



Kengetallen HC en EOS van organische meststoffen en bodemverbeteraars

Verkenning van oude en nieuwe waarden met het oog op actualisatie

Auteurs | Marjoleine Hanegraaf, Ciska Nienhuis, Wieke Vervuurt,
Isabella Selin Noren, Willem van Geel en Janjo de Haan

WPR 873



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Kengetallen HC en EOS van organische meststoffen en bodemverbeteraars

Verkenning van oude en nieuwe waarden met het oog op actualisatie
Tussenrapportage

Marjoleine Hanegraaf, Ciska Nienhuis, Wieke Vervuurt, Isabella Selin Noren, Willem van Geel en Janjo de Haan

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen PPS Beter Bodembeheer van de topsector Agri & Food (TKI-AF-16064 / BO-56-001-005).

Dit project ontvangt financiële steun van de Topsector Agri & Food. Binnen de Topsector werken bedrijfsleven, kennisinstellingen en de overheid samen aan innovaties voor veilig en gezond voedsel voor 9 miljard mensen in een veerkrachtige wereld.

Rapport WPR-873

Lelystad, maart 2021



Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/545711>

Samenvatting

Een vergelijking is gemaakt van de huidige EOS-kengetallen van organische meststoffen uit het Handboek Bodem en Bemesting en recente onderzoeksgegevens. Hiertoe is literatuuronderzoek uitgevoerd naar de oorsprong van huidige kengetallen en de laboratoriummethoden van de nieuwe gegevens, en zijn modelberekeningen gemaakt van huidige kengetallen en nieuwe gegevens met de modellen MINIP en ROTHC. De resultaten geven aanleiding tot nader onderzoek.

Trefwoorden: effectieve organische stof; meststoffen; MINIP; ROTHC; incubatieproef

© 2021 Wageningen, Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Open Teelten, Postbus 430, 8200 AK Lelystad; T 0320 29 11 11; www.wur.nl/plant-research

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

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

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

Rapport WPR-873

Foto omslag: Wageningen UR Open Teelten

Inhoud

Inhoud	3
Woord vooraf	5
Samenvatting	7
1 Indeling	9
2 Werkwijze	11
3 Resultaten	13
3.1 Literatuuronderzoek naar de herkomst van enkele huidige kengetallen	13
3.2 Datacollectie en -bewerking nieuwe gegevens	14
3.3 Uitkomsten modelberekeningen	17
4 Discussie	19
5 Aanpalend relevant onderzoek	25
6 Conclusies en aanbevelingen	27
Literatuur	29
Bijlage 1 Huidige tabel kengetallen mest Handboek Bodem en Bemesting	33
Bijlage 2 Data overzicht Rietra en De Boer	34
Bijlage 3 Verslag discussiebijeenkomst	35
Bijlage 4 Herkomst HC Runderdrijfmest	39
Bijlage 5 Herkomst HC Varkensdrijfmest	40
Bijlage 6 Herkomst HC Stalmest	43
Bijlage 7 Herkomst HC Composten	45

Woord vooraf

Deze studie is uitgevoerd als onderdeel van de PPS Beter Bodem Beheer en vanuit de wens van de CBAV voor actualisatie van de EOS-kengetallen mest.

Dank aan de externe deskundigen bij de discussiebijeenkomst over de voorlopige resultaten. Mede op basis van hun commentaar is aanvullend literatuuronderzoek gedaan en opgenomen in dit rapport. De verantwoordelijkheid voor de inhoud berust geheel bij de auteurs.

Samenvatting

Het kengetal effectieve organische stof (EOS) is van belang voor het opstellen van een organische stofbalans en het maken van een keuze uit mogelijke aanvoerbronnen. Het Handboek Bodem en Bemesting (HBB) geeft dit kengetal voor de meest voorkomende aanvoerbronnen. In dit rapport staan de EOS-kengetallen van organische meststoffen (incl. bodemverbeteraars) centraal. De EOS-aanvoer van organische meststoffen hangt nauw samen met de aanvoer van stikstof (N) en fosfaat (P) en de daaraan gekoppelde restricties op perceel- en/of bedrijfsniveau. Het is daarom belangrijk dat de in het HBB opgenomen kengetallen actueel zijn. Doel van deze studie was het evalueren van recent beschikbaar gekomen onderzoeksgegevens met het oog op actualisatie van de EOS-kengetallen in het HBB.

Het werk is uitgevoerd in drie stappen. Eerste stap was het afleiden van de gewenste kengetallen uit twee nieuwe datasets, en het bespreken van de achterliggende laboratoriummethoden. Als tweede stap is met behulp van modellering een vergelijking gemaakt van de lange termijn effecten van de huidige gegevens en nieuwe data. Hiervoor is naast het eerder gebruikt MINIP model ook het ROTHC model toegepast. Derde stap in de uitvoering betrof literatuuronderzoek naar de oorsprong van huidige kengetallen.

Uit het literatuuronderzoek bleek dat in het verleden gebruik is gemaakt van verschillende methoden, modellen en aannames voor de afleiding van kengetallen van meststoffen. De kengetallen die kunnen worden afgeleid uit de nieuwe datasets zijn voor enkele meststoffen substantieel anders dan de huidige kengetallen. Gebruik van deze nieuwe kengetallen zou consequenties kunnen hebben voor schattingen van de N-mineralisatie als die van deze kengetallen worden afgeleid. Dit dient nader te worden onderzocht. Positief aan de laboratoriummethode die voor de nieuwe datasets is gebruikt is dat deze is gestandaardiseerd. Dit maakt vergelijking van producten uit verschillende onderzoeken mogelijk. De methode is echter nog onvoldoende getoetst aan de veldsituatie, en dit is wel nodig om uitkomsten te kunnen vertalen naar de praktijk. Uit vergelijking van de MINIP en ROTHC-modellen bleek dat bij laatstgenoemde de afbraaksnelheid afneemt in de tijd en dat verschillen tussen meststoffen kleiner worden. Tussenconclusie van de onderzochte methoden en modellen noemt de combinatie van de beschreven laboratoriummethode en het ROTHC-model als de beste optie. Het onderzoek wordt voortgezet.

1 Indeling

Het kengetal effectieve organische stof (EOS) heeft een belangrijke functie bij het maken van een keuze uit organische meststoffen (in dit rapport incl. bodemverbeteraars) wat betreft de opbouw van bodemorganische stof. De aanvoer van organische stof hangt uiteraard nauw samen met de aanvoer van stikstof (N) en fosfaat (P) en de daaraan gekoppelde restricties op perceel- en/of bedrijfsniveau. Het is dan ook belangrijk dat de in het HBB opgenomen kengetallen actueel zijn. Vanuit de sector worden vragen gesteld over mogelijke actualisatie van de kengetallen. Als onderdeel van de PPS Beter Bodem Beheer is actualisatie van kengetallen van gewasresiduen en groenbemesters opgepakt (Selin-Norin et al, 2021). Het onderhavige rapport over meststoffen is ook onderdeel van de PPS.

EOS is gedefinieerd als de hoeveelheid organische stof die één jaar na toediening nog onderscheidenlijk in de bodem aanwezig is. Dit kengetal staat in nauw verband met de humificatiecoëfficiënt (HC), dit is de ratio tussen de EOS en totale hoeveelheid toegediende verse organische stof (OS); $HC = EOS / OS$. Het Handboek Bodem en Bemesting (HBB) geeft een overzicht van de HC voor de belangrijkste organische meststoffen die in gebruik zijn in de akkerbouw (bijlage 1).

In de afgelopen decennia zijn HC's op verschillende manieren afgeleid. Een groot onderscheid is dat tussen veld- en laboratoriummetingen van de organische stofafbraak. Vast staat dat er een grote onzekerheid kleeft aan de resultaten van veldmethoden, alleen al vanwege wisselende weersomstandigheden. Van veel meststoffen is de exacte bepalingwijze overigens niet bekend. Deze onduidelijkheden in de huidige kengetallen zijn de eerste reden om de EOS-kengetallen te actualiseren. Gestandaardiseerde laboratoriummethoden zijn op zich een goed alternatief. Kanttekening bij een laboratoriummethode is dat een vertaling nodig is naar de veldsituatie. Voor beide methoden geldt dat extrapolatie van de meetgegevens naar precies één jaar nodig is (tenzij de uitvoering hier al in voorziet). De wijze waarop dit gebeurt is uiteraard van belang en bij voorkeur gestandaardiseerd over de verschillende meststoffen.

Recent zijn 2 datasets beschikbaar gekomen van incubatieproeven die een grote selectie organische meststoffen bevatten (De Boer et al., 2020; Rietra et al., in press). Vraag is nu of deze gegevens kunnen worden gebruikt als basis voor de actualisatie van de tabel in het HBB.

Het HBB bevat naast de HC ook een indicatie van de effecten van meststoffen op de lange termijn, geschat met behulp van het model MINIP. Diverse onderzoeken geven aan dat één poolmodel te weinig recht doet aan verschillende kwaliteiten organische stof. In diverse nationale en internationale studies wordt tegenwoordig het ROTH-model gebruikt voor een doorrekening van de bodem organische stof. ROTHC biedt mogelijk een betere weergave van de afbraak en opbouw van organische stof dan MINIP. Dit is de tweede reden om de huidige tabel in het HBB te actualiseren, namelijk met verbeterde kengetallen van het restant van meststoffen op langere termijn.

Doelstelling

Het doel van het onderzoek is te verkennen of het gewenst is om op basis van de recent beschikbaar gekomen empirische gegevens van organische stoffen de HC-tabel in het HBB te actualiseren.

Om de doelstelling te realiseren is een statistische analyse uitgevoerd van de nieuwe gegevens, aangevuld met modelberekeningen. De aanpak is gebaseerd op de resultaten van een eerder gemaakte inventarisatie ten behoeve van de ontwikkeling van een Evaluatiekader Organische Meststoffen (Schoumans et al., 2020) en werd voorgelegd aan, en akkoord bevonden door, de CBAV. Een notitie met de voorlopige resultaten is besproken met deskundigen (onderzoekers) uit het veld. Het verslag van deze bijeenkomst is opgenomen als bijlage bij dit rapport (bijlage 2).

Afbakening

De verkenning is beperkt tot de huidige selectie van de organische meststoffen in de tabel uit het HBB.

2 Werkwijze

Kenmerken huidige tabel

De huidige tabel bevat kengetallen voor een 20-tal meststoffen, die in te delen zijn in de groepen drijfmesten, vaste mesten en composten. De kengetallen zijn aanvankelijk gebaseerd op Van Dijk et al. (2005), waarbij later de HC's van rundveemest en compost zijn herzien op basis van nieuwe, beschikbare gegevens (zie bijlagen 4 en 7). Omdat niet van alle mestsoorten een HC bekend was, zijn in het HBB om pragmatische redenen de volgende aannames gemaakt:

- Voor rosékalveren- en witvleeskalverendrijfmest is de HC van rundveedrijfmest aangehouden.
- Voor schapen- en geitenmest is de HC van vaste rundveemest aangehouden.

Naast kengetallen voor HC en EOS bevat het HBB data voor het N- en P-gehalte van de betreffende mestsoort. De N- en P-gegevens van dierlijkemestsoorten zijn afkomstig van Eurofins. Voor plantaardige composten en overige organische meststoffen zijn ze gebaseerd op diverse andere bronnen, die in het HBB zijn genoemd. Tot slot bevat het HBB het berekende kengetal 'EOS/kg P'.

Een overzicht van de herkomst van de HC's van de afzonderlijke meststoffen is niet beschikbaar. Om een vergelijking te kunnen maken tussen huidige en nieuwe gegevens is het gewenst om hier enig inzicht in te hebben. Voor een aantal meststoffen is nader literatuuronderzoek uitgevoerd om de oorspronkelijke data achter de HC-waarde in de huidige tabel te achterhalen.

Data-analyse ten behoeve van nieuwe tabel

De nieuwe datasets van Rietra et al. (in press) en De Boer et al. (2020) zijn in 3 stappen bewerkt:

1. Dataselectie.

- Bij elkaar zijn er nieuwe data voor 8 mestproducten.
- Uitgegaan is van het gemiddelde van de duplobepalingen.
- Geselecteerd zijn de minimale en maximale waarden van HC en bijbehorende OS en P-waarden.
- Uiteindelijk zijn deze gemiddeld om per bron tot één einduitslag te komen.
- De nieuwe waarden zijn gebruikt voor herberekening van EOS/P₂O₅ (kg/kg).

2. Berekeningen met MINIP en met het RothC-model.

- Met zowel huidige als nieuwe gegevens is het restant na 5 en 10 jaar geschat.

3. Doorrekenen overige meststoffen uit HBB-tabel.

- Voor de vogelmesten (pluimvee t/m vleeskalkoenen) blijven de huidige HC's gehandhaafd omdat er geen nieuwe cijfers zijn.
- De huidige werkwijze is doorgezet: geactualiseerde waarden van RDM en vaste RDM zijn aangehouden voor de kalverendrijfmesten en resp. vaste mest van schapen en geiten.

3 Resultaten

3.1 Literatuuronderzoek naar de herkomst van enkele huidige kengetallen

Uit de literatuur blijkt dat de tijdlijn van het kengetal HC organische meststoffen een periode van ca. 80 jaar bestrijkt. De basispublicatie over de afbraak van, onder andere, organische meststoffen is die van Henin & Depuis (1945). Daarna heeft Kortleven (1963) de afbraak van verschillende organische producten beschreven in 1969 en 1974, gevolgd door publicaties van Kolenbrander (o.a. 1969, 1974). Voordat de HC's in het handboek Bodem en Bemesting werden opgenomen zijn er HC's gepubliceerd in het PAGV-handboek voor de akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt 1981. Vermoedelijk zijn ze voor het eerst gepubliceerd door het toenmalige Consulentenschap voor Bodem en Bemesting in Wageningen. De eerst bekende melding van HC's in een handboek betreft het PAGV-handboek voor de Akkerbouw en Groenteteelt in de Vollegrond uit 1981. Dit handboek is in 1989 voor het laatst uitgebracht, daarna zijn de HC's in diverse publicaties verschenen, waaronder in Van Dijk et al. (2005), waaruit de HC's voor het HBB zijn overgenomen. De HC's van rundveemest en plantaardige composten zijn in 2006 respectievelijk 2017 gewijzigd.

Met behulp van de literatuur is getracht de brondata waarvan de huidige HC is afgeleid te achterhalen voor de mestsoorten RDM, VDM, vaste mest en compost. Tabel 1 geeft een samenvatting van de belangrijkste resultaten.

Tabel 1. Herkomst HC van enkele meststoffen uit de huidige tabel.

Mestsoort	Basisgegevens	Onderzoek	Referentie
RDM	Nr / (Ne + Nr)	proefveld	Schröder et al., 2005
VDM	a-waarde	model	Rijtema et al., 1999
Vaste mest	aanname dat HC gelijk is aan die van RDM		
Compost	tijdserie van CO ₂ -emissie	incubatieproeven	Postma et al., 2016
Champost	herkomst exacte waarde niet gevonden		

Uit tabel 1 blijkt dat de HC's in de huidige tabel op heel verschillende wijzen tot stand zijn gekomen. Een en ander staat beschreven, per mestsoort, in de bijlagen 4-7. Enkele opvallende aandachtspunten zijn:

- RDM: de huidige waarde is afgeleid van N-werkingscoëfficiënten van drijfmest, niet van de afbraaksnelheid van organische stof.
- VDM: voor de HC van 0,33 van VDM wordt vaak gerefereerd aan de bijlage van Rijtema (in Lammers, 1983). Daarin is de HC, voor zover kon worden nagegaan, afgeleid uit 3 organische stoffracties en een afbraakcoëfficiënt per fractie, echter zonder brondata te geven. Rijtema et al. (1999) geeft die brondata wel: het betreft een modelmatige schatting, die terug te voeren bleek op de a-waarde uit Minip.
- Vaste mest: ondanks dat er voor vaste mest gegevens beschikbaar zijn uit langlopend veldonderzoek, is ervoor gekozen om de waarde gelijk te stellen aan die van drijfmest, of beter gezegd, aan de Nr / (Ne + Nr)-fractie van drijfmest. Ne is de fractie die het eerste jaar mineraliseert, Nr is de fractie die na één jaar nog niet is gemineraliseerd.
- Champost: de literatuur bevat een range aan waarden, maar de waarde voor champost uit de huidige tabel is niet terug gevonden.
- Compost: er zijn diverse gegevens van incubatieproeven beschikbaar; deze zijn bewerkt tot het huidige getal.

Gegeven de verschillen in de afleiding van de HC van mestsoorten, en de bijbehorende discussie in bijlagen 4-7, kan gesteld worden dat de basis van de huidige tabel niet uniform is, voor een deel onbekend is en soms tot vragen leidt. In het hoofdstuk 'Discussie' wordt hierop nader ingegaan.

3.2 Datacollectie en -bewerking nieuwe gegevens

De twee achterliggende onderzoeken van de nieuwe gegevens waren verschillend van doelstelling maar kenden op hoofdlijnen een vergelijkbare opzet. Het onderzoek van Rietra et al. (in press) beoogt onder meer om de HC van organische meststoffen beter te kunnen vergelijken dan tot nu toe mogelijk was. In het rapport wordt gesteld dat actualisatie van de HC-gegevens gewenst is met het oog op de verruiming van de Uitvoeringsregeling meststoffenwet. Het onderzoek omvatte 79 organische meststoffen. Het onderzoek van De Boer et al. (2019) is gericht op toetsing van pyrolyse als meetmethode voor het bepalen van de kwaliteit van organische stof in mest. Onderdeel van de proefopzet was het bepalen van het afbraakpatroon in een incubatieproef. Dit onderzoek bevatte 30 organische meststoffen. De twee datasets worden onderstaand aangeduid met Rietra resp. De Boer.

Voor beide studies zijn mestmonsters verzameld op praktijkbedrijven. Een selectie van de data uit beide studies, beperkt tot de mestsoorten uit de huidige HBB-tabel, is gegeven in bijlage 2. In beide datasets betreft het 'vleesvarkens- en zeugendrijfmest'; voorts bij Rietra 'vaste varkensmest', en bij De Boer 'vaste rundveemest (strostalmest)' ('vaste varkensmest' is niet gegeven). De aantallen mestmonsters in het onderzoek van Rietra zijn groter dan in het onderzoek van De Boer. Door het middelen van minimale en maximale waarden per mestsoort is aan beide onderzoeken een gelijk gewicht toegekend. De verschillen tussen de uitkomsten van Rietra en De Boer zijn over het algemeen kleiner dan de verschillen van elk apart met het huidige HBB. De data van Rietra en De Boer mogen worden gemiddeld, omdat dit uiteindelijk meer betrouwbaarheid biedt dan een keuze voor één bepaalde dataset.

De uitvoering van de incubatieproeven is van beide datasets samengevat in tabel 2. Uit de tabel blijken enkele verschillen, zowel bij de voorbereiding, de uitvoering en de uiteindelijke berekening van de HC. De mest in De Boer et al. (2020) was enkele maanden bewaard bij -20 °C voordat de proef werd ingezet. Bij Rietra et al. (in press) zijn de mestmonsters niet ingevroren geweest. Bij De Boer is een variabele hoeveelheid C toegediend, bij Rietra een variabele hoeveelheid mest maar een constante hoeveelheid C.

Bij de gegevensverwerking is voor beide proeven dezelfde temperatuurcorrectie toegepast (Janssen, 1996), al dan niet impliciet. In combinatie met de duur van de proefneming (168 dagen) is bij De Boer et al. (2020) de HC berekend uit het restant op 168 dagen als fractie van de beginhoeveelheid, gecorrigeerd voor de C in grond. Het restant was berekend door middel van lineaire integratie tussen de tijdstippen en flux. Rietra et al (in press) hebben de data gefit met een mineralisatiemodel bestaande uit twee afbreekbare pools, en extrapolatie van het model naar één jaar.

Als onderdeel van de gegevensverwerking zijn de P-data van De Boer omgerekend met een factor 2,29 naar P₂O₅. Waar nodig zijn P-data van Rietra omgerekend van g.kg⁻¹ droge stof naar g.kg⁻¹ product. De uitkomsten van de gegevensverwerking zijn opgenomen in tabel 3. Hierin zijn opgenomen de nieuwe gemiddelde waarden uit de twee datasets als ook de met het ROTH model berekende overblijvende fracties.

Tabel 2. Kenmerken uitvoering incubatie proef.

De Boer et al., 2020	Rietra et al., in press
<p><i>Voorbereiding:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ouderdom mest: enkele maanden ▪ Submonster: 0,8 kg, zeven 5 mm ø ▪ Bewaring: max. 3mnd, -20 °C ▪ Zandgrond, pH_{KCL} 5,5 ▪ Meting C-gehalte in mest: als C-totaal <p><i>Uitvoering:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ In 2-voud ▪ Toediening: 15 g. verse mest aan 180 g. verse grond ▪ Inzetten 20 °C, 60% WHC, duplo ▪ 1^e meting 1 dag na inzetten, duur 168 dagen ▪ Vocht aanvullen na elke meting ▪ Controle: grond zonder mest; eindmeting SOC <p><i>Berekening HC:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Rechtstreeks fractie eindrestant / beginhoeveelheid 	<p><i>Voorbereiding:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ouderdom mest: jong/vers ▪ Monster: 10 kg, zeven 8 mm ø ▪ Bewaring: 3 mnd, 4 °C ▪ Meting C-gehalte in mest: o.b.v. OS%, met C/OS=0,45 ▪ Zandgrond, herbevochtigd, pH_{KCl} 5,7, 1,1% vocht <p><i>Uitvoering:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ In 2-voud ▪ Toediening: 3 g. C kg⁻¹ gr. ▪ 200 g. luchtdroge gr. (15 g Corg.kg⁻¹) ▪ Inzetten 17 °C, 60% WHC, duplo ▪ 1e meting op dag 1 na inzetten, duur 92 dagen ▪ Vocht aanvullen na elke meting ▪ Controle: via standaarden glucose, stro, extra hoeveelheden mest <p><i>Berekening HC:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Fitten model, extrapolatie

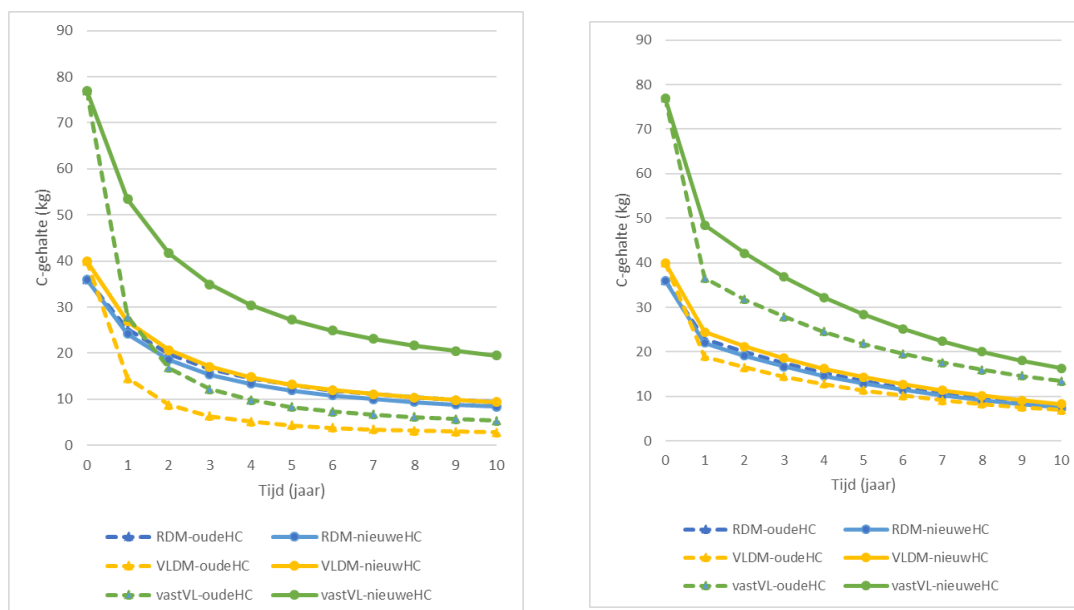
Tabel 3. Nieuwe tabel met kengetallen mest op basis van dit onderzoek (in klein letterpunt opgenomen data zijn afkomstig uit de oude tabel).

Type	Mestsoort	Kengetallen					Restant				
		OS kg/ton	C kg/ton	HC	EOS kg/ton	P ₂ O ₅ g/kg	EOS/P ₂ O ₅ kg/kg	na 5 jaar		na 10 jaar	
							OS kg/ha	fractie	OS kg/ha	fractie	
Drijfmest											
	Rundveedrijfmest	60	30	0,66	40	1,3	31	24	0,40	14	0,23
	Vleesvarkensdrijfmest	29	14	0,66	20	2,5	8	12	0,42	7	0,23
	Zeugendrijfmest	36	18	0,76	28	4,4	6	17	0,46	9	0,25
	Rosé klaveren	71	36	0,66	47	2,6	18	29	0,41	16	0,23
	Witvleeskalveren	17	9	0,66	11	1,1	10	7	0,43	4	0,24
Vaste mest											
	Vaste rundveemest (met stro)	163	82	0,75	121	3,8	32	73	0,45	40	0,25
	Vaste varkensmest (met stro)	191	95	0,69	131	7,7	17	80	0,42	44	0,23
	Pluimvee	416	208	0,33	137	19,6	7	133	0,32	79	0,19
	Pluimvee+nadroog	393	197	0,33	130	26,0	5	126	0,32	75	0,19
	Kippenstrooiselmest	359	180	0,34	122	24,4	5	116	0,32	68	0,19
	Vleeskuikens + parelhoen	419	210	0,36	151	16,7	9	136	0,33	81	0,19
	Vleeskalkoenen	427	214	0,36	154	19,3	8	139	0,33	82	0,19
	Schapen	195	98	0,75	146	4,6	32	87	0,45	48	0,25
	Geiten	174	87	0,75	131	5,3	25	78	0,45	43	0,25
Compost											
	Champost	194	87	0,82	159	3,8	42	94	0,49	51	0,26
	GFT-compost	243	109	0,90	218	5,2	42	132	0,55	71	0,29
	Groencompost	187	84	0,89	167	2,2	74	100	0,54	54	0,29

3.3 Uitkomsten modelberekeningen

In tabel 3 uit de vorige paragraaf zijn de uitkomsten van de modelberekeningen verwerkt in nieuwe kengetallen. Figuur 1 geeft een grafische weergave van de verandering in het restant organische stof in de tijd. Op voorhand is duidelijk dat verschillen tussen de nieuwe en de huidige waarden het gevolg kunnen zijn van de nieuwe meetgegevens (C-gehalte en/of HC) en/of het gebruik van een ander afbraakmodel, en/of andere P-gehalten. Enkele observaties bij de figuur:

- In het ROTHC-model blijft er naar verhouding meer C over dan met het MINIP-model. De verschillen tussen mestsoorten nemen af in de tijd.
- Voor RDM is het verschil in uitkomsten tussen de combinaties 'oude HC en MINIP', en 'nieuwe HC en ROTHC' beperkt.
- Bij pluimvee/kuikens/kalkoenen is na 10 jaar nog bijna 1/5 van de oorspronkelijke hoeveelheid C aanwezig (was <math><1/10</math>).
- Voor schapen- en geitenmest is het verschil met de eerdere waarden minder groot. Aangezien de HC van pluimveemest niet is aangepast (er waren geen cijfers beschikbaar), zijn deze veranderingen volledig toe te schrijven aan de keuze voor een ander afbraakmodel.
- De fractie die overblijft van champost is door de hogere HC bij beide modellen fors toegenomen (verdubbeld).
- Van GFT- en groencompost blijft volgens het ROTHC model minder over dan met MINIP.



Figuur 1. Beloop in C-gehalte van organische meststoffen met oude en nieuwe HC. Links: Minip; rechts: ROTHC.

4 Discussie

Vergelijking van de kengetallen uit de samenvattende tabel op basis van het werk van Rietra/De Boer met de huidige tabel laat op verschillende plaatsen forse veranderingen zien, niet alleen in de HC, maar ook in de EOS/P₂O₅-waarden. Onderstaand worden de belangrijkste bevindingen kort besproken.

Veranderingen in HC

De nieuwe gegevens laten voor een aantal meststoffen reëel andere waarden van de HC zien. Dit is bijvoorbeeld het geval voor varkensmest, met een hoger HC dan de huidige waarde uit het HBB. Niet alleen de HC bij varkensmest is in de nieuwe gegevens hoger, ook het C-gehalte zelf. Voor RDM is het precies omgekeerd: zowel HC als C-gehalte zijn in de nieuwe gegevens lager. De waarden van varkens- en rundermest liggen dicht bij elkaar. Tot nu toe is ervan uitgegaan dat er een wezenlijk verschil is qua stabiliteit van de OS in mest van herkauwers en niet-herkauwers door het verschil in maagdarmsstelsel. De mest van herkauwers zou verder verteerde OS bevatten dan die van niet-herkauwers en daardoor een hogere HC hebben. Echter, de nieuwe getallen suggereren het tegenovergestelde. Hiervoor zijn twee verklaringen te geven. In de eerste plaats heeft de vooruitgang in dierveredeling tot veranderingen in de voedselvertering geleid, ook bij niet-herkauwers. Hierdoor is de voedefficiëntie in deze groep mogelijk meer toegenomen dan in herkauwers. In de tweede plaats is het voedselaanbod zelf sterk veranderd. Tegenwoordig wordt veelal op maat gevoerd wat betreft energie en eiwit. Ook dit kan tot een betere vertering hebben geleid in de groep van niet-herkauwers. Als gevolg van beide veranderingen is het voorstelbaar dat herkauwers en niet-herkauwers elkaar benaderen in voedefficiëntie. Al met al leiden de nieuwe HC-waarden veelal tot een hogere EOS-aanvoer per ton aangevoerd product. Op gronden met een hoge fosfaattoestand waar nog maar 40 kg P₂O₅ per ha mag worden aangevoerd, wordt het vraagstuk van voldoende organische stofaanvoer bij gebruik van vleesvarkensdrijfmest kleiner maar bij gebruik van rundveedrijfmest groter.

Overigens zijn de verschillen tussen varkensmest en andere mesttypen voor een deel toe te schrijven aan verschillen tussen nieuwe en oude cijfers van resp. varkens- en vogelmesten. Voor de vogelmesten (pluimvee t/m vleeskalkoenen) blijven namelijk de huidige HC's gehandhaafd omdat er geen nieuwe cijfers zijn. Het verschil met varkensmest lijkt daardoor groter dan voorheen, maar dit is een artefact. Het is gewenst om de HC's van vogelmesten ook vast te stellen met dezelfde methode als gehanteerd voor de andere meststoffen.

Ook bij champost is sprake van een reëel verschil tussen oude en nieuwe HC-waarden. De verandering is zodanig dat de HC van champost nu in dezelfde orde van grootte valt als die van GFT- en groencompost.

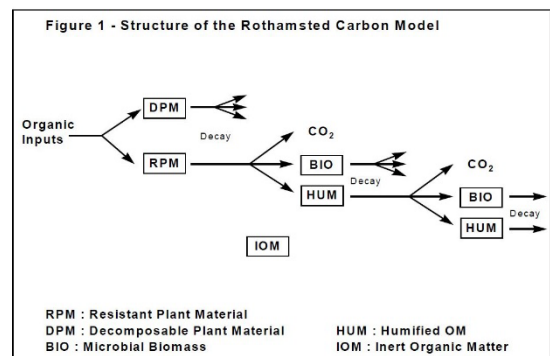
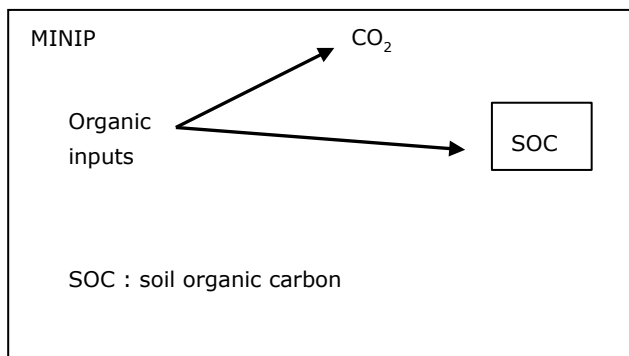
Veranderingen in EOS/P₂O₅-kengetallen

De nieuwe gegevens laten zien dat de fosfaatgehalten in de geselecteerde organische meststoffen zijn afgenomen ten opzichte van de gegevens in de huidige tabel, met uitzondering van GFT-compost, die een lichte verhoging laat zien, en het gehalte van groencompost, dat gelijk is gebleven. De nieuwe EOS/ P₂O₅-kengetallen verschillen van de huidige EOS/P₂O₅-kengetallen, met een (lichte) daling voor RDM en GFT-compost en een stijging voor de andere meststoffen, met name zeugendrijfmest (in relatieve zin) en champost (in absolute zin).

De huidige EOS/P₂O₅-kengetallen zijn berekend uit de EOS-waarden van de verschillende onderzoeken en de gemiddelde waarden van de P-gehalten in mestonderzoeken door Eurofins. Aan het koppelen van datasets op basis van gemiddelde waarden zijn risico's verbonden, bijvoorbeeld als deze niet in gelijke mate representatief zijn. Dit is voorstelbaar omdat de EOS-waarden, of het de huidige of de nieuwe waarden betreft, gebaseerd zijn op een beperkt aantal waarnemingen. Een goede methode om de EOS-gegevens van de nieuwe dataset te koppelen aan de P-gegevens van Eurofins is het uitvoeren van een regressieanalyse tussen EOS en P in de nieuwe dataset, op basis waarvan een schatting kan worden gemaakt van de EOS in de Eurofins dataset. Vervolgens kan het kengetal worden berekend uit de EOS-waarden en P-gehalten van de Eurofins. De betrouwbaarheid van deze methode hangt overigens af van de mate van correlatie, per mestsoort, tussen de parameters EOS en P in de nieuwe dataset.

Toegepaste modellen voor de langetermijnberekening

Kenmerkend verschil tussen Minip en ROTH is het aantal organische stofpools en de afbraak van organische stof daarvan (Figuur 2). De verschillen in het beloop van het restant organische stof in de tijd zijn, voor zover een gevolg van de afbraakparameter(s) van de modellen MINIP en ROTH, toe te schrijven aan de inpassing van de HC in het modellen. Basis van het MINIP model is het concept van de a-waarde, een product-afhankelijke constante voor de afbraaksnelheid. De a-waarde van enkele producten is bepaald uit de restanten van die producten over een periode van 8 jaar (data van Kolenbrander, 1969). Voor andere producten kan de a-waarde worden bepaald als het restant na 1 jaar (de HC) bekend is. In MINIP wordt de a-waarde elk jaar met 1 verhoogd, en de invloed van de HC op de afbraaksnelheid blijft dus in volgende jaren aanwezig. De extrapolatie van de HC naar de langere termijn is echter niet gevalideerd, het is een aanname.



Figuur 2. Onderscheid in koolstofpools van Minip en ROTHC.

Het ROTHC-model gaat uit van meerdere pools aan organische stof in de bodem. De actieve pools breken af met een voor elke pool eigen snelheid. De toedeling van organische stof uit organische meststoffen over deze pools kan plaatsvinden op basis van de HC (Universiteit Gent, 2008). De afbraak vindt vervolgens plaats volgens de geldende snelheidsparameter (inclusief *rate modifying factors*, correctiefactoren voor bijvoorbeeld temperatuur) voor de betreffende pool. De totale afbraak op enig moment is de som van de afbraak in de afzonderlijke pool. De HC speelt dus alleen een rol bij het jaar van toediening, daarna nemen modelparameters het over. Uit deze beknopte vergelijking van beide modellen kan worden opgemaakt dat de voorkeur uitgaat naar het ROTHC model, vanwege de wijze waarop de HC is verwerkt in de modelstructuur en omdat het model voor een brede range van omstandigheden is getoetst.

Methodiek

De huidige gegevens van de HC zijn afkomstig van onderzoeken die kunnen verschillen in parameterkeuze en methodiek. Een overzicht van de gebruikte methode per mestsoort bleek voor de mestsoorten uit HBB niet beschikbaar. Uit literatuuronderzoek voor enkele nader onderzochte mestsoorten bleek het gebruik van de parameters organische stof en stikstof, en van veldonderzoek, laboratoriumonderzoek en modelberekeningen. Deze diversiteit in de achterliggende onderzoeken bemoeilijkt een goede vergelijking tussen meststoffen en verzwakt de betrouwbaarheid van de tabel als geheel.

Wat is nu de beste methode om de HC af te leiden? Beantwoording van deze vraag valt buiten het bestek van dit rapport; volstaan wordt met enkele opmerkingen op basis van de gedane literatuurstudie:

- Bij het schatten van het restant organische stof uit de stikstofmineralisatie zijn in het verleden aannames gemaakt die mogelijk geen recht doen aan het huidige belang van nauwkeurige schattingen:
 - o Sluysmans en Kolenbrander (1976), maakten een analogie tussen OS-afbraak en N-mineralisatie om laatstgenoemde te schatten. In latere studies is de analogie omgedraaid en is de impliciete aanname gedaan $Nr/Norg = Nr/(Ne + Nr) \sim EOS/OS = HC$. Bij deze aanname wordt een deel van de afbraak van organische stof over het hoofd gezien, bijvoorbeeld als immobilisatie van N plaatsvindt, en/of afbraak van N-arm organisch materiaal. De mate waarin immobilisatie optreedt is mede afhankelijk van de omvang en de C/N-ratio's van de organische stofpools, inclusief de microbiële pool. De C/N-ratio's van organische stofpools kan onderling verschillen en is niet constant. In geval van immobilisatie zal de N-werkingscoëfficiënt lager zijn dan zonder immobilisatie, en kunnen leiden tot een schijnbaar hogere HC. Omgekeerd kan afbraak van N-arm materiaal, bijvoorbeeld koolhydraten, leiden tot schijnbaar lagere HC.
 - o Bij het terugrekenen van de afbraak uit N-mineralisatie met Minip wordt de aanname gedaan dat het C% in de organische stof 58% bedraagt (Jansen, 1984), en wordt uitgegaan van de a-waarde van het product die echter voor de meeste producten zelf al is gebaseerd op de HC (zie volgende paragraaf). De range voor het C% in de organische stof in minerale gronden is echter 0,54 – 0,62 (Reijneveld, in prep.) en kan verschillen tussen organische stof pools van verschillende kwaliteit.
- Veldonderzoek in de zin van korte (≤ 1 jaar) termijn studies lopen groot risico op afwijkende weersomstandigheden (temperatuur, neerslag) en fouten in de extrapolatie. Metingen van de afbraak over een langere periode (≥ 10 jaar) geven een betrouwbaar verband waaruit de afbraak na 1 jaar wordt bepaald. Degelijke proeven kunnen worden aangelegd met objecten, bijvoorbeeld met en zonder aanvoer van organische meststoffen en/of variërend in omvang van de aanvoer.
- Bij de laboratoriummethode is validatie van uitkomsten aan veldwaarnemingen nodig. Reden is dat monsternamen, bewaring en voorbehandeling van de mestmonsters, de duur van, en condities tijdens de incubatie en de temperatuurcorrectie de uitkomsten kunnen beïnvloeden. Ook het type en de kwaliteit van de grond waarmee de mest is geïncubeerd kan een rol spelen. Voor de

validatie kan gebruik worden gemaakt van gegevens uit langetermijnexperimenten en/of uit modelberekeningen.

De laboratoriummethode van Rietra en De Boer is goed beschreven in de literatuur. De onderzoeken verschilden op enkele punten, bijvoorbeeld de bewaring en voorbehandeling van de mestmonsters, de duur van en de temperatuur tijdens de incubatie. Bij De Boer was geen extrapolatie nodig, bij Rietra wel; de methode van temperatuurcorrectie van beide onderzoeken was dezelfde (zie verderop). Het is niet mogelijk om aan te geven hoe groot het effect van deze verschillen op het eindresultaat is. Het ligt echter voor de hand dat dit effect kleiner is dan dat van de verschillende veldonderzoeken en modelberekeningen in de huidige dataset.

Parameterisatie van het temperatuureffect in incubatieproeven en modelberekeningen

Voor beide incubatieproeven en in Minip is dezelfde temperatuurcorrectie toegepast (Janssen, 1996). De toegepaste factor is afkomstig van een op Arrhenius gebaseerd exponentieel verband tussen mineralisatie en temperatuur. In ROTHC wordt gerekend met een vergelijkbare factor voor de temperatuur. Er zijn vanuit de literatuur andere T-correctie functies beschikbaar. Bekend voorbeeld is de Q10 (bron ontbreekt?), die meer recht zou doen aan de verschillende kwaliteiten van de organische stof. Wellicht is de Q10 daarom te prefereren boven de hier toegepaste T-correctie. Belangrijker dan de keuze voor een bepaalde T-correctie is dat dezelfde methode is gebruikt in beide datasets en modellen zodat wat dit betreft een goede vergelijking van de uitkomsten mogelijk is.

Mogelijk gevolg voor N-werkingscoëfficiënten

Een belangrijke vraag is of de hogere HC voor bijvoorbeeld VDM ook van betekenis is voor de berekende mineralisatie van organisch gebonden stikstof en de wettelijk vastgestelde forfaitaire N-werkingscoëfficiënt voor VDM. Een hogere HC betekent immers een langzamere afbraak van de organische stof en daarmee van de mineralisatie van stikstof. De N-werkingscoëfficiënten in het Handboek Bodem en Bemesting zijn berekend met MINIP op basis van de huidige HC's die in het handboek staan. De basis voor de forfaitaire N-werkingscoëfficiënt (Van Dijk et al., 2004 en Van Dijk et al., 2005) zijn gegevens uit Lammers (1984) voor RDM, VDM en kippenmest, die weliswaar zonder nadere bronvermelding, wel identiek zijn aan de modelmatige opdeling in 3 organische stoffracties als functie van de a-waarde (Rijtema, 1999). De nieuwe gegevens voor de HC laten zien dat voor deze meststoffen aanpassing van de a-waarde, en daarmee van de N-werkingscoëfficiënt aan de orde zou kunnen zijn. Dit hoeft overigens niet te gelden voor grasland en voedergewassen. De N-werkingscoëfficiënt van RDM op grasland en voedergewassen is afgeleid van N-mineralisatieproeven (Schröder, 2005, 2007) en dit is ook het geval voor de forfaitaire werkingscoëfficiënt ten behoeve van de N-gebruiksnormen op grasland (Van Dijk, 2005).

Het zou goed zijn om ook voor VDM en overige alle organische meststoffen de N-werkingscoëfficiënten vast te stellen via veldonderzoek, dan wel de modelberekeningen te verifiëren met behulp van resultaten van veldproeven.

Samenvatting van de discussiepunten

Nauwkeurigheid en betrouwbaarheid

-
- De methodische achtergrond van de gegevens in de huidige tabel heeft als zwakke punten dat deze niet-uniform, voor een deel onbekend, en in enkele gevallen discutabel is.
 - De verschillen tussen de uitkomsten van Rietra en De Boer zijn over het algemeen kleiner dan de verschillen van elk apart met het huidige HBB.

Verklaring van de veranderingen

- De verklaring voor een verandering van de kengetallen kan worden gezocht in 1) een reëel andere afbraak van de producten, 2) verschil in methoden (veld, lab) en model (Minip, ROTHC), en 3) reëel andere P-gehalten.
- Het ROTHC model geeft in vergelijking met MINIP een tragere afbraak en is, over de langere termijn bezien, minder afhankelijk van de HC als beginwaarde van de meststoffen.

Vertaling naar de praktijk

- Om de nieuwe HC's naar kengetallen voor de praktijk te kunnen vertalen is toetsing aan te bevelen om vast te stellen of een correctiefactor nodig is voor de overgang van laboratorium- naar veldwaarde, en zo ja, welke waarde die heeft.
- Om kengetallen op basis van de modelberekeningen te kunnen vertalen naar de praktijk is toetsing nodig aan veldwaarnemingen. Hiervoor kunnen datasets uit de literatuur worden gebruikt.
- HC en N-werkingscoëfficiënten staan met elkaar in verband maar zijn niet 1:1 in elkaar om te rekenen. Het achterliggend onderzoek naar de basis van de huidige HC-waarden raakt ook aan huidige N-werkingscoëfficiënten in de akkerbouw.

5 Aanpalend relevant onderzoek

In het kader van het Interreg project Biorefine zijn 2 proeven uitgevoerd (Gerard Velthof, mond. meded.). De eerste betrof 21 soorten rundermest en de tweede 6 soorten varkensmest en 6 digestaten van co-vergiste varkensmest. Opzet en meetprotocol waren hetzelfde als de proef van Rietra; de duur was 120 dagen. Uit de voorlopige verkenning van resultaten bleek de C-mineralisatie in deze proef 61% voor rundermest en 60% voor varkensmest (en digestaat hetzelfde als onbehandeld). Van deze proefneming kan dus ook een vergelijkbare HC voor runder- als varkensmest worden afgeleid. De data hiervan zijn beschikbaar, en een beschrijving van het onderzoek wordt verwacht in de rapportage van Rietra et al. (in press).

In het KB Mest programma, deelproject Evaluatiekader, wordt een onderzoek uitgevoerd naar onder andere analysemethoden om organische meststoffen te karakteriseren in termen van afbraak en mineralisatie bij landbouwkundige toepassing. Doel is om zowel C- als N-mineralisatie op productbasis te kunnen kwantificeren. Hiertoe is empirisch onderzoek ingezet, waarbij in het laboratorium potentiële C- en N-indicatoren worden bepaald voor een selectie van 16 organische meststoffen. Onderdeel van de projectactiviteiten is het schrijven van een module voor de stikstofmineralisatie van de verschillende organische stofpools, die rekening zal houden met mogelijke interactie tussen C en N.

In de nieuwe PPS Beter Bodembeheer is een klein verkennend deelproject opgenomen voor mogelijke innovaties binnen het thema van de organische stofdynamiek. Hiervoor zal een literatuuronderzoek worden uitgevoerd aangevuld met modelberekeningen. Een belangrijke kennisvraag betreft de verandering in afbraaksnelheid van aangevoerde organische stof. Zowel interactie met de grondsoort, als ook tussen C en N kunnen hierbij een rol spelen. Het zou kunnen dat dit leidt tot een ander denkmodel dan dat van de EOS. Vraag is echter of er sprake zou zijn van een voor de landbouw betekenisvolle verandering. De verkenning zal hier meer licht op kunnen werpen.

Binnen de kaders van het project Slim Landgebruik zal in 2021 een project starten dat tot doel heeft om te komen tot een verbeterde methodiek voor het bepalen van humificatiecoëfficiënten van gewasresiduen en groenbemesters. Beoogde activiteiten zijn literatuuronderzoek, een consultatieronde met experts, en het uitvoeren van een proef van kleinere omvang.

6 Conclusies en aanbevelingen

Voor een achttal dierlijke mestsoorten en composten zijn nieuwe gegevens van de HC (en dus EOS) beschikbaar. Deze zijn vastgesteld volgens een gestandaardiseerde methode onder geconditioneerde omstandigheden en zijn daarom te prefereren boven de huidige gegevens waarvan de basis, voor zover nu bekend, minder sterk is. Voor het kengetal EOS/P kon geen goede nieuwe waarde worden afgeleid omdat de P-gehalten van de nieuwe dataset mogelijk teveel afwijken van praktijkwaarden. Hoofconclusie uit deze verkenning is dat met de nieuwe data een aanzet is gegeven om te komen tot actualisatie van de HC-kengetallen voor het HBB.

De herkomst van de HC-gegevens uit de huidige tabel verschilt tussen de mestsoorten, en vond grotendeels plaats met producten waarvan de samenstelling mogelijk afwijkt van die van de tegenwoordige producten. De methoden waarmee de HC is afgeleid kan verschillen tussen de mestsoorten. Aan elk van de drie hoofdroutes – meerjarige veldproef, N-werkingscoëfficiënt, en aerobe incubatie - kleven bezwaren; de voorkeur gaat vooralsnog uit naar de laatste omdat deze aansluit bij het mechanistische proces en onder gestandaardiseerde condities plaatsvindt. Deze methode is de basis van de tabel met nieuwe kengetallen.

Enkele veranderingen in de kengetallen voor HC zijn dusdanig groot dat zij niet alleen van belang zijn voor de aanvoer van organische stof, maar ook, of vooral juist, relatief grote consequenties kunnen hebben voor de N-bemesting en de advisering van gebruik van organische meststoffen in de praktijk voor voldoende organische stofaanvoer. Dit geldt met name voor varkensdrijfmest en champost.

Aanbevelingen:

- Voor het opstellen van een nieuwe tabel met geactualiseerde gegevens zijn de nieuwe HC gegevens geschikt. Aanpassing van de P-gehalten alleen op basis van nadere statistische analyse. Er is behoefte om N-gehalten op te nemen in de tabel, maar ook hiervoor is nadere statistische analyse nodig.
- Uitbreiding van de bureaustudie met andere datasets, inclusief modellering. Gedacht kan worden aan het maken van een meta-analyse van zowel HC als EOS/P. Met literatuurstudie en modelberekeningen kan bij de eerdere aanname ten onrechte worden geschat dat HC en $N_r/(N_e+N_r)$ aan elkaar gelijk zijn.
- Voor elk type organische mest (pluimvee, kalveren) een HC afleiden met de gestandaardiseerde laboratoriummethode. Toetsing van de HC's in veldonderzoek, bijvoorbeeld door aansluiting bij de systeemprouven van WUR Open teelten en andere langetermijnprouven.

Literatuur

- Beijer, L., H. Westhoek, , 1996. Meststoffen voor de rundveehouderij, IKC rapport, (109 pp). Bodemkundige dienst van België en de Universiteit van Gent, 2006. Ontwikkelen van een expertsysteem voor het adviseren van het koolstofbeheer in de landbouwbodems. Leuven, Gent.
- Bokhorst, J.G., C. ten Berg, 2001. Handboek mest & compost: behandelen beoordelen & toepassen. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Bosch, H., P. de Jonge, 1989. Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond. Proefstation en Consulentschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, publikatie nr. 47.
- CMD, 2017. Criteria voor organischestofrijke meststoffen. Beschikbaar via: https://www.wur.nl/upload_mm/1/1/f/565b8a2f-b4f3-42d9-b9bb-c14c2d089269_1733291_Oene%20Oenema%20bijlage%201.pdf
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV), 2002. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad.
- Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV)-, 2013. Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen. Praktijkonderzoek Veehouderij, Lelystad
- Coleman, K. & D.S.Jenkinson, 2014. RothC – A model for the turnover of carbon in soil. Model description and users guide. Rothamsted Research, Harpenden.
- De Boer, H.C., K.M. Brolsma, B.G.M. Fleurkens, A. Schoonbergen, & P.C.J. van Vliet, 2020. Pyrolyse ter bepaling van de kwaliteit van organische stof in mest. Wageningen Livestock Research, Rapport 1240. Wageningen.
- De Haan, 1997. Humus, its formation, its relation with the mineral part of the soil and its significance for soil productivity. IAEA-SM-211/212.
- De Jonge, P. (1981). PAGV Handboek. Proefstation en Consulentschap in Algemene Dienst voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Vollegrond, nr. 16.
- De Neve et al., 2003. Carbon mineralization from composts and food industry wastes added to soil. Nutrient Cycling in Agroecosystems 67, 13-20.
- Anonymus, Handboek Bodem en Bemesting, (jaartal)
<https://www.handboekbodemenbemesting.nl/nl/handboekbodemenbemesting.htm>
- Henin, S., & M. Dupuis, 1945. Essai de bilan de la matière organique du sol.
- Hendriks, C.M.A., 2011. Quick Scan organische stof: kwaliteit, afbraak en trends. Alterra, Rapport 2128.
- Hoeksma, P., F.E. de Buissonjé, P.A.I. Ehlert & J.H. Horrevorts, 2011. Monitoring pilots mineralenconcentraten uit dierlijke mest. Wageningen UR Livestock Research, Rapport 2224.
- Anonymus, 2011. Inagro. Code van goede praktijk bodembescherming. Advies organische koolstofgehalte en zuurtegraad. http://leden.inagro.be/Artikel/guid/6be0af5f-b8eb-40e0-acd0-472a0399a2a1_539
- Janssen, B.H., 1984. A simple method for calculating decomposition and accumulation of "young" soil organic matter. Plant & Soil 76, p. 297-304.
- Janssen, B.H., 1996. Nitrogen mineralization in relation to C:N ratio and decomposability of organic materials. Plant and Soil 181, p. 39-45.

Janssen & Reuler, 1986. Het effect van de toediening van organisch materiaal aan grond. In: Themadag Organische stof in de akkerbouw. Februari 1986. Themaboekje nr. 7, PAGV, Lelystad.

Janssen, J., 1995. Organische stof in de akker- en tuinbouw. Een nieuwe benadering of "oude wijn in nieuwe fles". Informatie en Kennis Centrum landbouw, Afdeling Milieu Kwaliteit en techniek.

Kortleven, J., 1963. Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. Dissertatie, Wageningen.

Kolenbrander, 1969. De bepaling van de waarde van verschillende soorten organische stof ten aanzien van hun effect op het humusgehalte bij bouwland. Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren.

Lammers, H.W., 1983. Gevolgen van het gebruik van organische mest op bouwland. Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de landbouw, Wageningen, 44 pp.

Lammers, 1984. Anonymus, 2002. Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest (OVAM). Oriënterend onderzoek naar de invulling van de begrippen mineralenrijk – mineralenarm, humusrijk. OVAM, D/2002/5024/06.

Postma, R., & G.H. Ros, 2016. Bepalen van stabiliteit van GFT- en groencomposten. Rapport 1580, NMI, Wageningen.

Postma, R., & G.H. Ros, 2016. Bepalen van stabiliteit van GFT- en groencomposten. Rapport 1580, NMI, Wageningen.

Raijmakers, W.M.F., & B.H. Janssen, 1993. Assessment of plant-available nitrogen in processed organic wastes. pp. 107-115. In: Frago MAC & Van Beusichem ML (eds.). Optimization of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Raijmakers, W.M.F., & B.H. Janssen, 1995. Evaluatie van methoden ter bepaling van voor de plant beschikbaar stikstof en fosfaat in organische meststoffen. Verslagen en Mededelingen 1995-1, Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding, Landbouwniversiteit Wageningen.

Reijneveld in prep.

Reinhold, J., C. Engels, P. Mewes, & R.S. Bürger, 2016. Ermittlung der Stabilitätsfaktoren nach VDLUFA-Humusbilanzmethode für verschiedene organische Materialien durch Inkubationsversuche. Beschikbaar via: https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/11_2016/Inkubationsversuch_zur_Ermittlung_der_Stabilitaetsfaktoren_nach_VDLUFA-Humusbilanzmethode.pdf

Rietra, R.P.J.J., J.P. Van 't Hull & G.L. Velthof, (in press). Afbraak van organische meststoffen.

Rijtema, P.E., P. Groenendijk & J.G. Kroes, 1999. Environmental impact of land use in rural regions. Series on environmental science and management Vol. 1. Imperial College Press, London.

Rijtema in: Lammers, H.W., 1983. Gevolgen van het gebruik van organische mest op bouwland. Consulentenschap voor Bodemaangelegenheden in de landbouw, Wageningen, 44 pp.

Schoumans, O.F. (Ed.), P.J.L. Derikx, P.A.I. Ehlert, M.C. Hanegraaf, T.J. De Koeijer, H. Kortstee, J.C. Van Middelkoop, C. Nienhuis, P.F.A.M. Römkens, A.B. Smit, N. Verdoes, 2019. Development of a conceptual framework to evaluate organic fertilisers. Assessment on soil quality and agronomic, environmental and economic aspects. WENR.

Schröder, J.J., A.G. Jansen & G.J. Hilhorst, 2005. Long term nitrogen fertilizer value of cattle slurry. Soil Use and Management 21, 196-204.

Schröder, J.J., J.J. de Haan & J.R. van der Schoot, 2015. Meststofgebruiksruimte in relatie tot opbrengstniveaus, mestsoort en rijenbemesting; verkenning van equivalente maatregelen met het WOG2.0 rekenmodel. PPO-publicatienr. 638, Wageningen.

Schroder, 2007.

Sleutel et al., 2005.

Sluijsmans C.M.J. & G.J. Kolenbrander, 1976. De stikstofwerking van stalmest op lange en korte termijn. *Stikstof 83/84*: 349-354.

Titulaer H.H.H., O. Hoekstra, 1984. Themadag Organische stof in de akkerbouw. Februari 1986. Themaboekje nr. 7, PAGV, Lelystad.

Anonymus, Universiteit Gent, 2008. Ontwikkelen van een expertsysteem voor het adviseren van het koolstofbeheer in de landbouwbodems. Deel 1 – Literatuurstudie & Deel 2 – Uitwerking van het adviessysteem. Rapport LA BOD/STUD 2006 01 04. Bodemkundige Dienst België en Universiteit Gent, Vakgroep Bodembeheer en bodemhygiëne, Gent (B).

Van der Burgt et al., 2011. Duurzaamheid organische stof. PPO-rapport 448.

Van Dijk, W., J.G. Conijn, J.F.M. Huijsmans, J.C. van Middelkoop & K.B. Zwart, 2004. Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt organische meststoffen. Studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen. PPO rapport 337, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad.

Van Dijk, W., A.M. van Dam, J.C. van Middelkoop, F.J. de Ruiter & K.B. Zwart, 2005a. Advies voor protocol voor het vaststellen van N-werkingscoëfficiënten van organische meststoffen. PPO-rapport 349, Praktijkonderzoek Plant en Omgeving, Lelystad.

Van Dijk, W., A.M. van Dam, J.C. van Middelkoop, F.J. de Ruijter, & K.B. Zwart, 2005b. Onderbouwing N-werkingscoëfficiënt overige organische meststoffen. Studie t.b.v. onderbouwing gebruiksnormen. PPO-rapport 343, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving, Lelystad.

Van der Maas et al., 2018. <https://edepot.wur.nl/444234>

Van der Veen, L., 1984. Invloed van kunstmest en varkensdrijfmest op de samenstelling van grond en drainwater (IB 1866 – 1971 t/m 1982). Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Rapport 10-84.

Van Geel, W.C.A., J.J. de Haan, M.C. Hanegraaf, & R. Postma, 2019. Doorontwikkeling classificatieschema organische stofrijke meststoffen. Deskstudie in het kader van de PPS Beter bodembeheer/Effecten van organische stof. Wageningen Research, Rapport 3750384500.

Van Groenigen & Zwart, 2007. C- en N-mineralisatie van verschillende soorten compost. Alterra-rapport 1503.

Van Herk, R.J.H., 2000. MOGOM: Model naar een optimaal gebruik van organische meststoffen. Hendrix UTD en WUR, Wageningen.

Velthof, G. L., & P.J. van Erp, 1998. Berekeningen van stikstofmineralisatie uit organische meststoffen in een nieuw daglicht. (Rapport; No. 434.98-1). Nutriënten Management Instituut.

Velthof, G.L., 2004. Achtergronddocument bij enkele vragen van de evaluatie Meststoffenwet 2004. Alterra-rapport 730.2. Alterra, Wageningen.

Velthof, G.L., P.J. van Erp & J.C.A. Steevens, 1999. Karakterisering en stikstofmineralisatie van organische meststoffen in een nieuw daglicht. *Meststoffen 999*, p. 36-43.

VITO, 2014. Code van goede praktijk bodembescherming. Compendium voor de monsterneming, meting en analyse in het kader van bodembescherming. Beschikbaar via: [https://esites.vito.be/sites/reflabos/2014/Online%20documenten/CVGP versie augustus 2014.pdf](https://esites.vito.be/sites/reflabos/2014/Online%20documenten/CVGP%20versie%20augustus%202014.pdf)

Bijlage 1 Huidige tabel kengetallen mest Handboek Bodem en Bemesting

Organische mest	OS	H.C. ¹	EOS	EOS/P ₂ O ₅ ²	na 5 jaar ³		na 10 jaar ³		C/N ⁴
	(kg/ton)	(fractie)	(kg/ton)	(kg/kg)	(kg/ha)	(fractie)	(kg/ha)	(fractie)	
Drijfmest									
Rundvee	71	0,70	50	33	26	0,36	18	0,26	17
Vleesvarkens	79	0,33	26	7	7	0,09	5	0,06	12
Zeugen	25	0,34	9	2	2	0,10	2	0,06	7
Rosékalveren	71	0,70	50	19	26	0,36	18	0,26	14
Witvleeskalveren	17	0,70	12	11	6	0,36	4	0,26	17
Vaste mest									
Rundvee grupstal	155	0,70	109	25	56	0,36	40	0,26	12
Varkens (stro)	153	0,33	50	6	14	0,09	9	0,06	14
Pluimvee	416	0,33	137	7	39	0,09	25	0,06	8
Pluimvee + nadroog	393	0,33	130	5	35	0,09	24	0,06	7
Kippenstrooiselmest	359	0,34	122	5	35	0,10	22	0,06	7
Vleeskuikens + parelhoen	419	0,36	151	9	45	0,11	29	0,07	8
Vleeskalkoenen	427	0,36	154	8	45	0,11	29	0,07	12
Schapen	195	0,70	137	30	70	0,36	50	0,26	14
Geiten	174	0,70	122	23	63	0,36	45	0,26	12
Compost									
Champost	211	0,50	106	24	40	0,19	26	0,13	15
GFT-compost	242	0,90	218	50	165	0,68	136	0,56	13
Groencompost	179	0,90	161	73	122	0,68	101	0,56	18

¹ H.C. = humificatiecoëfficiënt: de fractie die één jaar na toediening van het vers organisch materiaal nog over is in de bodem.

² EOS-aanvoer (kg) per kg fosfaat in de mest

³ De hoeveelheid die 5 en 10 jaar na toediening van het vers organische materiaal nog over is in kg per ha en als fractie van de beginhoeveelheid.

⁴ C/N-verhouding van de organische stof in de mest (C/N-org).

Bijlage 2 Data overzicht Rietra en De Boer

Tabel 4. Gemiddelde data (min en max) van Rietra.							
Type	Mestsoort	Aantal	Gem				
			C	OS	HC	EOS	P2O5
			kg/ton	kg/ton		kg/ton	g/kg
Drijfmest	Rundveedrijfmest	11	32	64	0,64	41	1,6
	Vleesvarkensdrijfmest	5	6	12	0,59	7	0,4
	Zeugendrijfmest	2	18	36	0,68	24	3,6
Vaste mest	Vaste rundveemest (met stro)	9	89	179	0,68	121	3,4
	Vaste varkensmest (met stro)	5	95	191	0,69	131	7,7
Compost	Champost	9	84	186	0,82	153	3,9
	GFT-compost	7	124	277	0,88	242	5,9
	Groencompost	5	80	179	0,87	155	2,7
Tabel 5. Gemiddelde data (min en max) van De Boer.							
Type	Mestsoort	Aantal	Gem				
			C	OS	HC	EOS	P2O5
			kg/ton	kg/ton		kg/ton	g/kg
Drijfmest	Rundveedrijfmest	5	28	57	0,67	38	1,0
	Vleesvarkensdrijfmest	3	23	46	0,73	33	4,6
	Zeugendrijfmest	2	18	37	0,85	31	5,2
Vaste mest	Vaste rundveemest (met stro)	4	74	148	0,82	121	4,2
	Vaste varkensmest (met stro)	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Compost	Champost	1	91	202	0,82	166	3,7
	GFT-compost	2	94	209	0,93	194	4,6
	Groencompost	2	88	196	0,91	178	1,8

Bijlage 3 Verslag discussiebijeenkomst

28 jan 2021 15:30-17:00

Aanwezig: Romke Postma, Isabella Selin Noren, Wim van Dijk, Cees Oele, Willem van Geel, Wim Bussink, André Valen, Nelis van der Bok, Albert Jan Bos, Rene Rietra, Ciska Nienhuis, Marjoleine Hanegraaf, Herman de Boer, Gerard Velthof, Wieke Vervuurt, Jantine van Middelkoop, Janjo de Haan, Jos Verstraten, Claude van Dongen en Arjan Reijneveld.

1. **Opening en welkom, toelichting doel bijeenkomst, beoogd resultaat en programma**

Aanleiding: In de PPS Beter Bodembeheer zijn nieuwe EOS-kengetallen voor organische meststoffen afgeleid. Sommige van deze kengetallen verschillen sterk van de huidige kengetallen. Dit leidt ook tot andere adviezen voor keuze van organische meststoffen. Dit willen we in deze bijeenkomst met onderzoekers bespreken voordat de CBAV hier verder besluiten over neemt.

Doel bijeenkomst: Het doel van de bijeenkomst is het presenteren van de resultaten en het bediscussiëren van de resultaten zowel qua plausibiliteit, als qua consequenties voor adviezen als voor het vaststellen van evt. benodigd vervolgonderzoek. De bijeenkomst is gericht op de wetenschappelijke aspecten. De uitkomsten van de bijeenkomsten moeten de CBAV ondersteunen in het nemen van een besluit over wat te doen met de resultaten.

Beoogd resultaat:

1. Deelnemers zijn op de hoogte van de resultaten van het onderzoek en de consequenties voor de praktijk
2. Deelnemers hebben hun (voorlopig) oordeel over de resultaten kunnen geven
3. Een inventarisatie is gemaakt van:
 - a. De sterke punten van en vraagtekens bij het huidig onderzoek
 - b. De vragen voor evt. benodigd vervolgonderzoek
 - c. De consequenties voor de adviezen rond organische stofbeheer en organische meststoffen
4. De bijeenkomst levert inzichten en resultaten op basis waarvan de CBAV een besluit kan nemen hoe verder te gaan met het vaststellen van nieuwe EOS-kengetallen voor organische meststoffen.

1. **Presentatie resultaten onderzoek**

Marjoleine Hanegraaf presenteert de resultaten van het onderzoek (zie presentatie).

2. **Verduidelijkende vragen**

- Het aantal mestmonsters in de incubatieproeven is beperkt met nadruk op runderdrijfmest.
- De gehalten van P en OS in de mest komen niet overeen met de gemiddelde gehalten zoals opgenomen in de adviesbasis bemesting CBGV/Handboek Bodem en Bemesting zoals door Eurofins aangeleverd. De vraag is in hoeverre de gebruikte mestmonsters representatief zijn voor de Nederlandse veehouderij zowel voor varkens als rundvee. De vraag is met welke gehalten van fosfaat gerekend moet worden voor het bepalen van de EOS/fosfaat-verhouding.
- Variaties binnen een mestsoort zijn niet goed aan te geven vanwege dubbele bepalingen. Van aantal mestsoorten zijn meerdere monsters dus hier kan wel meer aandacht aan gegeven worden. Over het algemeen zijn de verschillen tussen de resultaten van Rietra en de Boer kleiner dan tussen deze bepalingen en de HC's opgenomen in het Handboek Bodem en Bemesting.
- De opslagtijd van de mest voordat deze geïncubeerd werd is onbekend voor de bepalingen van Rene Rietra en beperkt van duur voor de bepalingen van Herman de Boer.
- De temperatuurcorrectie van lab naar gemiddelde temp in NL in het veld voor berekening van de HC is gebeurd volgens de standaardprocedures hiervoor.
- Kalk in met name compost is van invloed op het resultaat van de bepaling van de HC.
- De vraag is wat precies zeugenmest is, de definitie van zeugenmest is niet consistent.

- Mogelijke verklaring voor verschillen is ook de fokkerij, die geleid heeft tot efficiëntere voederconversies en daarmee andere mestkwaliteit (moeilijker afbreekbare OS die overblijft na vertering door het varken dan in het verleden).
- Verder zou de verandering van voederregime t.o.v. het verleden invloed kunnen hebben op de stabiliteit van de OS in de mest.
- Het verschil tussen de 'nieuwe' en 'huidige' HC's is groter voor varkens- dan voor rundermest, dat kan komen doordat de HC's voor rundermest in de tussentijd al eens bijgesteld is.

3. 16:10 Discussie in groepen

Groep 1 Akkerbouw

1. Wat vind je van het onderzoek?
 - a. Noodzaak voor verandering is er
 - b. Humificatiecoëfficiënten van mest gaan richting compost
 - c. Neem ook nieuwe meststoffen mee in het onderzoek
 - d. Het is van belang de werkelijkheid zo goed mogelijk te benaderen en dat beschikbaar te maken voor de praktijk, goede kengetallen zijn van belang
 - e. Dit heeft ook gevolgen voor de OS-balans rekentool
 - f. Dit onderzoek moet zwaarder wegen dan het oude onderzoek: situatie is anders qua dieren en voer.
2. Sterke en zwakke punten onderzoek
 - a. Zwak punt is het carbonaatgehalte van de meststoffen, hiervoor is geen oplossing
3. Onderzoeksvragen voor vervolgonderzoek
 - a. Bepalen HC vogelmesten, dit moet spoedig
 - b. Meetmethode valideren, toetsen in lange termijnproeven
 - c. Invloed van mestverwerking op verandering van de HC van mestsoorten
 - d. Kijk eens naar de resultaten van de WUR-graslandproeven met RDM en VDM
4. Consequenties voor de praktijk
 - a. Organische stofbalansen worden positiever.
5. Presenteren van resultaten
 - a. Ja, het is goed gedocumenteerd onderzoek ondanks vraagtekens en kan gepubliceerd worden.

Groep 2 Akkerbouw

1. Wat vind je van het onderzoek?
 - a. Interessant, nuttig maar met vraagtekens en getallen hebben gevolgen hoe dierlijke mest in te zetten
 - b. Actualisatie van kengetallen is hoognodig maar niet eenvoudig
2. Sterke en zwakke punten onderzoek
 - a. Grote vraagtekens bij de betrouwbaarheid van de labmethode, in hoeverre komt afbraakpatroon overeen met dat in het veld?
 - b. De mineralisatie van o.s. uit rundveemest is een paar jaar geleden in de CBGV flink verlaagd t.o.v. het verleden. Deze studie zou erop duiden dat het juist hoger is geworden.
 - c. De vraag is wat de invloed is van de gebruikte temperatuurcorrectie op het resultaat?
 - d. Optie om te werken met gaspermeabele tubes en die in te graven in de bodem. Dan heb je ook meer informatie over schommelingen van temperatuur en vocht.
3. Onderzoeksvragen voor vervolgonderzoek
 - a. Effect van de leeftijd van mest en voederrantsoen
 - b. Basismateriaal nemen wat vergelijkbaar is met gemiddelde samenstelling (Nmin, Norg, o.s.)
 - c. Valideren in het veld
 - d. Naast C-afbraak ook N-mineralisatie van hetzelfde monster meten.
 - e. HC's aanpassen aan temperatuurstijging (klimaatverandering)
4. Consequenties voor de praktijk
 - a. Het beeld voor varkensdrijfmest wordt een stuk gunstiger qua organische-stofaanvoer, maar ongunstiger qua N-mineralisatie
5. Presenteren van resultaten

-
- a. Nog twijfelachtig of de nieuwe HC's kloppen. Het strookt niet met de stikstofmineralisatie van de verschillende mestsoorten.
 - b. Er zijn nog te veel vraagtekens, de gepresenteerde gegevens nog niet gebruiken.
 - c. Goede communicatie is belangrijk, bijv. nu reeds aangeven dat er veranderingen gaan komen.

Groep 3 Melkveehouderij

1. Wat vind je van het onderzoek?
 - a. Er is eigenlijk een veldonderzoek nodig van minimaal 10 jaar oud als referentie
 - b. Heeft rantsoen of strooisel invloed goed te bepalen met labproeven
 - c. Vraagtekens bij bronmateriaal. Verschillen zijn erg groot met cijfers Handboek
 - d. De belangrijkheid van EOS neemt toe ook inzake klimaat. Dus het belang van de betrouwbaarheid neemt ook toe. Alleen veranderen als het betrouwbaar is.
2. Sterke en zwakke punten onderzoek
 - a. De labmethode wordt veel gebruikt maar mist een goede kwaliteitsborging
 - b. Strooisel van de stal ook meenemen
 - c. Spreiding is relevant om te weten vanwege verschil in rantsoen
 - d. Consequenties zijn beperkt, risico van overwaardering van met name mestsoorten die nu buiten de scope blijven en varkensmest i.v.m. de grote verandering
 - e. Rietra: De varkensmest uit het onderzoek was afkomstig van bioboeren met strorijke mest, en enkele grote mestverwerkers
3. Onderzoeksvragen voor vervolgonderzoek
 - a. De mest van Duitse lange termijnproeven bij ons in het lab analyseren en dan kijken of de HC spoort met afbraak in het veld
 - b. Onderzoek bij veel mestmonsters hoe groot de spreiding is in HC binnen een mestsoort
 - c. Wat is de range als gevolg van de verschillende rantsoenen, bijproducten versus graan, ruwvoer, gras mais krachtvoer bij koe.
 - d. De achtergrond van huidige kengetallen (nog beter) zien te achterhalen
 - e. De relatie tussen HC en N-mineralisatie kan verschillen per mestsoort (o.b.v. andere C/N-ratio tussen pools)
4. Consequenties voor de praktijk
 - a. Waarde en betrouwbaarheid kengetallen wordt steeds belangrijker
 - b. Tabel uitbreiden met spreiding in gehalten, bijvoorbeeld in relatie tot rantsoen, als die groot is
5. Presenteren van resultaten
 - a. Is zo niet toepasbaar in de praktijk, zou uit moeten gaan van gemiddelde gehalten in Nederland
 - b. Met publicatie ben je onrust en betrouwbaarheid ter discussie aan het stellen
 - c. Het verschil met praktijkcijfers is zo groot, de verklaring is belangrijk.

Groep 4 Melkveehouderij

1. Wat vind je van het onderzoek?
 - a. Een deel van de huidige kengetallen is gebaseerd op veldproeven uit de jaren '70, andere zijn gebaseerd op schattingen. Het is lastig om te herleiden waar de oude cijfers op gebaseerd zijn.
 - b. De hoge fosfaatgehalten van de rundveemest zijn opmerkelijk terwijl het organisch stofgehalte is wel 'normaal' is, dus hier moet nog naar gekeken worden.
 - c. Vraagt hoe representatief de monsters zijn voor de mest in de praktijk.
2. Sterke en zwakke punten onderzoek
 - a. De getallen uit het 'nieuwe' onderzoek komen voort uit gestandaardiseerd onderzoek en gaat over 80 producten, welke daardoor goed met elkaar te vergelijken zijn.

De theorie achter een lagere HC voor varkens dan voor rund is het maagdarmstelsel. Deze theorie lijkt niet bevestigd te worden door de 'nieuwe' getallen. Op zoek naar een andere beredenering waarom de HC's van koeien en varkens dicht bij elkaar (b)lijken te liggen. De vraag is of deze theorie is gebruikt bij het schatten van de huidige HC's die opgenomen zijn in het HBB (en nu wellicht niet correct lijkt te zijn).

-
- b. De vraag is of doordat je varkens makkelijk afbreekbaar voer geeft, ze dat ook ver afbreken waardoor de mest niet toch ver verteerd materiaal bevat.
 - c. Een gemiddelde nemen van een min en max is een 'gekke' methode.
3. Onderzoeksvragen voor vervolgonderzoek
 - a. De rol van bicarbonaat zou beter onderzocht moeten worden. Welk deel is anorganisch en welk deel is organisch?
 - b. De rol van vluchtige vetzuren zou beter onderzocht moeten worden. In varkensmest zitten veel vluchtige vetzuren die snel afbreken waardoor veel CO₂ vrijkomt in de eerste dagen. Zijn deze in de mestput al vrijgekomen? Kun je dit in de mestput meten?
 - c. Er moet beter bekeken worden hoe representatief de mest monsters zijn. Wat is de bedrijfsvoering en het rantsoen geweest, en hoe lang zijn ze bewaard geweest?
 - d. Wat zou een theorie/verklaring kunnen zijn dat de HC's van varkens en rund toch dichter bij elkaar liggen?
 4. Consequenties voor de praktijk
 - a. Niet besproken
 5. Presenteren van resultaten
 - a. Er zijn grote afwijkingen tussen de huidige en 'nieuwe' getallen, daar moet je vanwege de consequenties voorzichtig mee zijn. Eerst moeten de resultaten gevalideerd worden, voordat je ze gaat communiceren. Zoek ook eerst een verklaring voor de verandering.
 - b. Om de cijfers en het verschil tussen de cijfers op waarde te kunnen schatten is het toch van belang te kijken waar de huidige cijfers op gebaseerd zijn.
 - c. In Kennisbasisproject 'Evaluatiekader Organische meststoffen' worden ook incubatieproeven gedaan, deze resultaten worden over 1 à 2 jaar gepubliceerd. Eerst deze resultaten afwachten en vergelijken, om te voorkomen dat je weer afwijkende cijfers moet communiceren.
 - d. Het lijkt ze verstandig om bij de EOS/P2O5 uit te gaan van algemene fosfaatgehalten zoals ze nu bekend zijn.
 - e. De wijze van het herleiden van HC's uit stikstofmineralisatieproeven is tricky.

4. 16:40 Plenaire terugkoppeling

De resultaten van de groepsdiscussies worden teruggekoppeld aan iedereen. De algemene conclusie is dat er eerst nog nader onderzoek nodig is voordat we nieuwe EOS-kengetallen voor mest kunnen publiceren.

De CBAV zal binnenkort een besluit nemen over hoe hiermee verder te gaan. In samenspraak met de PPS Beter Bodembeheer zal gekeken worden hoe vervolgonderzoek vormgegeven kan worden en hoe daarin samengewerkt kan worden met ander lopend onderzoek en gebruik gemaakt kan worden van ander onderzoek. Hierbij wordt ook afgestemd met de CBGV.

17:00 Afsluiting

Bijlage 4 Herkomst HC Runderdrijfmest

Voor de HC van runderdrijfmest is in het HBB een waarde opgenomen van 0,70. Volgens verschillende bronnen (o.a. Beijer en Westhoek, 1996, Van Dijk et al., 2005) zou de eerdere HC van 0,5 voor RDM uit publicaties van Kolenbrander (1969) zijn afgeleid. Echter RDM wordt in deze publicatie niet genoemd, wel wordt over stalmest gesproken, met een HC van 0,50. Runderdrijfmest is een product dat is ontstaan bij de overgang van grupstal naar ligboxenstal in de jaren zeventig van de vorige eeuw. Het is voorstelbaar dat in deze periode de aanname is gedaan dat de HC van stalmest en runderdrijfmest aan elkaar gelijk mag worden gesteld.

In Lammers (1983) wordt voor het eerst gesproken over dunne rundveemest, maar zonder een waarde voor de HC te geven. In de bijlage van Rijtema in Lammers worden modelparameters gegeven waaruit voor RDM een HC van 0,54 kan worden berekend. In bijlage 5 van dit rapport, Varkensmest, wordt uitgebreider ingegaan op de publicaties van Lammers.

Ondanks deze hiaten in de voorgeschiedenis, is het zo dat de HC van rundveedrijfmest van 0,50 is aangepast op basis van onderzoek van Schröder e.a. (2005). De afbraaksnelheid is modelmatig afgeleid op basis van de gevonden N-mineralisatie in proeven. Schröder e.a. (2005) geven voor de jaarlijkse relatieve afbraaksnelheid een range van 25-33%. Het vermoeden is nu (Willem van Geel, pers.meded.) dat de HC hierop is gebaseerd: na één jaar is 25-30% afgebroken (gemiddeld 29%) en is er nog 71% over, afgerond 70%. Omdat tot dan toe voor rundveedrijfmest en vaste rundveemest dezelfde HC gold (0,50), is aangenomen dat deze voor beide mestsoorten gelijk is en is de HC van vaste rundveemest ook verhoogd naar 0,70. Idem die van schapen- en geitenmest.

Uit de vergaderverslagen van de CBAV blijkt dat op 6 feb 2006 een aantal uitbreidingen is besproken en vastgesteld in het hoofdstuk over de samenstelling en N-werking van organische meststoffen in de toenmalige adviesbasis bemesting, op basis van nieuwe en nog te publiceren resultaten van Schröder et al (2005, 2007). Besproken is onder andere dat de N-mineralisatie van rundveemest in veldonderzoek lager bleek te zijn dan toen was vermeld in de adviesbasis en dat de afbraaksnelheid van de OS in rundveemest lager is c.q. de HC hoger dan de waarde van 0,50 die destijds werd gehanteerd. Op de vergadering van 14 dec 2006 is afgesproken dat PPO de cijfers m.b.t. de N-werking van rundveemesten zou aanpassen op basis van de nieuwe inzichten uit het project 'N-werking organische mest'. Daaruit is ook de HC van 0,70 naar voren gekomen, maar er is later niet meer op terugkomen in de CBAV-vergadering. De HC werd toen ook niet gepubliceerd, maar enkel gebruikt om de N-mineralisatie te berekenen met behulp van Minip. In 2012 is besloten om een hoofdstuk aan de adviesbasis toe te voegen over de organische-stofbalans inclusief een tabel met EOS-kengetallen en toen is ook de HC van 0,70 voor het eerst opgenomen (in de Adviesbasis van 2013).

Bijlage 5 Herkomst HC Varkensdrijfmest

Voor de HC van varkensdrijfmest is in het HBB een waarde opgenomen van 0,33. Vraag is nu waar deze waarde vandaan komt. Hiertoe is als eerste de aangewezen bronliteratuur doorgenomen, waarna aanvullende literatuur is gezocht.

Lammers (1983) bevat een bijlage door Rijtema, die vaststelde dat dierlijke mest een mengsel van organische stoffen is die met verschillende snelheden worden afgebroken. Als gevolg hiervan zou een enkelvoudig exponentieel model niet voldoen, en werd een model ontworpen dat 3 groepen organische verbindingen onderscheidde. Gesteld werd dat de verhouding van de fracties en hun afbraakcoëfficiënt per mesttype afhankelijk is van de verstrekte diervoeders. Voor varkensdrijfmest en kipdrijfmest werden dezelfde waarden aangehouden (Tabel 1). Het bleek mogelijk om met deze cijfers een waarde van 0,33 voor de HC van varkensmest te reproduceren.

Tabel 1. De fractieverdeling (A_n) van de dierlijke mest op basis van de daarbij behorende afbraakcoëfficiënt (α_n) bij 10°C.

n	Rundveedrijfmest		Varkensdrijfmest/kipdrijfmest	
	A_n	α_n (maand) ⁻¹	A_n	α_n (maand) ⁻¹
1	0.62	0.0950	0.80	0.1300
2	0.33	0.0080	0.17	0.0080
3	0.05	0.0013	0.03	0.0013

Echter, de gegevens uit deze publicatie riepen aanvullende vragen op. In de eerste plaats waren geen details bekend van het model waarmee de verhouding tussen de fracties en hun afbraak coëfficiënt was berekend. In de tweede plaats bleek dat de gegevens voor RDM tot een HC van 0,54 leidden, en niet tot de huidige waarde van 0,70. Als de gegevens voor RDM nu niet de best beschikbare zijn, zouden die voor VDM dat dan wel zijn?

De zoektocht werd voortgezet naar de opbouw van het model waarmee voor varkensmest een HC van 0,33 was berekend. Het model is beschreven in Rijtema (1999). Uitgaande van afbraakgegevens van enkele bekende organische producten, is een formule afgeleid waarmee de fracties en bijbehorende afbraakcoëfficiënt van een organische mestsoort kan worden berekend.

hypothetical organic material has been introduced with a fraction distribution that gives the corresponding distribution for the materials given in Table 5.4 as a function of the apparent age. Table 5.5 presents the fraction distribution of the hypothetical material.

Table 5.5: Fraction distribution of the hypothetical organic material, with an apparent age 0, as the basis for the fraction distribution of organic materials as a function of the apparent age.

fraction number (n)	1	2	3	4	5
decomposition rate ($k_{j,n}$) a^{-1}	2.15	0.80	0.25	0.02	0.005
fraction ($fr_n(0)$)	0.9150	0.0678	0.0124	0.0034	0.0014

The fraction distribution of each organic material as a function of the apparent age is calculated using the equation:

$$fr_n(\tau_a) = \frac{fr_n(0) \exp[-k_1(n)\tau_a]}{\sum_{n=1}^5 (fr_n(0) \exp[-k_1(n)\tau_a])} \quad (5.14)$$

with:
 τ_a = the apparent age of an organic material given by Janssen in y.

The relation between the value of the fractions of the various materials and the apparent age after Janssen is presented in Fig. 5.4, showing a well defined relation

Zoals blijkt uit formule (2) maakt de formule gebruik van de a-waarde van een mestsoort. Dit betekent dat de HC, waaruit de a-waarde wordt berekend, gebruikt wordt in een formule om de fracties en bijbehorende afbraakcoëfficiënt van de mestsoort te schatten. Als met deze formule een HC van 0,33 voor VDM is berekend, wat rekenkundig inderdaad het geval kan zijn, dan gebeurt dat dus op basis van de a-waarde en daarmee de HC zelf. Deze procedure bijt zichzelf in de staart. De a-waarde van varkensmest is afkomstig van Janssen (1995), die voor zowel RDM als VDM een getal van 1,35 noemt, met een verdere verwijzing naar IKC-AT-MKT 3, mei 1993. Deze publicatie is niet gevonden.

Overigens worden in Lammers (1984) de waarden van tabel 1 gebruikt om de N-werkingscoëfficiënten mee te schatten: 'doordat aangenomen wordt dat het N-gehalte van de gemakkelijk aantastbare organische stof O_E gelijk is aan het N-gehalte van de moeilijk aantastbare organische stof O_R , geeft de verhouding O_E/O_R ook de verhouding N_E/N_R aan'. De aanname dat jonge en oude organische stof van dezelfde herkomst een gelijk N-gehalte heeft werd reeds gemaakt door Sluijsman en Kolenbrander (1976). Zij merken ook op dat deze aanname niet in overeenstemming is met de feiten, en dat in werkelijkheid verschuivingen optreden. Het probleem van deze aanname is dus dat voorbij wordt gegaan aan mogelijke interacties tussen C en N van verschillende organische stof pools uit bijvoorbeeld organische mest en de bodem organische stof.

Bovengenoemde literatuur over de HC van varkensmest is niet de enige die beschikbaar is. In 1984 werd op het toenmalige PAGV een studiedag over organische stof gehouden (Themaboekje OS). In de bijdrage van Titulaer & Hoekstra is een tabel gegeven met hoeveelheden effectieve organische stof van organische meststoffen. Omgerekend naar HC blijkt hieruit een waarde voor varkensmest van 0,50. De gegevens van tabel 3 zijn afkomstig uit IB 1866, een veldproef van het toenmalige Instituut voor Bodemvruchtbaarheid te Haren (Gr.) (Van der Veen, 1984).

Tabel 3. De hoeveelheden effectieve organische stof (kg ha⁻¹) die via eenheden van 10 ton dierlijke mest aan de grond worden toegevoegd.

soort mest	ds-gehalte (%)	org. stofgehalte (%)	effectieve org. stof (kg ha ⁻¹)
<i>dunne mest</i>			
runderen	9,5	6,0	300
varkens	8,0	6,3	315
kippen	14,0	9,5	475
<i>vaste mest</i>			
kippen, vochtig	32,0	23,0	1150
kippen, droog	58,0	37,0	1850
mestkuikens	56,0	46,0	2300
champignons	38,0	19,0	950

70

Tot slot zijn voor varkensmest ook gegevens beschikbaar uit incubatie-onderzoek en modelmatige extrapolatie van Van der Burgt et al., (2010). Hieruit kon een range in HC worden vastgesteld van 0,45 – 0,87 (Tabel 4-1).

Tabel 4-1. **Berekende humificatiecoëfficiënt van de onderzochte mest- en compostsoorten**

Code	Mest	Humificatiecoëfficiënt o.b.v. respiratie							
		dex-model 2009		dex-model 2010		Yang 2009		Yang 2010	
		klei	zand	klei	zand	klei	zand	klei	zand
M1	Potstalmest	0,84	0,69	0,75	0,64	0,83	0,68	0,74	0,60
M2	Natuurcompost	0,97	0,94	0,87	0,82	0,98	0,94	0,87	0,79
M3	GFT-compost	0,94	0,87	0,87	0,77	0,94	0,86	0,86	0,77
M4	RDM-digestaat	0,90	0,82	0,82	0,66	0,88	0,80	0,81	0,65
M5	Rundveedrijfmest (RDM)	0,87	0,74	0,82	0,63	0,87	0,73	0,81	0,62
M6	RDM-digestaat dikke fractie	0,88	0,71	0,86	0,69	0,87	0,71	0,85	0,68
M7	VDM-digestaat	0,82	0,73	0,76	0,54	0,81	0,71	0,74	0,52
M8	Varkensdrijfmest (VDM)	0,87	0,75	0,70	0,47	0,71	0,73	0,67	0,45
M9	VDM-digestaat dikke fractie	0,86	0,74	0,81	0,65	0,86	0,73	0,80	0,63
	gemiddeld	0,88	0,78	0,81	0,65	0,86	0,76	0,80	0,63
	afbraak	0,12	0,22	0,19	0,35	0,14	0,24	0,20	0,37

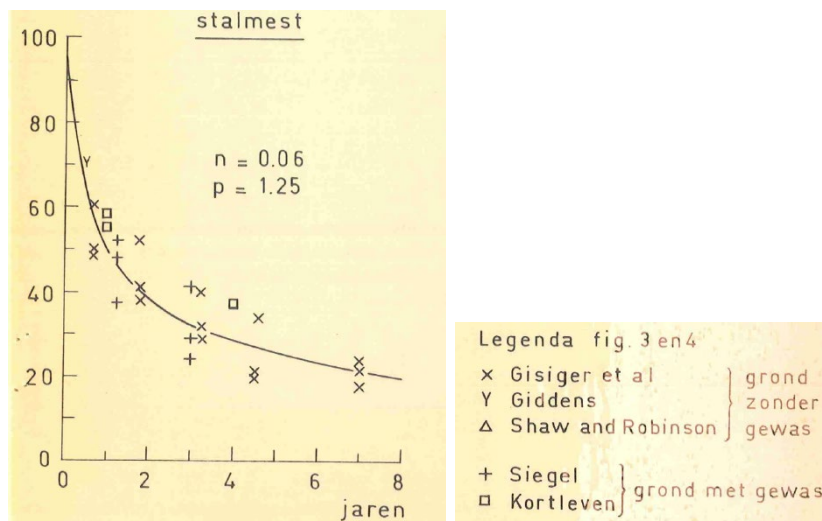
Het literatuuronderzoek naar de herkomst van de HC van varkensmest leverde de volgende inzichten op voor varkensmest:

- De huidige HC van 0,33 voor varkensmest is waarschijnlijk afkomstig van modelmatig verkregen gegevens waarbij werd uitgegaan van een 'loop' in het afbraakproces (HC als input en output).
- Uit veldonderzoek is een HC van 0,50 afgeleid, en uit modelmatige extrapolatie van incubaties leverde een range (0,45 – 0,87) in waarden op.
- Het is aannemelijk dat de HC van varkensmest hoger is dan 0,33. Het verdient aanbeveling om deze op basis van nieuwe gegevens bij te stellen.
- De N-werkingscoëfficiënt van organische meststoffen is waarschijnlijk afgeleid van gegevens die uitgaan van de aanname dat de C/N-ratio in organische stofpools onveranderlijk is tijdens het afbraakproces. Dit verdient nader onderzoek.

Bijlage 6 Herkomst HC Stalmest

De HC voor stalmest is 1 keer aangepast in de HBB. Echter, er zijn in de literatuur meer dan twee verschillende HC's voor stalmest te vinden. De HC's in HBB zijn afkomstig uit deze bronnen:

- Kolenbrander heeft in 1969 een HC van 0,5 afgeleid uit data van drie literatuurbronnen met veldproeven. Deze waren Gisiger (1954) - zonder gewas, Siegel (1940) - met gewas, Kortleven (1963) - met gewas (Figuur 6-1). Kortleven (1963) heeft een HC van 0,58 afgeleid uit drie veldproeven met de gemiddelden HC's 0,58, 0,60 en 0,55.



Figuur 6-1. De eerste HC = 0,5 voor stalmest is uit deze figuur afgeleid.

- In 2013 is de HC aangepast naar 0,7 o.b.v. modelberekeningen, gebruikmakend van data van stikstofmineralisatie in eerdere meerjarige veldproeven met mais op De Marke. De methodiek wordt in Schröder et al (2005) beschreven. Hierin wordt een jaarlijkse relatieve afbraaksnelheid genoemd van 25-33%. De HC is waarschijnlijk hierop gebaseerd: na één jaar is 25-30% afgebroken (gemiddeld 29%) en is er nog 71% over, afgerond naar 70% (Figuur 6-2).

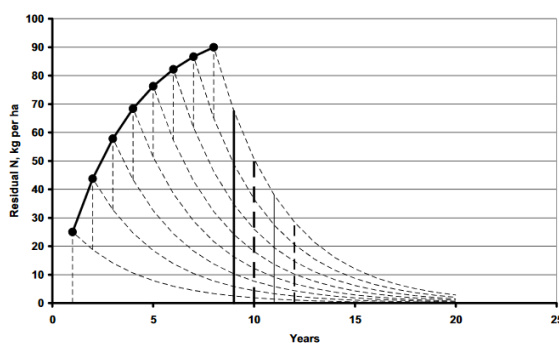


Figure 1. Hypothetical accumulation of residual N effects resulting from repeated manure applications (—●—) and the residual N effect in the first (—), second (—), third (—) and fourth (—) year after manuring has stopped.

Figuur 6-2. Voorbeeld drijfmest: model voor mineralisatie van stikstof na herhaalde toedieningen van mest.

Andere gebruikte getallen:

Janssen en Reuler (1986) gebruiken een HC van 0,6. Waar de 0,6 vandaan komt is niet duidelijk uit het verslag. Er wordt in begin van het verslag gerefereerd naar een HC van 0,5 van Kolenbrander 1969 en 1974.

- De Haan (1997) heeft een HC voor stalmest gevonden van 0,6 op zandgrond en 0,57 op kleigrond. Dit kwam uit 10jarige potproeven zonder gewas waarbij de organische stof jaarlijks gemeten werd (Figuur 6-3).

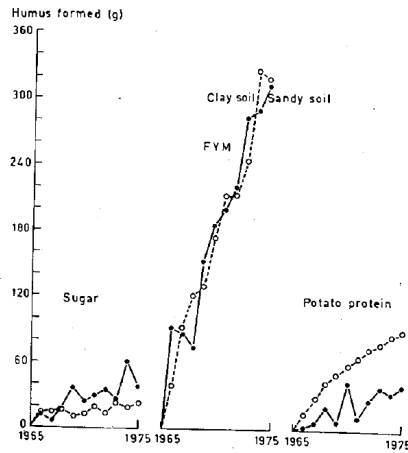


FIG.1. Amounts of humus formed following annual applications of 160 g organic product (dry matter) as sugar, farmyard manure (FYM) or potato protein.

Figuur 6-3. Data uit De Haan (1997).

Bijlage 7 Herkomst HC Composten

Compost

De huidige waarde voor compost in het HBB is 0,90. Deze is recent vastgesteld na een studie van NMI uit 2017 (Postma & Ros, 2016). Het NMI heeft in opdracht van de VA en BVOR onderzoek gedaan naar de stabiliteit van de organische stof van compost. Het onderzoek bestond uit een literatuurstudie en uit een incubatieproef met drie GFT- en drie groencomposten. Uit de literatuurstudie kwam een HC van 0,9 naar voren. Uit de incubatieproef zijn HC's afgeleid variërend van 0,87-0,93. Ook in een Duits incubatieonderzoek waren vergelijkbaar hoge waarden gevonden voor de stabiliteit van de organische stof in compost (Fertigkompost). In een Belgisch rapport van OVAM is een incubatieproef beschreven waaruit humificatiecoëfficiënten zijn afgeleid van 0,95 voor een groencompost en 0,87 voor een GFT-compost. In Tabel 1 wordt een overzicht gegeven van deze studies, met daarin de methode en belangrijkste bevindingen. Voor 2017 was er in het HBB voor compost een HC opgenomen van 0,75 voor groen- en GFT-compost. Deze waarde is waarschijnlijk gebaseerd op een geschatte waarde.

Champost

In het HBB staat bij champost een HC vermeld van 0,5. Een HC van 0,5 voor champost werd in 2017 geadviseerd door de Commissie van Deskundigen Meststoffenwet (CDM), zoals ook te lezen is in de studie van Van Geel et al. (2019). In deze studie staat een overzicht van verschillende HC's van champost met bijbehorende bronnen (CMD, 2017). Bij een HC van 0,5 wordt verwezen naar Velthof (1999) en Van Dijk et al. (2005). Bij een HC van 0,8 wordt verwezen naar Velthof (2004). En bij een HC van 0,91 wordt verwezen naar Hendriks (2011), VITO (2014) en Inagro (2011). Aanvullend verwijst de CDM (2017) naar Hoeksema et al. (2015) voor de samenstelling van champost, deze verwijzing is niet opgenomen in de literatuurlijst en daarom is het onduidelijk waar precies naar verwezen wordt.

De studie van Velthof (1999) gaat over stikstofmineralisatie uit organische meststoffen waarin geen HC's vermeld staan, en dus ook geen HC van 0,5 voor champost. Ook de studie van Van Dijk et al. (2005) gaat over de stikstofwerking van organische mest, en wordt voor de HC van champost verwezen naar 'Adviesbasis GV' en 'Handboek Meststoffen'. In het Handboek van LBI wordt voor champost een HC van 0,89 vermeld, en verwezen naar de modeluitkomsten van MOGOM (van Herk, 2000). In het Handboek Meststoffen van het NMI uit 2000 staat in een tabel het organisch stofgehalte en de EOS van champost vermeld, waaruit een HC van 0,50 af te leiden is. Bij de tabel staat dat de data afkomstig zijn van IKC/NMI, met een vervolgverwijzing naar IKC-AT-MKT-3, mei 1993, deze publicatie is niet gevonden. In de Adviesbasis GV (2002) wordt geen Ne, Nr of HC voor champost vermeld. In het Handboek voor de akkerbouw en de groenteteelt in de vollegrond (AGV) uit 1981 is champost niet opgenomen, in de versie uit 1989 staat wel een organisch stofgehalte en EOS voor champost vermeld waaruit een HC van 0,50 af te leiden is, ook hier wordt de oorspronkelijke bron niet vermeld. Vermoedelijk is de HC voor champost in de periode 1981 en 1989 tot stand gekomen.

Velthof (2004) rapporteert voor champost een HC van 0,8 en verwijst naar Velthof (1999) en de database 'Nutmatch'. In Velthof (1999) wordt zoals hierboven al aangegeven geen HC voor champost gerapporteerd, wel wordt aangegeven dat 'De humificatiecoëfficiënten van de verschillende meststoffen is geschat aan de hand van de literatuur' en voor de HC van 'sommige composten' wordt verwezen naar

De Compost 3, februari 1997 en Raijmakers & Janssen (1995). In de studie van Raijmakers & Janssen (1993) worden potproeven omschreven, waarin champost is opgenomen. Op basis van de studies van Raijmakers & Janssen uit 1993 en 1995 wordt in Velthof (1998) voor champost een HC van 0,91 gerapporteerd.

Hendriks (2011) rapporteert een HC van 0,96 voor champost en verwijst naar de Bodemkundige Dienst van België en de Universiteit van Gent (2006). In dat laatste rapport wordt over de HC van champost het volgende geschreven 'eigen berekening op basis cijfers VLACO, overige gegevens uit De Neve et al. (2003)'. De Neve et al. (2003) hebben een incubatieproef uitgevoerd en vinden voor champost een HC van 0,908. In VITO (2014) en Inagro (2011) wordt een HC van 0,91 vermeld voor champost, maar niet aangegeven waar dit getal vandaan komt.

Kortom, de HC van 0,5 voor champost zoals deze is opgenomen in het HBB is niet terug te herleiden naar een incubatie- of veldproef. Recent is er nog wel een studie uitgevoerd naar de HC van champost op duinzandgrond (van der Maas et al., 2018). De HC van fosfaatarme champost in deze proef met hyacint op duinzandgrond was naar schatting 0,54 (voor champost werd onder deze omstandigheden een HC van 0,41 berekend). Na extrapolatie op basis van literatuurgegevens voor champost kon voor fosfaatarme champost een algemene HC worden berekend van 0,77.

Tabel 1 – Literatuur compost

Studie	Methode	Bevindingen
Postma & Ros (2016)	De HC is bepaald op basis van een incubatieproef. Compost is toegediend aan veldvochtige zandgrond, waarbij de CO ₂ -productie is gemeten gedurende 84 dagen bij 20 graden. Voor de extrapolatie is een tweepool-model gebruikt zoals omschreven door Heinen en de Willigen (2005).	HC varieert tussen de 0,87 en 0,93.
De Neve et al. (2003)	De HC is bepaald op basis van een incubatieproef. Het materiaal is toegevoegd aan <i>sandy loam</i> , op 80% van de veldcapaciteit gebracht en 39 dagen geïncubeerd bij 21 graden. De meting via CO ₂ - vastlegging in 1 M NaOH-oplossing. De afbraak is beschreven met een eerste orde afbraak.	HC varieert tussen de 0,87 en 0,95.
Van de Burgt et al. (2011)	De HC is bepaald op basis van een incubatieproef van 154-168 dagen bij 20 graden en een vloeigrens van 60%, waarbij de CO ₂ -respiratie is gemeten. Het materiaal is toegevoegd aan klei uit Lelystad en zand uit Vredepeel. Data gefit met dubbel exponentieel model en model van Yang (1996). Het verschil in de uitkomsten van de HC's van composten tussen de twee modellen is 0,1 procentpunt.	HC varieert tussen de 0,77 en 0,98.
Van Groenigen & Zwart (2007)	De HC is bepaald op basis van een incubatieproef van 87 dagen bij 20 graden en 60% vloeigrens. Het materiaal is (met/zonder minerale N) toegevoegd aan zandgrond. Waarbij de CO ₂ is gemeten met gasmonitor.	HC varieert tussen de 0,89 en 0,90.
OVAM (2002)	De HC is bepaald op basis van een incubatieproef van 39 dagen bij 21 graden. Het materiaal is toegevoegd aan grondmateriaal en met gedestilleerd water op 80% van de veldcapaciteit gebracht, op regelmatige tijdstippen werd de CO ₂ gemeten. Op basis van de meetgegevens wordt de mineralisatie berekend bij 20 weken, de HC wordt berekend door ervan uit te gaan dat deze hoeveelheid onder veldomstandigheden afbreekt in één jaar.	HC is 0,95 voor groencompost en 0,87 voor GFT-compost.
<i>Aanvullende literatuur</i>		
Sleutel et al. (2005)	De HC is bepaald op basis van een incubatieproef van 113-248 dagen bij 16 graden op 80% van de veldcapaciteit. Het materiaal is toegevoegd aan <i>sandy loam</i> en op 80% van de veldcapaciteit gebracht. In de studie zijn eerste- en tweede orde afbraakmodellen toegepast en vergeleken, de tweede orde modellen bleken beter dan eerste orde.	Na 125 dagen varieerde de afbraak van compost tussen de 8-17%.

Correspondentie adres voor dit rapport:

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T 0320 29 11 11

www.wur.nl/plant-research

Rapport WPR-873

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, 6.500 medewerkers (5.500 fte) en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



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



Wageningen University & Research

Open Teelten

Edelhertweg 1

Postbus 430

8200 AK Lelystad

T (+31)320 29 11 11

www.wur.nl/openteelten

Rapport WPR-873

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.500 medewerkers en 12.500 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.
