *J. Environ. Qual.* 2020;49:483-495.

Lashermes, G., Nicolardot, B., Parnaudeau, V., Thuriès, L., Chaussod, R., Guillotin, M. L., Linères, M., Mary, B., Metzger, L., Morvan, T., Tricaud, A., Villette, C. & Houot, S. 2009. Indicator of potential residual carbon in soils after exogenous organic matter application. *European Journal of Soil Science,* **60,** 297-310. doi:10.1111/j.1365-2389.2008.01110.x.

Minister van LVN, 2019. Ontwerpregeling van de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit van 19 december 2019, nr. WJZ/ 19085872, tot wijziging van de Uitvoeringsregeling Meststoffenwet in verband met de implementatie van het zesde actieprogramma Nitraatrichtlijn. Staatscourant 2019, 70977.

Ministerie van LNV, 2024. Kamerbrief 14 februari 2023 Implementatie vier maatregelen zevende actieprogramma Directoraat-generaal Agro (DGA) / 26264021.

Nicolardot, B., Recous, S. & Mary, B. 2001. Simulation of C and N mineralisation during crop residue decomposition: a simple dynamic model based on the C: N ratio of the residues. *Plant and Soil,* **228,** 83-103.

Pedersen, J., Feilberg, A., & Nyord, T. (2022). Effect of storage and field acidification on emissions of NH3, NMVOC, and odour from field applied slurry in winter conditions. Journal of Environmental Management, 310, 114756.

Rietra, R. P. J. J., Hull, J. P. v. t. & Velthof, G. L. 2023. *Afbraak van organische meststoffen,* rapportnr. 3297 Wageningen Environmental Research, Wageningen. https://edepot.wur.nl/638513

Schoumans, O. F., Veenemans, L., Vervuurt, W., Verhoeven, J. T. W., Koeijer, T. J. d., Manshanden, M. & Middelkoop, J. C. v. 2023. Conceptual framework to evaluate organic fertilisers on C and N mineralisation and economic aspects. Rapportnr. 3309, Wageningen Environmental Research, Wageningen. https://edepot.wur.nl/643831

Schröder, J., Sørensen, P., 2011. Role of mineral fertilisers in optimising the use efficiency of manure and land. Proceedings International Fertiliser Society 701.

Spijker, J. H., van 't Hull, J. P., Korthals, G. W., Brinkman, P., Rietra, R. P. J. J., Römkens, P. F. A. M., & Visser, J. H. M. (2023). *Kennisprogramma Circulair Terreinbeheer: Jaarrapportage 2022* (No. 3263). Wageningen Environmental Research, Wageningen

Technische Commissie Bodembescherming. 2004. *Advies Aanpassing Besluit Kwaliteit En Gebruik Overige Organische Meststoffen*. Den Haag: Technische commissie bodembescherming.

Verdoes, N., Maasdam, R., Melse, R., Gastel, J. v., Gollenbeek, L., Bussmann, P., Schellekens, J. & Roefs, J. 2021. Overzicht en beoordeling van technologie voor verwaarden van mest: rapportage WP 2 NL Next Level Mestverwaarden. Rapportnr 1290, Wageningen Livestock Research, Wageningen. https://edepot.wur.nl/539373

Wit, D. de. & Vervuurt, W. 2023. *Effect wijzigingen HC-waarde, C/N-orgratio en OS-gehalte van verschillende veelgebruikte mestsoorten op de koolstofopbouw en N-mineralisatie op bouwplanniveau: deskstudie in het kader van de PPS Beter BodemBeheer,* Rapportnr. WPR-OT 1044 Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Lelystad. https://doi.org/10.18174/640050

Bijlage 1 Foto’s type vaste mestmonsters



Figuur 6 *Vaste geitenmest met zonnebloemschil-pellets.*



Figuur 7 *a) Vaste mest melkvee uit potstal met zonnebloemschil-pellets, b) verse vaste mest kalveren met zonnebloemschil-pellets. De monsters zijn steek-vast en bemonsterd met een riek.*



Figuur 8 *Vaste mest van waterbuffels uit potstal met stro.*



Figuur 9 *a) Verse vaste mest van waterbuffels via rapen uit roostervloer, b) verse vaste mest van waterbuffelkalveren op stro*



Figuur 10 *a) Hoop houtsnippercompost van potstal met melkvee, b) verse houtsnippercompost in potstal met melkvee.*



Figuur 11 *Vaste mest melkgeiten op haverdop-pellets.*

Bijlage 2 Omschrijving van mestmonsters

Nr.	Beschrijving	Uiterlijk	%
1a	geitenmest met stromest	alles stro met misschien wat grond of mest	100
1b	geitenmest met zonnebloemschilpellets	grondachtig met wat plantenrest	90:10
2	kalvermest met speltdoppellets	zaagsel	100
3a	kalvermest met zaagsel	plakgrond (mest?) met spikkels beetje zaagsel	95:5
3b	kalvermest met zaagsel	plakgrond (mest?) met spikkels beetje zaagsel	95:5
4a	paardenmest met miscanthus	100% fijn stro	100
4b	paardenmest met groenbemester	droog fijn stro beetje mest beschimmeld	95:5
5	kalvermest met zonnebloemschilpellets	ziet eruit als potgrond	
6a	waterbuffelmest uit stal met stro	dunne mest	
6b	waterbuffelmest zonder stro	dunne mest	
7a	waterbuffelmest uit stal met stro	stro lange stengels	
7b	waterbuffelmest zonder stro	dunne mest	
8	waterbuffelmest zonder stro	mest een en al vezels	
9	waterbuffelmest uit stal met stro	stukken stro met wat grond eraan geplakt	5:95
10a	champost met dekaarde	beschimmeld mest vezels	
10b	champost met dekaarde	beschimmeld mest vezels	
10c	champost zonder dekaarde	beschimmeld mest vezels	
11a	geiten met haverdoppellets (uit mesthoop)	ziet eruit als potgrond geen stro o.i.d.	100
11b	geiten met haverdoppellets (uit stal)	kleverig grond veel organisch	
12a	potstalmest van koeien op houtsnippers (uit mesthoop)	plakgrond/mest? met stukken hout	
12b	potstalmest van koeien op houtsnippers (gezeefd)	losse grond met stukjes hout	
13a	potstalmest van koeien op houtsnippers (uit mesthoop)	losse grond met stukjes hout	60:40
13b	potstalmest van koeien op houtsnippers (uit potstal)	losse grond met stukjes hout	20:80
14a	potstalmest van koeien op houtsnippers (uit potstal)	hout, vezels stro	
14b	potstalmest van koeien op houtsnippers (uit mesthoop)	plakmest met kleine stukjes hout	60:40
15	potstalmest van koeien op houtsnippers	stukken hout met mest	90:10
16a	potstalmest van koeien op houtsnippers (uit potstal)	losse grond: hout stokjes vezels	10:90
16b	potstalmest van koeien op houtsnippers (uit mesthoop)	losse grond: takjes	90:10
17	potstalmest van koeien op houtsnippers	losse grond: grote stukken hout	60:40
18	geitenmest met zonnebloemschilpellets	gesnipperd hout, licht, gras: grond/mest?	95:5
19a	kalvermest met zonnebloemschilpellets	gedroogde mest met extra veel vezels/org.	100
19b	kalvermest met zonnebloemschilpellets (uit mesthoop)	gedroogde mest	100
20a	dunne fractie RDM-digestaat	digestaat dun	
20b	dikke fractie RDM-digestaat	digestaat dik kleine vezels	
20c	RDM-digestaat	dunne mest	
21	vaste rundveemest met vlas	plant materiaal nat	
22	vaste rundveemest met vlas	plant materiaal natter dan 21	
23a	vaste rundveemest met eierschalen	schelpje erg nat geen grond	
23b	vaste rundveemest met vlas	schelpje erg nat geen grond: met kleine stukjes stro	90:10
23c	vaste rundveemest met stro	stro mest	90:10
24a	rundveedrijfmest zonder urine (verpompbaar uit IBC)	dikke half vloeibare mest	
24b	vaste rundveedrijfmest zonder urine (uit kuubszak)	mest nat met vezels	100
24c	urinearme rundveemest (vast mest met zand, zandstal)	zanderige grond	
24d	vloeibare rundveemest (gier)		
25a	urinearme vleesvarkensmest	mestvezels	
25b	urine vleesvarkens		
26a	urinearme vleesvarkensmest	hardere mest vezels dan 25a	
26b	urine vleesvarkens		
27	digestaat na N-strippen		
28a	bewerkte kalvergier	dunne mest	
28b	bewerkte kalvergier	dunne mest	
29a	compost van dierlijke mest	lijkt op potgrond met water takjes/houtjes	95:5
29b	compost van dierlijke mest	lijkt op potgrond met water takjes/houtjes	95:5

Bijlage 3 Samenstelling 53 mestmonsters

Nr.	Beschrijving	DS	RAS	OS	N-tot	C/N	TAN	N-org	P_2O_5	K_2O	MgO	Na_2O
1a	geitenmest met stromest	253	51	202	7.1	13	2	5.1	2.66	13.3	2.5	2.3
1b	geitenmest met zonnebloemschilpellets	380	43	337	8.73	17	1.6	7.1	2.93	9	3.3	3.1
2	kalvermest met speltdoppellets	565	101	464	12.7	16	2.4	10.3	5.91	18.9	4.6	2
3a	kalvermest met zaagsel	286	179	107	7.03	7	1.4	5.6	2.22	9.2	2.3	1.2
3b	kalvermest met zaagsel	317	135	182	9.14	9	1.1	8	2.73	6.9	2.2	1.3
4a	paardenmest met miscanthus	324	81	243	6.25	17	2.6	3.7	0.69	8.1	1.7	0.3
4b	paardenmest met groenbemester	322	228	94	4.47	9	1.5	3	2.29	4.3	1.2	0.3
5	kalvermest met zonnebloemschilpellets	382	52	330	7.6	20	0.4	7.2	3.44	11	5.1	1.3
6a	waterbuffelmest uit stal met stro	127	27	100	2.88	16	0.1	2.8	2.5	2.2	1.5	0.4
6b	waterbuffelmest zonder stro	239	36	203	6	15	0.3	5.7	2.56	5.1	1.5	1.1
7a	waterbuffelmest uit stal met stro	229	57	172	5.56	14	0.5	5.1	3.07	11	1.5	0.3
7b	waterbuffelmest zonder stro	168	42	126	3.85	15	0.2	3.7	3.32	2.8	1.5	0.3
8	waterbuffelmest zonder stro	378	238	140	5.35	12	0.1	5.3	2.5	14.2	2	1.6
9	waterbuffelmest uit stal met stro	239	44	195	5.66	16	0.3	5.4	2.5	10.1	1.5	0.5
10a	champost met dekaarde	247	96	151	5.37	13	0.3	5.1	2.98	5.8	2	0.8
10b	champost met dekaarde	323	127	196	6.65	13	0.4	6.3	3.25	10.6	2.3	1.5
10c	champost zonder dekaarde	317	120	197	6.94	13	0.2	6.7	3.57	8.4	2.5	1.5
11a	geiten met haverdoppellets *	280	43	237	7.87	14	0.5	7.4	5.52	11.7	4.1	2.2
11b	geiten met haverdoppellets (uit stal)	410	50	360	12.5	13	2.7	9.8	5.36	17.6	4.1	2.2
12a	potstalmest van koeien op houtsnippers *	294	68	226	6.32	16	0.2	6.1	3.16	8.4	3.3	1.9
12b	potstalmest van koeien op houtsnippers *@	286	90	196	9.51	9	0.2	9.3	5.31	6.6	4.1	1.1
13a	potstalmest van koeien op houtsnippers *	440	124	316	11.6	12	1.2	10.4	8.15	21.1	8.1	3
13b	potstalmest van koeien op houtsnippers **	339	50	289	6.53	20	0.3	6.2	2.93	9.3	2.8	0.9
14a	potstalmest van koeien op houtsnippers **	252	33	219	3.68	27	0.4	3.3	1.58	6.4	2	0.9
14b	potstalmest van koeien op houtsnippers *	273	65	208	6.16	15	0.4	5.8	3.57	13.9	4.8	1.8
15	potstalmest van koeien op houtsnippers	311	54	257	5.09	23	0.4	4.7	1.97	6.7	1.8	0.8
16a	potstalmest van koeien op houtsnippers **	418	217	201	8.16	11	0.6	7.6	3.62	15.2	3.2	1.1
16b	potstalmest van koeien op houtsnippers *	398	299	99	4.41	10	0.1	4.4	3.85	5.9	3.3	0.5
17	potstalmest van koeien op houtsnippers	364	95	269	10.3	12	0.2	10.1	5.77	23.2	4.5	1.8
18	geitenmest met zonnebloemschilpellets	626	170	456	10.2	20	2.6	7.6	4.08	11	4.3	1.5
19a	kalvermest met zonnebloemschilpellets	309	45	264	5.32	22	0.8	4.5	3.96	6.9	3.2	0.8
19b	kalvermest met zonnebloemschilpellets *	577	175	402	7.16	25	0.7	6.5	1.81	4.1	3.2	1.5
20a	dunne fractie RDM-digestaat	59	24	35	3.95	4	2.1	1.9	1.21	3.6	1.7	0.9
20b	dikke fractie RDM-digestaat	349	102	247	6.06	18	0.7	5.4	3.57	3.9	6.3	0.7
20c	RDM-digestaat	123	34	89	4.33	9	1.7	2.6	1.76	3.3	2.8	0.9
21	vaste rundveemest met vlas	272	22	250	5.37	21	3.3	2.1	1.58	4	0.8	1.1
22	vaste rundveemest met vlas	253	46	207	4.37	21	1.3	3.1	2.02	7.7	2.7	0.9
23a	vaste rundveemest met eierschalen	565	545	20	5.64	2	1.2	4.4	2.22	16.1	4.1	1.1
23b	vaste rundveemest met vlas	635	590	45	5.61	4	1.3	4.3	2.06	12.5	4.1	1.2
23c	vaste rundveemest met stro	299	190	109	5.28	9	0.2	5.1	2.98	9.4	2.5	0.8
24a	rundveedrijfmest zonder urine #	75	16	59	2.92	9	0.5	2.4	1.15	2.3	1	0.3
24b	vaste rundveedrijfmest zonder urine $	214	32	182	5.14	16	0.8	4.3	2.06	3.6	1.8	0.5
24c	urinearme rundveemest ***	726	702	24	1.44	8	0.2	1.2	0.71	1.2	0.8	0.6
24d	vloeibare rundveemest (gier)	246	6	246	52.7	2	51.8	0.9	0.07	0.2	0.7	0.6
25a	urinearme vleesvarkensmest	214	29	185	5.59	15	0.8	4.8	4.14	4.1	2.7	1.3
25b	urine vleesvarkens	9	6	9	0.9	5	0.7	0.2	0.18	1.7	0.7	0.7
26a	urinearme vleesvarkensmest	245	37	208	7.99	12	2	6	6.34	4.3	3.6	1.2

Nr.	Beschrijving	DS	RAS	OS	N-tot	C/N	TAN	N-org	P_2O_5	K_2O	MgO	Na_2O
26b	urine vleesvarkens	14	10	4	2.72	1	2	0.7	0.14	3.7	0.7	1.1
27	digestaat na N-strippen	36	14	22	2.72	4	1.2	1.5	0.8	4.9	1.2	<0.6
28a	bewerkte kalvergier	83	25	58	5.11	5	0.3	4.8	2.61	4.7	1.3	1.9
28b	bewerkte kalvergier	82	18	64	5.86	5	0.4	5.5	2.52	3.6	1	1.5
29a	compost van dierlijke mest	470	316	154	7.85	12	nb	nb	4.09	11	6.1	nb
29b	compost van dierlijke mest	420	283	137	6.30	12	nb	nb	3.37	8.4	5.5	

*uit mesthoop **uit potstal ***vaste mest met zand, uit zandstal # verpompbaar uit IBC $ vast uit kuubszak.@gezeefd.

Afkortingen

Afkorting	Eenheid	Uitleg en methode
ds	g ds/kg product	droge stof, methode geaccrediteerd door RvA
RAS	g ds/kg product	ruwe as, methode geaccrediteerd door RvA
OS	g ds/kg product	organische stofgehalte, afgeleid van ruw as
N-tot	g ds/kg product	totaal stikstof, methode in accreditatieprogramma AP05
C/N		C/N-ratio afgeleid van OS en N-tot
NH_3	g ds/kg product	Ammoniakaal stikstof
N-org	g ds/kg product	organische stikstof
P_2O_5	g ds/kg product	P uitgedrukt als P_2O_5, methode in accreditatieprogramma AP05
K_2O	g ds/kg product	K uitgedrukt als MgO, NEN 6966
MgO	g ds/kg product	Mg uitgedrukt als MgO, NEN 6966
Na_2O	g ds/kg product	Na uitgedrukt als Na2O, NEN 6966
nb		niet bepaald

Methoden zijn kort beschreven in “beschrijving van toegepaste methoden bij mestonderzoek” (ALG-DO-24) op website van Eurofins Agro.

To explore the potential of nature to improve the quality of life



Wageningen Environmental Research
Postbus 47
6700 AB Wageningen
T 0317 48 07 00
wur.nl/environmental-research

Rapport 3511
ISSN 1566-7197

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.900 medewerkers (7.100 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 12.700 studenten en 80.000 Leven Lang Leren-deelnemers behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.