



Effect wijzigingen HC-waarde, C/N-orgratio en OS-gehalte van verschillende veel gebruikte mestsoorten op de koolstofopbouw en N-mineralisatie op bouwplanniveau

Deskstudie in het kader van de PPS Beter BodemBeheer

Auteurs | David de Wit en Wieke Vervuurt

Report WPR-OT 1044



WAGENINGEN
UNIVERSITY & RESEARCH

Effect wijzigingen HC-waarde, C/N-org-ratio en OS-gehalte van verschillende veelgebruikte mestsoorten op de koolstofopbouw en N-mineralisatie op bouwplanniveau

Deskstudie in het kader van de PPS Beter BodemBeheer

David de Wit en Wieke Vervuurt

Wageningen University & Research | Open Teelten

Dit onderzoek is uitgevoerd door de Stichting Wageningen Research (WR), business unit Open Teelten.

WR is een onderdeel van Wageningen University & Research, samenwerkingsverband tussen Wageningen University en de Stichting Wageningen Research.

Lelystad, september 2023

Rapport WPR-OT 1044

de Wit, D. en Vervuurt, W. 2023. *Effect wijzigingen HC-waarde, C/N-org-ratio en OS-gehalte van verschillende veelgebruikte mestsoorten op de koolstofopbouw en N-mineralisatie op bouwplanniveau*. Wageningen Research, Rapport WPR-OT 1044

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/640050>

Trefwoorden: organische mest, humificatie coëfficiënt, stikstofmineralisatie, incubatiestudies

© 2023 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-OT 1044

Inhoud

Woord vooraf	5
Samenvatting	6
1 Inleiding	8
1.1 Leeswijzer	9
2 Materiaal en methode	12
2.1 Vaststellen HC	12
2.1.1 Datasets	12
2.2 Vaststellen mestsamenvatting	15
2.2.1 Datasets	15
2.2.2 Data-analyse	16
2.3 Doorrekening met MINIP	17
3 Resultaten	19
3.1 Samenstelling mestsoorten	19
3.2 Kengetallen incubatiestudies	21
3.2.1 Rundvee	21
3.2.2 Varkens	23
3.2.3 Champost	26
3.2.4 GFT-compost	27
3.2.5 Groencompost	27
3.2.6 Bokashi	27
3.2.7 Biochar	27
3.2.8 Stro	27
3.2.9 Codigestaat	28
3.2.10 Overig	28
3.3 Stikstofmineralisatie per mestsoort specifiek bij veranderende kengetallen	30
3.3.1 Rundvee	30
3.3.2 Varkens	32
3.3.3 Champost	34
3.3.4 Compost	35
3.3.5 Pluimvee	36
3.4 Spreiding stikstofmineralisatie	40
3.5 Stikstofmineralisatie voorbeeldbedrijven	40
3.6 Organische stofdynamiek voorbeeldbedrijven	46
4 Discussie	50
4.1 Samenstelling organische mesten	50
4.1.1 Eurofins-dataset en incubaties	50
4.1.2 Update Handboek bodem en bemesting	52
4.2 Humificatiecoëfficiënt	53
4.2.1 Factoren van invloed op de hoogte van de humificatiecoëfficiënt	53
4.2.2 Update Handboek bodem en bemesting	57
4.3 N mineralisatie en OS-dynamiek	59
4.3.1 Update Handboek bodem en bemesting	60
4.4 Consequenties bouwplanbemesting	65
4.5 Vertaalslag naar veldomstandigheden	65
4.5.1 HC waarden uit incubatiestudies	65
4.5.2 N mineralisatie uit MINIP	66

5	Conclusie en aanbevelingen	68
	5.1 Humificatiecoëfficiënt	68
	5.2 Stikstofmineralisatie	69
	5.3 Consequenties op bouwplanniveau	69
	Literatuur	73
Bijlage 1	Herkomst mest	75
Bijlage 2	Voorbeeldbedrijven	78
Bijlage 3	Statistische onderbouwing HC	81
Bijlage 4	Kengetallen organische stof	90

Woord vooraf

Dit onderzoek is uitgevoerd als onderdeel van het meerjarige programma de PPS Beter Bodembeheer. Wij willen alle partners die dit onderzoek mogelijk hebben gemaakt daarvoor bedanken. Daarnaast bedanken we degenen die data hebben aangeleverd met betrekking tot de incubatiestudies. Bovendien danken we Gerard Ros, Willem van Geel, Janjo de Haan en Marjoleine Hanegraaf voor het meedenken en de uitvoerige review.

De auteurs

Samenvatting

Introductie

Hanegraaf et al. (2021) gaven in hun studie aan dat de onderbouwing van de huidige HC's in het HBB beperkt is. Dit is de aanleiding geweest om in deze studie te kijken of de HC's op basis van aanvullende datasets geactualiseerd konden worden. Het wijzigen van HC waarden heeft consequenties voor de berekende stikstofwerkingscoëfficiënt en de stikstofdynamiek en de organische stof opbouw op bouwplanniveau. In dit rapport zijn deze consequenties doorgerekend.

Methode

Op basis van zes datasets is er incubatiedata verzameld van 224 mesten, verdeeld over 18 typen. Op basis van deze incubatiedata is de mediane HC afgeleid per mesttype. Daarnaast is de samenstelling van organische mest geüpdatet aan de hand van recente Eurofins data. Voor de gehalten aan droge stof, organische stof, N-totaal, N-min, N-org, P₂O₅, K₂O, MgO en Na₂O is per mesttype een mediane waarde vastgesteld. Deze data is gebruikt als input voor het MINIP model. Met dit model is het effect van de wijziging van de kengetallen op stikstofmineralisatie eerst per mesttype bekeken. Vervolgens zijn de consequenties op bouwplan doorgerekend, dit is gedaan aan de hand van standaard bouwplannen. Ook de organische stof opbouw op een termijn van 100 jaar is doorgerekend met MINIP.

Resultaten en discussie

Humificatiecoëfficiënt

De mediane waarden vastgesteld op basis van de incubatiestudies verschillen met de huidige kengetallen. De grootste verschillen werden gevonden voor de drijfmesten, vaste varkensmest, kippenmest en champost. De HC van rundvee- en varkensdrijfmest, komen op basis van de nieuwe data, dicht bij elkaar te liggen. Het EOS-gehalte (per kilogram P₂O₅) van rundveedrijfmest blijft bij de nieuwe kengetallen hoger dan voor de varkensdrijfmesten. Bij de vaste varkensmest, kippenmest en champost werd een hogere HC vastgesteld dan in het huidige HBB. Er is onvoldoende bekend van de mestmonsters om te achterhalen waardoor de verschillen tussen de huidige en nieuwe HC-waarden komen.

In de HC-waarden werd veel variatie gevonden. Door de ongebalanceerde dataset, de grote variatie en het kleine aantal monsters voor enkele mesttypen bleek er nauwelijks sprake van significante verschillen in de HC tussen de verschillende mesttypes. Er is geprobeerd te achterhalen waar deze variatie door kwam. Er is gekeken naar de methoden van de incubatiestudies, en de samenstelling en de herkomst van mest. Wat betreft de methodologie van de incubatiestudies bleek voornamelijk de grondsoort van invloed te zijn. Het effect van de samenstelling van de mest op de gevonden HC waarden was niet eenduidig. Het aantal beschikbare monsters was te laag om betrouwbare uitspraken te doen over de effecten van de herkomst van de mest.

N-mineralisatie

Door de wijzigingen in de kengetallen ontstaan veranderingen in de berekende stikstofmineralisatie. Dit gold met name voor rundveedrijfmest, varkensdrijfmest, champost en pluimveemest. De organische stikstof uit rundveedrijfmest zou sneller mineraliseren dan aangenomen in het HBB, dit komt zowel door een verandering in de C/N-org verhouding als de HC. Dit betekent dat er in het eerste jaar iets meer stikstof beschikbaar is dan tot nu toe aangenomen. Voor de varkensdrijfmest geldt dat, ten opzichte van het huidige HBB, de stikstofmineralisatie trager zou zijn, dit komt door een hogere HC. Dit betekent dat de beschikbaarheid van stikstof lager zou zijn dan nu in het HBB is opgenomen. Bij champost leidde een hogere HC tot een lagere stikstofmineralisatie. Bij de pluimveemest leidde een hogere HC in combinatie met hogere C/Norg verhouding tot een lagere stikstofmineralisatie en -beschikbaarheid. Voor elk van deze organische mesten gold dat de stikstofwerkingscoëfficiënt uit het HBB buiten het 95% betrouwbaarheidsinterval viel zoals vastgesteld met MINIP.

Consequenties op bouwplan niveau

De consequenties van nieuwe kengetallen op de stikstofdynamiek en organische stof opbouw zijn op bouwplanniveau doorgerekend. In bouwplannen waar voornamelijk wordt bemest met rundveedrijfmest zien we dat de beschikbare stikstof iets hoger ligt bij de nieuwe kengetallen ten opzichte van de huidige kengetallen. Het verschil kan oplopen tot $30\text{kg N ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$. De nawerking is echter minder, waardoor jaren zonder organische bemesting rekening gehouden moet worden met een iets lagere beschikbaarheid van stikstof. In bouwplannen waar voornamelijk met varkensdrijfmest wordt bemest, zal de beschikbaarheid van stikstof naar beneden bijgesteld moeten worden. Dit verschil kan oplopen tot $30\text{kg N ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$. Bij een bouwplan met champost leiden de nieuwe kengetallen tot een wat lagere beschikbaarheid van stikstof, dit verschil kan in sommige jaren oplopen tot $30\text{kg N ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$. In een enkel geval bedroeg het verschil tussen de huidige en nieuwe kengetallen $50\text{kg N ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$, dit was het geval bij een bouwplan in het Noordelijk zeekleigebied wanneer er varkensdrijfmest wordt toegediend. Op bouwplanniveau waren de verschillen doorgaans beperkt tot maximaal $20\text{kg N ha}^{-1}\text{ jr}^{-1}$.

De nieuwe kengetallen leiden tot een andere organische stof opbouw dan met de huidige kengetallen. In bouwplannen met rundveedrijfmest wordt er minder bodem organische stof opgebouwd dan eerder aangenomen. De verschillen lopen op tot 0,11%-punt na 10 jaar. Bij bouwplannen met varkensdrijfmest is het verschil tussen de huidige en nieuwe kengetallen beperkt.

Conclusie en aanbevelingen

In deze studie zijn HC-waarden vastgesteld op basis van een zestal incubatiestudies. Omdat de huidige HC-waarden in het HBB niet goed onderbouwd zijn, is het de aanbeveling de nieuwe waarden over te nemen. Ook voor de stikstofwerkingscoëfficiënten wordt aanbevolen deze over te nemen in het HBB, het 95% betrouwbaarheidsinterval geeft hier aanleiding toe. Desalniettemin zijn er nog enkele aanbevelingen om de kengetallen in het vervolg beter te onderbouwen. Uit deze studie kwamen duidelijke verschillen in de HC tussen grondsoorten naar voren, het is wenselijk om de HC's in het HBB uit te splitsen naar grondsoort. Hier is verder onderzoek voor nodig. Voor een vervolg is het essentieel om een dataset op te bouwen waar rekening wordt gehouden met de herkomst van mest, waardoor de variatie beter te onderzoeken is. Ook de vertaling van incubatiestudies en MINIP naar veldomstandigheden vergt nadere onderbouwing.

1 Inleiding

In de dagelijkse landbouwpraktijk wordt er voor de stikstofmineralisatie van en koolstofopbouw door organische meststoffen vaak gerekend met kengetallen uit het Handboek Bodem en Bemesting (HBB). 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 voor organische meststoffen opgepakt.

Voor het rekenen aan de stikstofmineralisatie en koolstofopbouw zijn een aantal kengetallen belangrijk. Allereerst het organische stof (OS) gehalte van de aangevoerde mest. Deze is nodig om zowel de koolstofopbouw als de stikstofmineralisatie te berekenen. Daarnaast is de humificatiecoëfficiënt (HC) van belang. Dit geeft de fractie van de toegediende OS aan die 1 jaar na toediening nog aanwezig is in de bodem. Als laatst is de C/N-org-ratio van groot belang. Dit is de verhouding koolstof ten opzichte van organisch gebonden stikstof. In Tabel 1 en Tabel 2 zijn de kengetallen van verschillende soorten organische mest weergegeven zoals deze nu bekend zijn in het HBB. De stikstofwerkingscoëfficiënten voor N-org en N-totaal zijn weergegeven in Tabel 3.

Hanegraaf et al. (2021) hebben gekeken naar de oorsprong van deze kengetallen in het HBB. Zij vonden dat de huidige HC-kengetallen in het HBB niet op een uniforme manier zijn vastgesteld. De HC van rundveedrijfmest is afgeleid van N-werkingscoëfficiënten op basis van proefveld data (Schröder et al., 2005). De HC van varkensdrijfmest leek gebaseerd op een modelmatige schatting uit Rijtema et al. (1999). Hoewel er voor vaste mest gegevens beschikbaar waren uit langlopend veldonderzoek, is er voor het HBB gekozen om de waarde gelijk te stellen aan die van drijfmest (Hanegraaf et al., 2021). Voor champost bleef het onduidelijk waar de huidige kengetallen op gebaseerd zijn. De HC van compost is wel onderbouwd met verschillende incubatiestudies. Hanegraaf et al. (2021) concludeerden daarom dat de achtergrond van de gegevens in de huidige tabel in het HBB niet-uniform, voor een deel onbekend, en in enkele gevallen discutabel is.

Daarnaast hebben Hanegraaf et al. (2021) de resultaten van twee beschikbare datasets met laboratoriumgegevens bekeken. De kengetallen die kunnen worden afgeleid uit deze datasets waren voor enkele meststoffen substantieel anders dan de huidige kengetallen. Daarvoor zijn verschillende oorzaken aangedragen, zoals de samenstelling van de mest, het voerregime en methodologische verschillen. Het is de wens deze mogelijke verklaringen verder uit te diepen. Gebruik van deze nieuwe kengetallen kunnen consequenties hebben voor schattingen van de N-mineralisatie en OS-opbouw (Hanegraaf et al., 2021).

Hanegraaf et al. (2021) komen in hun studie tot een aantal aanbevelingen. Zij geven aan dat het mogelijk is om de kengetallen te actualiseren op basis van reeds bestaande incubatiedata, waarbij een statistische analyse nodig is. Daarbij wordt benadrukt dat een gestandaardiseerde laboratoriummethode van belang is. Ook een toetsing van de HC's in veldonderzoek wordt aangekaart.

In deze studie is daarom met aanvullende datasets gekeken naar het vaststellen van kengetallen. Het gaat hier met name om de mestsoorten die opgenomen zijn in het huidige HBB en een aantal bewerkte mesten. Daarnaast is onderzocht welke factoren van invloed zijn op de spreiding in kengetallen, en wat de gevolgen hiervan zijn voor het berekenen van de beschikbaarheid van stikstof in standaard akkerbouwrotaties.

In deze studie worden de volgende kennisvragen beantwoord:

- Kunnen er nieuwe HC's worden vastgesteld op basis van inzichten uit aanvullende datasets?
- Wat verklaart de variatie in HC's?
- Wat is de samenstelling van mestsoorten?
- Wat is de invloed van nieuwe kengetallen op de N-mineralisatie uit meststoffen?
- Wat zijn de consequenties van nieuwe kengetallen voor de N-mineralisatie in standaard bouwplannen?
- Wat zijn de consequenties van nieuwe kengetallen voor de OS-opbouw in standaard bouwplannen?

Met de antwoorden op de kennisvragen kan een conceptadvies worden opgesteld voor de vertaling van de gegevens naar de praktijk. Dit advies bestaat onder meer uit een tabel, toelichting en rekenvoorbeelden.

Tabel 1 Mediane samenstelling¹ van dierlijke mest en compost in kg per ton vers product (Bron: Eurofins Agro m.u.v. gier, GFT- en groencompost en overige organische meststoffen), uit het huidige HBB.

	Droge stof	Org. stof	N-totaal	Nm	Norg	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O	Dichtheid (kg/m ³)
Drijfmest										
Rundvee	85	64	4,1	2,0	2,1	1,5	5,8	1,2	0,7	1005
Vleesvarkens	93	43	7,1	4,6	2,5	4,6	5,8	1,5	1,2	1040
Zeugen	67	25	5,0	3,3	1,7	3,5	4,9	1,4	0,9	
Rosékalveren	94	71	5,6	3,0	2,6	2,6	5,0	1,6	1,2	
Witvleeskalveren	22	17	2,6	2,1	0,5	1,1	4,5	1,7	1,6	
Gier²										
Rundvee	25	10	4,0	3,8	0,2	0,2	8,0	0,2	1,0	1030
Vleesvarkens	20	5	6,5	6,1	0,4	0,9	4,5	0,2	1,0	1010
Zeugen	10	10	2,0	1,9	0,1	0,9	2,5	0,2	0,2	
Vaste mest										
Rundvee grupstal	194	152	5,3	0,9	4,4	2,8	6,1	2,2	1,0	900
Varkens (stro)	260	153	7,9	2,6	5,3	7,9	8,5	2,5	0,9	
Leghennen ³	573	416	25,6	2,5	23,1	19,6	15,5	5,5	1,7	605
Leghennen + nadroog ⁴	810	427	34,1	3,9	30,2	27,8	20,1	5,9	2,3	
Kippenstrooiselmest	713	359	28,0	3,6	24,4	25,6	20,8	7,5	3,4	600
Vleeskuikens + parelhoen	626	419	32,1	8,0	24,1	16,8	20,5	7,1	3,0	605
Vleeskalkoenen	520	427	23,3	6,0	17,3	19,7	13,4	5,8	6,7	535
Schape	276	195	8,8	2,0	6,8	4,5	15,6	2,7	2,5	
Geiten	291	174	9,9	2,4	7,5	5,3	12,8	4,0	1,9	
Nertsen	452	293	28,3	16,1	12,2	26,9	5,4	3,5	8,1	
Eenden	275	237	8,9	1,6	7,3	7,3	8,4	3,4	1,3	
Konijnen	408	332	9,4	2,3	7,1	6,7	10,7	5,2	2,0	
Paarden	287	160	4,6	0,5	4,1	2,7	8,1	1,8	1,6	700
Compost										
Champost	336	211	7,6	0,4	7,2	4,5	10,0	2,3	0,9	550
GFT-compost ⁵	696	242	12,8	1,2	11,6	6,3	11,3	4,8		800
Groencompost ⁶	559	179	5,0	0,5	4,5	2,2	4,2	1,8		
Overige meststoffen met organische bestandelen⁷										
Betacal-carbo	680	90	3,3			11,5	1,1	11,0	0,3	
Betacal-filter	580	80	2,8			9,8	0,9	9,0	0,2	
Betacal-flow	450	60	2,3			8,0	0,8	8,0	0,2	

¹ Gekozen is voor de mediaan omdat deze minder wordt beïnvloed door sterk afwijkende waarden in de gegevensverzameling dan het rekenkundig gemiddelde.

Van GFT- en groencompost en overige organische meststoffen is de gemiddelde samenstelling weergegeven, omdat er geen cijfers van de mediane samenstelling beschikbaar waren.

Voor de mestcodes: zie bijlage VIII.

² Bron: IKC-Landbouw 1996.

³ Gehouden op een mestbandbatterij met geforceerde droging zonder nadroging.

⁴ Gehouden op een mestbandbatterij met geforceerde droging met nadroging.

⁵ Bron: Vereniging Afvalbedrijven 2011

⁶ Bron: Branche Vereniging Organische Reststoffen 2011

⁷ Bron: Databank Meststoffen NMI

Tabel 3 Aanvoer van verse organische stof en effectieve organische stof uit organische mest, resterende hoeveelheden 5 en 10 jaar na toediening en C/N-verhouding van het organisch materiaal, uit het huidige HBB.

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	64	0,70	45	30	23	0,36	17	0,26	15
Vleesvarkens	43	0,33	14	3	4	0,09	3	0,06	9
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	152	0,70	106	38	55	0,36	39	0,26	17
Varkens (stro)	153	0,33	50	6	14	0,09	9	0,06	14
Leghennen	416	0,33	137	7	39	0,09	25	0,06	9
Leghennen + nadroog	427	0,33	141	5	40	0,09	26	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	9
Vleeskalkoenen	427	0,36	154	8	45	0,11	29	0,07	12
Schape	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

Tabel 2 Stikstofwerkingscoëfficiënten (1e-jaars werking) van de organische fractie (N-org; boven) en totale hoeveelheid stikstof (N-totaal; onder) in dierlijke mest in geval van voorjaarstoediening (maart/april) door middel van bouwlandinjectie bij drijfmest en bovengronds verspreiden plus direct inwerken bij vaste mest, op basis van de mestsamenstelling die is weergegeven in tabel 1. Cijfers afkomstig uit het huidige HBB.

Mestsoort	Stikstofwerkingscoëfficiënt (%) N _{org} -fractie					
	tot 1 juni	tot 1 juli	tot 1 aug	tot 1 sep	tot 1 okt	tot 1 nov
<i>Drijfmest</i>						
Rundvee	5	10	15	15	20	20
Rosékalveren	5	10	15	20	20	20
Witvleeskalveren	5	10	10	15	15	20
Varkens	25	40	50	55	60	65
<i>Vaste mest</i>						
Rundvee	5	10	10	15	15	20
Leghennen (droge mest) ¹	25	40	50	55	60	65
Kippenstrooiselmest	25	40	50	55	60	65
Vleeskuikens + parelhoen	25	35	45	55	60	60
Champost	10	20	25	30	35	40
Mestsoort	Stikstofwerkingscoëfficiënt (%) N-totaal					
	tot 1 juni	tot 1 juli	tot 1 aug	tot 1 sep	tot 1 okt	tot 1 nov
<i>Drijfmest</i>						
Rundvee	50	50	55	55	55	55
Rosékalveren	55	55	60	60	60	60
Witvleeskalveren	75	80	80	80	80	80
Varkens	70	75	80	80	85	85
<i>Vaste mest</i>						
Rundvee	20	20	25	25	30	30
Leghennen (droge mest) ¹	30	40	50	60	65	65
Kippenstrooiselmest	35	45	55	60	65	65
Vleeskuikens + parelhoen	40	45	55	60	65	65
Champost	15	20	30	35	40	40

¹ met en zonder nadroging

1.1 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de gehanteerde methode toegelicht. Hoofdstuk 3 bestaat uit de resultaten. Dit is uitgesplitst in vier delen. Het eerste deel gaat over de samenstelling van mest aan de hand van Eurofins data. Het tweede deel gaat over de gevonden HC-waarden uit de incubatiestudies. Het derde deel gaat over de stikstofmineralisatie van de verschillende meststoffen, zoals berekend met MINIP. Het vierde deel gaat over het effect van het wijzigen van de kengetallen op de stikstof- en organische stof dynamiek op bouwplanniveau. In hoofdstuk 4 worden de verschillen tussen de huidige en nieuwe kengetallen en mogelijke oorzaken toegelicht. Dit hoofdstuk is opgedeeld naar de HC, stikstofmineralisatie en consequentie op bouwplanniveau. Voor de HC en de stikstofmineralisatie wordt aangegeven welke nieuwe kengetallen worden voorgesteld onder 'update van het Handboek bodem en bemesting'. Tot slot wordt er in Hoofdstuk 5 antwoord gegeven op de onderzoeksvragen en aanbevelingen gedaan voor nader onderzoek.

2 Materiaal en methode

2.1 Vaststellen HC

2.1.1 Datasets

Datasets van verschillende studies zijn gebruikt voor de analyse binnen dit project, dit in lijn met de suggesties uit Hanegraaf et al. (2021). De opzet en uitvoering van elk van de uitgevoerde incubatiestudies verschilt van elkaar, ook de wijze van analyse verschilt tussen de verschillende studies. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de gebruikte datasets, inclusief de specificaties van de uitgevoerde incubatiestudies.

Dataset van de Boer et al. (2020)

In de studie van de Boer et al. (2020) zijn dertig meststoffen geïncubeerd, in de categorieën compost, digestaat, rundveedrijfmest, varkensdrijfmest, strostalmest en vrijloopstalmest. Van deze meststoffen is 15 g toegevoegd aan 180 g verse grond, waardoor de toegediende hoeveelheid C tussen de mestsoorten verschillend was. De grond was afkomstig van een maisperceel, en was zwak lemig matig fijn zand. De incubatie is ingezet voor een totaal van 168 dagen bij 20°C. De incubatie is uitgevoerd in duplo. De CO₂-respiratie is bepaald op dag 1, 3, 7, 14, 28, 56, 84, 112, 140 en 168 dagen. Per tijdstip is de CO₂-flux berekend op basis van begin- en eindconcentratie CO₂. Met lineaire integratie is de CO₂-flux over de tijd heen berekend, en de hoeveelheid C die er aan het eind van de incubatieperiode (d 168) nog over was in het monster. Voor het bepalen van de hoeveelheid overgebleven C is er gecorrigeerd voor de blanco (grond zonder meststof). De restante van C wordt uitgedrukt als fractie (%) van de oorspronkelijke hoeveelheid aanwezige C in de mest (de Boer et al., 2020). Uitgaande van een Arrhenius correctie voor de invloed van temperatuur op biologische processen, komt de restante van C na 168 d bij 20°C overeen met 392 dagen bij een temperatuur van 9°C (Nederlands jaargemiddelde). Omdat de restante van C van de meeste meststoffen¹ na 140 dagen gestabiliseerd is, mag de fractie restante C gebruikt worden als HC.

Dataset van Rietra et al. (in prep.)

In de studie van Rietra et al. (in prep.) is er gekeken naar verschillende meststoffen, waarbij het streven was om monsters te verzamelen van vijf verschillende leveranciers per mestsoort. Dit betrof groencompost, GFT-compost, champost (incl. en excl. dekaarde), stalmest van varkens en runderen, digestaat, dikke en dunne fracties van rundvee- en varkensmest en bokashi. Van alle meststoffen konden monsters van ongeveer 1 à 74 gram genomen worden voor het incubatie-experiment met het doel om 3 gram C kg⁻¹ grond toe te dienen aan 200 g grond per incubatiefles (Rietra et al., in prep.). Van enkele meststoffen is iets minder toegevoegd, omdat ze te veel water bevatten. De meststoffen zijn geïncubeerd in een zandgrond (Haplic podzol) afkomstig uit Wageningen, voor de blanco is onbemeste grond gebruikt. Er is water toegevoegd om het vochtgehalte naar 60% van de vloeigrens te krijgen. De incubatie heeft 92 dagen geduurd bij 17°C. Er is gemeten op dagen 1, 3, 7, 11, 15, 33, 47, 68 en 92. Om de HC te bepalen is de cumulatieve afbraak gefit met het twee-pool model, volgens het model van Heinen en de Willigen (2005):

$$C_t = C_0 * f * e^{-k_1 t} + C_0 * (1 - f) * e^{-k_2 t} \quad (1)$$

Hierin is C₀ (=100%) het relatieve C-gehalte aan het begin van het experiment; C_t (%) is de relatieve C-gehalte op tijdstip t; f (dimensie loos) is de fractie van C₀ in pool 1; (1-f) is de fractie van C₀ in pool 2; k₁ (dag⁻¹) is de afbraakconstante van pool 1, k₂ (dag⁻¹) is de afbraakconstante van pool 2; t (dag) is de tijd. De berekende fluxen op de negen verschillende meetdagen zijn aan de hand van dit model gefit.

¹ Uitzondering hierop zijn: vier varkensdrijfmest monsters (0.4 en 1.2 gram C per kg grond), twee rundveemest monsters (2.4 gram C per kg grond), twee bokashi monsters (2 gram C per kg grond), twee monsters van dunne fractie van rundveemest (2.1 gram C per kg grond), twee zeugenmest monsters (2.6 gram C per kg grond), vier monsters van dunne fractie digestaat rund (2.1 en 2.5 gram C per kg grond), twee monsters van de dunne fractie varkensmest (2.8 gram C per kg), GFT compost (5 en 7 gram C per kg grond) en vier monsters van de dikke fractie van rundveemest (5 en 7 gram C per kg grond).

In dit model wordt gecorrigeerd voor temperatuur volgens de correctie van Janssen (1996):

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

Hier is f_T de correctiefactor en T de temperatuur in graden Celsius.

Dataset van der Burgt et al. (2010)

In de studie van van der Burgt et al. (2010) zijn in twee afzonderlijke jaren (2009 en 2010) monsters verzameld van negen verschillende typen organisch materiaal. Het gaat om potstalmest, natuurcompost, GFT-compost, rundveedrijfmest, rundveedrijfmest digestaat, rundveedrijfmest digestaat dikke fractie, varkensdrijfmest, varkensdrijfmest digestaat en varkensdrijfmest digestaat dikke fractie. Deze materialen zijn ingezet in een incubatie met zand en met klei. De zandgrond was afkomstig van een proefveld in Vredepeel (veldpodzol, 4% organische stof) en de kleigrond van een locatie in Lelystad (zavel, 2% organische stof). Van de vaste meststoffen is 6,7 gram meststof toegevoegd aan 200 g grond, en van de verpompbare meststoffen is 20 gram meststof toegevoegd aan 200 g grond. De incubatie is ingezet voor 22 weken in 2009 en 24 weken in 2010, beiden bij 20°C. De CO₂-respiratie is gemeten op 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 18 en 22 weken na inzet in 2009 en op 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20 en 24 weken na inzet in 2010. De eerste meting vond dus pas na twee weken plaats. De gemeten CO₂-respiratie van de organische materialen is gecorrigeerd voor de blanco, omgerekend naar C, en de cumulatieve C-productie is berekend door lineaire interpolatie tussen elke twee opeenvolgende meettijdstippen. Deze resultaten zijn op twee manieren benaderd: met het model uit Yang & Janssen (2000) en met een dubbel exponentieel model. Om de C-restante na één jaar te bepalen is er bij het dubbel exponentieel model een temperatuurscorrectie toegepast volgens de methode van Janssen (1996). Het dubbel exponentieel is gelijk aan het twee-pool model, maar dan met een asymptoot. In het model van Yang & Janssen (2000) wordt hetzelfde principe toegepast en hoeft aanvullend geen temperatuurscorrectie te worden toegepast. Deze C restante wordt vervolgens aangeduid als de HC. De berekende HC op basis van het model van Yang & Janssen (2000) en het dubbel exponentieel model zijn sterk gecorreleerd, de keuze voor één van deze twee modellen heeft dus op de berekende C restante na één jaar weinig invloed (van der Burgt et al., 2010). Desalniettemin bestaan er (kleine) verschillen in de HC tussen de twee benaderingswijzen. Omdat de resultaten toch wat van elkaar afweken, en het dubbel exponentieel model dichter bij de gemeten waarden bleek te liggen, is er gekozen voor de HCs uit dit model. Om de C restante na één jaar te bepalen is er bij het dubbel exponentieel model een temperatuurscorrectie toegepast volgens de methode van Janssen (2002), welke gelijk is aan de correctie van Janssen (1996), zie vergelijking 3. Het dubbel exponentieel is gelijk aan het twee-pool model, maar dan met een asymptoot.

$$f_{\text{temp}} = 2^{(T-9)/9} \quad (3)$$

Hier is f_T de correctiefactor en T de temperatuur in graden Celsius.

Dataset van Velthof en Hummelink (in prep.)

In de studie van Velthof en Hummelink (in prep.) is een analyse gemaakt van verschillende typen rundvee- en varkensdrijfmesten en verschillende bewerkingen van deze mesten. Van elk mesttype is een hoeveelheid toegediend aan een zandgrond overeenkomend met 127 mg N per pot (170 kg N per hectare). De incubatie had een duur van 116 dagen, de CO₂-respiratie werd 21 keer gemeten gedurende deze periode. De humificatiecoëfficiënt is berekend met behulp van het MINIP-model (Janssen, 1996), waarbij uitgegaan wordt van een gemiddelde jaartemperatuur van 9°C.

Hierbij wordt de volgende formule toegepast:

$$Y_t = Y_0 \cdot \exp(4,7 \cdot ((\text{age} + f_T \cdot \text{tijd})^{-0,6} - \text{age}^{-0,6})) \quad (4)$$

Hier is Y_0 = de hoeveelheid C aan begin (100%), Y_t de hoeveelheid C nog over aan eind (100 – de totale CO₂-C productie in % van de C-gift, %), age is de initiële leeftijd van organische stof in jaren, f_T de correctie voor temperatuur: $2(\text{temp} - 9)/9$, °C en tijd is in jaren. Y_t , Y_0 , f_T en tijd zijn bekende parameters en age wordt hier gecalibreerd.

De humificatiecoëfficiënt wordt dan als volgt berekend:

$$HC = \exp(4,7 * ((age + 1)^{-0,6} - age^{-0,6})) \quad (5)$$

Dataset van Schoumans et al. (2023)

In de studie van Schoumans et al. (2023) zijn zestien verschillende organische materialen geïncubeerd in zowel een zand als een kleigrond. Per meststof is een hoeveelheid toegevoegd overeenkomend met drie gram koolstof per kilogram grond. Aanvullend is 76,9 gram kunstmeststikstof toegevoegd. Het experiment is uitgevoerd in duplo. Het experiment werd ingezet bij 20°C voor 120 dagen bij een constant vochtgehalte van 60% van de vloeigrens. De CO₂ flux werd gemeten op dag 1, 3, 6, 9, 14, 24, 41, 63, 90 en 120. Met lineaire interpolatie werd de cumulatieve C flux vastgesteld. Het twee-pool model van Heinen en de Willigen (2005) werd gebruikt om de cumulatieve C afbraak te fitten (zie formule 1). De HC is vervolgens afgeleid volgens de systematiek zoals toegepast door van der Burgt et al. (2010), waarbij wordt gecorrigeerd voor de temperatuur naar 9°C.

Dataset van Postma en Ros (2016)

In de studie van Postma en Ros (2016) zijn zes verschillende composten en vier referentieproducten getest. Van de materialen is 10 gram (ds) toegevoegd aan 100 g grond. De materialen zijn ingezet met zand uit de ondergrond (30-60cm) afkomstig uit Wageningen, het bodem organische stofgehalte was 1,1%. De incubatieproef is uitgevoerd in duplo, de incubatieperiode bedroeg 12 weken bij een temperatuur van 20°C. De CO₂-fluxen zijn gemeten op dag 1, 7, 14, 28, 56 en 84. De cumulatieve respiratie is berekend door niet-lineaire interpolatie tussen elke twee opeenvolgende meettijdstippen. Om de HC te bepalen is de cumulatieve afbraak gefit, zowel met het model van Janssen (1996) als het twee-pool model van Heinen en de Willigen (2005), zie formule 1. In dit model wordt gecorrigeerd voor temperatuur volgens de correctie in Bradbury et al. (1993):

$$f_T = \frac{47,9}{1 + \exp\left(\frac{106}{T + 18,3}\right)} \quad (5)$$

En ook hier blijkt dat met beide benaderingen een vergelijkbare indicatie van HC kan worden verkregen.

2.1.1.1 Verschil in incubatiestudies

Zoals hierboven beschreven verschillen de studies in geanalyseerde materialen, de opzet van de incubatie en de vertaling van de meetwaarden naar de HC. Een overzicht wordt gegeven in Tabel 4. De lengte van de incubatie verschilde tussen de 84 en 168 dagen. De meeste incubaties vonden plaats bij 20°C, enkel Rietra en al. (in prep.) voerden een incubatie uit bij 17°C. In principe wordt hiervoor gecorrigeerd in wanneer er een temperatuurscorrectie wordt toegepast; er wordt dan een omrekening gemaakt naar 365 dagen. Het kan echter zo zijn dat de afbraak van de materialen nog niet was gestabiliseerd, dit zou consequenties kunnen hebben voor de berekende HC. Daarnaast verschilde de hoeveelheid toegediend materiaal. Bovendien zijn er verschillende grondsoorten gebruikt voor de incubatiestudies. Het is bekend dat de grondsoort van invloed is op de C-afbraak en daarmee de HC (Schoumans et al., 2023). Dit wordt in de discussie verder toegelicht (zie paragraaf 4.2.1). Daarnaast was er een verschil in het toegepaste model om van de meetwaarden om te rekenen naar de HC. In drie van de zes studies is het twee-pool model toegepast. Het effect van het toegepaste model op de berekende HC is onbekend. Bovendien hebben Schoumans et al. (2023) aanvullend stikstof toegevoegd, dit is bij de overige studies niet gebeurd. Een stikstofgift kan de C-afbraak bespoedigen. Met deze verschillende aspecten dient rekening gehouden te worden met het interpreteren van de resultaten. De herkomst van de mesten gebruikt in de verschillende incubatiestudies wordt weergegeven in Bijlage 1.

Tabel 4 Verschillen in de uitvoering en analyse van de betrokken incubatiestudies.

	De Boer et al. (2020)	Rietra et al. (in prep.)	Van der Burgt et al. (2010)	Velthof en Hummelink (in prep.)	Schoumans et al. (2023)	Postma en Ros (2016)
Incubatieduur (# dagen)	168	92	154-168	116	120	84
Pre-incubatie	Nee	Nee	Ja, twee weken	Nee	Nee	
Toediening product (g C per kg grond)	2-13	3	1-6	1-6	3	1-5
Grond (-)	Zand	Zand	Zand + klei	Zand	Zand + klei	Zand
Temperatuur (°C)	20	17	20	n.b.	20	20
Vocht (% vloeigrens)	60	60	60	83 ml water toegevoegd aan 500 g luchtdroge grond	60	60
Herhalingen (-)	Duplo	Duplo	Enkelvoud	Enkelvoud	Duplo	Duplo
Aanvullende bemesting	-	-	-	-	76.9 g N.kg	Enkel bij stro: 0,5 g
Model (-)	-	Twee-pool	MINIP en Dubbel exponentieel	MINIP	Twee-pool	MINIP en Twee-pool
Temperatuurscorrectie (-)	-	Ja, naar 9 °C	Ja, naar 9 °C	Ja, naar 9 °C	Ja, naar 9°C	Ja, naar 9°C

2.2 Vaststellen mestsamenvestelling

2.2.1 Datasets

2.2.1.1 Incubatiestudies

Bij de datasets is gebruik gemaakt van verschillende methoden voor het bepalen van het droge stofgehalte, organische stofgehalte, stikstofgehalte (totaal, organisch, mineraal), fosfaatgehalte en kaligehalte. De specificaties zijn, zover bekend, opgenomen in de afzonderlijke studies (de Boer et al., 2020; Rietra et al., in prep.; van der Burgt et al., 2010; Velthof & Hummelink, in prep., Schoumans et al., 2023; Postma & Ros, 2016).

2.2.1.2 Eurofins dataset

Op basis van de mestanalyses van Eurofins is er een mediane samenstelling voor een aantal mestsoorten vastgesteld door Brolsma en van Middelkoop (2021). Dit betrof verschillende mestsoorten, zie Tabel 5. Het minimale aantal metingen per mesttype was 250. Data is afkomstig van de jaren 2017 tot en met 2021. De gehalten droge stof, ruw as, stikstof, ammoniak stikstof en fosfor zijn bepaald door middel van een geaccrediteerde methode volgens de Raad van Accreditatie. Het droge stofgehalte en ruw as zijn bepaald met VAS3, stikstof en fosfor zijn bepaald aan de hand van CFA8, ammoniak-stikstof is behaald op basis van AMM5, en kalium en magnesium op basis van CFA8 (gelijkwaardig aan NEN6966). Het organisch stofgehalte en het organisch stikstofgehalte zijn afgeleide waarden.

Tabel 5 Mesttypen uit de dataset van Brolsma en Middelkoop (2021). Aantal metingen voor groep 1: 250 t/m 1000, groep 2: 1001 t/m 2500, groep 3: 2501 t/m 5000, groep 4, groep 4: 5001 t/m 10000, groep 5 10001 t/m 100000 en groep 6 > 100000.

Code	Diersoort	Mesttype	Groep
10	Rundvee	Vaste mest	5
11	Rundvee	Filtraat na mestscheiding	4
13	Rundvee	Koek na mestscheiding	4
14	Rundvee	Drijfmest behalve van vleeskalveren	6
17	Rundvee	Bewerkte kalvergier	4
18	Rundvee	Vleeskalveren, witvlees	5
19	Rundvee	Vleeskalveren, rosevlees	5
23	Kalkoen	Mest alle systemen	2
32	Kip	Mestband	3
33	Kip	Mestband + nadroog	4
35	Kip	Geheel of gedeeltelijk strooiselstal (incl volierestal/scharrelstal)	5
39	Vleeskuikens*	Mest alle systemen	5
40	Varkens	Vaste mest	3
43	Varkens	Koek na mestscheiding	4
46	Varkens	Drijfmest fokzeugen, incl biggen, opfokzeugen/-beren, dekberen	6
50	Varkens	Drijfmest vleesvarkens	6
56	Schape	Mest, alle systemen	1
61	Geiten	Vaste mest	5
75	Nertsen	Vaste mest	2
80	Eenden	Vaste mest	3
90	Konijnen	Vaste mest	3

* incl. parelhoenders

2.2.2 Data-analyse

2.2.2.1 Incubatiestudies

Voor het vaststellen van het kengetal voor de HC op basis van incubatiestudies is de mediane waarde genomen van alle data uit de verschillende datasets. Wat betreft de samenstelling waren enkel het droge stofgehalte, organisch stofgehalte en het totaal stikstofgehalte compleet voor alle datasets. Naast de mediane waarde van de HC is ook het bijbehorende droge stofgehalte, organisch stofgehalte en het totaal stikstofgehalte gerapporteerd. Daarnaast is de variatie in de HC's nader bekeken, op verschillende manieren. Ten eerste is er getest of de HC's van verschillende mesttypen statistisch van elkaar verschillen. Dit is gedaan met een REML, waarbij het mesttype is opgenomen als *fixed* effect en grondsoort en dataset als *random* effect. Ten tweede is er getest of de variatie in HC's verklaard kan worden door de samenstelling van de mest. Er is gekeken naar het organisch stofgehalte, het stikstofgehalte, N-org, N-mineraal, de C/Norg verhouding en het fosfaatgehalte. Dit is gedaan met een lineair model waarbij de HC is opgenomen als afhankelijke variabele, de samenstelling als onafhankelijke variabele en grondsoort is opgenomen als factor. Ten derde is er getest in hoeverre de grondsoort welke gebruikt is voor de incubatie van invloed is geweest op de gevonden HC's. Dit is gedaan met REML. Hier is enkel gekeken naar de datasets van van der Burgt et al. (2011) en Schoumans et al. (2023), omdat zij elk mestmonster hebben geïncubeerd in twee verschillende grondsoorten, waardoor een vergelijking te maken is.

2.2.2.2 Eurofins dataset

De samenstelling van mest is vastgesteld op de mediane waarde voor het gehalte droge stof (DS), ruw as (RAS), organische stof (OS), organische stikstof (N-org), minerale stikstof (N-min), totaal stikstof (N-totaal), fosfaat (P₂O₅), kalium (K₂O), magnesium (MgO) en natrium (Na₂O) in g/kg (Brolsma & van Middelkoop, 2021).

2.3 Doorrekening met MINIP

Het MINIP-model is gebruikt om het effect van de wijziging van de kengetallen voor organische meststoffen op de stikstofmineralisatie en organische stofdynamiek door te rekenen. Dit is eerst gedaan per mestsoort specifiek en vervolgens over een heel bouwplan aan de hand van voorbeeldbedrijven.

Per mestsoort specifiek

Om de mineralisatie van organisch gebonden stikstof per mestsoort door te rekenen in MINIP zijn de volgende kengetallen nodig:

- OS-aanvoer (kg OS/ton)
- Humificatiecoëfficiënt (fractie)
- Koolstof percentage (50% van het organisch stofgehalte bij organische meststoffen)
- C/N-org ratio van de organische mest
- Gemiddelde jaartemperatuur (9 graden)
- Dissimilatie/assimilatieverhouding (2:1)
- C/N-org ratio van de micro-organismen (10:1)

Voor de doorrekening zijn verschillende combinaties van kengetallen gebruikt, te weten:

- HC HBB – Mest HBB: dit zijn de oude kengetallen afkomstig uit het Handboek Bodem en Bemesting (n.d.).
- HC HBB – Mest Eurofins: de HC komt uit het huidige HBB, de nieuwe kengetallen voor de samenstelling van de mest zijn mediane waarden afkomstig van Eurofins van geanalyseerde mest tussen 2017 en 2021 (Brolsma & Van Middelkoop, 2022). Omdat met mediane waarden de som van N-min en N-org niet overeenkomt met N-totaal is er een verhouding bepaald tussen N-min en N-org. Vervolgens zijn de absolute waarden berekend vanuit N-totaal.
- HC nieuw – Mest incubatiestudies: het nieuwe kengetal voor de HC is een mediane waarde afkomstig uit de incubatieproeven van alle datasets samen. Van de gebruikte mest in deze datasets is ook de samenstelling geanalyseerd en deze bijbehorende kengetallen zijn gebruikt om de mineralisatie door te rekenen.
- HC nieuw - Mest Eurofins: dit is een samenvoeging van de nieuwe HC uit de incubatieproef en de nieuwe samenstelling van de geanalyseerde mest van Eurofins.
- HC nieuw – Mest HBB: voor compost en champost zijn geen nieuwe samenstellingen bekend. Hiervoor is de samenstelling uit het Handboek Bodem en Bemesting gebruikt. Wel is de HC bepaald in incubatieproeven.

De resultaten zijn op verschillende manieren weergegeven. Allereerst is de mineralisatiesnelheid van de organisch gebonden stikstof uitgerekend. Dit is gedaan als % van de oorspronkelijk aanwezige N-org. Vervolgens is uitgerekend hoeveel stikstof er beschikbaar is/komt per groeiseizoen. Hierbij is dus ook het aandeel N-min meegenomen. Om de meststoffen goed met elkaar te kunnen vergelijken is de toegepaste hoeveelheid mest gebaseerd op 100 kg N-totaal. De mineralisatie per mestsoort is weergegeven voor een periode van 10 jaar bij eenmalige toediening. Na deze periode is de mineralisatiehoeveelheid verwaarloosbaar klein.

De vastgestelde HC waarden in de incubatieproeven liggen ver uit elkaar. Daarom is er een 95% betrouwbaarheidsinterval analyse uitgevoerd en vandaaruit zijn de hoogste en laagste HC-waarden gebruikt om de spreiding van de stikstofmineralisatie te berekenen. Dit is gedaan om te controleren wat de spreiding is van het verloop van de stikstofmineralisatie bij de uiterste HC-waarden is, en welke kengetallen het beste gebruikt kunnen worden om voor te stellen als nieuwe kengetallen.

Effect op bouwplanniveau

Vervolgens is het effect van de wijziging van de kengetallen op bouwplanniveau doorgerekend aan de hand van 27 voorbeeldbedrijven. Deze voorbeeldbedrijven zijn representatief voor de verschillende Nederlandse akkerbouwgebieden en variëren in de combinatie grondsoort, gewasrotatie, fosfaattoestand van de bodem en meest gebruikte bemestingsvorm. Deze voorbeeldbedrijven zijn gebaseerd op de voorbeeldbedrijven die gebruikt zijn in Van Rotterdam et al. (2021). Er zijn een paar kleine aanpassingen aangebracht in het bouwplan van het zuidoostelijk zand en er zijn andere mestsoorten gebruikt die onderzocht zijn in dit project. De organische bemesting is zodanig ingevuld dat deze voldoet aan de wet- en regelgeving van zowel de fosfaat als stikstof de golden in het jaar 2022. De gebruikte nieuwe kengetallen zijn een samenvoeging van mediane HC waarde uit de incubatieproeven en de mediane samenstelling vastgesteld door Eurofins (Brolsma & van Middelkoop, 2021). Omdat de samenstelling gewijzigd is, is de toegepaste hoeveelheid N-totaal gelijk

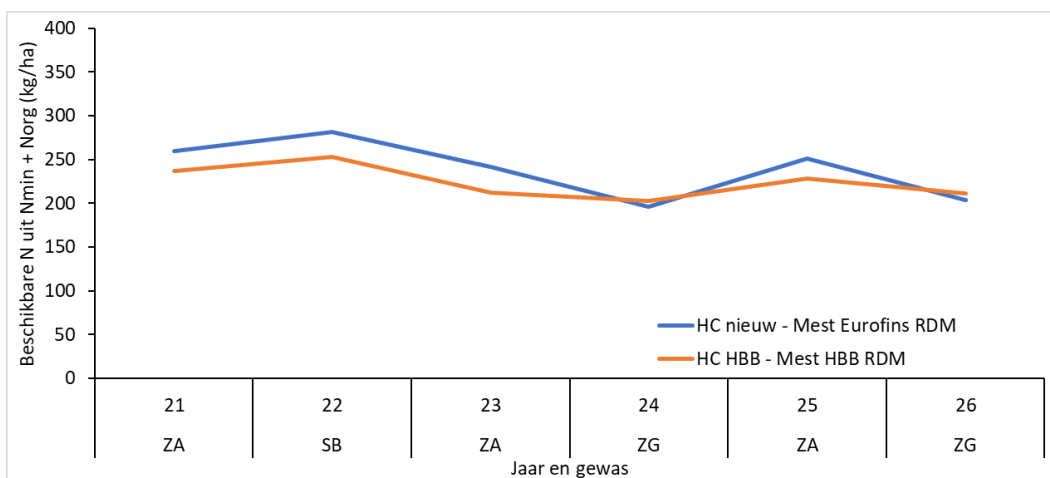
gehouden waardoor de toegepaste hoeveelheid van de organische mest soms wat anders is. Voor een uitgebreide beschrijving van de voorbeeldbedrijven, zie bijlage 2.

Om de bouwplannen door te rekenen is er ook een startsituatie van de bodemorganische stof nodig. Hiervoor is uitgegaan van een bouwvoordikte van 25 cm, een bulkdichtheid van 1350 kg/m³, een organische stof percentage van 3,4%, een koolstof percentage van 58% en een leeftijd van het substraat van 17 jaar.

In MINIP zijn vervolgens de bouwplannen en bemestingsstrategie van de voorbeeldbedrijven ingevoerd waarna de stikstofmineralisatie en OS-afbraak uit de bodem organische stof, gewasresten, organische bemesting en groenbemesters doorgerekend zijn. Het koolstof percentage van gewasresten en groenbemesters is 45% van het organisch stofgehalte. De berekeningen zijn voor een periode van 100 jaar gemaakt, zodat ook de lange termijneffecten meegenomen konden worden.

In de resultaten is met figuren weergegeven hoeveel stikstof er per groeiseizoen beschikbaar komt uit organische stromen, zie voorbeeld in Figuur 1. Dit is een optelsom van minerale stikstof uit organische mest (gecorrigeerd voor de toedieningswijze) en gemineraliseerde stikstof uit de bodem organische stof, gewasresten, groenbemesters en organische meststoffen. De kunstmestgift is hierin niet weergegeven omdat hiermee bijbested wordt tot het gewenste niveau. De figuren per bouwplan zijn vaak uitgesplitst naar meest gebruikte mestsoort. Het verschil tussen de lijnen wordt volledig veroorzaakt voor de wijziging in kengetallen voor de organische bemesting. De kengetallen voor gewasresten en bodem organische stof zijn hetzelfde. De mineralisatie wordt in de eerste jaren nog sterk beïnvloed door de mineralisatie uit de bodem organische stof. Daarom is er gekozen om de mineralisatie voor de periode van een volledige vruchtwisseling (6-20 jaar afhankelijk van het bouwplan) weer te geven startend vanaf jaar 20.

De organische stofdynamiek is weergegeven voor een periode van 100 jaar. De kengetallen voor de al aanwezige bodem organische stof, gewasresten en groenbemesters zijn niet gewijzigd. Het verschil in stikstofmineralisatie en organische stof opbouw is dus volledig toe te schrijven aan het wijzigen van de kengetallen voor organische bemesting.



Figuur 1 Voorbeeld van weergave N-mineralisatie per jaar voor een volledige vruchtwisseling in het Noordoostelijke zandgebied met hoofdzakelijk gebruik van rundveedrijfmest.

3 Resultaten

3.1 Samenstelling mestsoorten

In Tabel 6 wordt de samenstelling weergegeven zoals gevonden op basis van de Eurofins dataset. Wat betreft rundveemest is er onderscheid gemaakt naar vaste mest, drijfmest en mestscheiding, en diercategorie. De vaste mest en de dikke fractie na scheiding hadden een aanzienlijk hoger droog stofgehalte dan de overige rundveemesten. Ook in het organische stofgehalte wordt het onderscheid tussen de dunne en dikke mest duidelijk zichtbaar, deze was hoger bij de vaste mest en de dikke fractie na mestscheiding in vergelijking met de drijfmesten en de dunne fractie na scheiding. Hetzelfde gold voor de fractie organische stikstof, deze was hoger bij de dikke dan bij de dunne mesten. Dit gold overigens ook voor het totale stikstof en fosfaatgehalte. De minerale stikstof was hoog in de dikke fractie na mestscheiding, maar niet voor de vaste rundveemest. Het kaligehalte was juist hoog in de vaste rundveemest. Ook bij de varkensmesten is zichtbaar dat het droge stofgehalte en het organisch stofgehalte hoger is bij de dikke mesten (vaste mest, dikke fractie na scheiding) in vergelijking met de dunne mesten (drijfmesten). Net als bij de rundveemest gold ook voor de varkensmesten dat er in de dikke fractie na mestscheiding veel nutriënten achterbleven. Wat betreft de drijfmest bevatte de vleesvarkensmest meer nutriënten dan de zeugendrijfmest. Een vergelijking tussen de vaste mest van varkens en rundveemest laat zien dat deze mesten een vergelijkbare hoeveelheid stikstof bevatten, bij de mest van rundvee was een groter deel hiervan organisch. De varkensmest bevatte meer fosfaat terwijl de rundveemest meer kali bevatte. Bij de gescheiden mesten en drijfmest ging deze vergelijking niet op. De pluimvee mesten bevatten de hoogste gehalten aan totaal stikstof, fosfaat en kalium, van deze stikstof is het grootste deel organisch.

Brolsma en van Middelkoop (2021) hebben voor een aantal mesten de vergelijking gemaakt tussen de waarden uit Tabel 6 en de waarden zoals momenteel opgenomen in het mestbeleid ([tabel 11 Normen en mestcodes aanvoer en afvoer \(dierlijke\) mest](#)). Zij gaven als belangrijkste verschillen aan dat varkensmest in de dataset 2017-2021 meer water bevat dan de periode voor 2017, waardoor de gehalten lager waren. De verandering in de N/P₂O₅ verhouding was beperkt. Dit gold ook voor de rosekalverenmest; voor de witvlees klaverenmest was dit omgekeerd. De veranderingen in de pluimveemesten was beperkt.

Tabel 6 Samenstelling mest (mediaan voor de jaren 2017 t/m 2021) van verschillende mestsoorten voor het gehalte droge stof (DS), ruw as (RAS), organische stof (OS), organische stikstof (N-org), minerale stikstof (N-min), totaal stikstof (N-totaal), fosfaat (P2O5), kalium (K2O), magnesium (MgO) en natrium (Na2O) in g/kg weergegeven per groep, uitgedrukt in vers materiaal. Aantal metingen voor groep 1: 250 t/m 1000, groep 2: 1001 t/m 2500, groep 3: 2501 t/m 5000, groep 4, groep 4: 5001 t/m 10000, groep 5 10001 t/m 100000 en groep 6 > 100000).

Type		Groep	DS	RAS	OS	N-org	N-min	N-totaal	P2O5	K2O	MgO	Na2O
Rundvee	vast	5	233	-	162	5,2	1,5	6,7	3,2	9,0	-	-
Rundvee	Filtraat na mestscheiding	4	39	-	-	-	-	3,0	0,9	3,1	-	-
Rundvee	Koek na mestscheiding	4	238		205	4,6	3,5	8,1	10,4	3,7	-	-
Rundvee	Drijfmest behalve van vleeskalveren	6	76	18	54	2,1	1,8	4,3	1,4	5,4	1,2	1,1
Rundvee	Bewerkte kalvergiervlees	4	84	10	17	1,4	2,2	5,4	3,1	4,7	0,8	1,3
Rundvee	Vleeskalveren, witvlees	5	47	-	-	-	-	4,1	1,4	4,7	-	-
Rundvee	Vleeskalveren, rosevlees	5	63	-	-	-	-	5,6	2,2	4,8	-	-
Kalkoen	Mest**	2	693	-	485	25,2	5,9	30,9	17,2	20,2	-	-
Kip	Mestband	3	561	-	478	23,2	2,8	26,0	19,0	14,6	-	-
Kip	Mestband nadroog	4	786	-	552	31,4	2,6	33,8	25,4	19,6	-	-
Kip	Geheel gedeeltelijk strooiselstal	5	731	-	511	26,9	3	30,0	24,5	18,9	-	-
Vleeskuikens + parelhoenders	Mest**	5	607	69	492	25	4	29,3	11,8	18,7	6,8	2,2
Varkens	Vaste mest	3	249	-	209	4,4	1,55	6,6	5,5	5,8	-	-
Varkens	Koek na mestscheiding	4	290	-	227	6,6	4,3	10,7	16,7	5,3	-	-
Varkens	Drijfmest***	6	39	15	34	1,9	2,9	3,8	2,4	3,1	1,5	0,9
Varkens	Drijfmest vleesvarkens	6	67	16	40	2,1	3,1	6,0	3,5	5,4	1,3	1,2
Schapen	Mest**	1	274	-	201	6,5	2,4	8,7	4,5	14,8	-	-
Geiten	Vaste mest	5	279	-	242	6,6	2,6	9,3	4,8	13,5	-	-
Nertsen	Vaste mest	2	270	-	202	6,7	2,7	9,5	8,1	9,5	-	-
Eenden	Vaste mest	3	286	-	179	3,9	1	5,0	2,3	8,6	-	-
Konijnen	Vaste mest	3	345	-	204	7,1	0,7	7,8	3,9	9,9	-	-

* incl. voliereststal/scharrelstal. ** alle systemen. *** fokzeugen, incl biggen, opfokzeugen/-beren, dekberen.

3.2 Kengetallen incubatiestudies

In dit hoofdstuk worden de HC en het organisch stof gehalte, het EOS gehalte, het stikstofgehalte, per mesttype toegelicht. Een overzicht van de resultaten wordt weergegeven in Tabel 7. Over alle mesttypen heen bleek er sprake van een statistisch verschil ($p < 0,00$). De resultaten zijn echter niet eenduidig, er zijn namelijk geen eenduidige statistische verschillen gevonden tussen de mesten van de diercategorieën en composten. In Bijlage 3 worden de resultaten van de statistische analyse per mesttype weergegeven.

3.2.1 Rundvee

3.2.1.1 Drijfmest

Voor rundveedrijfmest zijn 32 monsters geanalyseerd. Er zijn HC's gevonden tussen de 0,23 en 0,87. Dit is een brede range. De mediane HC was 0,57. De HC's gevonden door de Boer et al. (2020), Rietra et al. (in prep.) en van der Burgt et al. (2010) waren hoger dan de mediaan. Rietra et al. (in prep.) vonden een range van 0,55-0,73 en van der Burgt van 0,63-0,87. De Boer et al. (2020) vonden HC's tussen de 0,55 en 0,80. De Boer et al. (2020) gaven aan dat de gevonden HC's passen bij waarden die uit de literatuur bekend zijn (0,31-0,95). De HC's uit Velthof en Hummelink (in prep.) en Schoumans et al. (2023) waren beiden lager dan de mediaan. Schoumans et al. (2023) hebben incubaties verricht aan zand- en kleigronden. Voor beide grondsoorten viel de HC laag uit: 0,26 en 0,41 respectievelijk. Het is niet duidelijk waardoor dit kwam. Het experiment was uitgevoerd in duplo. Daarbij zijn de HC's door Schoumans et al. (2023) voor overige materialen niet consistent lager in vergelijking met de overige datasets, wat daarom niet wijst op een systematisch verschil. Velthof en Hummelink (in prep.) vonden een range van 0,23-0,47, ook deze range is aan de lage kant. Het verschil in HC's uit de datasets lijkt geen direct verband te houden met de kenmerken van de mesten, zoals N-totaal, N-min of de C/N-org verhouding.

De organische stofgehalten liepen uiteen tussen de 688 en 966 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, met een mediane waarde van 768 gram per kilogram. Uitgedrukt in vers materiaal liep dit uiteen tussen de 33 en 106 gram per kilogram, met een mediane waarde van 76 gram per kilogram. In de EOS waarde komen het organisch stofgehalte en de HC samen. Deze liep uiteen tussen de 18 en 87 gram per kilogram, met een mediane waarde van 45. Relatief hoge EOS waarden kwamen door een hoog organisch stofgehalte, een hoge HC of een combinatie van beide factoren. Relatief lage EOS waarden kwamen met name door een lage HC.

Wat betreft stikstof liep het N-totaal gehalte uiteen tussen de 31,4 en 81,0 gram per kilogram uitgedrukt in droge stof. De mediane waarde voor N-totaal was 51,2 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof. Uitgedrukt in vers materiaal was dit 5,1 gram per kilogram.

Subcategorieën

In Hanegraaf et al. (2021) werd opgemerkt dat de HC voor rundveedrijfmest op basis van twee datasets (de Boer et al., 2020 en Rietra et al., in prep.) tot een andere waarde leidt dan op dat moment in het HBB is opgenomen. Er werden, op basis van een expertsessie, verschillende mogelijke oorzaken aangedragen voor de variatie in de HC van rundveedrijfmest. Mogelijke oorzaken zijn de leeftijd van de mest, strooisel en het voederrantsoen.

In enkele datasets is onderscheid gemaakt naar subcategorieën van rundveedrijfmest. Het betreft hier een onderscheid naar voerregime (de Boer et al., 2020) en naar droogstand en jongvee (Velthof & Hummelink, in prep.). Drijfmest van melkvee dat overwegend met gras is gevoerd had een wat lagere HC (0,55-0,57) ten opzichte van melkvee met een gemixt dieet (0,59-0,84). Dit verschil was niet significant ($n=5$, $p=0,25$). In de dataset van Velthof en Hummelink (in prep.) had de drijfmest van droogstaand rundvee en jongvee een hogere HC dan overig melkvee, deze verschillen waren niet significant ($n=11$, $p=0,20$). Op basis van deze datasets is er dus geen aanleiding om aan te nemen dat het voerregime of droogstand tot een andere HC leidt.

3.2.1.2 Mestscheiding

Wat betreft rundveedrijfmest is er gekeken naar scheidingsproducten: de dikke fractie ($n=6$) en de dunne fractie ($n=2$). Er werd een range gevonden in de HC van tussen de 0,51 en 0,78 voor de dikke fractie en tussen de 0,48 en 0,73 voor de dunne fractie. De mediane HC voor de dikke fractie kwam neer op 0,58 en voor de dunne fractie op 0,60. Voor de dunne fractie zijn slechts twee HC's bekend. Omdat deze erg ver uit elkaar lagen, is het niet zinvol om deze te middelen. Het advies is om een range op te nemen, totdat er meer data bekend is. Op basis van de data blijkt niet dat de HC van de dikke fractie consequent hoger is dan de dunne

fractie. Van de dunne fractie rundveemest zijn slechts twee datapunten beschikbaar, wat een vergelijking lastig maakt.

Wat betreft de organische stof liep het gehalte van de dikke fractie uiteen tussen de 833 en 872 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, met een mediane waarde van 853. Dit was tussen de 102 en 439 wanneer uitgedrukt in verse stof, met een mediane waarde van 175 gram per kilogram. Voor de dunne fractie was dit 659 en 827 wanneer uitgedrukt in droog product en 29 en 67 wanneer uitgedrukt in vers materiaal. De mediane waarden waren respectievelijk 743 en 46 gram per kilogram. Het organisch stofgehalte was dus consequent hoger voor de dikke fractie ten opzichte van de dunne fractie. Ook bij het EOS-gehalte gold dat deze consequent hoger voor de dikke fractie ten opzichte van de dunne fractie. De mediane waarde was 26,6 voor de dunne fractie en 58,1 gram per kilogram voor de dikke fractie.

Het stikstofgehalte van de dikke fractie liep uiteen tussen de 22,4 en 29,1 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof en tussen de 3,4 en 11,7 wanneer uitgedrukt in vers materiaal. De mediane waarden waren respectievelijk 28,1 en 5,8 gram per kilogram. Voor de dunne fractie was dat 32,1 en 90,0 wanneer uitgedrukt in droge stof en 2,6 en 4,0 wanneer uitgedrukt in vers materiaal. De mediane waarden waren respectievelijk 61,0 en 3,8 gram per kilogram. Het stikstofgehalte was dus consequent hoger voor de dunne dan voor de dikke fractie wanneer uitgedrukt in droge stof. Dit is in lijn met de algemene regel dat er bij mestscheiding meer fosfaat terecht komt in de dikke fractie en meer stikstof in de dunne fractie.

3.2.1.3 Digestaat

De gevonden HC's voor digestaat van vergiste rundveemest varieerden tussen de 0,36 en 0,94 (n=12). Het merendeel van de gevonden HC's lag boven de 0,7. De mediane HC kwam neer op 0,82. In de dataset van Velthof en Hummelink (in prep.) zijn twee lage waarden gevonden voor de HC, namelijk van 0,33 en 0,36. Dit was zowel voor het onbewerkte digestaat als de dunne fractie van digestaat. Het is niet duidelijk waardoor dit kwam.

Het organisch stofgehalte varieerde tussen de 617 en 974 gram per kilogram op basis van droge stof, de waarde horend bij de mediaan was 679 gram per kilogram. Uitgedrukt in vers materiaal was dat tussen de 29 en 377 met een mediane waarde van 89 gram per kilogram. Het EOS-gehalte in vers materiaal varieerde tussen de 12 en 214 gram per kilogram, met een mediane waarde van 73.

Het stikstofgehalte varieerde tussen de 25 en 75 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, de mediane waarde was 36 gram per kilogram. Wanneer uitgedrukt in verse stof was dit tussen de 3,1 en 5,7 gram per kilogram, met een mediane waarde van 4,7 gram per kilogram.

3.2.1.4 Dikke en dunne fractie van digestaat

Digestaat kan worden gescheiden in een dunne en dikke fractie. Er zijn 3 monsters geanalyseerd van de dunne fractie en 11 van de dikke fractie. De HC's gevonden voor de dunne fractie van rundveedigestaat varieerden tussen de 0,33 en 0,71. Voor de dikke fractie was dat tussen de 0,48 en 0,94. Enkel Velthof en Hummelink (in prep.) en Rietra et al. (in prep.) analyseerden zowel de dunne als dikke fractie van digestaat van rundveemest. Uit de data van Rietra et al. (in prep.) bleek niet direct dat er een verschil is in de HC tussen de dikke en dunne fractie. Uit de data van Velthof & Hummelink (in prep.) lijkt wel dat de HC van de dikke fractie hoger is dan van de dunne fractie.

Het organisch stofgehalte, uitgedrukt in droge stof, varieerde tussen de 669 en 940 gram per kilogram voor de dikke en tussen de 617 en 694 gram per kilogram voor de dunne fractie. De mediane waarden waren respectievelijk 940 en 617 gram per kilogram. Uitgedrukt in verse stof werd een range gevonden van 34 tot 377 voor de dikke fractie en van 29 tot 34 voor de dunne fractie. De mediane waarden waren respectievelijk 205 en 34. Het verschil komt door het verschil in het droge stofgehalte. Uitgedrukt in verse stof was het EOS-gehalte van de mediaan 154 voor de dikke fractie en 19 voor de dunne fractie. Wanneer uitgedrukt in droge stof was het verschil in het EOS-gehalte minder groot (705 gram per kilogram voor de dikke fractie en 404 gram per kilogram voor de dunne fractie).

Wat betreft het stikstofgehalte varieerde dit tussen de 17,3 en 38,9 voor de dikke fractie en tussen de 52,9 en 91,2 gram per kilogram voor de dunne fractie, wanneer uitgedrukt in droge stof. De mediane waarden waren respectievelijk 19,3 en 90,4 gram per kilogram. Wanneer uitgedrukt in vers materiaal was de range voor de dikke fractie 1,5-11,3 en voor de dunne fractie 2,7-4,5 gram per kilogram, de mediane waarden waren respectievelijk 4,2 en 4,3 gram per kilogram. Uitgedrukt in vers materiaal verschilde het N-gehalte dus weinig tussen de dikke en dunne fractie van digestaat. In droge stof was het stikstofgehalte hoger in de dunne fractie.

3.2.1.5 Vaste mest

Voor vaste rundveemest liepen de gevonden HC's uiteen tussen de 0,33 en 0,90 (n=30). Het overgrote deel van de gevonden waarden lagen rond de 0,7, 24 van de 30 waarden lagen tussen de 0,6 en 0,8. De mediane HC was 0,7.

Het organisch stofgehalte varieerde tussen de 505 en 884 gram per kilogram, met een mediane waarde van 755 gram per kilogram, wanneer uitgedrukt in droge stof. Uitgedrukt in vers materiaal was dit tussen de 9 en 289 gram per kilogram met een mediane waarde van 211 gram per kilogram. Het gehalte EOS van het verse materiaal liep uiteen tussen de 15 en 204 gram per kilogram, met een mediane waarde van 148 gram per kilogram. Dit is ruim hoger dan de waarde gevonden voor de drijfmest en de dikke fractie.

Het stikstofgehalte uitgedrukt in droge stof varieerde tussen de 16,2 en 43,1 gram per kilogram met een mediane waarde van 25 gram per kilogram. Uitgedrukt in vers materiaal was dat 4,3 en 11,7 gram per kilogram met een mediane waarde van 7,0 gram per kilogram. Wanneer uitgedrukt in droge stof was dit lager dan bij de drijfmest.

Subcategorieën

De Boer et al. (2020) hebben onderscheid gemaakt naar strostalmest van melkkoeien (n=2) en vleesstieren (n=2). De HC's van de melkkoeien waren 0,77 en 0,87 en van de vleesstieren 0,54 en 0,85. Er was dus geen eenduidig verschil in de HC's tussen de typen.

Het droge stofgehalte was hoger voor de melkkoeien dan voor de vleesstieren, 250 en 305 gram per kilogram ten opzichte van 160 en 233 gram per kilogram. Het organisch stofgehalte uitgedrukt in droge stof was dan weer hoger voor de vleesstieren, uitgedrukt in vers materiaal was er geen eenduidig verschil. De waarden voor de EOS-gehalten lagen erg dicht bij elkaar: 100 en 143 gram per kilogram voor de melkkoeien en 100 en 111 gram per kilogram voor de vleesstieren.

Wat betreft het stikstofgehalte was dit 19 en 24 gram per kilogram voor de melkkoeien en 34 en 43 gram per kilogram voor de vleesstieren, uitgedrukt in droge stof. Uitgedrukt in verse stof was dit 5,8 en 6,0 gram per kilogram ten opzichte van 5,9 en 6,9 gram per kilogram.

De verschillen tussen de vaste mest van melkkoeien en vleesstieren was dus beperkt. Er wordt hier daarom geen aparte categorie voor opgenomen.

3.2.1.6 Verse feces

Velthof en Hummelink (in prep.) hebben 3 monsters van verse feces van rundvee onderzocht, van het rooster en van de mestschuif. De gevonden HC's lagen erg dicht bij elkaar, tussen de 0,42 en 0,50. Het voorstel is daarom om de mediane waarde van 0,45 over te nemen voor de HC. De gevonden HC voor verse feces was lager dan gevonden voor drijfmest en vaste mest. Dit is in de lijn der verwachting, aangezien vers materiaal mogelijk een hoger aandeel makkelijk afbreekbare organische stof bevat.

Het organisch stofgehalte uitgedrukt in droge stof varieerde tussen de 794 en 909 gram per kilogram, met een mediane waarde van 900. Het gehalte varieerde tussen de 79 en 117 gram per kilogram met een mediane waarde van 117 wanneer uitgedrukt in vers materiaal. De mediane EOS was 56 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in vers materiaal.

Het stikstofgehalte liep uiteen tussen de 23 en 33 gram per kilogram met een mediane waarde van 29 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof. Dit was aanzienlijk lager dan de drijfmest en iets hoger dan de vaste mest. In vers materiaal waren de gehalten 2,8 en 3,8 gram per kilogram, de mediane waarde horend bij de HC was 3,6 gram per kilogram.

3.2.2 Varkens

3.2.2.1 Drijfmest

Wat betreft de varkensdrijfmest zijn er 20 monsters onderzocht. De HC's gevonden voor varkensdrijfmest liepen uiteen tussen de 0,28 en 0,87. Dit is een erg brede range. De mediane HC kwam neer op 0,66. De HC's gevonden door Schoumans et al. (2023) en Velthof en Hummelink (in prep.) waren allebei lager dan de mediaan. Schoumans et al. (2023) vonden een HC van 0,28 wanneer geïncubeerd in zandgrond en 0,36 wanneer in kleigrond. Velthof en Hummelink (in prep.) vonden HC's in de range 0,30-0,43. De HC's gevonden door de Boer et al. (2020), Rietra et al. (in prep.) en van der Burgt et al. (2010) waren aan de hoge kant in vergelijking met de mediaan. Van der Burgt et al. (2010) gaven aan dat het niveau van de afbraak in hun

studie veel lager was dan wat er mag worden verwacht op basis van het HBB. De HC's gevonden door van der Burgt et al. (2010) waren over het algemeen aan de hoge kant. Zij vonden HC's in de range 0,47-0,87. De Boer et al. (2020) gaven aan dat er bij de varkensdrijfmesten mogelijk remming is opgetreden in de C-mineralisatie tussen dag 112 en 168 van de incubatie, waardoor de HC hoog uitviel. Het is niet duidelijk of en waarom deze remming heeft opgetreden. De Boer et al. (2020) vonden HC's voor varkensdrijfmesten in de range 0,68-0,85. Rietra et al. (in prep.) gaf als mogelijke verklaring de duur waarin de mest in de mestopslag heeft gelegen, of het feit dat vloeibare meststoffen veel opgelost HCO₃ bevatten. Ook gaven ze aan dat de dataset varkensmest omvat welke afkomstig is van biologische veehouders en daarom stro bevatte (Hanegraaf et al., 2021). Zij vonden HC's in de range 0,33-0,68. Er werden zichtbare verschillen gevonden tussen datasets. De datasets van Rietra et al. (in prep.) en van der Burgt et al. (2011) omvatten een brede range aan HC's voor varkensdrijfmesten. Schoumans et al. (2023) en Velthof en Hummelink (in prep.) vonden een kleine range met lage waarden, tussen de 0,28 en 0,43. De Boer et al. (2020) vonden een hoge range. De gevonden HC's lijken geen verband te houden met eigenschappen zoals het organisch stofgehalte, het stikstofgehalte of de C/N-org ratio.

Wat betreft de organische stofgehalten zijn waarden gevonden tussen de 459 en 972 gram per kilogram op basis van droge stof. De mediane waarde was 728 gram per kilogram. Wanneer uitgedrukt in vers materiaal werden er waarden gevonden tussen de 7 en 113 gram per kilogram, de mediane waarde was 79 gram per kilogram. In het EOS-kengetal komen de HC en het organisch stofgehalte samen. De waarden voor de EOS liepen uiteen tussen de 3 en 99 gram per kilogram, met een mediane waarde van 52 gram per kilogram. Relatief hoge EOS getallen werden gevonden door van der Burgt et al. (2011), dit is een resultaat van relatief hoge organische stofgehalten in combinatie met relatief hoge HC's. Relatief lage EOS getallen werden gevonden door Rietra et al. (in prep.) en Schoumans et al. (2023), dit komt door relatief lage HC's.

Het stikstofgehalte varieerde tussen de 48 en 221 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, met een mediane waarde van 80,4. In verse stof varieerde het stikstofgehalte tussen de 2,2 en 10,3 gram per kilogram, met een mediane waarde van 8,7 gram per kilogram.

Subcategorieën

Vleesvarkens of zeugen

Van 15 van de 20 varkensdrijfmesten is bekend of het om mest gaat afkomstig van vleesvarkens of zeugen. De HC van de vleesvarkens varieerde tussen de 0,28 en 0,77 met een mediane waarde van 0,68. Voor de zeugen varieerde de HC tussen de 0,44 en 0,85 met een mediane waarde van 0,75. Het lijkt er daarom op dat de HC van zeugenmest hoger was dan van vleesvarkens. Dit wordt echter niet bevestigd door de statistische analyse ($p=0,39$ $n=15$), mogelijk komt dit door het beperkt aantal monsters van zeugenmest in de dataset ($n=4$).

Het organisch stofgehalte van vleesvarkens mesten varieerde tussen de 567 en 972 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, met een mediane waarde van 644 gram per kilogram. Voor de zeugen lag dit tussen de 625 en 700 met een mediane waarde van 652 gram per kilogram. Uitgedrukt in verse stof waren de ranges 17-113 voor vleesvarkens en 7-38 voor zeugenmest en de mediane waarden waren respectievelijk 29 en 36 gram per kilogram. Het verschil tussen de mesten was, zowel in droge als verse stof, niet significant ($p=0,40$ en $p=0,05$ $n=15$).

Wat betreft de stikstofgehalten werd een range gevonden van 44-180 gram per kilogram voor de mest van vleesvarkens en 83-221 gram per kilogram van de zeugen, uitgedrukt in droge stof. Het verschil tussen de categorieën was niet significant ($p=0,32$ $n=15$). De stikstofgehalten uitgedrukt in vers product varieerden tussen de 4,7 en 10,3 gram per kilogram voor de vleesvarkens en tussen de 2,2 en 5,1 gram per kilogram voor zeugen. Het verschil tussen de categorieën was significant ($p=0,02$, $n=15$). Er wordt daarom, op basis van deze dataset, geadviseerd om aparte categorieën op te nemen voor de mest van vleesvarkens of zeugen. De mediane stikstofgehalten bedroegen 160 en 90 op basis van droge stof en 7,2 en 4,9 op basis van verse stof, voor de vleesvarkens en zeugen respectievelijk.

Voerregime

De Boer et al. (2020) hebben onderscheid gemaakt binnen de drijfmest van vleesvarkens naar droogvoer ($n=2$) en brijvoer ($n=1$). De HC's van de mesten van dieren gevoerd met droogvoer was wast lager (0,68 en 0,71) dan de HC van dieren gevoerd met brijvoer (0,77).

Het organisch stofgehalte was juist wat lager voor de dieren gevoerd met brijvoer (459 gram per kilogram) ten opzichte van droogvoer (606 en 644 gram per kilogram), uitgedrukt in droge stof. Uitgedrukt in vers materiaal was dat 62 gram per kilogram ten opzichte van 29 en 40 gram per kilogram. Het droge stofgehalte

was hoger voor de dieren gevoerd met brijvoer (135 gram per kilogram) ten opzichte van de dieren gevoerd met droogvoer (45 en 66 gram per kilogram). Dit resulteerde in een EOS-gehalte van 20 en 29 gram per kilogram voor droogvoer en 48 gram per kilogram voor brijvoer.

Het stikstofgehalte uitgedrukt in droge stof was 124 en 160 gram per kilogram voor droogvoer en 52 voor brijvoer. Uitgedrukt in vers materiaal was dat 8,2 en 7,2 gram per kilogram voor droogvoer en 7,0 voor brijvoer.

De ranges voor de HC, het organische stofgehalte en het stikstofgehalte waren relatief klein ten opzichte van de variatie gevonden voor andere drijfmesten. Ook gezien het lage aantal geanalyseerde mesten wordt aanbevolen hier (nog) geen aparte categorie op te nemen.

3.2.2.2 Vaste mest

Vaste varkensmest is enkel onderzocht door Rietra et al. (in prep.), er zijn 5 monsters van strorijke varkensmest onderzocht. De HC van vaste varkensmest varieerde tussen de 0,63 en 0,75. De mediane waarde was 0,68. Gezien de relatief smalle range lijkt dit een betrouwbare waarde te zijn. Echter, de mestsoort is echter in één studie onderzocht.

Wat betreft het organisch stofgehalte werd er een range gevonden van 467-840 wanneer uitgedrukt in droge stof en 147-215 wanneer uitgedrukt in verse stof. De mediane waarden waren respectievelijk 784 en 156 gram per kilogram. Het EOS-gehalte was tussen de 104 en 134 met een mediane waarde van 106 gram per kilogram. Dit was aanzienlijk hoger dan voor de drijfmesten.

Wat betreft het stikstofgehalte werd er een range gevonden van 28,6-34,8 wanneer uitgedrukt in droge stof en 5,7-11,0 wanneer uitgedrukt in verse stof. De mediane waarden waren respectievelijk 28,6 en 5,7 gram per kilogram. Dit was aanzienlijk lager dan in de drijfmesten.

3.2.2.3 Mestscheiding

De dunne en dikke fractie van varkensmest is enkel onderzocht door Rietra et al. (in prep.). Van de dunne fractie was slechts één monster beschikbaar, van de dikke fractie 6. Wat betreft de HC voor de dikke fractie zijn er waarden gevonden tussen de 0,75 en 0,83. De range is erg smal. De mediane waarde voor de HC voor de dikke fractie was 0,79. Voor de dunne fractie is enkel één analyse aanwezig. De HC van de dunne fractie was 0,60. Omdat er slechts één monster beschikbaar is van de dunne fractie, is het verschil tussen de fracties lastig te analyseren.

Wat betreft de organische stof liep het gehalte van de dikke fractie uiteen tussen de 753 en 788 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, de mediane waarde was 771 gram per kilogram. Dit was tussen de 212 en 561 wanneer uitgedrukt in verse stof, de mediane waarde was 215 gram per kilogram. Voor de dunne fractie was dit 691 wanneer uitgedrukt in droog product en 38 wanneer uitgedrukt in vers materiaal. Het organische stofgehalte was dus hoger voor de dikke dan voor de dunne fractie.

Het stikstofgehalte van de dikke fractie liep uiteen tussen de 31,7 en 43,1 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, met een mediane waarde van 41,6. Dit was tussen de 9,1 en 23,6 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in vers materiaal, met een mediane waarde van 11,6. Voor de dunne fractie was het N-gehalte 125,5 wanneer uitgedrukt in droge stof en 6,9 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in vers materiaal. Net als bij de gescheiden rundveemest was ook bij de varkensmest het stikstofgehalte hoger in de dunne fractie wanneer vergeleken met de dikke fractie. Echter wanneer uitgedrukt in vers materiaal was het stikstofgehalte hoger in de dikke fractie.

3.2.2.4 Digestaat

Er zijn 7 monsters geanalyseerd van de digestaat van vergiste varkensdrijfmest. De HC's van digestaat varieerden van 0,28 tot 0,82. Dit is een brede range. De mediaan was 0,54. Hoge HC's (0,54-0,82) werden gevonden door van der Burgt et al. (2011). Lage HC's (0,28-0,39) werden gevonden door Velthof (in prep.).

Het organisch stofgehalte varieerde tussen de 488 en 976 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof en tussen de 83 en 169 wanneer uitgedrukt in verse stof. De mediane waarden waren respectievelijk 976 en

89 gram per kilogram. Het EOS-gehalte was tussen de 123 en 145 met een mediane waarde van 48 gram per kilogram. Dit is hoger dan voor de drijfmest.

Wat betreft het stikstofgehalte werd er een range gevonden tussen de 23 en 68 gram per kilogram met een mediane waarde van 32, wanneer uitgedrukt in droge stof. Uitgedrukt in vers materiaal was dit tussen de 3,7 en 9,2 met een mediane waarde van 5,4 gram per kilogram. Dit was aanzienlijk lager dan in de drijfmesten.

3.2.2.5 Dikke en dunne fractie digestaat

Digestaat kan verder worden verwerkt door te scheiden. Er ontstaat dan een dikke en een dunne fractie. De dunne fractie van digestaat uit varkensmest is niet onderzocht in de beschikbare datasets. De dikke fractie van digestaat uit varkensmest is onderzocht door van der Burgt et al. (2011), dit waren 2 monsters. Voor de dikke fractie digestaat worden HC's gevonden tussen de 0,65 en 0,86, de mediane waarde was 0,78. De HC van de dikke fractie was dus aanzienlijk hoger dan de digestaat die niet gescheiden is.

Van de dikke fractie varieerde het organisch stofgehalte varieerde tussen de 548 en 596 met een mediane waarde van 572 gram per kilogram, wanneer uitgedrukt in droge stof. In vers materiaal was dat 135 en 169 met een mediane waarde van 153 gram per kilogram. Het organisch stofgehalte van de dikke fractie was dus aanzienlijk hoger dan de niet gescheiden digestaat. Dit gold ook voor het EOS-gehalte.

3.2.3 Champost

De HC's voor champost (in- en exclusief dekaarde) varieerden tussen de 0,75 en 0,94 (n=10). Het overgrote deel lag rond de 0,80. De mediaan was 0,84. Het organisch stofgehalte varieerde tussen de 407 en 599 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof en tussen de 171 en 259 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in verse stof. De mediane waarden waren respectievelijk 585 en 187 gram per kilogram. Het EOS-gehalte varieerde tussen de 148 en 219 gram per kilogram met een mediane waarde van 156 gram per kilogram.

Het stikstofgehalte, uitgedrukt in droge stof, was tussen de 17,7 en 26,7 gram per kilogram, met een mediane waarde van 22,2 gram per kilogram. Uitgedrukt in vers materiaal was de range 6,2-10,4 gram per kilogram met een mediane waarde van 7,1 gram per kilogram.

Subcategorieën

Rietra et al. (in prep.) hebben onderscheid gemaakt naar champost inclusief en exclusief de dekaarde, voor de overige datasets is aangenomen dat het om champost incl. dekaarde ging. Voor champost excl. dekaarde werden HC's van 0,85 en 0,88 gevonden. Voor de champost incl. dekaarde werden HC's gevonden tussen de 0,75 en 0,94 met een mediane waarde van 0,82. Het verschil tussen champost inclusief of exclusief dekaarde was niet significant (n=12 p=0,62).

Wat betreft het organisch stofgehalte varieerde deze tussen de 407 en 599 voor champost inclusief dekaarde en tussen de 519 en 599 exclusief dekaarde, wanneer uitgedrukt in droge stof. De mediane waarden waren 596 en 575 gram per kilogram respectievelijk. Het verschil was niet significant (n=12 p=0,51). Uitgedrukt in vers materiaal varieerde het organisch stofgehalte tussen de 407 en 599 gram per kilogram voor champost inclusief dekaarde en tussen de 557 en 575 gram per kilogram voor champost exclusief dekaarde, de mediane waarden waren 191 en 249 respectievelijk. Ook dit was niet significant (n=12 p=0,12). Wat betreft het EOS-gehalte was de mediane waarde 157 gram per kilogram voor champost inclusief dekaarde (range was 136-209) en 215 gram per kilogram inclusief dekaarde (range was 170-249), dit verschil was niet significant (n=12 p=0,12).

Wat betreft het stikstofgehalte werd er een range gevonden van 17,7-23,7 gram per kilogram voor champost inclusief dekaarde en 22,4-26,7 gram per kilogram voor champost exclusief dekaarde, wanneer uitgedrukt in droge stof. De mediane waarden waren respectievelijk 20,3 en 25,4, dit verschil was significant (n=12 p=0,02). Uitgedrukt in droge stof waren de ranges 6,2-9,7 en 8,5-10,4 respectievelijk, met 6,5 en 11,0 als mediane waarden. Dit verschil was net niet significant (n=12 p=0,06).

Gezien de verschillen tussen champost inclusief of exclusief dekaarde, wordt voorgesteld om hier aparte subcategorieën voor op te nemen.

3.2.4 GFT-compost

De HC's voor GFT-compost varieerden tussen de 0,65 en 0,93 (n=18). De meeste HC-waarden liggen rond de 0,9. Enkel Schoumans et al. (2023) vonden een lage waarde (0,65), wanneer toegevoegd aan een zandgrond. Ook van der Burgt et al. (2011) vonden een relatief lage waarde (0,77) voor GFT-compost toegevoegd aan een zandgrond. Voor beide studies was dit niet het geval wanneer de GFT was toegevoegd aan een kleigrond. De mediane HC was 0,91.

Het organisch stofgehalte varieerde tussen de 248 en 469 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof en tussen de 125 en 283 wanneer uitgedrukt in verse stof. De mediane waarden waren respectievelijk 345 en 136 gram per kilogram. Het EOS-gehalte was tussen de 119 en 263 met een mediane waarde van 123 gram per kilogram.

Wat betreft het stikstofgehalte werd er een range gevonden tussen de 8,1 en 14,9 gram per kilogram met een mediane waarde van 11,9, wanneer uitgedrukt in droge stof. Uitgedrukt in vers materiaal was dit tussen de 5,8 en 10,2 met een mediane waarde van 4,7 gram per kilogram.

3.2.5 Groencompost

De HC's voor groencompost varieerden tussen de 0,82 en 0,99 (n=15). De mediane HC was 0,90. De mediane HC was dus vergelijkbaar met de GFT-compost.

Het organisch stofgehalte liep uiteen tussen de 40 en 370 gram per kilogram met een mediane waarde van 281, uitgedrukt in droge stof. De waarde van 40 komt uit de Boer et al. (2020) en is erg laag, vermoedelijk is deze waarde 340 gram per kilogram. Deze waarde is daarom aangepast. In vers materiaal waren de gehalten respectievelijk 93-220 en 191 gram per kilogram. De EOS-gehalten varieerden tussen de 77 en 318 gram per kilogram met een mediane waarde van 173. De groencompost had daarmee een hoger organisch stofgehalte dan de GFT-compost waardoor, ondanks de vergelijkbare HC, het EOS-gehalte hoger was voor de groencompost.

Het stikstofgehalte varieerde van 1,3 tot 11,3 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, de mediane waarde was 9,6 gram per kilogram. Het stikstofgehalte in de groencompost was dus lager dan in de GFT-compost. Uitgedrukt in vers materiaal was de gevonden range 1,1-6,6 met een mediane waarde van 6,5 gram per kilogram. Dit was hoger dan bij de GFT-compost. Het verschil komt door het droge stofgehalte, de GFT-compost was natter dan de groencompost.

3.2.6 Bokashi

Er zijn drie bokashi's geanalyseerd. Eén van deze bokashi's is gemaakt van diverse materialen (Rietra et al., in prep.), de anderen zijn gemaakt van bladafval (Schoumans et al., 2023). De HC van deze drie bokashi's varieerde van 0,69 tot 0,89, met een mediane waarde van 0,80.

De organische stofgehalten waren 11 en 425 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof, en 7 en 169 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in vers materiaal. Het EOS-gehalte varieerde tussen de 5 en 150 gram per kilogram. Dit geeft aan dat het om zeer verschillend materiaal ging.

Het stikstofgehalte was 4,1 en 9,8 wanneer uitgedrukt in droge stof en 2,6 en 3,7 wanneer uitgedrukt in vers materiaal.

3.2.7 Biochar

Biochar is slechts meegenomen in de studie van Rietra (in prep.). Voor dit materiaal is echter geen HC afgeleid.

3.2.8 Stro

Stro is als referentiemateriaal meegenomen door Rietra et al. (in prep.), Schoumans et al. (2023) en Postma en Ros (2016). De HC varieerde van 0,35 tot 0,67. Drie van de vier waarden lagen tussen de 0,6 en 0,7, enkel Schoumans et al. (2023) vonden een lage waarde wanneer stro was geïncubeerd in een zandgrond. De mediane waarde was 0,63.

Het organisch stofgehalte in droge stof varieerde van 937 tot 976 gram per kilogram, met een mediane waarde van 976 gram per kilogram. Uitgedrukt in vers materiaal varieerde deze van 839 tot 887 met een mediane waarde van 887 gram per kilogram. Het mediane EOS-gehalte was 558 gram per kilogram.

Het stikstofgehalte was slechts voor één van de monsters bekend, deze was 4,9 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in droge stof en 4,5 gram per kilogram wanneer uitgedrukt in vers materiaal. Dat het verschil gering is tussen vers en droog materiaal kwam door het hoge droge stofgehalte van stro.

3.2.9 Codigestaat

Wat betreft de codigestaat liepen de HC's uiteen tussen de 0,18 en 0,87, de mediane waarde was 0,58. In vijf van de zeven codigestaten zit varkensdrijfmest, van de overige twee is niet bekend wat er precies in zat.

Het organisch stofgehalte (uitgedrukt in droge stof) liep uiteen tussen de 602 en 736 gram per kilogram, met een mediane waarde van 730. Uitgedrukt in verse stof was dit tussen de 44 en 95 gram per kilogram met een mediane waarde van 65. Het EOS-gehalte liep uiteen tussen de 14 en 51 gram per kilogram, met een mediane waarde van 38.

Het stikstofgehalte liep uiteen tussen de 47 en 91 wanneer uitgedrukt in droge stof en tussen de 3,9 en 8,7 wanneer uitgedrukt in verse stof. De mediane waarden waren respectievelijk 91 en 8,1 gram per kilogram.

3.2.10 Overig

Naast de organische materialen die hierboven zijn beschreven, zijn er nog meer materialen geanalyseerd in de betreffende studies. Deze omvatten tuinturf, gras, slib, bodemverbeteraar, struviet en gehydroliseerde drijfmest. Omdat het aantal waarnemingen per materiaal laag was en deze materialen in de praktijk niet als gangbare bemesting worden gebruikt, zijn ze hier niet verder toegelicht.

Tabel 7 Een overzicht van de gevonden waarden in de incubatiestudies. De mediane HC is vastgesteld op basis van alle waarden, de mediane waarden voor organische stof en N-totaal zijn de bijbehorende waarden. De standaarddeviatie voor droge stof, organische stof en N-totaal zijn vastgesteld op de gehele set en hebben betrekking op het gemiddelde.

Dataset	n	HC	St. dev.	DS		OS		N-totaal		OS		N-totaal		EOS	
				g.kg	St. dev.	g.kg	St. dev.	g.kg	St. dev.	g.kg	St. dev.	g.kg	St. dev.		
-	#	-													
				<i>Uitgedrukt in droge stof</i>						<i>Uitgedrukt in vers materiaal</i>					
Rundvee – drijfmest	32	0,57		0,18	102	19	768	57	51,2	12	76	18	5,1	1,0	43
Rundvee – dunne fractie	2	0,48-0,73		0,17	63	26	743	119	61,0	41	46	27	3,8	1,0	28
Rundvee – dikke fractie	6	0,58		0,03	206	188	853	15	28,1	5	175	139	5,8	5,3	138
Rundvee – digestaat	12	0,82		0,15	131	61	679	91	36,0	13	89	92	4,7	1,1	73
Rundvee – digestaat dunne	3	0,66		0,19	47	2	617	39	90,4	22	29	92	4,3	1,0	19
Rundvee – digestaat dikke	11	0,75		0,14	218	91	940	74	19,3	7	205	92	4,2	2,7	154
Rundvee – vaste mest	30	0,70		0,14	280	88	755	114	25,0	7	211	57	7,0	0,5	148
Rundvee – feces	3	0,45		0,04	130	22	900	62	29,0	5	117	27	3,6	0,4	54
Varkens – drijfmest	20	0,66		0,20	108	38	728	119	80,4	48	79	20	8,7	1,7	52
Varkens – drijfmest vleesvarkens	11	0,68		0,20	45	40	644	157	160,0	29	35	7,2	1,1	1,7	20
Varkens – drijfmest zeugen	4	0,75		0,19	55	23	652	36	89,9	36	15	4,9	2,7	1,4	27
Varkens – dunne fractie	1	0,60		-	55	-	691	-	125,5	-	38	-	6,9	-	23
Varkens – dikke fractie	6	0,79		0,03	279	188	771	15	41,6	5	215	139	11,6	5,3	169
Varkens – digestaat	7	0,54		0,21	91	79	976	171	40,5	17	89	36	3,7	1,9	48
Varkens – digestaat dunne	0	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Varkens – digestaat dikke	2	0,78		0,09	267	47	572	28	21,0	3	153	36	5,6	1,7	118
Varkens – vaste mest	5	0,68		0,05	199	59	784	148	28,6	3	156	27	5,7	2,0	106
Paarden – vaste mest	1	-		-	391	-	847	-	24,0	-	331	-	9,4	-	226
Kippen - mest	2	0,45		0,15	846	0	756	0	38,2	0	639	0	32,3	0,0	285
Champost	10	0,82		0,06	320	96	596	74	20,3	2	191	19	6,5	1,0	157
Champost – excl. dekaarde	3	0,86		0,02	433	42	575	10	25,4	2	249	26	11,0	1,3	215
GFT-compost	18	0,91		0,08	394	233	345	62	11,9	2	136	84	4,7	3,0	123
Groencompost	15	0,90		0,05	682	248	281	87	9,6	2	191	74	6,5	2,1	173
Bokashi	3	0,80		0,11	374	151	452	254	9,8	3	169	94	3,7	0,6	135
Biochar	1	-		-	562	-	390	-	11,1	-	219	-	6,3	-	-
Stro	4	0,63		0,15	908	473	976	23	4,9	0	887	-	4,5	-	558
Codigestaat	7	0,58		0,29	89	29	730	47	90,8	18	65	19	8,1	1,6	38

3.3 Stikstofmineralisatie per mestsoort specifiek bij veranderende kengetallen

In dit hoofdstuk wordt de het effect van veranderende kengetallen op de stikstofmineralisatie per mestsoort toegelicht. Een overzicht van de resultaten van de eerstejaars N-werking uit N-org wordt weergegeven in Tabel 14.

3.3.1 Rundvee

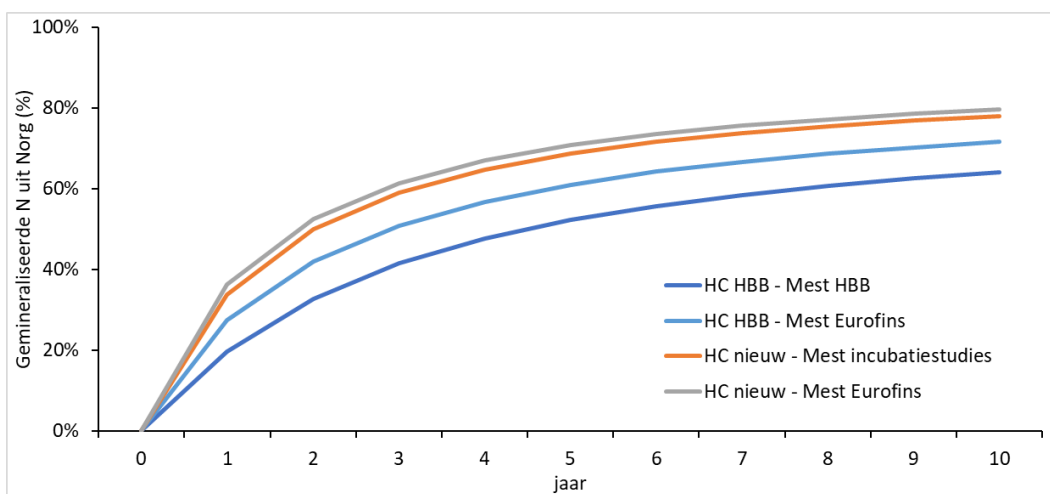
3.3.1.1 Drijfmest

In Tabel 8 staan de kengetallen die gebruikt zijn om de stikstofmineralisatie van rundveedrijfmest uit te rekenen. Uit de incubatieproeven kwam naar voren dat de HC lager is dan oorspronkelijk werd aangenomen. Verder blijkt uit de nieuwe analyse van Eurofins (Broelsma & Van Middelkoop, 2022) dat de aanvoer van OS per kuub en de C/N-org verhouding lager zijn dan in het HBB, terwijl de nutriëntengehalten zijn toegenomen. De toegepaste hoeveelheid mest is gebaseerd op een toediening van 100 kg N-totaal.

Tabel 8 Kengetallen voor stikstofmineralisatieberekening bij rundveedrijfmest.

	HC	Droge stof	Org. stof (kg/m ³)	Koolstof (kg/m ³)	N-totaal (kg/m ³)	N-min (kg/m ³)	N-org (kg/m ³)	C/N-org	Toegepaste hoeveelheid (m ³)
HC HBB – Mest HBB	0,70	92	71,0	35,5	4,00	1,90	2,10	16,90	25,0
HC HBB, Mest Eurofins	0,70	76	54,0	27,0	4,30	2,00	2,30	11,74	23,3
HC nieuw – Mest incubatiestudies	0,57	99	76,0	38,0	5,07	2,14	2,93	12,97	19,7
HC nieuw – Mest Eurofins	0,57	76	54,0	27,0	4,30	2,00	2,30	11,74	23,3

In Figuur 2 is de stikstofmineralisatie uit de organisch gebonden stikstof weergegeven voor rundveedrijfmest. Vergeleken met de huidige kengetallen gaat de mineralisatie nu sneller. Als alleen de samenstelling wijzigt komt er in de eerste jaren iets meer stikstof vrij. Dit komt door de lagere C/N-org verhouding. Wijzigt ook de HC dan zien we de mineralisatie in het eerste jaar fors toenemen. Met de bijbehorende samenstelling uit de incubatieproeven is de mineralisatie ook sneller dan bij de oude kengetallen, maar iets trager dan bij de samenstelling afkomstig van Eurofins.

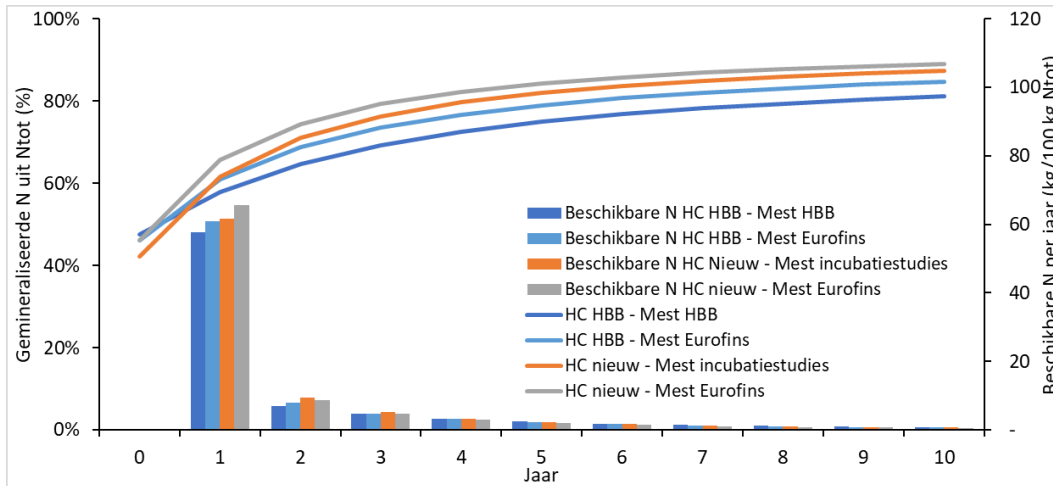


Figuur 2 Stikstofmineralisatie uit N-org bij rundveedrijfmest. Weergegeven in % van oorspronkelijk aanwezige N-org.

In Figuur 3 is de stikstofmineralisatie van de totale stikstof weergegeven voor rundveedrijfmest. Waar de lijn begint in jaar 0 geeft weer hoeveel minerale stikstof er in de mest aanwezig was. Het aandeel minerale stikstof

is vergelijkbaar met de huidige kengetallen (42%-48% t.o.v. 46%). De mineralisatie van het organisch gebonden deel lijkt sneller te gaan bij de nieuwe kengetallen, waardoor de lijnen wat uit elkaar gaan lopen.

De hoeveelheid beschikbare stikstof in het eerste jaar zal vergeleken met de huidige kengetallen wat hoger zijn (66% t.o.v. 58%). Als alleen de samenstelling aangepast wordt is er ongeveer 3 kg per 100 kg N-totaal meer beschikbaar. Wanneer ook de HC wijzigt is dit ongeveer 8 kg per 100 kg N-totaal en met de bijbehorende samenstelling van de incubatieproef is het ongeveer 4 kg per 100 kg N-totaal. In jaar 2 is de hoeveelheid beschikbare stikstof ongeveer 2 kg per 100 kg N-totaal hoger. Vanaf jaar 3 zijn de verschillen verwaarloosbaar.



Figuur 3 Stikstofwerkingscoëfficiënt (links) van en beschikbare N per jaar uit N-totaal bij rundveedrijfmest (rechts).

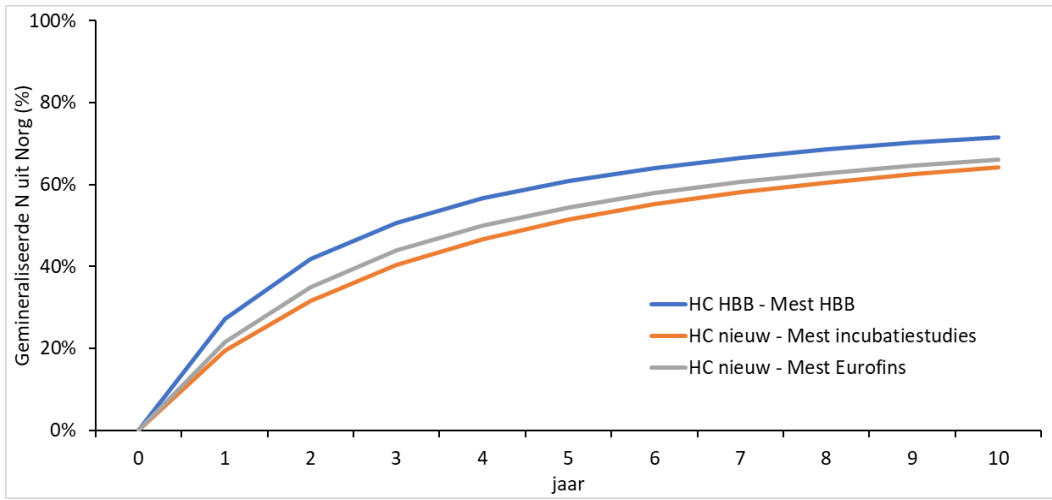
3.3.1.2 Vaste mest

In Tabel 9 staan de kengetallen die gebruikt zijn om de stikstofmineralisatie van vaste rundveemest uit te rekenen. In de incubatieproeven werd de HC vastgesteld op 0,70, wat overeenkomt met de huidige waarde in het HBB. De samenstelling van de mest is volgens de meest recente analyse van Eurofins wel gewijzigd. De OS-aanvoer van het product is ongeveer gelijk, maar de hoeveelheid (organisch gebonden) stikstof in het product is lager, waardoor de C/N-org verhouding hoger is.

Tabel 9 Kengetallen voor stikstofmineralisatieberekening bij vaste rundveemest.

	HC	Droge stof	Org. stof (kg/m ³)	Koolstof (kg/m ³)	N-totaal (kg/m ³)	N-min (kg/m ³)	N-org (kg/m ³)	C/N-org	Toegepaste hoeveelheid (m ³)
HC HBB – Mest HBB	0,70	267	155	77,5	7,70	1,10	6,60	11,74	13,0
HC nieuw - Mest incubatiestudies	0,70	280	211	105,5	7,01	1,83	5,18	20,41	14,3
HC nieuw - Mest Eurofins	0,70	233	162	81,0	6,70	1,50	5,20	15,58	14,9

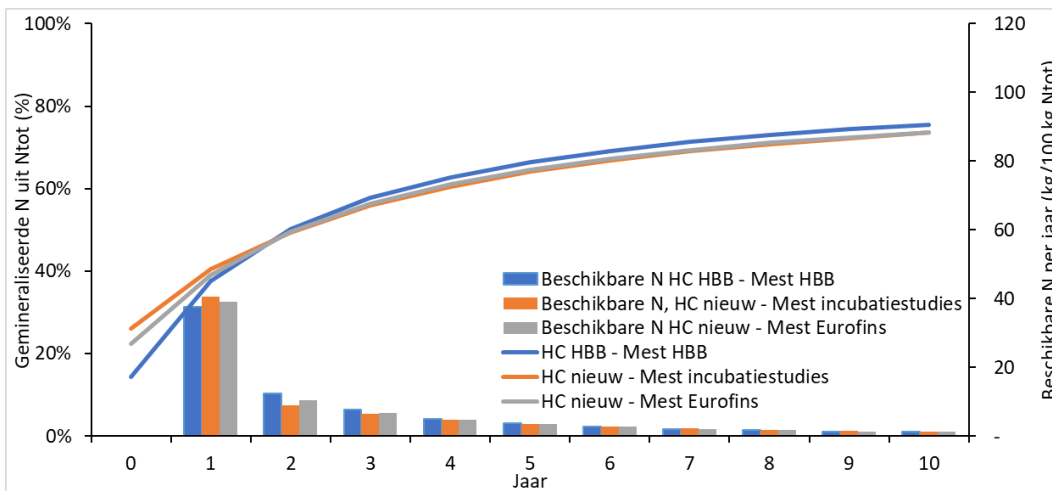
In Figuur 4 is de stikstofmineralisatie uit de organisch gebonden stikstof weergegeven voor vaste rundveemest. In vergelijking met de huidige kengetallen lijkt de mineralisatie in de eerste jaren wat trager te zijn. De HC is hetzelfde dus dit wordt veroorzaakt door de hogere C/N-org verhouding. Bij de samenstelling van Eurofins is de mineralisatie iets minder traag dan bij de bijbehorende samenstelling vanuit de incubatieproef, ook veroorzaakt door de hogere C/N-org verhouding.



Figuur 4 Stikstofmineralisatie uit N-org bij vaste rundveemest. Weergegeven in % van oorspronkelijk aanwezige N-org.

In Figuur 5 is de stikstofmineralisatie van de totale stikstof weergegeven voor vaste rundveemest. Waar de lijn begint in jaar 0 geeft weer hoeveel minerale stikstof er in de mest aanwezig was. Uit de meest recente dataset van geanalyseerde vaste rundveemest in Nederland blijkt dat er 22% N-min in de mest zit (Brolsma & van Middelkoop, 2022), bij de incubatieproeven werd mest met 20% N-min gebruikt. Bij de oude kengetallen gingen we uit van 14%. De mineralisatie van het organische deel gaat trager bij de nieuwe samenstelling volgens Eurofins, waardoor de lijnen dicht bij elkaar komen te liggen. Bij de incubatieproef werd mest gebruikt met een wat hogere C/N-org verhouding. Waardoor de mineralisatie daar wat trager is.

Het verschil in de hoeveelheid beschikbare stikstof per jaar tussen de oude en nieuwe kengetallen is verwaarloosbaar klein. Alleen de mest uit de incubatieproef lijkt af te wijken en heeft in het eerste jaar 2,5 kg per 100 kg N-totaal minder beschikbaar.



Figuur 5 Stikstofwerkingscoëfficiënt van en beschikbare N per jaar uit N-totaal bij vaste rundveemest.

3.3.2 Varkens

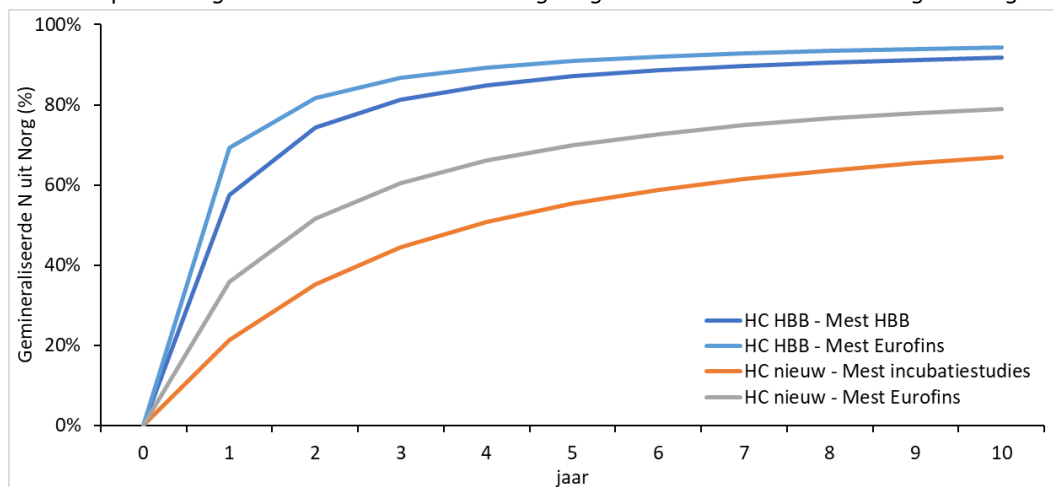
3.3.2.1 Drijfmest

In Tabel 10 staan de kengetallen die gebruikt zijn om de stikstofmineralisatie van vleesvarkensdrijfmest uit te rekenen. Uit de incubatieproeven blijkt dat de HC veel hoger is dan oorspronkelijk werd aangenomen. De spreiding van de gevonden HC waarden varieerde van 0,28 tot 0,87. De meest recente mestanalyses van Eurofins laten zien dat de OS-aanvoer van varkensdrijfmest veel lager is dan waarmee gerekend werd in het HBB. Ook de hoeveelheid (organisch gebonden) stikstof is lager. De C/N-org verhouding blijkt ook lager te zijn.

Tabel 10 Kengetallen voor stikstofmineralisatieberekening bij varkensdrijfmest.

	HC	Droge stof	Org. stof (kg/m ³)	Koolstof (kg/m ³)	N-totaal (kg/m ³)	N-min (kg/m ³)	N-org (kg/m ³)	C/N-org	Toegepaste hoeveelheid (m ³)
HC HBB – Mest HBB	0,33	107	79,0	39,5	7,00	3,70	3,30	11,97	14,3
HC HBB – Mest	0,33	67	40,0	20,0	6,00	3,58	2,42	8,25	16,7
Eurofins									
HC nieuw – Mest	0,66	108	79,0	39,5	8,68	6,17	2,51	15,65	13,9
incubatiestudies									
HC nieuw – Mest	0,66	67	40,0	20,0	6,00	3,58	2,42	8,25	16,7
Eurofins									

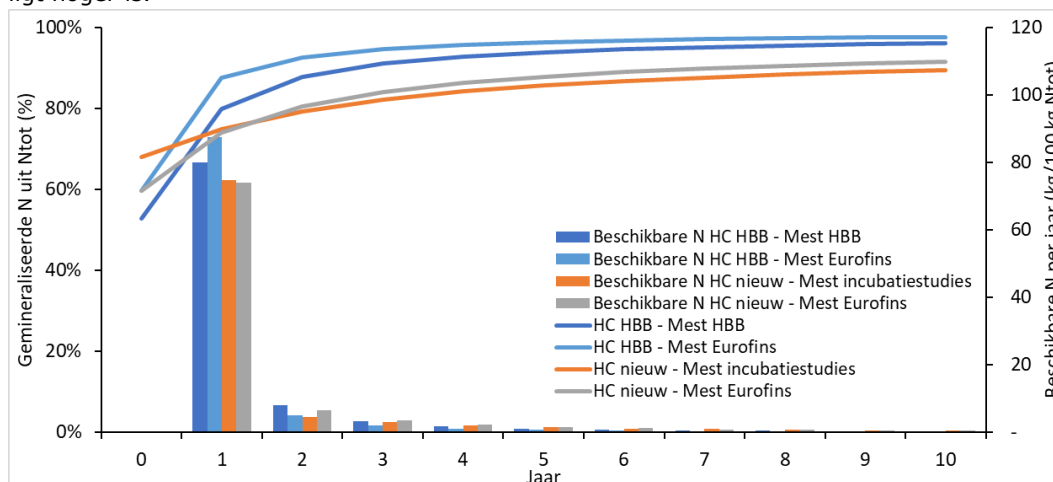
In Figuur 6 is de stikstofmineralisatie uit de organisch gebonden stikstof weergegeven voor vleesvarkensdrijfmest. Wanneer alleen de samenstelling wijzigt is de mineralisatie iets sneller. Dit wordt veroorzaakt door de lagere C/N-org verhouding. Met de nieuw bepaalde HC in combinatie met de nieuwe samenstelling volgens Eurofins gaat de mineralisatie veel trager. Wordt de samenstelling uit de incubatieproeven gebruikt dan zien we een nog tragere mineralisatie van de organisch gebonden stikstof.



Figuur 6 Stikstofmineralisatie uit N-org bij varkensdrijfmest. Weergegeven in % van oorspronkelijk aanwezige N-org.

In Figuur 7 is de stikstofmineralisatie van de totale stikstof weergegeven voor vleesvarkensdrijfmest. Waar de lijn begint in jaar 0 geeft weer hoeveel minerale stikstof er in de mest aanwezig was. Vergeleken met de huidige kengetallen is het aandeel minerale stikstof in de verse mest nu hoger (60%-68% i.p.v. 53%). De mineralisatie van het organische deel gaat juist weer trager bij de kengetallen met nieuwe HC waardes.

Als alleen de samenstelling van de mest verandert is er het eerste jaar ongeveer 7,5 kg per 100 kg N-totaal meer beschikbaar. Verandert ook de HC dan is er juist 6,5 kg per 100 kg N-totaal minder beschikbaar. Met de nieuwe HC en bijbehorende samenstelling van de mest is beschikbare N in het eerste jaar ook ongeveer 5,5 kg lager. T.o.v. Figuur 6 liggen de lijnen veel dichtter bij elkaar. Dit komt door het aandeel N-mineraal welke ligt hoger is.



Figuur 7 Stikstofwerkingscoëfficiënt van en beschikbare N per jaar uit N-totaal bij varkensdrijfmest.

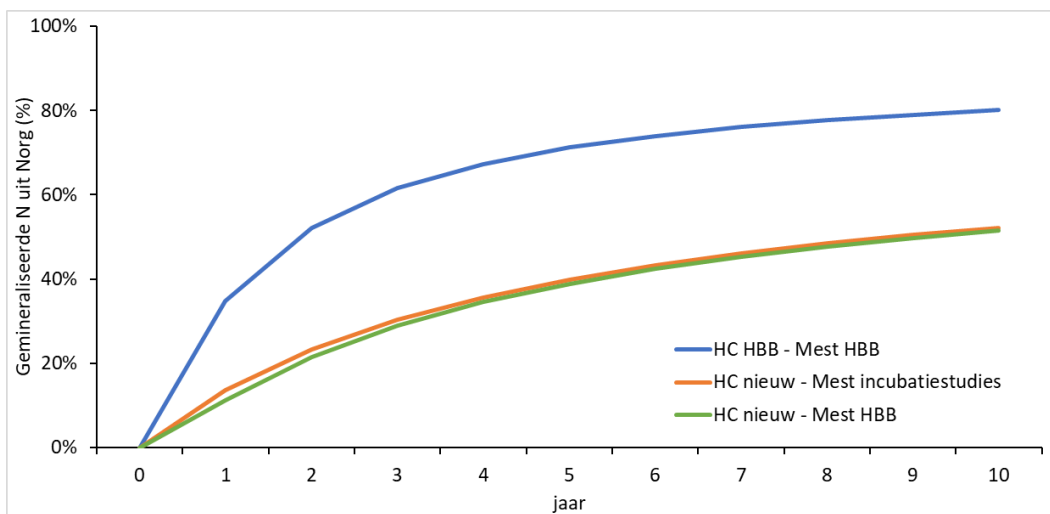
3.3.3 Champost

In Tabel 11 staan de kengetallen die gebruikt zijn om de stikstofmineralisatie van champost uit te rekenen. Uit de incubatieproeven bleek dat de HC in het verleden veel te laag ingeschat is. Voor de samenstelling waren geen nieuwe cijfers beschikbaar.

Tabel 11 Kengetallen voor stikstofmineralisatieberekening bij champost.

	HC	Droge stof	Org. stof (kg/m ³)	Koolstof (kg/m ³)	N-totaal (kg/m ³)	N-min (kg/m ³)	N-org (kg/m ³)	C/N-org	Toegepaste hoeveelheid (m ³)
HC HBB – Mest HBB	0,50	336	211	105,5	7,60	0,40	7,20	14,65	13,2
HC nieuw – Mest incubatiestudies	0,82	320	190	95,0	6,50	0,40	6,10	15,57	15,4
HC nieuw – Mest HBB	0,82	336	211	105,5	7,60	0,40	7,20	14,65	13,2

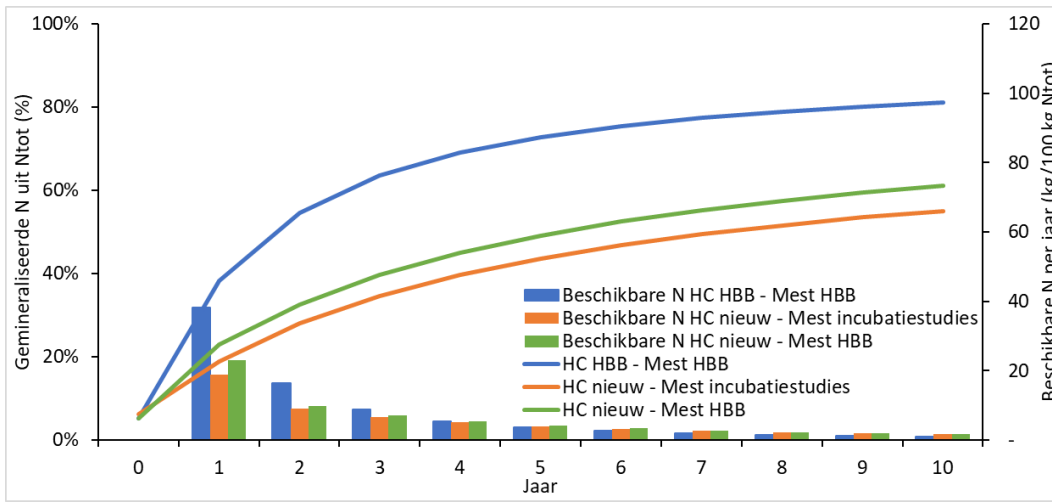
In Figuur 8 is de stikstofmineralisatie uit de organisch gebonden stikstof weergegeven voor champost. Bij de nieuwe kengetallen gaat de mineralisatie in de eerste jaren trager dan bij de oude kengetallen. De kengetallen van de samenstelling van het product zijn hetzelfde dus dit wordt veroorzaakt door de hogere HC



Figuur 8 Stikstofmineralisatie uit N-org bij champost. Weergegeven in % van oorspronkelijk aanwezige N-org.

In Figuur 9 is de stikstofmineralisatie van de totale stikstof weergegeven voor champost. Waar de lijn begint in jaar 0 geeft weer hoeveel minerale stikstof er in de mest aanwezig was. Aangezien de samenstelling hetzelfde is, zit hier geen verschil in. De mineralisatie van het organische deel gaat wel trager bij de nieuwe HC, waardoor de lijnen uit elkaar gaan lopen.

De hoeveelheid stikstof die beschikbaar is in jaar 1 is ongeveer 15 kg per 100 kg N-totaal lager bij de nieuwe HC t.o.v. de oude. In jaar 2 is het verschil ook groot (circa 7 kg per 100 kg N-totaal). Vanaf jaar 6 gaat de mineralisatie sneller bij de nieuwe kengetallen, al is het verschil verwaarloosbaar klein. Met de samenstelling uit de incubatieproef zien we een nog extremer beeld in jaar 1 (19 kg per 100 kg N-totaal lager).



Figuur 9 Stikstofwerkingscoëfficiënt van en beschikbare N per jaar uit N-totaal bij champost.

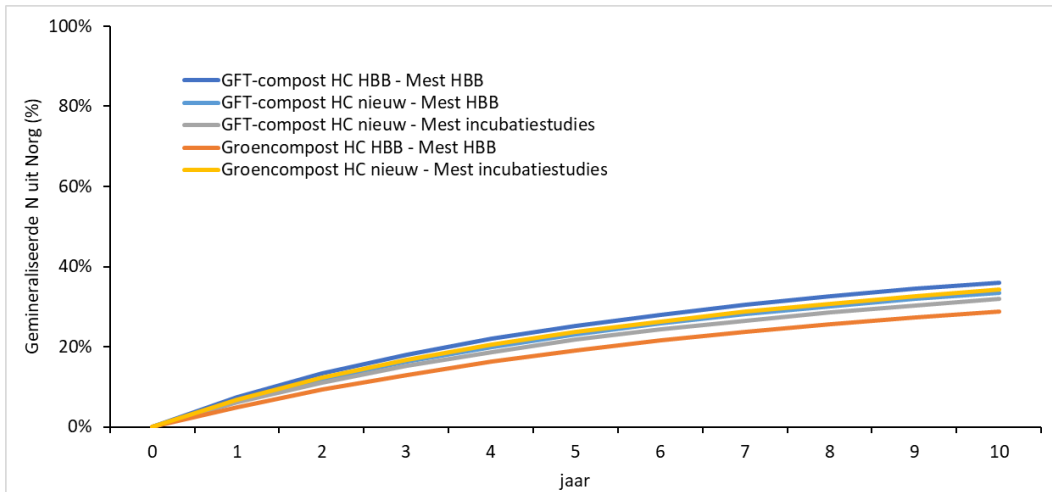
3.3.4 Compost

In Tabel 12 staan de kengetallen die gebruikt zijn om de stikstofmineralisatie van compost uit te rekenen. Er zijn geen nieuwe kengetallen beschikbaar voor de samenstelling van zowel GFT- als groencompost uit de Eurofins dataset (Brolsma & van Middelkoop, 2022). Uit de incubatieproeven bleek dat de HC van GFT-compost iets hoger is dan eerder aangenomen, terwijl de HC van groencompost ongewijzigd is gebleven. De compost die gebruikt is in de incubatieproef bevatte wel minder (organisch gebonden) stikstof.

Tabel 12 Kengetallen voor stikstofmineralisatieberekening bij GFT- en groencompost.

	HC	Droge stof	Org. stof (kg/m ³)	Koolstof (kg/m ³)	N-totaal (kg/m ³)	N-min (kg/m ³)	N-org (kg/m ³)	C/N-org	Toegepaste hoeveelheid (m ³)
GFT HC HBB – Mest HBB	0,90	696	242	121,0	8,90	0,80	8,10	14,94	11,2
GFT HC nieuw – Mest HBB	0,91	696	242	121,0	8,90	0,80	8,10	14,94	11,2
GFT HC nieuw – Mest incubatiestudies	0,91	394	136	68,0	4,68	0,37	4,31	16,09	21,4
Groen HC HBB – Mest HBB	0,90	599	179	89,5	5,00	0,50	4,50	19,89	20,0
Groen HC nieuw – Mest HBB	0,90	599	179	89,5	5,00	0,50	4,50	19,89	20,0
Groen HC nieuw – Mest incubatiestudies	0,90	336	94	47,0	3,22	0,32	2,90	16,21	31,1

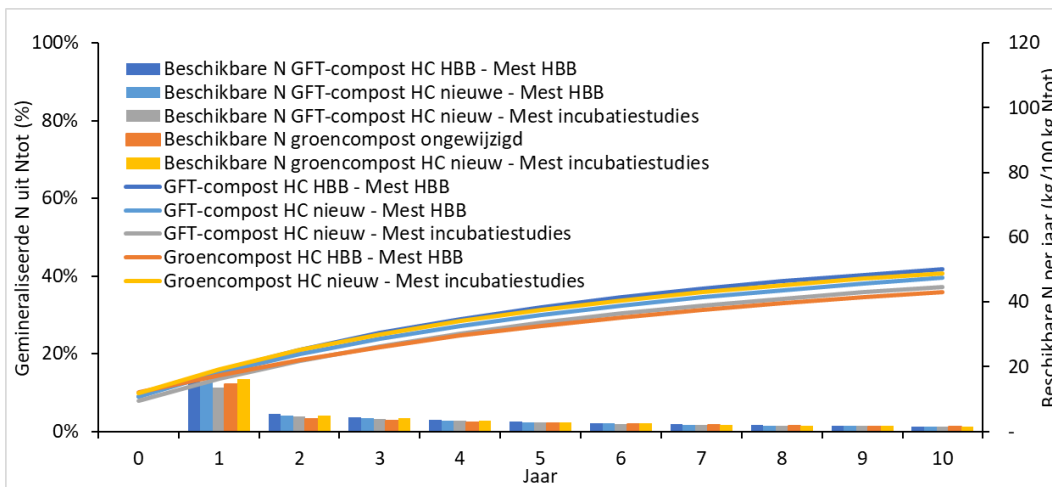
In Figuur 10 is de stikstofmineralisatie uit de organisch gebonden stikstof weergegeven voor compost. Bij de nieuwe kengetallen voor GFT-compost gaat de mineralisatie iets trager dan bij de huidige kengetallen. De mineralisatie van de groencompost is nog wat trager dan de GFT-compost. Met de samenstelling uit de incubatieproef is bij groencompost de mineralisatie iets sneller, bij de GFT-compost juist iets trager.



Figuur 10 Stikstofmineralisatie uit N-org bij compost. Weergegeven in % van oorspronkelijk aanwezige N-org.

In Figuur 11 is de stikstofmineralisatie van de totale stikstof weergegeven voor compost. Waar de lijn begint in jaar 0 geeft weer hoeveel minerale stikstof er in de mest aanwezig was. Aangezien de samenstelling hetzelfde is, zit hier geen verschil in bij GFT-compost. De mineralisatie van het organische deel gaat wel trager bij de nieuwe HC, waardoor de lijnen uit elkaar gaan lopen. De hoeveelheid minerale stikstof in groencompost is iets hoger, maar de mineralisatie van het organisch gebonden deel is nog wat trager. Waardoor de lijn nog wat vlakker loopt.

De hoeveelheid stikstof die beschikbaar is per jaar is weinig verschillend tussen zowel de oude en nieuwe kengetallen van GFT-compost als bij de groencompost, zie Figuur 10.



Figuur 11 Stikstofwerkingscoëfficiënt van en beschikbare N per jaar uit N-totaal bij compost.

3.3.5 Pluimvee

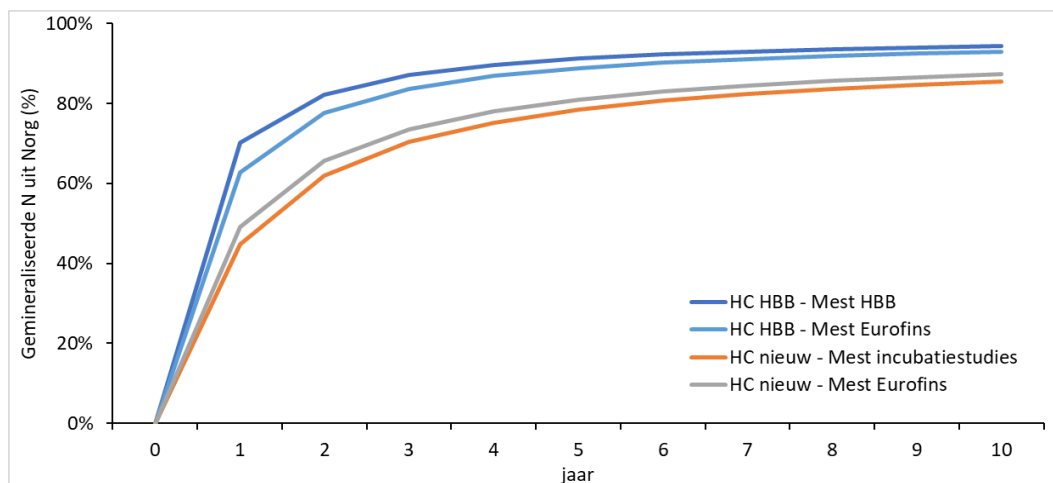
3.3.5.1 Vaste mest

In Tabel 13 staan de kengetallen die gebruikt zijn om de stikstofmineralisatie van vaste pluimveemest uit te rekenen. De HC bepaald in de incubatieproeven ligt iets hoger dan in het HBB. Verder is de samenstelling gewijzigd waarbij er een iets hogere OS-aanvoer is en de hoeveelheid (organisch gebonden) stikstof iets lager is. Dit samen resulteert in een hogere C/N-org verhouding.

Tabel 13 Kengetallen voor stikstofmineralisatieberekening bij vaste pluimveemest.

	HC	Droge stof	Org. stof (kg/m ³)	Koolstof (kg/m ³)	N-totaal (kg/m ³)	N-min (kg/m ³)	N-org (kg/m ³)	C/N-org	Toegepaste hoeveelheid (m ³)
HC HBB – Mest HBB	0,33	562	416,0	208,0	28,40	2,90	25,70	8,00	3,5
HC HBB – Mest	0,33	561	478,0	239,0	26,00	2,80	23,20	10,30	3,9
Eurofins									
HC nieuw – Mest	0,45	846	639,0	319,5	32,28	5,82	26,46	12,08	3,1
incubatiestudies									
HC nieuw – Mest	0,45	561	478,0	239,0	26,00	2,80	23,20	10,30	3,9
Eurofins									

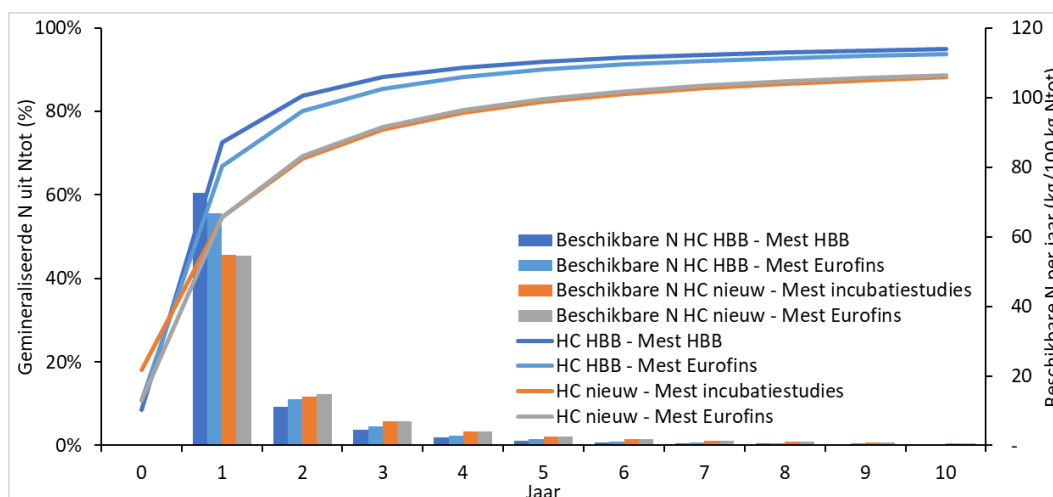
In Figuur 12 is de stikstofmineralisatie uit de organisch gebonden stikstof weergegeven voor vaste pluimveemest. Ten opzichte van de huidige kengetallen is de mineralisatie trager. Als alleen de samenstelling verandert, is deze een klein beetje trager, verandert ook de HC dan is het verschil groter.



Figuur 12 Stikstofmineralisatie uit N-org bij vaste pluimveemest. Weergegeven in % van oorspronkelijk aanwezige N-org.

In Figuur 13 is de stikstofmineralisatie van de totale stikstof weergegeven voor vaste pluimveemest. Waar de lijn begint in jaar 0 geeft weer hoeveel minerale stikstof er in de mest aanwezig was. Deze is bij de mest gebruikt bij de incubatieproef wat hoger dan bij de rest (18% t.o.v. 8-11%). De mineralisatie van het organische deel is trager bij de nieuwe kengetallen, waardoor de lijnen wat uit elkaar gaan lopen. Vanaf jaar 2 gaat de mineralisatie bij de Nieuw-Eurofins juist iets sneller en lopen de lijnen weer iets naar elkaar toe.

Ten opzichte van de huidige kengetallen blijkt dat de hoeveelheid beschikbare stikstof in het eerste jaar lager wordt bij het gebruik van de nieuwe kengetallen. Wijzigt alleen de samenstelling, dan is er ongeveer 6 kg per 100 kg N-totaal minder beschikbaar. Een combinatie van de nieuwe HC en samenstelling volgens Eurofins geeft 18 kg lagere N beschikbaarheid. Met de samenstelling uit de incubatieproef is dit hetzelfde. De hoeveelheid stikstof die vanaf jaar 2 beschikbaar komt is juist iets hoger bij de nieuwe kengetallen.



Figuur 13 Stikstofwerkingscoëfficiënt van en beschikbare N per jaar uit N-totaal bij vaste pluimveemest.

Tabel 14 Een overzicht van de eerstejaars N-werking uit N-org en N-totaal van de verschillende mestsoorten en objecten.

Mestsoort	Object	Eerstejaars N-werking	
		N-org	N-totaal
Rundveedrijfmest	HC HBB – Mest HBB	20%	58%
Rundveedrijfmest	HC HBB – Mest Eurofins	27%	61%
Rundveedrijfmest	HC nieuw – Mest incubatiestudies	34%	62%
Rundveedrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	36%	66%
Vaste rundveemest	HC HBB – Mest HBB	27%	38%
Vaste rundveemest	HC nieuw – Mest incubatiestudies	19%	40%
Vaste rundveemest	HC nieuw – Mest Eurofins	22%	39%
Varkensdrijfmest	HC HBB – Mest HBB	58%	80%
Varkensdrijfmest	HC HBB – Mest Eurofins	69%	88%
Varkensdrijfmest	HC nieuw – Mest incubatiestudies	21%	75%
Varkensdrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	36%	74%
Champost	HC HBB – Mest HBB	35%	38%
Champost	HC nieuw – Mest incubatiestudies	14%	19%
Champost	HC nieuw – Mest HBB	11%	23%
GFT-compost	HC HBB – Mest HBB	7%	16%
GFT-compost	HC nieuw – Mest incubatiestudies	6%	14%
GFT-compost	HC nieuw – Mest HBB	7%	15%
Groencompost	HC HBB – Mest HBB	5%	15%
Groencompost	HC nieuw – Mest incubatiestudies	7%	16%
Groencompost	HC nieuw – Mest HBB	5%	15%
Vaste pluimveemest	HC HBB – Mest HBB	70%	73%
Vaste pluimveemest	HC HBB – Mest Eurofins	63%	67%
Vaste pluimveemest	HC nieuw – Mest incubatiestudies	45%	55%
Vaste pluimveemest	HC nieuw – Mest Eurofins	49%	55%

Tabel 15 Spreiding mineralisatie uit Norg na 1, 5 en 10 jaar voor HC HBB – Mest HBB, HC Nieuw – Mest Eurofins en de laagste en hoogst HC waarde uit de 95% betrouwbaarheidsinterval analyse.

Mestsoort	Object	HC	C/Norg	Nmin (% van Norg)		
				Na 1 jaar	Na 5 jaar	Na 10 jaar
Rundveedrijfmest	HC HBB – Mest HBB ¹	0,70	16,90	20%	52%	64%
Rundveedrijfmest	HC Nieuw – Mest Eurofins ²	0,57	11,66	36%	71%	80%
Rundveedrijfmest	HC Laag ³	0,47	11,66	44%	78%	85%
Rundveedrijfmest	HC Hoog ⁴	0,60	11,66	34%	69%	78%
Vaste rundveemest	HC HBB – Mest HBB ¹	0,70	11,74	27%	61%	72%
Vaste rundveemest	HC Nieuw – Mest Eurofins ²	0,70	15,58	22%	54%	66%
Vaste rundveemest	HC Laag ³	0,65	15,58	24%	59%	70%
Vaste rundveemest	HC Hoog ⁴	0,75	15,58	19%	49%	61%
Varkensdrijfmest	HC HBB – Mest HBB ¹	0,33	11,97	57%	87%	92%
Varkensdrijfmest	HC Nieuw – Mest Eurofins ²	0,66	8,25	36%	70%	79%
Varkensdrijfmest	HC Laag ³	0,49	8,25	50%	81%	87%
Varkensdrijfmest	HC Hoog ⁴	0,68	8,25	34%	68%	78%
Champost	HC HBB – Mest HBB ¹	0,50	14,65	35%	71%	80%
Champost	HC Nieuw – Mest Eurofins ²	0,82	14,65	11%	39%	52%
Champost	HC Laag ³	0,80	14,65	10%	40%	53%
Champost	HC Hoog ⁴	0,88	14,65	10%	31%	42%
GFT-compost	HC HBB – Mest HBB ¹	0,90	14,94	7%	25%	36%
GFT-compost	HC Nieuw – Mest Eurofins ²	0,91	14,94	7%	23%	34%
GFT-compost	HC Laag ³	0,85	14,94	12%	36%	48%
GFT-compost	HC Hoog ⁴	0,92	14,94	6%	21%	31%
Groencompost	HC HBB – Mest HBB ¹	0,90	19,89	5%	19%	29%
Groencompost	HC Nieuw – Mest Eurofins ²	0,90	19,89	5%	19%	29%
Groencompost	HC Laag ³	0,87	19,89	7%	24%	36%
Groencompost	HC Hoog ⁴	0,93	19,89	3%	14%	22%

¹ HC en mestsamenstelling uit het huidige Handboek Bodem en Bemesting

² Mediane HC uit de incubatieproeven, mestsamenstelling vanuit Eurofins (rundveedrijfmest, vaste rundveemest en varkensdrijfmest) of huidige Handboek Bodem en Bemesting (champost, GFT-compost en groencompost)

³ Laagst gevonden HC in de 95% betrouwbaarheidsinterval, mestsamenstelling vanuit Eurofins (rundveedrijfmest, vaste rundveemest en varkensdrijfmest) of huidige Handboek Bodem en Bemesting (champost, GFT-compost en groencompost)

⁴ Hoogst gevonden HC in de 95% betrouwbaarheidsinterval, mestsamenstelling vanuit Eurofins (rundveedrijfmest, vaste rundveemest en varkensdrijfmest) of huidige Handboek Bodem en Bemesting (champost, GFT-compost en groencompost)

3.4 Spreiding stikstofmineralisatie

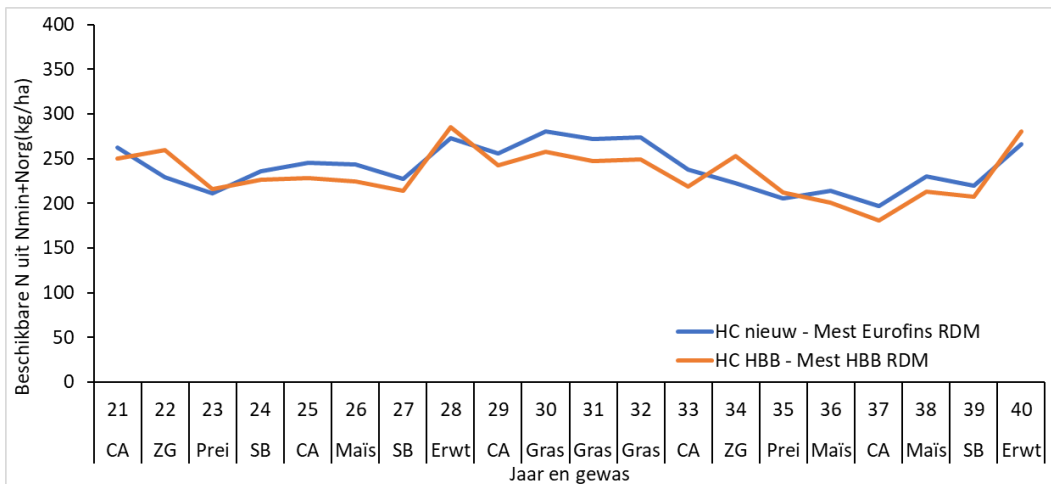
In Tabel 15 is de spreiding van de stikstofmineralisatie weergegeven voor "HC HBB - Mest HBB", "HC Nieuw - Mest Eurofins" en de laagste en hoogste HC waarde uit de 95% betrouwbaarheidsinterval analyse met de mestsamenstelling van Eurofins.

Hieruit blijkt dat de stikstofmineralisatie bij de huidige kengetallen uit het Handboek Bodem en Bemesting (HC HBB - Mest HBB) bijna altijd buiten de range van de laagste en hoogste vastgestelde HC ligt. Door de grote variatie is de exacte hoogte van de HC moeilijk te bepalen. Echter geeft dit wel een indicatie dat de mediane HC een realistischer beeld geeft van de stikstofmineralisatie dan de huidige uit het HBB.

3.5 Stikstofmineralisatie voorbeeldbedrijven

Zuidoostelijke zandgronden rundveedrijfmest

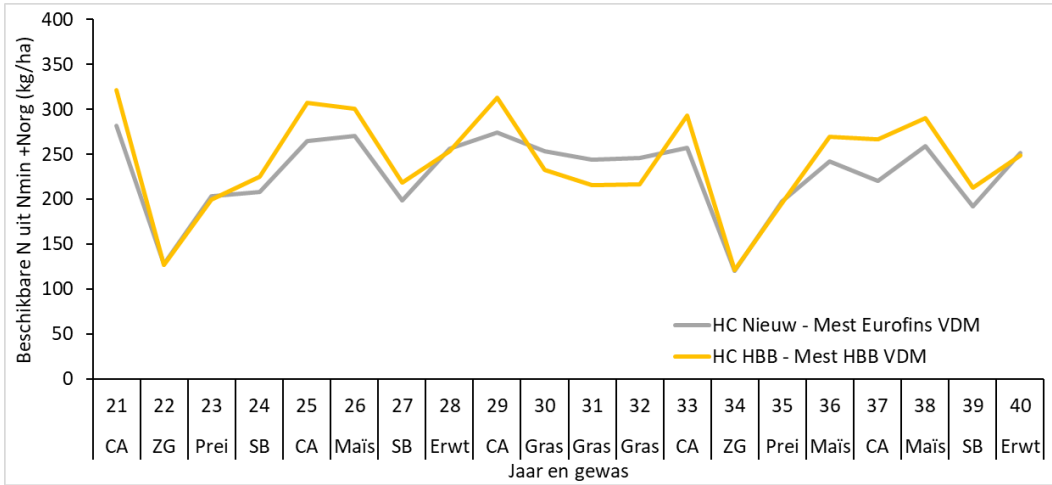
In Figuur 14 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het zuidoostelijk zandgebied met rundveedrijfmest als meest gebruikte mestsoort. Over het algemeen is de beschikbare stikstof iets hoger bij de nieuwe kengetallen (gemiddeld 240 kg N per jaar tov 234 kg N). De mineralisatie van de organisch gebonden stikstof gaat bij de nieuwe kengetallen sneller, wat dit effect veroorzaakt. Omdat de nawerking iets minder is heb je in jaren zonder organische bemesting (prei) een iets lagere beschikbaarheid van stikstof. Het verschil in beschikbare stikstof kan oplopen tot 25 kg per ha per jaar. Hier moet bij de bijbemesting met kunstmest rekening gehouden worden.



Figuur 14 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het zuidoostelijk zandgebied met overwegend rundveedrijfmest als bemesting.

Zuidoostelijke zandgronden varkensdrijfmest

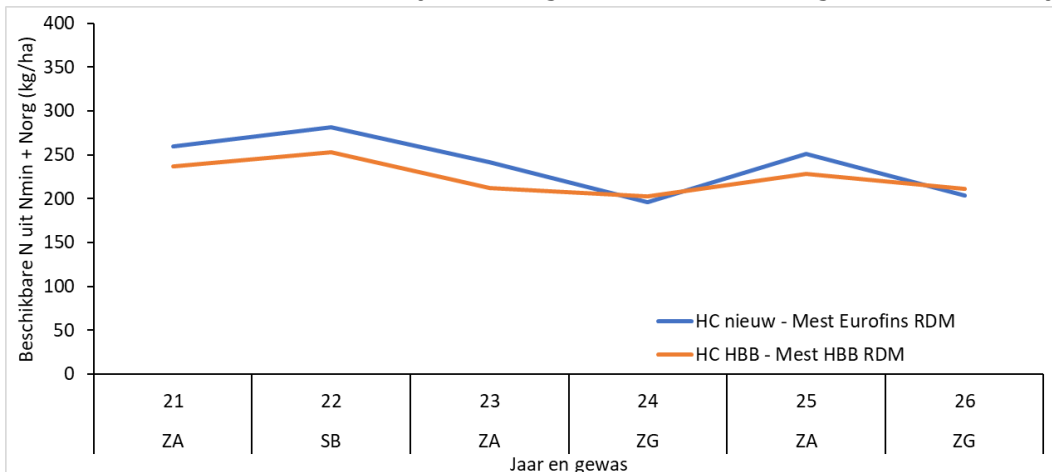
In Figuur 15 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het zuidoostelijk zandgebied met varkensdrijfmest als meest gebruikte mestsoort. Ten opzichte van de oude kengetallen zien we vaak een iets lagere beschikbaarheid van stikstof. Gemiddeld over een heel bouwplan is de hoeveelheid beschikbare stikstof 13 kg per jaar lager (228 kg N per jaar tov 241 kg N per jaar). Dit komt door de tragere mineralisatie van het organisch gebonden deel van de varkensdrijfmest. In de jaren dat er gras staat wordt er juist rundveedrijfmest gereden, waardoor de beschikbaarheid aan stikstof iets hoger is. De verschillen kunnen soms oplopen tot ruim 40 kg stikstof per ha per jaar.



Figuur 15 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het zuidoostelijk zandgebied met overwegend varkensdrijfmest als bemesting.

Noordoost Nederland rundveedrijfmest

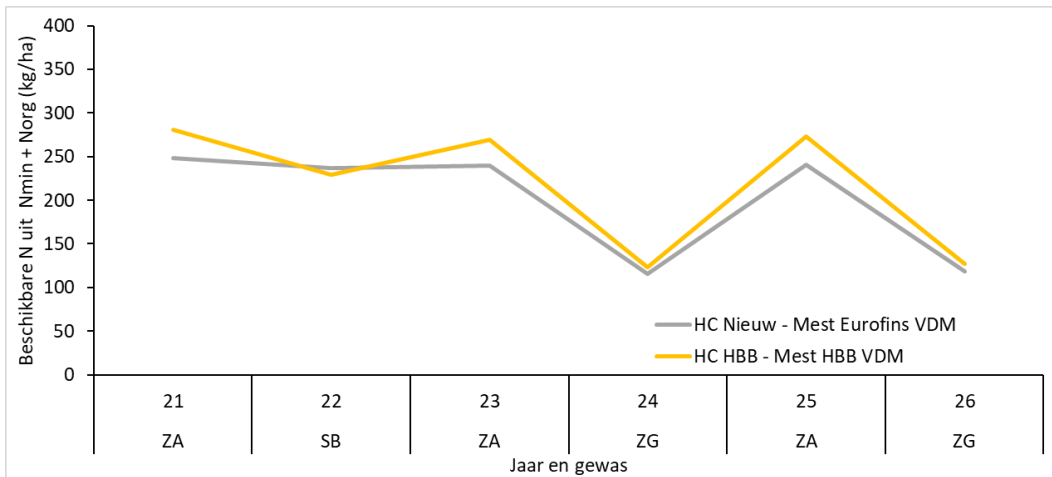
In Figuur 16 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in noordoost Nederland met rundveedrijfmest als meest gebruikte mestsoort. Ten opzichte van de oude kengetallen is de beschikbare hoeveelheid stikstof per jaar gemiddeld 15 kg hoger (tot maximaal 30 kg N per ha per jaar). Wanneer er zomergerst geteeld wordt, wordt alleen op de stoppel bemest met juist varkensdrijfmest. Hier is de beschikbare hoeveelheid stikstof juist iets lager. Ook is de nawerking van de rundveedrijfmest wat lager.



Figuur 16 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor noordoost Nederland met overwegend rundveedrijfmest als bemesting.

Noordoost Nederland varkensdrijfmest

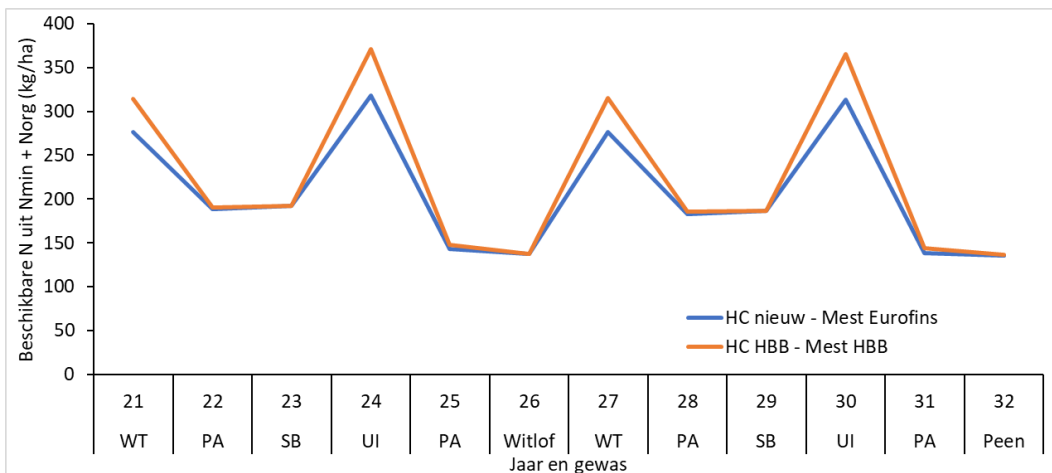
In Figuur 17 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in noordoost Nederland met varkensdrijfmest als meest gebruikte mestsoort. Met de nieuwe kengetallen is de hoeveelheid beschikbare stikstof meestal iets lager, vooral in de jaren dat er zetmeelaardappelen geteeld worden. Het verschil kan dan oplopen tot iets meer dan 30 kg N per ha per jaar en is gemiddeld 17 kg lager per jaar. Bij de suikerbieten is deze juist iets hoger, omdat die bemest worden met rundveedrijfmest.



Figuur 17 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor noordoost Nederland met overwegend varkensdrijfmest als bemesting.

Noordelijke zeekleigebied pootgoed

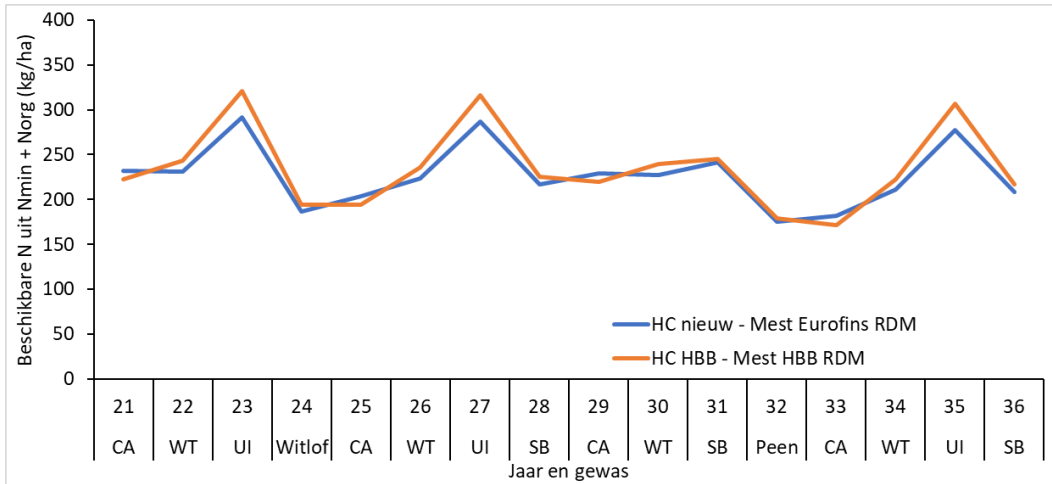
In Figuur 18 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het noordelijke zeekleigebied met pootgoed als hoofdgewas. In dit bouwplan wordt de organische bemesting voornamelijk toegepast op de wintertarwe en in het najaar na de uien en tarwe. Er wordt zowel rundveedrijfmest, varkensdrijfmest als vaste rundveemest gebruikt. De hoeveelheid beschikbare stikstof in de jaren dat er organische mest wordt toegediend is lager bij de nieuwe kengetallen (tot wel 50 kg per hectare per jaar). In de jaren dat er geen organische mest uitgereden wordt is het verschil in beschikbare stikstof zeer klein. De nawerking is dus ongeveer gelijk. Gemiddeld over het hele bouwplan is er 17 kg N per hectare per jaar minder beschikbaar bij de nieuwe kengetallen.



Figuur 18 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het noordelijke zeekleigebied met pootgoed als hoofdgewas.

Noordelijke zeekleigebied consumptie rundveedrijfmest

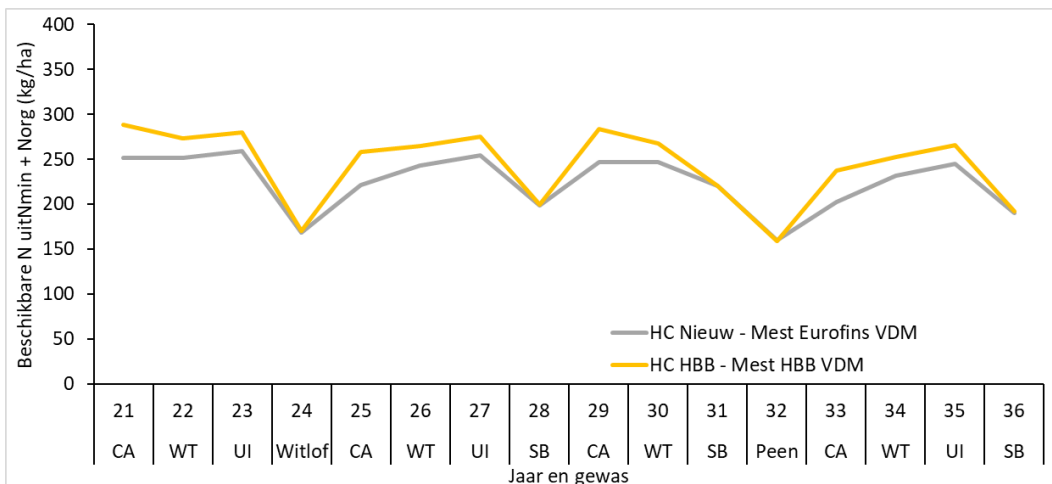
In Figuur 19 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het noordelijke zeekleigebied met consumptieaardappelen als hoofdgewas en rundveedrijfmest als meest gebruikte mestsoort. Over het algemeen is de hoeveelheid beschikbare stikstof per jaar iets lager bij de nieuwe kengetallen (gemiddeld 226 kg N per jaar tov 234 kg N). Al is het verschil alleen noemenswaardig (verschil van 30 kg N per ha per jaar) in de jaren dat er uien geteeld worden en er daarna nog vaste rundveemest uitgereden wordt. In de andere jaren is het verschil vaak niet groter dan 10 kg N per ha per jaar. Het beeld hier is anders dan bijvoorbeeld in het ZOZ, waar de beschikbaarheid juist iets hoger was met de nieuwe kengetallen. Dit komt omdat in het NZK-bouwplan de RDM giften lager zijn en minder frequent toegediend worden. In dit bouwplan wordt er op de tarwestoppel nog vaste rundveemest gereden, en hiervan is de mineralisatie vergelijkbaar met de oude kengetallen.



Figuur 19 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het noordelijke zeekleigebied met consumptieaardappelen als hoofdgewas en rundveedrijfmest als meest gebruikte mestsoort.

Noordelijke zeekleigebied consumptie varkensdrijfmest

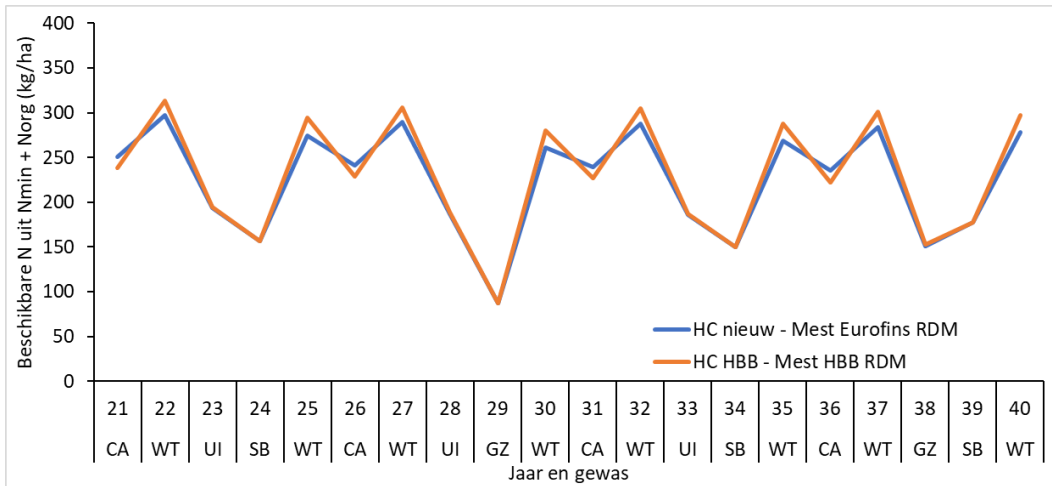
In Figuur 20 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het noordelijke zeekleigebied met consumptieaardappelen als hoofdgewas en varkensdrijfmest als meest gebruikte mestsoort. Ten opzichte van de oude kengetallen is de beschikbare hoeveelheid stikstof altijd gelijk of lager bij de nieuwe kengetallen. In de jaren dat er geen organische bemesting plaatsvindt (witlof, suikerbieten, peen) is de beschikbare hoeveelheid stikstof nagenoeg gelijk. De nawerking uit de organische mest heeft dus weinig invloed op de beschikbaarheid van stikstof in deze jaren. Wanneer er wel organisch bemest wordt kan de beschikbaarheid tot wel 30 kg N per ha per jaar lager liggen, door de tragere mineralisatie van de organisch gebonden stikstof. Gemiddeld over het hele bouwplan is de beschikbare stikstof per jaar 19 kg lager per hectare.



Figuur 20 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het noordelijke zeekleigebied met consumptieaardappelen als hoofdgewas en varkensdrijfmest als meest gebruikte mestsoort.

Zuidwestelijk zeekleigebied rundveedrijfmest

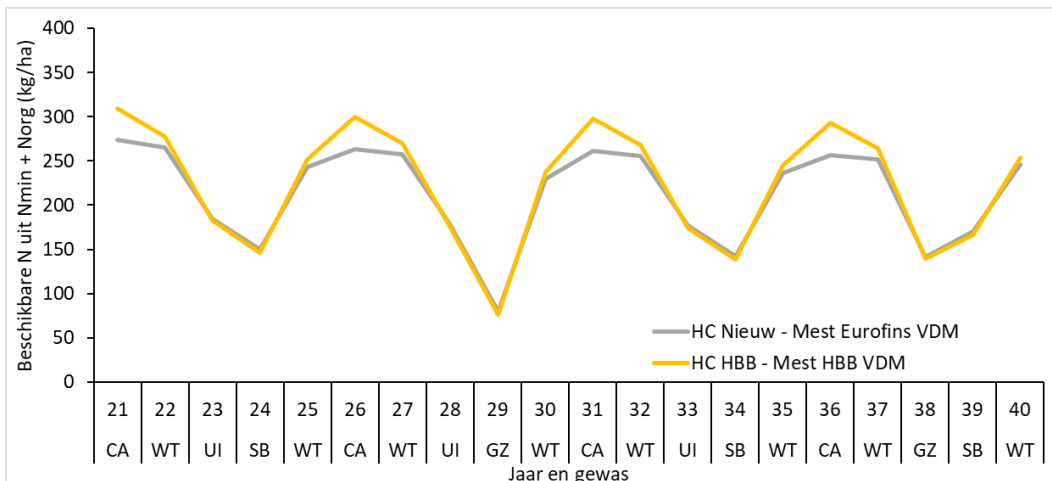
In Figuur 21 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het zuidwestelijke zeekleigebied met rundveedrijfmest als meest gebruikte mestsoort. Het verschil in de hoeveelheid beschikbare stikstof is over het algemeen vrij klein maar meestal is de beschikbare stikstof lager bij de nieuwe kengetallen. Dit komt omdat alleen de consumptieaardappelen rundveedrijfmest krijgen, terwijl de tarwestoppel bemest wordt met varkensdrijfmest en groencompost. Omdat het effect van de veranderde kengetallen op de mineralisatie uit varkensdrijfmest en de rundveedrijfmest precies tegenovergesteld is, heft dit elkaar op en is de hoeveelheid beschikbare stikstof per jaar nagenoeg gelijk.



Figuur 21 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het zuidwestelijke zeekleigebied met overwegend rundveedrijfmest als bemesting.

Zuidwestelijk zeekleigebied varkensdrijfmest

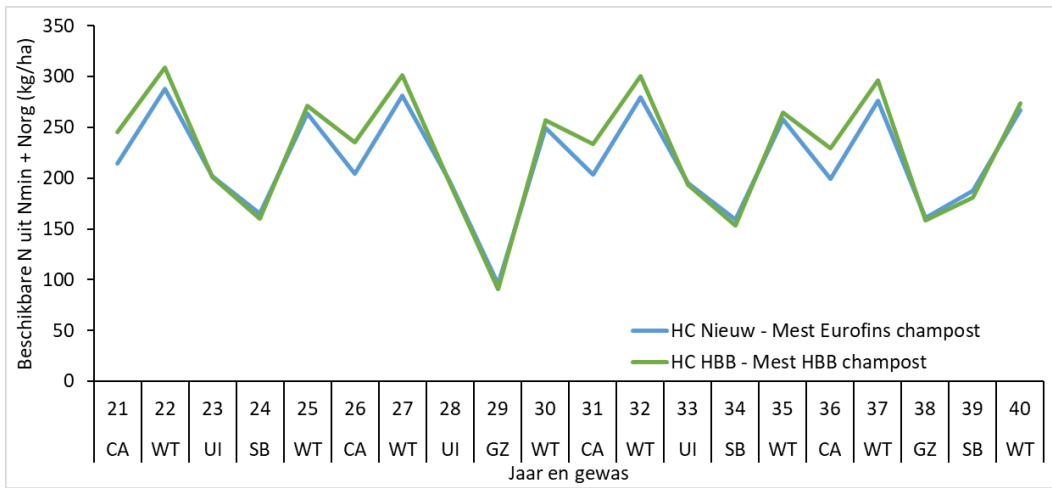
In Figuur 22 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het zuidwestelijke zeekleigebied met varkensdrijfmest als meest gebruikte mestsoort. In de jaren dat er aardappels geteeld worden is de hoeveelheid beschikbare stikstof lager bij de nieuwe kengetallen (verschil van 35 kg N per ha per jaar). In de overige jaren is de beschikbare stikstof nagenoeg gelijk. Gemiddeld over het hele bouwplan is er 10 kg N per jaar minder beschikbaar.



Figuur 22 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het zuidwestelijke zeekleigebied met overwegend varkensdrijfmest als bemesting.

Zuidwestelijk zeekleigebied champost

In Figuur 23 is de beschikbare stikstof per jaar weergegeven voor een representatief bouwplan in het zuidwestelijke zeekleigebied met champost als meest gebruikte mestsoort. De hoeveelheid beschikbare stikstof is altijd gelijk aan of lager dan bij de oude kengetallen. Dit komt door de tragere mineralisatie in het eerste jaar van champost en het gebruik van varkensdrijfmest op de tarwestoppel. Het verschil kan oplopen tot 30 kg N per ha per jaar. Gemiddeld over het hele bouwplan is het verschil 11 kg N per hectare.

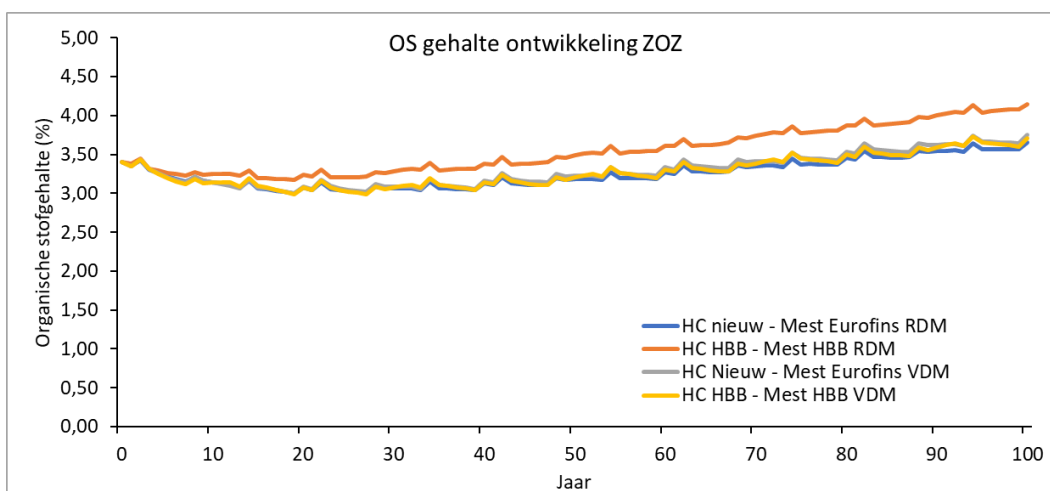


Figuur 23 Beschikbare stikstof per jaar voor een representatief bouwplan voor het zuidwestelijke zeekleigebied met overwegend champost als bemesting.

3.6 Organische stofdynamiek voorbeeldbedrijven

Zuidoostelijke zandgronden

In Figuur 24 is de ontwikkeling van het organische stofgehalte voor het zuidoostelijk zandgebied weergegeven wanneer de kengetallen van organische bemesting wijzigen. De gemiddeldes zijn opgesplitst naar de meest gebruikte meststof (RDM en VDM). In het bouwplan met overwegend rundveedrijfmest wordt er bij de nieuwe kengetallen minder organische stof opgebouwd dan bij de oude kengetallen. Na 10 jaar is er een verschil van 0,11%-punt, na 50 jaar is het verschil al toegenomen tot 0,31%-punt en na 100 jaar tot 0,40%-punt. Dit wordt enkel en alleen veroorzaakt door de verandering van de kengetallen, want de gewasrotatie incl. groenbemesters, en de hoeveelheden aan mest zijn niet gewijzigd. Niet alleen de wijziging van HC, maar ook die van de aanvoer van OS per kuub zijn hierbij bepalend. In het bouwplan met hoofdzakelijk varkensdrijfmest is het verschil tussen de oude en nieuwe kengetallen nooit groter dan 0,05%-punt en daarmee verwaarloosbaar klein. Vergelijken we de bemestingsstrategieën met elkaar dan zien we dat de organische stofopbouw bij het hoofdzakelijk gebruik van rundveedrijfmest met de oude kengetallen hoger was dan bij het gebruik van varkensdrijfmest (4,15% t.o.v. 3,71% na 100 jaar). Bij de nieuw kengetallen is het verschil veel kleiner en licht in het voordeel van de varkensdrijfmest (3,65% t.o.v. 3,75% na 100 jaar).



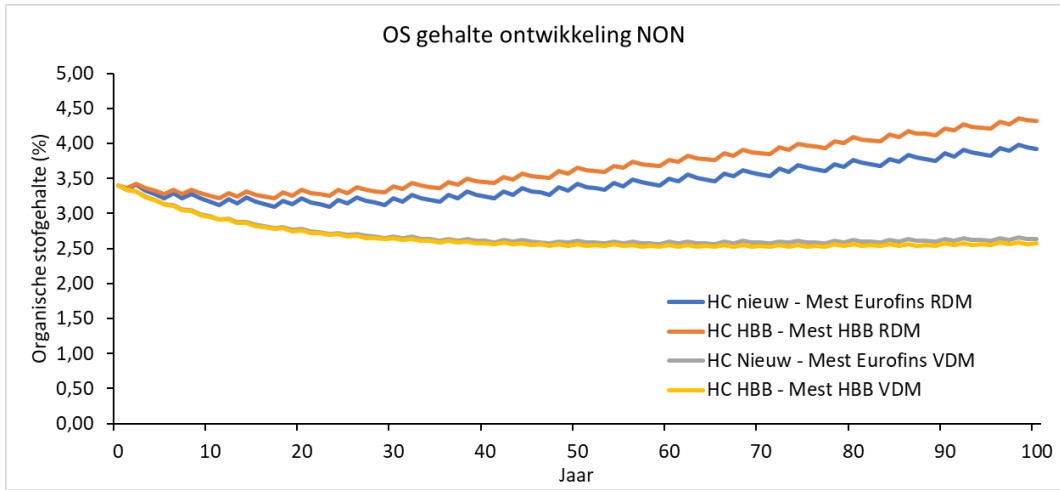
Figuur 24 Ontwikkeling OS-gehalte bij aanpassing kengetallen HC en samenstelling van de mest voor een gemiddeld bouwplan in het zuidoostelijk zandgebied.

Noordoost Nederland

In Figuur 25 is de ontwikkeling van het organische stofgehalte voor noordoost Nederland weergegeven wanneer de kengetallen van organische bemesting wijzigen. De gemiddeldes zijn opgesplitst naar de meest gebruikte meststof (RDM en VDM). In het bouwplan waar overwegend RDM gebruikt wordt is de OS-ontwikkeling bij gebruik van de nieuwe kengetallen lager dan bij de oude kengetallen. Na 10 jaar is het verschil 0,08%-punt, na 50 jaar is het verschil al toegenomen tot 0,23%-punt en na 100 jaar tot 0,39%-punt.

In het bouwplan waar overwegend VDM gebruikt wordt zijn de verschillen verwaarloosbaar klein. Na 10 jaar is er nog geen verschil. Na 50 jaar is er 0,05%-punt meer organische stof aanwezig bij de nieuwe kengetallen t.o.v. de oude. Na 100 jaar is dit verschil opgelopen tot 0,07%-punt.

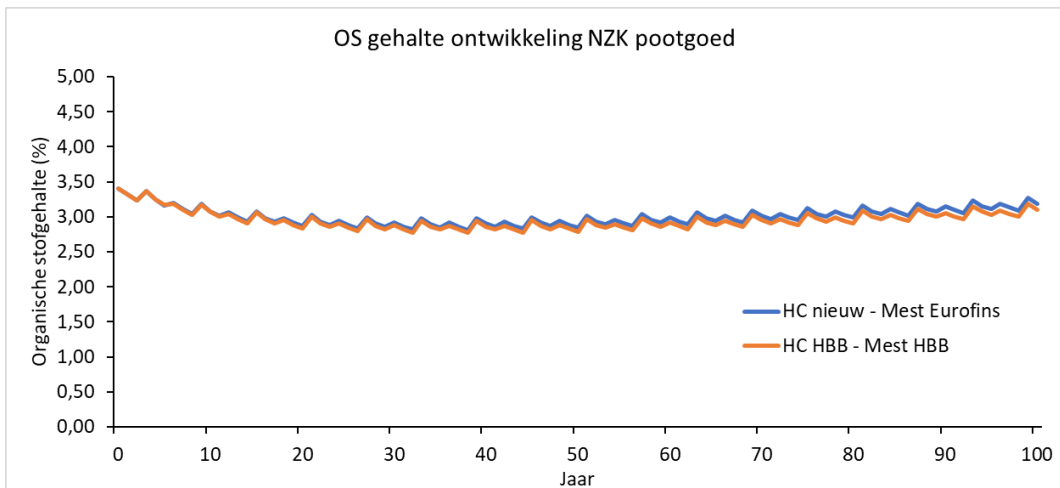
Met de nieuwe kengetallen is het verschil in organische stofopbouw tussen RDM en VDM kleiner geworden. Bij de oude kengetallen was het verschil 1,75%-punt na 100 jaar, met de nieuwe kengetallen is dit teruggelopen naar 1,3%-punt.



Figuur 25 Ontwikkeling OS-gehalte bij aanpassing kengetallen HC en samenstelling van de mest voor een gemiddeld bouwplan in noordoost Nederland.

Noordelijke zeekleigebied pootgoed

In Figuur 26 is de ontwikkeling van het organische stofgehalte voor het noordelijke zeekleigebied met pootgoedteelt weergegeven wanneer de kengetallen van organische bemesting wijzigen. In dit bouwplan wordt de wintertarwe bemest met RDM en wordt er na de teelt van wintertarwe en zaauien vaste rundveemest en VDM toegepast. Bij de overige gewassen wordt er geen organische bemesting toegepast. De OS-opbouw is bij de nieuwe kengetallen iets hoger dan bij de oude kengetallen al zijn de verschillen verwaarloosbaar klein. Na 100 jaar is het verschil 0,09%-punt.

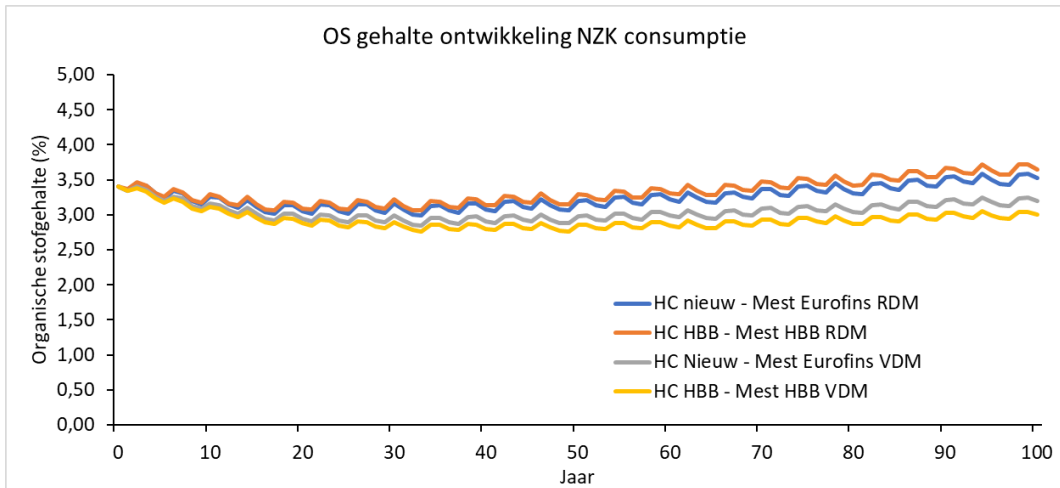


Figuur 26 Ontwikkeling OS-gehalte bij aanpassing kengetallen HC en samenstelling van de mest voor een gemiddeld bouwplan in het noordelijke zeekleigebied met pootgoed.

Noordelijke zeekleigebied consumptieaardappel

In Figuur 27 is de ontwikkeling van het organische stofgehalte voor het noordelijke zeekleigebied met consumptieaardappelen weergegeven wanneer de kengetallen van organische bemesting wijzigen. De gemiddeldes zijn opgesplitst naar de meest gebruikte meststof (RDM en VDM). In het bouwplan waar overwegend RDM gebruikt wordt is de OS-opbouw bij gebruik van de nieuwe kengetallen lager dan bij de oude kengetallen. Na 10 jaar is het verschil 0,07%-punt, na 50 jaar is het verschil al toegenomen tot 0,10%-punt en na 100 jaar tot 0,13%-punt.

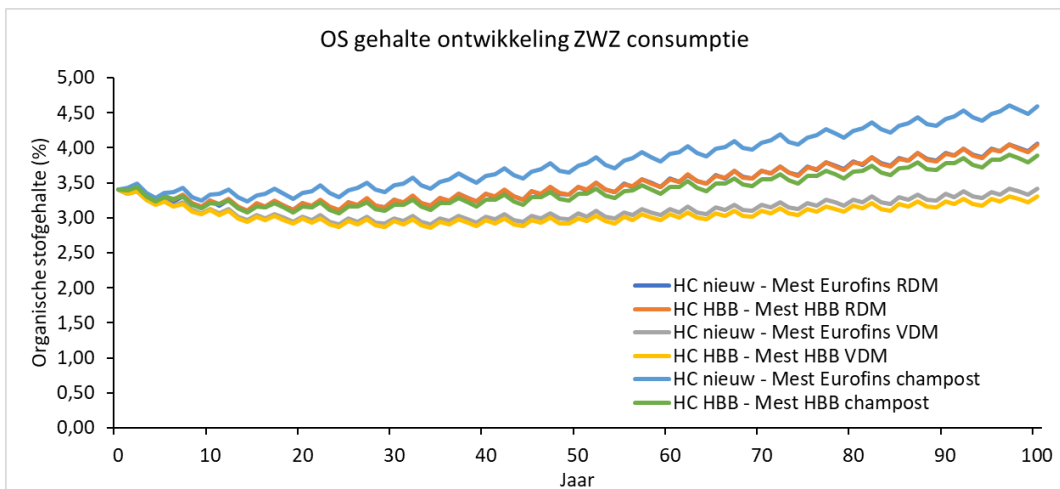
In het bouwplan waar overwegend VDM gebruikt wordt zijn de verschillen iets groter en is de OS-opbouw juist hoger bij de nieuwe kengetallen. Na 10 jaar is het verschil 0,04%-punt. Na 50 jaar is er 0,12%-punt meer organische stof aanwezig bij de nieuwe kengetallen t.o.v. de oude. Na 100 jaar is dit verschil opgelopen tot 0,20%-punt.



Figuur 27 Ontwikkeling OS-gehalte bij aanpassing kengetallen HC en samenstelling van de mest voor een gemiddeld bouwplan in het noordelijke zoekgebied met consumptieteelt.

Zuidwestelijke zoekgebied

In Figuur 28 is de ontwikkeling van het organische stofgehalte voor het zuidwestelijke zoekgebied weergegeven wanneer de kengetallen van organische bemesting wijzigen. De gemiddeldes zijn opgesplitst naar de meest gebruikte meststof (RDM, champost en VDM). In het bouwplan waar overwegend RDM gebruikt wordt is de OS-ontwikkeling bij gebruik van de nieuwe kengetallen vergelijkbaar met de oude kengetallen. De verschillen zijn nooit groter dan 0,01%-punt. In het bouwplan waar overwegend champost gebruikt wordt zijn de verschillen wel groot en is de opbouw bij de nieuwe kengetallen hoger. Na 10 jaar is het verschil 0,11%-punt, na 50 jaar 0,41%-punt en na 100 jaar 0,69%-punt. In het bouwplan waar overwegend VDM gebruikt wordt zijn de verschillen ook klein maar is de OS-opbouw iets hoger bij de nieuwe kengetallen. Na 10 jaar is het verschil 0,02%-punt, na 50 jaar 0,06%-punt en na 100 jaar 0,11%-punt.



Figuur 28 Ontwikkeling OS-gehalte bij aanpassing kengetallen HC en samenstelling van de mest voor een gemiddeld bouwplan in het zuidwestelijke zoekgebied.

Totaaloverzicht

In Tabel 16 is een overzicht gegeven van de ontwikkeling van het OS-gehalte na 10, 50 en 100 jaar voor verschillende bouwplannen met de oude en nieuwe kengetallen.

Tabel 16 Overzicht ontwikkeling OS-gehalte bij huidige (HC HBB - Mest HBB) en nieuwe kengetallen (HC nieuw - Mest Eurofins).

Gebied	Meest gebruikte mestsoort	Object	OS gehalte		
			Na 10 jaar	Na 50 jaar	Na 100 jaar
ZOZ	Rundveedrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	3,14	3,18	3,65
ZOZ	Rundveedrijfmest	HC HBB – Mest HBB	3,25	3,49	4,15
ZOZ	Varkendrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	3,14	3,23	3,75
ZOZ	Varkendrijfmest	HC HBB – Mest HBB	3,14	3,20	3,71
NON	Rundveedrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	3,17	3,42	3,93
NON	Rundveedrijfmest	HC HBB – Mest HBB	3,25	3,65	4,32
NON	Varkendrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	2,96	2,61	2,64
NON	Varkendrijfmest	HC HBB – Mest HBB	2,96	2,56	2,57
NZK poot		HC nieuw – Mest Eurofins	3,08	2,84	3,19
NZK poot		HC HBB – Mest HBB	3,07	2,79	3,10
NZK cons.	Rundveedrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	3,26	3,20	3,52
NZK cons.	Rundveedrijfmest	HC HBB – Mest HBB	3,29	3,30	3,65
NZK cons.	Varkendrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	3,16	2,98	3,20
NZK cons.	Varkendrijfmest	HC HBB – Mest HBB	3,12	2,86	3,00
ZWZ	Rundveedrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	3,24	3,44	4,06
ZWZ	Rundveedrijfmest	HC HBB – Mest HBB	3,25	3,44	4,05
ZWZ	Varkendrijfmest	HC nieuw – Mest Eurofins	3,13	3,06	3,42
ZWZ	Varkendrijfmest	HC HBB – Mest HBB	3,11	3,00	3,31
ZWZ	Champost	HC nieuw – Mest HBB	3,33	3,75	4,59
ZWZ	Champost	HC HBB – Mest HBB	3,22	3,34	3,90

4 Discussie

4.1 Samenstelling organische mesten

4.1.1 Eurofins-dataset en incubaties

Het is de vraag in hoeverre de monsters welke zijn ingezet voor de incubatiestudies qua samenstelling representatief zijn voor de mest die in Nederland gebruikt wordt. Er is daarom een vergelijking gemaakt tussen de samenstelling van de monsters uit de Eurofins-dataset en de monsters uit de incubatiestudies. Er zijn verschillen gevonden in de samenstelling van de mestsoorten zoals gevonden in de voorgestelde Eurofins dataset en de mediane samenstelling uit de incubatie datasets, zie Tabel 17. Met name in het droge stofgehaltes worden grote verschillen gevonden. Het droge stofgehalte van de rundveedrijfmest was hoger in de dataset van de incubaties dan van Eurofins. Dit gold ook voor de dunne fractie van rundveedrijfmest, de vaste rundveemest, de pluimveemest en de zeugen drijfmest. Andersom was dit het geval voor de dikke fractie rundveemest, dikke fractie varkensmest, vaste varkensmest en vleesvarkensdrijfmest. Het organische stofgehalte is uitgedrukt in vers materiaal, en de verschillen zijn in lijn met de verschillen gevonden voor het droge stofgehalte. Wat betreft het stikstofgehalte in vers materiaal zijn de verschillen minder groot tussen de incubatie data en de data van Eurofins. Zo was het stikstofgehalte van de vaste rundveemest 7,0 en 6,7 gram per kilogram voor de incubatiedata en Eurofins data respectievelijk. Voor de dikke fractie van rundveedrijfmest was dit verschil groter, namelijk 5,8 en 8,1 gram per kilogram respectievelijk. Ook bij de pluimveemest en drijfmest van rundvee en zeugen werden relatief grote verschillen gevonden. Wat betreft N-org en N-mineraal zijn er minder datapunten om de vergelijking te maken. Het grootste verschil werd gevonden voor de vaste varkensmest. Het gehalte N-org was 7,5 gram per kilogram op basis van de incubatie data sets en 6,6 gram per kilogram op basis van de Eurofins dataset. Voor N-mineraal zijn nog minder datapunten beschikbaar. Voor rundveedrijfmest en vaste rundveemest lagen de gevonden waarden dicht bij elkaar. Voor de drijfmest van vleesvarkens en pluimveemest werden relatief grote verschillen gevonden.

Dit betekent dat de HC's op basis van de incubatiestudies niet geheel aansluiten bij de samenstelling wanneer deze wordt gebaseerd op de Eurofins dataset. De gebruikte mest in de incubatiestudies had bijna altijd een hogere C/N-org verhouding vergeleken met de Eurofins dataset, hierdoor was de mineralisatie bij de incubatiestudies altijd iets trager.

Tabel 17 Vergelijking van de samenstelling van de geanalyseerde mesten uit de incubatie datasets en de Eurofins dataset, uitgedrukt in vers materiaal.

	n (#)		HC (-)	DS (g.kg)		OS (g.kg)		N-totaal (g.kg)		N-org (g.kg)		N-min (g.kg)	
	Incubatie	Eurofins	Incu- batie	Incu- batie	Euro- fins	Incu- batie	Euro- fins	Incu- batie	Euro- fins	Incu- batie	Euro- fins	Incu- batie	Euro- fins
Drijfmest - rundvee	31	>100000	0,57	99	76	76	54	5,1	4,3	-	2,1	1,9	1,8
Dunne fractie - rundvee	2	5000-10000	0,60	63	39	46	-	3,8	3,0	-	-	-	-
Dikke fractie - rundvee	6	5000-10000	0,79	206	238	175	205	5,8	8,1	-	4,6	-	3,5
Vaste mest - rundvee	30	>100000	0,70	280	233	211	162	7,0	6,7	5,1	5,2	1,8	1,5
Dikke fractie - varkens	6	5000-10000	0,79	279	290	215	227	11,6	10,7	7,5	6,6	-	4,3
Vaste mest - varkens	5	2501-5000	0,68	199	249	156	209	5,7	6,6	3,9	4,4	-	1,6
Vaste mest - pluimvee	2	>100000	0,45	846	731	639	511	32,3	30,0	26,5	26,9	5,8	3,0
Drijfmest - vleesvarkens	11	>100000	0,68	45	67	29	40	7,2	6,0	-	2,1	4,9	3,1
Drijfmest - zeugen	4	>100000	0,75	55	39	36	34	4,9	3,8	2,0	1,9	-	2,9

4.1.2 Update Handboek bodem en bemesting

In Tabel 18 zijn de tabellen opgenomen zonder de oude waardes. Deze kunnen, wanneer de nieuwe kengetallen aangenomen worden, overgenomen worden in het handboek bodem en bemesting.

In Tabel 18 staat de mediane samenstelling op basis van de Eurofins dataset van de verschillende mestsoorten die in dit onderzoek meegenomen zijn. Bij de drijfmesten is de hoeveelheid droge stof en organische stof lager dan eerst aangenomen. In de rundveedrijfmest zit iets meer stikstof en iets minder fosfaat. In de vleesvarkensdrijfmest zit behoorlijk minder stikstof en fosfaat, de hoeveelheid kali is hier juist hoger.

Bij de vaste rundvee- en pluimveemest is de hoeveelheid droge stof ook lager, maar de organische stof juist iets hoger. De stikstof- en fosfaatgehalten zijn bij beide iets lager dan oorspronkelijk aangenomen. Bij vaste pluimveemest is de hoeveelheid kali ook lager.

Voor de compostsoorten zijn geen nieuwe samenstellingen beschikbaar.

Tabel 18 Mediane samenstelling¹ van dierlijke mest en compost in kg per ton vers product op basis van de Eurofins dataset.

	Droge stof	Org. stof	N-totaal	N-min	N-org	P ₂ O ₅	K ₂ O	MgO	Na ₂ O
Drijfmest									
Rundvee oud ²	92	71	4,0	1,9	2,1	1,5	5,4	1,2	0,7
Rundvee nieuw ³	76	54	4,3	2,0	2,3	1,4	5,4	1,2	1,1
Vleesvarkens oud ²	107	79	7,0	3,7	3,3	3,9	4,7	1,5	1,2
Vleesvarkens nieuw ³	67	40	6,0	3,6	2,4	3,5	5,4	1,3	1,2
Vaste mest									
Rundvee grupstal oud ²	267	155	7,7	1,1	6,6	4,3	8,8	4,1	1,1
Rundvee grupstal nieuw ³	233	162	6,7	1,5	5,2	3,2	9,0		
Pluimvee oud ²	562	416	28,4	2,9	25,7	23,0	19,2	5,5	1,7
Pluimvee nieuw ³	561	478	26,0	2,8	23,2	19,0	14,6		
Compost									
Champost oud ²	336	211	7,6	0,4	7,2	4,5	10,0	2,3	1,9
Champost nieuw ²	336	211	7,6	0,4	7,2	4,5	10,0	2,3	1,9
GFT-compost oud ²	696	242	8,9	0,8	8,1	4,4	7,9	3,3	
GFT-compost nieuw ²	696	242	8,9	0,8	8,1	4,4	7,9	3,3	
Groencompost oud ²	599	179	5,0	0,5	4,5	2,2	4,2	1,8	
Groencompost nieuw ²	599	179	5,0	0,5	4,5	2,2	4,2	1,8	

¹ Gekozen is voor de mediaan omdat deze minder wordt beïnvloed door sterk afwijkende waarden in de gegevensverzameling dan het rekenkundig gemiddelde.

² Bron: Handboek bodem en bemesting

³ Bron: Brolsma & Van Middelkoop, 2022

4.2 Humificatiecoëfficiënt

4.2.1 Factoren van invloed op de hoogte van de humificatiecoëfficiënt

Er zijn grote verschillen gevonden in HC's van vergelijkbare meststoffen. Zo varieerde de HC van varkensdrijfmest tussen de 0,28 en 0,87. Dit kan gerelateerd zijn aan de oorsprong van de mest (bijvoorbeeld door het voerregime of bewaring), of de opzet van de incubatiestudie. Hieronder worden verschillende oorzaken besproken.

Mesteigenschappen

Er zijn verschillende eigenschappen met betrekking tot de oorsprong van mest bekeken. In de drijfmest van rundvee is onderscheid gemaakt naar voerregime en onderscheid gemaakt naar melkgevende en droogstaande koeien. Uit de (beperkte) data blijkt niet dat deze factoren van invloed waren op de gevonden waarden. Voor de vaste rundveemest is gekeken naar de mest van melkkoeien en vleesstieren; de verschillen in het organisch stofgehalte en het EOS-gehalte waren beperkt. Wat betreft de drijfmest van varkens is er gekeken naar het onderscheid tussen vleesvarkens en zeugen. Hoewel er geen eenduidige verschillen waren in de HC's, werd er wel een duidelijk verschil gevonden in de stikstofgehalten. Verder is er in de mest van vleesvarkens een opsplitsing gemaakt naar voerregimes. Gezien het lage aantal monsters (n=3) waren verschillen lastig vast te stellen. Omdat er weinig bekend is van de oorsprong van alle mestsoorten meegenomen in deze studie, is het lastig te achterhalen wat de variatie kan verklaren.

Mestsamenstelling

Er is gekeken naar de samenhang tussen de samenstelling van mest en de gevonden HC's. Uit de statistische analyse bleek dat de HC significant samenhang met de samenstelling van de mest ($p < 0,00$). De voorspellende waarde was echter zeer laag ($R^2_{adj.} = 0,33$). Het is daarom aannemelijk dat de HC wordt beïnvloed door de samenstelling, maar de onderbouwing hiervoor is beperkt. Op basis van de beschikbare data onvoldoende onderbouwing om aan te nemen dat de HC van mestsoorten wordt bepaald door één van de gemeten gehaltenes.

Mestbehandeling

Velthof en Hummelink (in prep.) en van der Burgt et al. (2010) hebben van rundvee en varkensmest drijfmest en digestaat geanalyseerd van hetzelfde bedrijf. Een overzicht van de resultaten wordt weergegeven in Tabel 19. Voor rundvee was de HC van de behandelde mest in elk geval hoger dan de onbehandelde mest, al waren de verschillen beperkt (van der Burgt et al., 2010). Ook tussen de onbehandelde en behandelde varkensdrijfmesten waren de verschillen in HC klein, maar in veel gevallen was de HC van behandelde mest lager dan de onbehandelde mest. Dit gaat in tegen de verwachting, omdat er aangenomen wordt dat na vergisting een stabiel product overblijft doordat er tijdens het vergistingsproces afbraak plaatsvindt waarbij CH_4 en CO_2 vrijkomt. Een vergelijking tussen drijfmest en digestaat is echter lastig, omdat de monsters van de drijfmesten en digestaat op hetzelfde moment genomen zijn en dus van oorspronkelijke samenstelling kunnen verschillen (van der Burgt et al., 2010). Het is daarom lastig om conclusies te trekken over het effect van vergisting op de HC (van der Burgt et al., 2010).

Tabel 19 Gevonden HC waarden voor onbehandelde en behandelde drijfmesten.

Grondsoort	Mestmonster	Velthof en Hummelink (in prep.)								van der Burgt et al. (2010)						
		Zand						Klei		Zand		Klei		Zand		
		C17	C19	P1	P2	P7	P8	P11	P12	M5	M4	M8	M7			
Rundvee	Drijfmest	0,25										0,87	0,74			
	Digestaat	0,33										0,90	0,82			
Varken	Drijfmest			0,43		0,30		0,34				0,87		0,75		
	Digestaat			0,34		0,28		0,39				0,82		0,73		

Natuurlijke variatie

Rietra et al. (in prep.) analyseerden mesten van hetzelfde type met een verschillende oorsprong. Omdat dezelfde omstandigheden wat betreft de incubatie en het model zijn toegepast, kan de variatie op basis van deze set goed omschreven worden. Een overzicht wordt gegeven in Tabel 20. Binnen deze set liep de HC van varkensdrijfmest uiteen tussen 0,33 en 0,68 (n=6). Er is onvoldoende bekend van deze mesten, waardoor het niet te achterhalen is waardoor dit komt. Aangenomen kan worden dat er een grote spreiding is in de HC van

varkensdrijfmest. Verder werd een ruime spreiding gevonden voor de rundveedrijfmest, de dikke fractie rundveemest en de dikke fractie van rundveedigestaat. Voor de vaste varkensmest, de dikke fractie van varkensmest, de champost en de composten was de variatie beperkter. Al met al kan er geconcludeerd worden dat er een grote spreiding bestaat in de HC van een aantal organische mestsoorten.

Tabel 20 Range in HC's gevonden voor mestsoorten door Rietra et al. (in prep.).

Mestsoort	n (#)	Range HC	
Rundvee – drijfmest	9	0,53	0,73
Rundvee – dunne fractie	1		0,73
Rundvee – dikke fractie	5	0,51	0,78
Rundvee – digestaat	5	0,77	0,88
Rundvee – digestaat dunne	2	0,66	0,71
Rundvee – digestaat dikke	5	0,48	0,79
Rundvee – vaste mest	12	0,30*	0,80
Varkens – drijfmest	6	0,33	0,68
Varkens – dunne fractie	1		0,60
Varkens – dikke fractie	6	0,75	0,83
Varkens – vaste mest	5	0,63	0,75
Champost	7	0,75	0,89
Champost – excl. dekaarde	3	0,85	0,88
GFT-compost	8	0,88	0,95
Groencompost	5	0,82	0,92
Bokashi	1		0,68

* De meeste waarden lagen tussen de 0,6 en 0,8.

Grondsoort

Er bleek een systematisch verschil te zijn tussen organische producten geïncubeerd in zand- en kleigronden ($p < 0,00$). Een vergelijking is gemaakt in Schoumans et al. (2023) en van der Burgt et al. (2010). Kleigronden leidde meestal tot een lagere afbraak en dus een hogere HC, het verschil liep op tot wel 28 procentpunten (HC klei-groencompost=0,93; HC zand-groencompost=0,65).

Dosering

Rietra et al. (in prep.) hebben gekeken naar de HC's resulterend uit dezelfde meststoffen maar met verschillende dosering (i.e. hoeveelheid meststof toegevoegd aan grond voor de incubatie). Zij gaven aan dat bij verschillende hoeveelheden meststof meestal dezelfde HC wordt gemeten. Dit gold wanneer er een minimale hoeveelheid van 3 gram C per kilogram is toegevoegd. Deze hoeveelheid werd echter niet in elke studie gehaald bij alle meststoffen (zie Tabel 4).

Modelkeuze

Er zijn verschillende methoden toegepast om van de gemeten C-respiratie tot een HC te komen. Rietra et al. (in prep.), Schoumans et al. (2023) en Postma en Ros (2016) hebben het twee-pool model toegepast (en deels ook het MINIP-model met één organische stofpool). Van der Burgt et al. (2011) hebben een dubbel exponentieel model toegepast met asymptoot, Velthof en Hummelink (in prep.) hebben MINIP gebruikt en de Boer et al. (2020) heeft de resterende C na interpolatie gebruikt als HC. Om het effect van de modelkeuze te kwantificeren, is de data van van der Burgt et al. (2010) gebruikt om de verschillende methoden op te testen. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 21. Het twee-pool is door drie van de zes studies toegepast. Postma en Ros (2016) gebruikten het twee-pool model maar hanteerden een andere temperatuurscorrectie dan Schoumans et al. (2023) en Rietra et al. (in prep.). Het hanteren van een andere (hogere) temperatuurscorrectie leidde, mits er hier bij het extrapoleren rekening is gehouden, niet tot andere HC's (zie Tabel 21. Van der Burgt et al. (2010) pasten een dubbel exponentieel model toe met een asymptoot, dit leidde tot vergelijkbare tot iets hogere HC's, het verschil met het twee-pool model bedroeg 0 tot 4 procentpunten. De Boer et al. (2020) gebruikten niet het twee-pool model, maar namen de resterende hoeveelheid C als indicatie voor de HC. Dit leidde tot beperkte verschillen, van 0 tot 4 procentpunten. MINIP bleek het afbraakpatroon niet goed te kunnen beschrijven (van der Burgt et al., 2010). Toch verschilde de HC berekend met MINIP weinig van het twee-pool model, het verschil bedroeg maximaal 3 procentpunten.

Incubatieduur

Ook de duur van de incubatie maakte verschil, zie Tabel 21 Van der Burgt et al. (2011) gebruikten een incubatieduur van 168 en 154 dagen, de Boer et al. (2020) 168 dagen, Schoumans et al. (2023) 120 dagen, Velthof en Hummelink (in prep.) 116 dagen, Rietra et al. (in prep.) 92 dagen en Postma en Ros (2016) slechts 84 dagen. Een kortere incubatieduur leidde tot een hogere HC. Wanneer uitgegaan wordt van 112 dagen was het verschil ten opzichte van 168 dagen 2 tot 7 procentpunten.

Daarnaast gaven van der Burgt et al. (2010) aan dat het niveau van de afbraak veel lager was dan verwacht werd, waardoor hoge HC's ontstonden. De HC's gevonden door van der Burgt et al. (2010) waren echter niet hoger dan voor de overige incubatiestudies.

Tabel 21 Effect van modelkeuze op de berekende humificatiecoëfficiënt (HC).

Mesttype	Dagen Correctie Grondsoort	Twee-pool model				DEX*	Resterende C	Minip
		168	168	112	168	168	168	
		Janssen (2002) HC	Bradbury et al. (1993) HC	Janssen (2002) HC	Janssen (2002) HC	Janssen (2002) HC	- HC	HC
Potstalmest	klei	0,75	0,75	0,74	0,75	0,75	0,76	
Natuurcompost		0,87	0,87	0,87	0,86	0,87	0,88	
GFT-compost		0,86	0,86	0,87	0,86	0,86	0,87	
RDM-digestaat		0,81	0,81	0,78	0,82	0,82	0,84	
RDM		0,81	0,81	0,78	0,82	0,81	0,83	
RDM-digestaat dikke fractie		0,85	0,85	0,83	0,86	0,86	0,87	
VDM-digestaat		0,74	0,74	0,68	0,75	0,76	0,76	
VDM		0,70	0,70	0,70	0,70	0,69	0,69	
VDM-digestaat dikke fractie		0,80	0,80	0,76	0,81	0,81	0,82	
Potstalmest	Zand	0,62	0,62	0,64	0,62	0,61	0,61	
Natuurcompost		0,78	0,78	0,77	0,79	0,78	0,80	
GFT-compost		0,76	0,76	0,74	0,77	0,76	0,78	
RDM-digestaat		0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,67	
RDM		0,63	0,63	0,61	0,63	0,63	0,64	
RDM-digestaat dikke fractie		0,67	0,67	0,64	0,69	0,68	0,69	
VDM-digestaat		0,54	0,54	0,54	0,54	0,54	0,53	
VDM		0,43	0,43	0,38	0,47	0,45	0,45	
VDM-digestaat dikke fractie		0,62	0,62	0,59	0,64	0,63	0,64	

* Met asymptoot zoals gedaan is in van der Burgt et al. (2010).

4.2.2 Update Handboek bodem en bemesting

In Tabel 22 zijn de nieuwe kengetallen (HC o.b.v. de incubatiestudies, OS o.b.v. Eurofins) en de oude kengetallen (uit het HBB) weergegeven. Wat betreft de HC zijn de grootste verschillen gevonden bij de vleesvarkens-, zeugen- en rundveedrijfmest, vaste varkensmest, kippenmest en de champost. De HC van de vaste rundveemest en de composten kwamen redelijk overeen. De nieuwe HC van de rundveedrijfmest viel lager uit dan de oude. Omdat het organisch stofgehalte ook lager was, viel het EOS kengetal lager uit. De nieuwe HC voor de drijfmest van vleesvarkens viel juist hoger uit dan de oude. Hier was het verschil in het EOS kengetal beperkt, dit kwam door een lager organisch stofgehalte. Voor de drijfmest van zeugen viel zowel de nieuwe HC als het organisch stofgehalte hoger uit dan de oude, waardoor het nieuwe EOS kengetal vele malen hoger is dan het oude. Zoals ook voor de varkensdrijfmesten het geval was, viel ook de nieuwe HC van vaste varkensmest hoger uit dan de oude. Omdat ook het nieuwe organisch stofgehalte hoger was, viel het nieuwe EOS kengetal vele malen hoger uit dan het oude. Hetzelfde gold voor de kippenmest, maar dan in mindere mate. Ook de nieuwe HC van champost viel hoger uit dan de oude. Omdat het oude kengetal slecht onderbouwd is (Hanegraaf et al., 2021), is een verdere vergelijking niet zinvol. Voor de vaste rundveemest en de composten was het verschil in de HC beperkt. Voor de vaste rundveemest gold dat het organisch stofgehalte ook enigszins vergelijkbaar was, waardoor het verschil tussen het nieuwe en het oude EOS kengetal beperkt was.

In het huidige HBB zijn de HC's van herkauwers hoger dan van niet-herkauwers, de mest van herkauwers zou verder verteerde OS bevatten dan die van niet-herkauwers en daardoor een hogere HC hebben. Uit de incubatiedata blijkt echter dat de HC van varkens- en zeugendrijfmest hoger was dan die van rundveedrijfmest. Voor het EOS-kengetal en de hoeveelheid EOS aangevoerd per kilogram fosfaat (EOS/P2O5) geldt echter nog wel dat deze hoger lag voor de rundveedrijfmest dan voor de varkens- en zeugendrijfmest (zie Figuur 29). Ook voor de vast mest geldt dat er in het huidige HBB een groot verschil was in de HC tussen varkens en runderen. Op basis van de nieuwe HC waarden komen deze dichterbij elkaar te liggen, dit geldt ook voor het EOS-kengetal. Per kilogram fosfaat blijft gelden dat er meer effectieve organische stof aangevoerd kan worden met vaste rundveemest dan met vaste varkensmest.

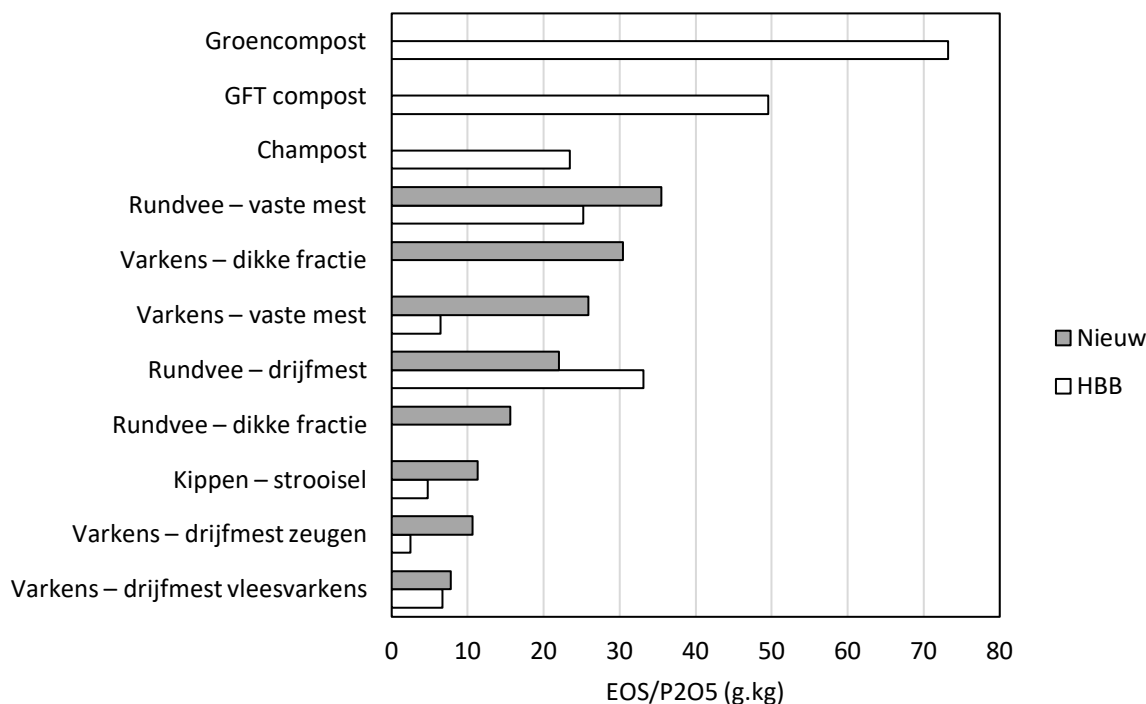
Hanegraaf et al. (2021) merkten in een eerdere analyse al op dat de HC's op basis van nieuwe incubatiestudies afweken van de HC's zoals opgenomen in het Handboek Bodem en Bemesting. Zij droegen verschillende redenen aan om de verschillen te verklaren, dit ging met name om de verschillen gevonden voor de drijfmesten. Een beperkt aantal van deze factoren is getest in deze studie, namelijk het voerregime en het wel of niet droog staan van melkvee. Op basis van de analyse kan niet worden vastgesteld dat deze factoren inderdaad de HC van de mest beïnvloed hebben. Het blijft dus onduidelijk waardoor deze verschuiving komt.

Het gebruik van de HC uit de incubatiestudies enerzijds, het organisch stofgehalte uit de Eurofins dataset anderzijds en de onvolledigheid van beide sets heeft ertoe geleid dat veel EOS kengetallen niet beschikbaar zijn.

Tabel 22 De HC en de organische stof en effectieve organische stofgehalten voor verschillende organische materialen (uitgedrukt in vers materiaal). Nieuw refereert naar de kengetallen op basis van de incubatiestudies en Eurofins data zoals in dit rapport voorgesteld, oud refereert naar de huidige getallen in het Handboek bodem en bemesting (2023).

	HC (-)		OS (g.kg)		EOS (g.kg)	
	Nieuw*	Oud	Nieuw**	Oud	Nieuw***	Oud
Rundvee – drijfmest	0,57	0,70	54	71	31	50
Rundvee – dunne fractie	0,48-0,73	-	-	-	-	-
Rundvee – dikke fractie	0,58	-	175	-	138	-
Rundvee – digestaat	0,82	-	-	-	-	-
Rundvee – digestaat dunne	0,66	-	-	-	-	-
Rundvee – digestaat dikke	0,75	-	-	-	-	-
Rundvee – vaste mest	0,70	0,70	162	155	113	109
Rundvee - feces	0,45	-	-	-	-	-
Rosékalveren	-	0,70	-	71	-	50
Witvleeskalveren	-	0,70	-	17	-	12
Varkens – drijfmest	0,66	-	-	-	-	-
Varkens – drijfmest vleesvarkens	0,68	0,33	40	79	27	26
Varkens – drijfmest zeugen	0,75	0,34	34	25	26	9
Varkens – dunne fractie	0,60	-	-	-	-	-
Varkens – dikke fractie	0,79	-	227	-	179	-
Varkens – digestaat	0,54	-	-	-	-	-
Varkens – digestaat dunne	-	-	-	-	-	-
Varkens – digestaat dikke	0,78	-	-	-	-	-
Varkens – vaste mest	0,68	0,33	209	153	142	50
Paarden – vaste mest	-	-	-	-	-	-
Kippen – strooisel	0,45	0,34	639	359	288	122
Pluimvee	-	0,33	478	416	-	137
Pluimvee + nadroog	-	0,33	552	393	-	130
Vleeskuikens + parelhoen	-	0,36	-	419	-	151
Vleeskalkoenen	-	0,36	-	359	-	154
Schapen	-	0,70	201	195	-	137
Geiten	-	0,70	242	174	-	122
Champost	0,82	0,50	-	211	-	106
Champost – excl. dekaarde	0,86	-	-	-	-	-
GFT-compost	0,91	0,90	-	242	-	218
Groencompost	0,90	0,90	-	179	-	161
Bokashi	0,80	-	-	-	-	-
Biochar	-	-	-	-	-	-
Stro	0,63	-	-	-	-	-
Codigestaat	0,58	-	-	-	-	-

* Op basis van de incubatiestudies opgenomen in dit rapport. ** Op basis van de Eurofins dataset. *** Op basis van de HC uit de incubatiestudies en het OS-gehalte van de Eurofins dataset.



Figuur 29 De hoeveelheid effectieve organische stof (EOS) aangevoerd per hoeveelheid fosfaat, op basis van het Handboek Bodem en Bemesting (HBB) en op basis van de nieuwe kengetallen ('nieuw'). De nieuwe kengetallen zijn gebaseerd op de HC uit de incubatiestudies en het organisch stofgehalte en het fosfaatgehalte op basis van de Eurofins dataset.

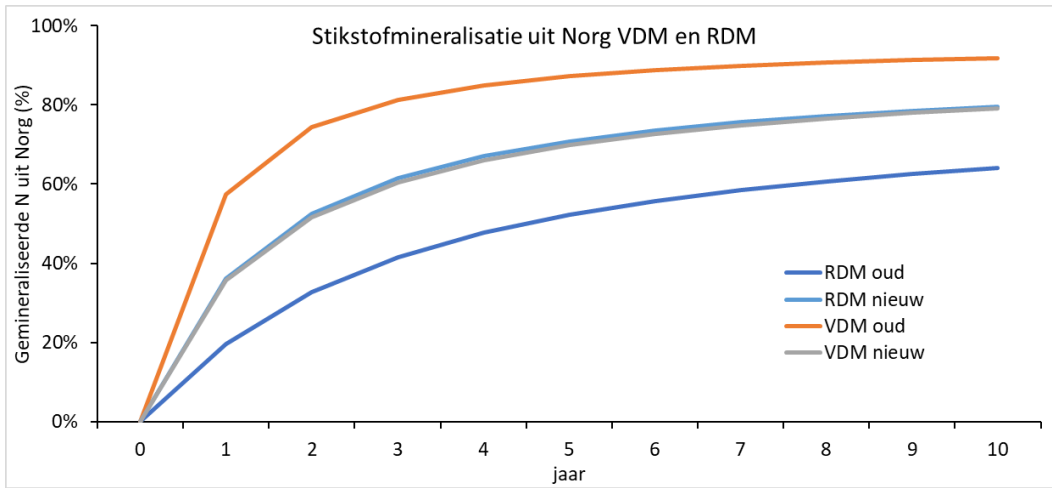
4.3 N-mineralisatie, N-beschikbaarheid en OS-dynamiek

N-mineralisatie en N-beschikbaarheid

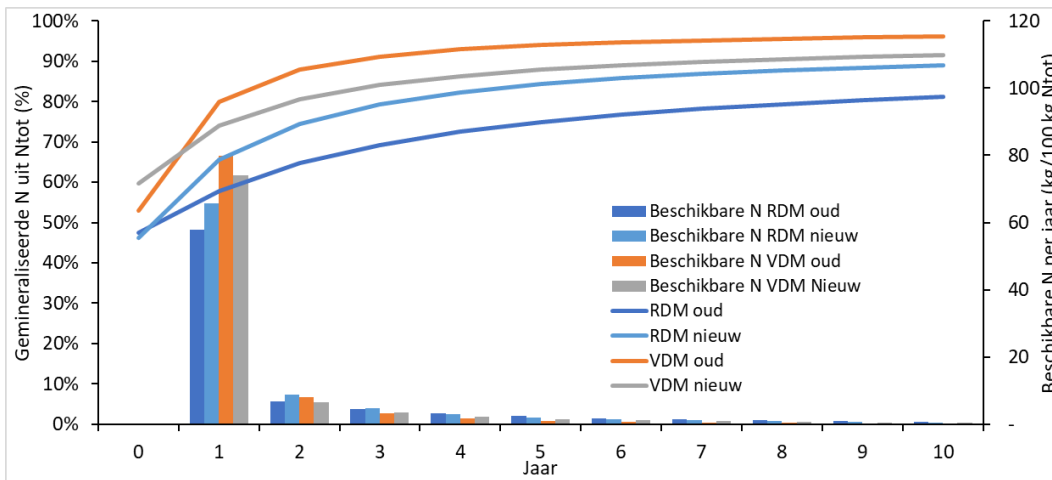
De N-mineralisatie van de organische gebonden N is volgens het MINIP-model bij gebruik van de nieuwe kengetallen, afkomstig uit de incubatieproeven en de mediane samenstelling van Eurofins, over het algemeen trager dan bij de huidige kengetallen uit het Handboek Bodem en Bemesting. Alleen bij de rundveedrijfmest is de N-mineralisatie sneller geworden. Ondanks de grote wijzigingen in C/N verhouding is het effect op de N-mineralisatie beperkt tot enkele procenten.

In tegenstelling tot de huidige kengetallen lijkt er met de nieuwe kengetallen weinig verschil te zitten in de mineralisatiesnelheid van de organisch gebonden N tussen rundvee- en varkensdrijfmest (Figuur 30). Dit wordt voornamelijk veroorzaakt doordat de HC van varkensdrijfmest is gestegen naar 0,66 terwijl die van rundveedrijfmest is gedaald naar 0,57. Schroder & Curth-van Middelkoop (2016) vonden in hun studie dat de eerstejaars N-werking van de organisch gebonden N in RDM op grasland 20% is, terwijl deze van VDM 61% is. Dit komt overeen met de oude waardes vanuit het Handboek Bodem en Bemesting.

Omdat het aandeel minerale N in varkensdrijfmest hoger is dan in rundveedrijfmest is de N-werkingscoëfficiënt van het eerste jaar nog altijd hoger bij varkensdrijfmest (Figuur 31). Bij gebruik van de huidige kengetallen was de NWC van de totale hoeveelheid stikstof 58% voor RDM en 80% voor VDM. Bij de nieuwe kengetallen wordt dit 66% bij RDM en 74% bij VDM. Schroder & Curth-van Middelkoop (2016) vonden in hun studie dat de NWC op grasland 48% bij RDM terwijl deze van VDM 71% is. Die van RDM ligt dus het dichtst bij de huidige kengetallen, die van VDM bij de nieuwe kengetallen.



Figuur 30 Stikstofmineralisatie uit N-org bij rundvee- en varkensdrijfmest. Weergegeven in % van oorspronkelijk aanwezige N-org.



Figuur 31 Stikstofbeschikbaarheid bij rundvee- en varkensdrijfmest. Weergegeven in % van N-totaal en kg N per 100 kg N-totaal.

OS-dynamiek

Als de kengetallen voor de aanvoer van verse OS en de HC wijzigen heeft dit invloed op de aanvoer van effectieve organische stof (EOS). Bij rundveedrijfmest is de hoeveelheid EOS per kuub flink afgenomen (was 50 kg en wordt 31 kg). Bij varkensdrijfmest is deze nagenoeg gelijk gebleven (van 26 kg EOS/kuub naar 27 kg EOS/kuub) en bij champost juist toegenomen (van 106 kg EOS/ton naar 173 kg EOS/ton). Bij beide compostvormen en de vaste rundveemest zijn de veranderingen niet of nauwelijks van invloed op de EOS-aanvoer. De EOS-aanvoer per ton vaste pluimveemest neemt wel iets toe.

Op basis van kengetallen lijkt de bijdrage van rundveedrijfmest aan de OS-opbouw in het verleden dus altijd overschat te zijn. Terwijl deze bij champost juist onderschat werd. In de praktijk zal de OS-balans er bij veelvuldig gebruik van deze meststoffen dus anders uit kunnen komen te zien. Bij het gebruik van de overige meststoffen zal het verschil verwaarloosbaar klein zijn.

Het zou interessant zijn om de OS-afbraak te valideren aan de hand van lange termijn experimenten, waar ook gerekend wordt met een HC van aangevoerde mest om langjarige trends te berekenen.

4.3.1 Update Handboek bodem en bemesting

In Tabel 23 is het verschil in stikstofwerkingscoëfficiënt van de organisch gebonden stikstof in organische mest tussen de oude en nieuwe kengetallen weergegeven bij voorjaarstoediening.

Bij de rundveedrijfmest zien we dat de organisch gebonden stikstof sneller mineraliseert als de kengetallen wijzigen. Dit kwam met name door de lagere waarden van zowel de HC als de C/N-org verhouding. Bij vleesvarkensdrijfmest zien we juist het tegenovergestelde beeld. Dat kwam door de hogere HC, de C/N-org

verhouding is wel iets lager. De mineralisatie van het organische deel van de stikstof tussen deze twee mestsoorten is nu vergelijkbaar met elkaar, terwijl deze aanvankelijk ver uit elkaar lagen.

Bij de vaste rundveemest zien we maar kleine verschillen in mineralisatiesnelheid en deze is met de nieuwe kengetallen iets trager. Bij vaste pluimveemest is het verschil groter, waarbij de mineralisatiesnelheid afneemt. Ook bij champost is de mineralisatiesnelheid trager dan aanvankelijk gedacht. De stikstofwerkingscoëfficiënt van zowel GFT- als groencompost verandert niet.

Tabel 23 Stikstofwerkingscoëfficiënt (1e jaars werking) van de organische fractie (N-org) in organische mest in geval van voorjaarstoediening (maart/april).

	Stikstofwerkingscoëfficiënt (%) N-org fractie					
	Tot 1 juni	Tot 1 juli	Tot 1 aug	Tot 1 sep	Tot 1 okt	Tot 1 nov
Drijfmest						
Rundvee oud	5%	10%	15%	15%	20%	20%
Rundvee nieuw	15%	20%	25%	30%	35%	35%
Vleesvarkens oud	30%	40%	50%	55%	60%	65%
Vleesvarkens nieuw	10%	15%	20%	25%	30%	30%
Vaste mest						
Rundvee grupstal oud	10%	15%	20%	20%	25%	25%
Rundvee grupstal nieuw	5%	10%	15%	20%	20%	20%
Pluimvee oud	35%	45%	55%	65%	70%	70%
Pluimvee nieuw	20%	30%	35%	45%	45%	50%
Compost						
Champost oud	15%	20%	25%	30%	35%	35%
Champost nieuw	5%	5%	10%	10%	15%	15%
GFT-compost oud	0%	5%	5%	5%	5%	5%
GFT-compost nieuw	0%	5%	5%	5%	5%	5%
Groencompost oud	0%	0%	5%	5%	5%	5%
Groencompost nieuw	0%	0%	5%	5%	5%	5%

In Tabel 24 is het verschil in stikstofwerkingscoëfficiënt van de totale stikstof in organische mest tussen de oude en nieuwe kengetallen weergegeven bij voorjaarstoediening.

Bij de rundveedrijfmest zien we dat de stikstof in jaar 1 sneller mineraliseert als de kengetallen wijzigen. Bij vleesvarkensdrijfmest zien we juist het tegenovergestelde beeld. De stikstofwerkingscoëfficiënt tussen deze twee mestsoorten is nu vergelijkbaar met elkaar, terwijl deze aanvankelijk ver uit elkaar lagen.

Bij de vaste rundveemest zien we maar kleine verschillen in mineralisatiesnelheid en deze is met de nieuwe kengetallen iets trager. Bij vaste pluimveemest is het verschil groter, waarbij de mineralisatiesnelheid afneemt. Ook bij champost is de mineralisatiesnelheid trager dan aanvankelijk gedacht. De stikstofwerkingscoëfficiënt van zowel GFT- als groencompost verandert niet.

Tabel 24 Stikstofwerkingscoëfficiënt (1^e jaars werking) van de totale hoeveelheid stikstof (N-totaal) in organische mest in geval van voorjaarstoediening (maart/april) door middel van bouwlandinjectie bij drijfmest en bovengronds verspreiden plus direct inwerken bij vaste mest, op basis van de meststelling die is weergegeven in Tabel 12.

	Stikstofwerkingscoëfficiënt (%) N-totaal					
	Tot 1 juni	Tot 1 juli	Tot 1 aug	Tot 1 sep	Tot 1 okt	Tot 1 nov
Drijfmest						
Rundvee oud	50%	50%	50%	55%	55%	55%
Rundvee nieuw	50%	55%	60%	60%	60%	65%
Vleesvarkens oud	65%	65%	70%	75%	75%	80%
Vleesvarkens nieuw	60%	65%	65%	70%	70%	70%
Vaste mest						
Rundvee grupstal oud	20%	25%	25%	30%	30%	35%
Rundvee grupstal nieuw	25%	25%	30%	30%	35%	35%
Pluimvee oud	35%	45%	55%	60%	65%	65%
Pluimvee nieuw	25%	35%	40%	45%	50%	50%
Compost						
Champost oud	15%	20%	30%	35%	35%	40%
Champost nieuw	10%	10%	15%	15%	15%	15%
GFT-compost oud	10%	10%	10%	10%	15%	15%
GFT-compost nieuw	10%	10%	10%	10%	10%	15%
Groencompost oud	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Groencompost nieuw	10%	10%	10%	10%	10%	10%

In Tabel 25 is de gemiddelde verhouding tussen N-min en N-org weergegeven voor organische meststoffen. Bij de rundveedrijfmest en vaste pluimveemest is er maar een hele kleine wijziging in deze verhouding. Bij de vleesvarkensdrijfmest is er bij de nieuwe kengetallen een hoger aandeel minerale stikstof aanwezig in de mest. Bij de vaste rundveemest zien we ook een hoger aandeel minerale stikstof. Voor de compost soorten zijn geen nieuwe samenstellingen beschikbaar.

Tabel 25 Gemiddelde verhouding tussen N-min en N-org in dierlijke mest en compost.

	N-min	N-org
Drijfmest		
Rundvee oud	48%	52%
Rundvee nieuw	46%	54%
Vleesvarkens oud	53%	47%
Vleesvarkens nieuw	60%	40%
Vaste mest		
Rundvee grupstal oud	14%	86%
Rundvee grupstal nieuw	22%	78%
Pluimvee oud	8%	92%
Pluimvee nieuw	11%	89%
Compost		
Champost oud	5%	95%
Champost nieuw	5%	95%
GFT-compost oud	9%	91%
GFT-compost nieuw	9%	91%
Groencompost oud	10%	90%
Groencompost nieuw	10%	90%

In Tabel 26 is de aanvoer van verse en effectieve organische stof uit organische mest tussen de oude en nieuwe kengetallen weergegeven. Bij de drijfmesten zien we dat de hoeveelheid organische stof (OS) lager is bij de nieuwe kengetallen. Bij rundveedrijfmest daalt de effectieve organische stof (EOS) en EOS/P₂O₅ flink. Ook de

organische stof die na 5 en 10 jaar nog aanwezig is, daalt behoorlijk. Bij varkensdrijfmest zien we dit juist niet. Daar blijft de EOS nagenoeg gelijk of stijgt deze licht, door de hogere HC.

Bij de vaste rundveemest is het verschil tussen de oude en nieuwe kengetallen erg klein. Bij vaste pluimveemest en champost is de hoeveelheid EOS en EOS/P₂O₅ hoger bij de nieuwe kengetallen t.o.v. de oude. De OS en EOS-aanvoer voor GFT- en groencompost wijzigen niet of nauwelijks.

Tabel 26 Aanvoer verse en effectieve organische stof (OS en EOS) uit organische mest.

	OS (kg/ton)	H.C. (fractie)	EOS (kg/ton)	EOS/P ₂ O ₅ (kg/kg)	Na 5 jaar (kg/ha)	Na 5 jaar (fractie)	Na 10 jaar (kg/ha)	Na 10 jaar (fractie)	C/N-org (kg/kg)
Drijfmest									
Rundvee oud	71	0,70	50	33	26	0,36	18	0,26	16,9
Rundvee nieuw	54	0,57	31	22	14	0,25	9	0,17	11,7
Vleesvarkens oud	79	0,33	26	7	9	0,11	6	0,07	12,0
Vleesvarkens nieuw	40	0,68	27	8	13	0,33	9	0,23	8,3
Vaste mest									
Rundvee grupstal oud	155	0,70	109	25	56	0,36	40	0,26	11,7
Rundvee grupstal nieuw	162	0,70	113	35	58	0,36	42	0,26	15,6
Pluimvee oud	416	0,33	137	6	46	0,11	29	0,07	8,0
Pluimvee nieuw	478	0,45	215	11	91	0,19	57	0,12	10,3
Compost									
Champost oud	211	0,50	106	23	46	0,22	32	0,15	14,7
Champost nieuw	211	0,82	173	38	97	0,46	76	0,36	14,7
GFT-compost oud	242	0,90	218	50	167	0,69	138	0,57	14,9
GFT-compost nieuw	242	0,91	220	50	172	0,71	143	0,59	14,9
Groencompost oud	179	0,90	161	73	124	0,69	102	0,57	19,9
Groencompost nieuw	179	0,90	161	73	124	0,69	102	0,57	19,9

4.4 Consequenties bouwplanbemesting

Om te onderzoeken wat het effect van aanpassen van de kengetallen van organische meststoffen kan zijn in de praktijk zijn er bouwplandoorrekeningen gemaakt in MINIP. MINIP is een model dat voornamelijk gebruikt wordt om de mineralisatie van stikstof uit organische stof te kunnen doorrekenen. Aanpalend aan de mineralisatie wordt ook de koolstof afbraak en opbouw doorgerekend, hiermee is het mogelijk wat te kunnen zeggen over de OS-opbouw in de bouwvoor. Echter zijn er in Nederland betere modellen beschikbaar om dit te doen, zoals RothC, INITIATOR of ANIMO. Omdat het in deze studie voornamelijk om het effect op de N-mineralisatie ging, is er geen apart model gebruikt voor de OS.

Uit de simulaties met MINIP is gebleken dat het aanpassen van de kengetallen resulteert in een andere opbouw van OS in de bouwvoor. Voor de verschillende gebieden zijn verschillende bouwplannen gebruikt en is de OS-opbouw uitgesplitst naar meest voorkomende mestvorm. Echter werden in alle bouwplannen meerdere mestvormen gebruikt. Hierdoor was het beeld tussen verschillende gebieden niet altijd eenduidig. In grote lijnen lijkt het erop dat in de bouwplannen met gebruik van overwegend rundveedrijfmest de OS-opbouw licht overschat wordt met de huidige kengetallen. Bij de bouwplannen met overwegend varkensdrijfmest zit er heel weinig verschil in de opbouw van OS. Door de lagere nutriëntengehaltes in deze mest kan er iets meer uitgereden worden waardoor de bijdragen aan de OS-opbouw iets toeneemt. De opbouw van OS in bouwplannen waarin veel champost werd gebruikt werd met de huidige kengetallen juist zwaar onderschat.

De resultaten van deze simulatie komen overeen met de veranderende aanvoer van effectieve organische stof (EOS) per mestsoort. Waarbij rundveedrijfmest ook een lagere EOS-opbouw had, varkensdrijfmest weinig wijzigde en champost juist een hogere EOS-opbouw had. Het verschil op bouwplanniveau is wel kleiner, omdat het effect gedempt wordt door de invloed van de overige aanvoerbronnen (gewasresten, groenbemesters en organische meststoffen waarvan de EOS-aanvoer niet veel verandert).

De stikstofmineralisatie op bouwplanniveau kent ook een ongeveer gelijke lijn met die op meststofniveau. Dit komt omdat de beschikbare stikstof in het eerste jaar grote invloed heeft op de totale beschikbare stikstof in dat jaar en juist de beschikbare stikstof in het jaar van toedienen laat de grootste veranderingen zien. Omdat de beschikbare stikstof in een jaar tot wel 30 kg kan wijzigen is het belangrijk dat er rekening gehouden wordt met het aanvullen van kunstmest tot het gewenste niveau.

De mineralisatie van de stikstof in jaar 2 en verder heeft maar een zeer beperkte invloed op de totale beschikbaarheid, waardoor er op bouwplanniveau geen grote verschillen ontstaan in jaren dat er geen organische mest wordt toegediend. Hierdoor zal het bijvullen van stikstof met kunstmest weinig aangepast worden.

4.5 Vertaalslag naar veldomstandigheden

4.5.1 HC waarden uit incubatiestudies

In de eerste plaats geven kengetallen voor de HC en het EOS-gehalte een indicatie van de hoeveelheid effectieve organische stof er met een bepaald mesttype wordt aangevoerd. Wanneer de HC op een gestandaardiseerde methode is vastgesteld, maakt dit een vergelijk tussen mesttypen mogelijk. De vraag leeft echter in hoeverre HC's op basis van incubatiestudies aansluiten bij veldomstandigheden, en hoe deze vertaalslag te maken is. Zo wordt er in incubatiestudies veelal gevonden dat een meststof na één jaar niet verder afbreekt, terwijl dit in veldomstandigheden wel het geval is. In enkele studies is een HC vastgesteld onder veldomstandigheden.

Kortleven (1963) heeft potproeven uitgevoerd waarbij verschillende doseringen *stalmest* zijn toegevoegd aan verschillende dalgronden, welke vervolgens in de buitenlucht zijn geplaatst. Gedurende de periode mei-december is maandelijks het organisch stof gehalte bepaald (gloeiverliesmethode). Hieruit is afgeleid dat 58% van de toegevoegde stalmest overbleef na één jaar. Ook hij geeft aan dat de standaardafwijking groot is (Kortleven, 1963). Daarnaast leidde Kortleven (1963) nog een HC voor *potstalmest* af uit een meerjarige

veldproeven, beiden op klei (één in Nederhemert en één in Vleuten). Voor deze proeven werd een HC gevonden van 0,60 en 0,55 respectievelijk (Kolenbrander, 1969). Kolenbrander (1969) voegt daar nog enkele andere studies aan toe, en komt dan op een gemiddelde HC van 0,50. De mediane HC voor *vaste mest* uit onze studie werd vastgesteld op 0,70 (0,3-0,7), zie Tabel 7. Het organisch stofgehalte van was 21% in onze studie ten opzichte van 13% in de studie van Kortleven (1963) horend bij de HC van 0,58. Omdat er zowel een ander mestmonster als andere grondsoort is gebruikt, én omdat we weten dat dit belangrijke factoren zijn, is een vergelijking tussen de gevonden HC's lastig te maken.

Ook voor stro zijn er HC waarden vastgesteld op basis van veldstudies. Kolenbrander (1969; 1974) vonden op basis van enkele (internationale) studies een waarde van 0,30. Deze waarde wijkt sterk af van de waarde gevonden in onze studie van 0,63.

Het ontbreekt echter aan een goede validatie van incubatieproeven met veldproeven waarin dezelfde mestmonsters en dezelfde grondsoort is gebruikt. Het is daarom niet mogelijk om uitspraken te doen in hoeverre de resultaten uit een incubatieproef aansluiten bij de omstandigheden in het veld.

4.5.2 N mineralisatie uit MINIP

Validatie N mineralisatie incubatieproef vs MINIP

Uit de incubatieproef van Schoumans et al. (2023) is per grondsoort de mineralisatiesnelheid bepaald. Deze is weergegeven in Tabel 27 en vergeleken met de mineralisatie volgens MINIP. De N mineralisatie uit de incubatieproef kan worden gezien als de hoeveelheid die mineraliseert in één jaar onder veldomstandigheden en kan daarmee vergeleken worden met de hoeveelheid die mineraliseert tijdens het eerste jaar volgens MINIP. Wat opvalt is dat de N-mineralisatie bij de incubatieproef in kleigrond trager is dan in zandgrond en dat er in kleigrond vaak juist N vastgelegd werd in plaats van dat het mineraliseert. Dit is erg tegenstrijdig met de tabellen uit het huidige handboek bodem en bemesting. Dit is opvallend, aangezien de C/N ratio's van deze materialen niet erg afwijken van de getallen in het HBB. In een vervolgstudie worden mogelijke oorzaken nader onderzocht.

Bij de simulatie in MINIP komt er altijd organisch gebonden N vrij in het eerste jaar na toediening. Net als bij de incubatieproef is de N-mineralisatie trager bij de HC afkomstig van de kleigrond dan bij die van de zandgrond.

Verder zitten er bij de meeste mestsoorten een groot verschil in gesimuleerde en gemeten N-mineralisatie. Voornamelijk bij de incubatieproeven uitgevoerd op kleigrond, waar de N-mineralisatie altijd hoger is in MINIP. Op de zandgrond is er geen eenduidige lijn in te ontdekken.

Ook uit andere studies blijkt dat incubatiestudies geen realistisch beeld geven van de te verwachten mineralisatie in een veldsituatie. Bij Pinto et al (2020) was er een groot verschil waargenomen tussen de mineralisatie vanuit de potproeven in de kas en de daadwerkelijke mineralisatie in het veld bij de meeste meststoffen.

Al met al is het lastig om een validatie uit te voeren met gegevens uit de incubatieproeven. De gegevens uit de incubatieproeven lijken niet overeen te komen met de situatie in het veld. Om de mineralisatie van de organisch gebonden N te valideren zijn veldproeven wenselijk. Het nadeel van veldproeven is dat deze meestal éénjarig zijn waardoor de nawerking van de meststoffen vaak onderschat worden (Schröder & van Dijk, 2019; Schröder et al, 2008).

Tabel 27 Eerstejaars N-mineralisatie incubatieproef vs MINIP (% van N-org).

	Incubatieproef zand	Incubatieproef klei	MINIP zand	MINIP klei
Rundveedrijfmest	16,50%	-32,10%	3,30%	2,42%
Varkensdrijfmest	66,10%	-33,70%	23,00%	19,46%
GFT-compost	8,40%	- 3,40%	9,41%	1,92%
Vaste rundveemest 1	24,40%	-11,20%	16,72%	6,37%
Vaste rundveemest 2	- 7,80%	- 8,20%	13,67%	9,88%
Vaste pluimveemest	43,10%	20,10%	58,73%	38,64%
Champost	12,00%	2,40%	5,92%	5,92%

Veldproeven vs MINIP

Het MINIP-model is in deze studie gebruikt om de N-mineralisatie te voorspellen. In voorgaande studies is gebleken dat het model onvoldoende in staat is het verloop van de C- en N-mineralisatie van gewasresten en bodem organische stof te beschrijven (Postma & van Dijk, 2004a; Postma & van Dijk, 2004b). Hier worden echter geen uitspraken gedaan over het voorspellen van de N-mineralisatie uit organische mest. Het MINIP-model is vooral gericht op de beschrijving van de opbouw en afbraak van jonge organische stof. Mineralisatie uit toegevoegde organische mest zou dus beter voorspelbaar moeten zijn.

MINIP wordt gebruikt om de N-mineralisatie uit het organisch gebonden deel uit te rekenen waarmee de N-werkingscoëfficiënt bepaald kan worden (Van Dijk et al., 2005). Dit is ook gedaan voor de tabellen uit het Handboek Bodem en Bemesting. Als de huidige kengetallen uit het Handboek Bodem en Bemesting gebruikt worden om een doorrekening te maken met MINIP, komt de hoogte van de N-werkingscoëfficiënt overeen met de tabellen uit het Handboek Bodem en Bemesting. Er kan daarom vanuit gegaan worden dat, mits de nieuwe kengetallen realistisch zijn, de nieuwe N-mineralisatie ook goed voorspeld wordt.

In hoeverre de N-mineralisatie vergelijkbaar is met veldomstandigheden hangt af van vele factoren. In het Handboek Bodem en Bemesting kan maar één kengetal weergegeven worden voor een mestsoort. Zoals ook uit de incubatieproeven naar voren kwam, kan de samenstelling van de mest erg verschillen. Dit kan effect hebben op de N-mineralisatie. Hierdoor is het model zo goed als de basisgegevens die erin gestopt worden. Hiernaast speelt de grondsoort, zuurgraad van de bodem, bodemtemperatuur, toedieningstijdstip, bodemvochttoestand en mate van bodemleven een belangrijke rol in de snelheid van N-mineralisatie. Al deze factoren kunnen van perceel tot perceel en van jaar tot jaar verschillend zijn en kunnen in MINIP niet meegenomen worden om te differentiëren.

5 Conclusie en aanbevelingen

5.1 Humificatiecoëfficiënt

- Kunnen er nieuwe HC's worden vastgesteld op basis van inzichten uit aanvullende datasets?
- Wat verklaart de variatie in HC's?

Op basis van zes datasets is er incubatiedata verzameld van 224 mesten, verdeeld over 18 typen. Er bestond voor een aantal mestsoorten een grote variatie in de gevonden HC's. Door de ongebalanceerde dataset, de grote variatie en het kleine aantal monsters voor enkele mesttypen bleek er nauwelijks sprake van significante verschillen in de HC tussen de verschillende mesttypes.

Er is geprobeerd om te herleiden waaruit deze variatie voortkwam. Er is gekeken naar de methoden van de incubatiestudies, de samenstelling en de herkomst van mest. Wat betreft de methodologie van de incubatiestudies is gekeken naar de temperatuur tijdens de incubatie, de incubatieduur, de dosering van de meststoffen, de grond waarin de meststof is geïncubeerd en het toegepaste model. De grondsoort bleek een groot effect te hebben op de gevonden HC's, bij kleigronden lag de HC hoger dan bij zandgronden. Het is daarom het overwegen waard om in het vervolg aparte HC's vast te stellen voor verschillende grondsoorten. De overige methodologische aspecten van de incubatiestudies bleken geen of een beperkt effect te hebben op de gevonden HC's. Wat betreft de eigenschappen van de mestsoorten is er gekeken naar de samenstelling, het voerregime en of koeien wel of geen melk gaven. Op basis van de data kan aangenomen worden dat de samenstelling van de mest invloed heeft op de HC, maar (eenduidige) relaties tussen gemeten gehalten in de mest en de gevonden HC's zijn niet gevonden. Ook werd er geen effect gevonden van het voerregime of het wel of niet droogstaan van het melkvee. Het aantal beschikbare monsters was echter te laag om hier goede uitspraken over te doen. Andere aspecten, zoals de bewaartijd van mest, zijn interessant maar niet meegenomen in deze studie. Aangenomen kan worden dat er een grote (natuurlijke) variatie is in de samenstelling en HC's van organische mest. Het is aan te bevelen een gebalanceerde dataset op te zetten waarbij aandacht is voor alle kenmerken van de mest(bewerking), zoals het voerregime, stalsystemen, bewaartijd van de mest, strooisel etc. Voor de praktijk kan het relevant zijn hier gedifferentieerde cijfers voor beschikbaar te hebben. Ook de vertaling van incubatiestudies naar veldomstandigheden vergt nader onderzoek.

De mediane waarden vastgesteld op basis van de incubatiestudies verschilden met de huidige kengetallen. De grootste verschillen werden gevonden voor de drijfmesten, vaste varkensmest, kippenmest en champost. Het blijft voor nu onduidelijk waardoor de verschillen tussen de HC's uit deze studie ten opzichte van de huidige kengetallen in het HBB komen. Ook blijft het onduidelijk waardoor de variatie in de gevonden HC-waarden binnen mestsoorten komt. Met deze studie is er, ten opzichte van de HC's in het huidige HBB, echter wel een stap gezet in het onderbouwen van HC-waarden. De HC-waarden zoals vastgesteld in deze studie zijn gebaseerd op meetwaarden van een groter aantal monsters. Het is daarom de aanbeveling de nieuw vastgestelde HC-waarden over te nemen in het HBB, zie Tabel 28. Voor een aantal monsters geldt echter dat er beperkte data beschikbaar was (zeugendrijfmest, mestscheidingsproducten, gescheiden fracties van digestaat, paardenmest, kippenmest en bokashi). Het is wenselijk om de HC van deze mesttypen beter te onderbouwen voordat ze opgenomen kunnen worden in het HBB.

5.2 Stikstofmineralisatie

- Wat is de invloed van nieuwe kengetallen op de N-mineralisatie uit meststoffen?

Aanpassing van de kengetallen van organische meststoffen verandert de snelheid van de mineralisatie van de organisch gebonden stikstof. Met MINIP is doorgerekend wat het effect is van het veranderen van de kengetallen op de voorspelde mineralisatiesnelheid en stikstofbeschikbaarheid in de eerste jaren na toediening. De analyse suggereert dat bij de meeste mestsoorten de organisch gebonden stikstof mogelijk trager vrijkomt, waardoor de beschikbaarheid van stikstof in het eerste jaar afneemt. Voornamelijk bij champost en vaste pluimveemest is dit verschil groot (-15% en -18% respectievelijk). Ook de hoeveelheid beschikbare stikstof van varkensdrijfmest in het eerste jaar neemt behoorlijk af (-6,5%). Bij vaste rundveemest en compost (zowel gft- als groencompost) is het verschil verwaarloosbaar klein. Alleen bij rundveedrijfmest is de mineralisatie in het eerste jaar sneller en daardoor is er meer stikstof beschikbaar (+8%).

Vanaf jaar 2 hebben de nieuwe kengetallen weinig invloed op de stikstofbeschikbaarheid. Alleen bij champost is de stikstofbeschikbaarheid in het 2^e jaar substantieel lager dan voorheen aangenomen (-7%). Bij de overige meststoffen is het verschil nooit meer dan 3% van de oorspronkelijk aanwezige N-totaal. Een hoeveelheid waar in de praktijk nauwelijks rekening mee te houden valt.

5.3 Consequenties op bouwplanniveau

- Wat zijn de consequenties van nieuwe kengetallen voor de OS-opbouw in standaard bouwplannen?
- Wat zijn de consequenties van nieuwe kengetallen voor de N-mineralisatie in standaard bouwplannen?

Door de kengetallen aan te passen, verandert ook de verwachte OS-opbouw. Met de nieuwe kengetallen lijkt er minder EOS aangevoerd te worden met rundveedrijfmest. Waardoor in een bouwplan waar veel rundveedrijfmest toegepast wordt, de OS-opbouw minder hoog zal zijn. Bij varkensdrijfmest is de hoeveelheid EOS per kuub ongeveer gelijk gebleven. Echter dalen de nutriëntengehaltes van zowel N als P₂O₅ waardoor er per kg nutriënt iets meer EOS aangevoerd wordt. In een bouwplan waar veel varkensdrijfmest toegepast wordt zal de invloed op het OS-gehalte verwaarloosbaar klein zijn. Bij champost is de wijziging in EOS-aanvoer het grootst. Deze werd bij de oude kengetallen zwaar onderschat en kan dus meer bijdragen aan OS-opbouw dan oorspronkelijk werd aangenomen. De EOS-aanvoer van compost en vaste rundveemest verandert niet of nauwelijks en heeft daarmee weinig invloed op de voorspelde OS-opbouw.

Naast de OS-opbouw zal ook de mineralisatiesnelheid veranderen met de nieuwe kengetallen. Op bouwplanniveau is het effect ongeveer gelijk aan op meststoffenniveau. De stikstofbeschikbaarheid in het eerste jaar is over het algemeen lager, met uitzondering van rundveedrijfmest waar de beschikbaarheid juist hoger is. Het is belangrijk hier rekening mee te houden bij het aanvullen van de stikstof met kunstmest tot het gewenste niveau. In jaren waarin er geen organische mest wordt toegediend, en er dus alleen nawerking is van de toegepaste mest in de voorgaande jaren, is het verschil in stikstofmineralisatie erg klein en zal de toepassing van kunstmest ook niet veel veranderen.

Tabel 28 Voorgestelde nieuwe kengetallen wat betreft de samenstelling, de effectieve organische stof en de stikstofwerkingscoëfficiënt van organische mest, uitgedrukt in verse stof.

	Samenstelling*					Effectieve organische	N mineralisatie***	Stikstofwerkingscoëfficiënt (%) N-org	
	Norg (g.kg)	Nmin (g.kg)	N-totaal (g.kg)	P2O5 (g.kg)	OS (g.kg)	stof** HC (-)	EOS (g.kg)		Stikstofwerkingscoëfficiënt (%) N-totaal
Rundvee – drijfmest	2,1	1,8	4,3	1,4	54	0,57	31	65%	35%
Rundvee – dunne fractie	-	-	3,0	3,1	-	0,48-0,73	-	-	-
Rundvee – dikke fractie	4,6	3,5	8,1	10,4	175	0,58	138	-	-
Rundvee – digestaat	-	-	-	-	-	0,82	-	-	-
Rundvee – digestaat dunne	-	-	-	-	-	0,66	-	-	-
Rundvee – digestaat dikke	-	-	-	-	-	0,75	-	-	-
Rundvee – vaste mest	5,2	1,5	6,7	3,2	162	0,70	113	35%	20%
Rundvee - feces	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-
Rosékalveren	-	-	5,6	2,2	-	-	-	-	-
Witvleeskalveren	-	-	4,1	1,4	-	-	-	-	-
Varkens – drijfmest	-	-	-	-	-	0,66	-	-	-
Varkens – drijfmest vleesvarkens	2,1	3,1	6,0	3,5	40	0,68	27	70%	30%
Varkens – drijfmest zeugen	1,9	2,9	3,8	2,4	34	0,75	26	-	-
Varkens – dunne fractie	-	-	-	-	-	0,60	-	-	-
Varkens – dikke fractie	6,6	4,3	10,7	16,7	227	0,79	179	-	-
Varkens – digestaat	-	-	-	-	-	0,54	-	-	-
Varkens – digestaat dunne	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Varkens – digestaat dikke	-	-	-	-	-	0,78	-	-	-
Varkens – vaste mest	4,4	1,6	6,6	5,5	209	0,68	142	-	-
Kippen – strooisel	26,9	3,0	30,0	24,5	639	0,45	288	50%	50%
Pluimvee	23,2	2,8	26,0	19,0	478	-	-	-	-
Pluimvee + nadroog	31,4	2,6	33,8	25,4	552	-	-	-	-
Vleeskuikens + parelhoen	25	4	29,3	11,8	-	-	-	-	-
Vleeskalkoenen	25,2	5,9	30,9	17,2	-	-	-	-	-
Schape	6,5	2,4	8,7	4,5	201	-	-	-	-
Geiten	6,6	2,6	9,3	4,8	242	-	-	-	-
Champost	-	-	-	-	-	0,82	-	15%	15%

Champost – excl. dekaarde	-	-	-	-	-	0,86	-	-	-
GFT-compost	-	-	-	-	-	0,91	-	15%	5%
Groencompost	-	-	-	-	-	0,90	-	10%	5%
Bokashi	-	-	-	-	-	0,80	-	-	-
Stro	-	-	-	-	-	0,63	-	-	-
Codigestaat	-	-	-	-	-	0,58	-	-	-

* Op basis van Eurofins data ** HC op basis van incubatiestudies, OS-gehalte op basis van Eurofins data *** Op basis van MINIP.



Literatuur

- Brolsma, K. en van Middelkoop, J., (2021). Mestsamenstelling in Adviesbasis Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- van Dijk, W., Van Dam, A. M., Van Middelkoop, J. C., De Ruijter, F. J., & Zwart, K. B. (2005). *Advies voor protocol voor het vaststellen van N-werkingscoëfficiënten van organische meststoffen* (No. 349). Praktijkonderzoek Plant & Omgeving BV.
- Van Dijk, W. V., Van Dam, A. M., de Ruijter, F. J., van Middelkoop, J. C., & Zwart, K. B. (2005). Onderbouwing N werkingscoëfficiënt overige organische meststoffen. Studie ten behoeve van onderbouwing gebruiksnormen. PPO publicatie, (343).
- Handboek Bodem en Bemesting (n.d.). Beschikbaar via: <https://www.handboekbodemenbemesting.nl/>
- Hanegraaf, M., Nienhuis, C., Vervuurt, W., en Noren, I. S. (2021). Kengetallen HC en EOS van organische meststoffen en bodemverbeteraars.
- Kolenbrander, G.J. (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. nr. C6988.
- Kolenbrander, G.J. (1974). Efficiency of organic manure in increasing soil organic matter content. Institute for soil Fertility, Haren. pp 129-133.
- Kortleven, J.A.C. (1963). Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. Instituut voor bodemvruchtbaarheid, Groningen. Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, nr. 2065471.
- Pinto, R., Brito, L. M., & Coutinho, J. (2020). Nitrogen mineralization from organic amendments predicted by laboratory and field incubations. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 51(4), 515-526.
- Postma, R., & Van Dijk, T. A. (2004a). *Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven: toetsing MINIP met resultaten 2002 en 2003* (No. OV0408). Plant Research International.
- Postma, R., & Van Dijk, T. A. (2004b). *Organische stofopbouw en N-mineralisatie op kernbedrijven: verfijning model MINIP* (No. OV0414). Plant Research International.
- Postma, R., Van Rotterdam-Los, D., Schils, R., Zwart, K., en van Erp, P. (2013). Inventarisatie, toepasbaarheid en klimaateffecten van producten van mest. NMI.
- Rijtema, P.E., Groenendijk, P. en Kroes, J.G. (1999). Environmental impact of land use in rural regions. Series on environmental science and management Vol. 1. Imperial College Press, London.
- van Rotterdam, D., Vervuurt, W., van Geel, W. C. A., Bussink, D. W., Brinks, H., en de Haan, J. J. (2021). Fosfaatvoorziening aardappel: Relatie tussen mestbeleid, fosfaattoestand van de bodem en voorziening van het gewas. Nutriënten Management Instituut NMI.
- de Ruijter, F. J., & Postma, R. (2004). Afvoer van gewasresten ter beperking van stikstofverliezen: bureaustudie naar de effecten op de stikstofbalans, mineralisatie en organische stof (No. OV0412). Plant Research International.
- Schröder, J. J., & Curth-van Middelkoop, J. C. (2016). Notitie 'Verdeling van beschikbare N uit drijfmest over het seizoen op grasland'. Wageningen UR Livestock Research, Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen.
- Schröder, J.J., Jansen, A.G. en Hilhorst, G.J. (2005). Long term nitrogen fertilizer value of cattle slurry.

Soil Use and Management 21, 196-204.

Schröder, J. J., Van Middelkoop, J. C., Van Dijk, W., & Velthof, G. L. (2008). Quick scan stikstofwerking van dierlijke mest: actualisering van kennis en de mogelijke gevolgen van aangepaste forfaits (No. 85). Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu.

Schröder, J. J., & van Dijk, W. (2019). Stikstofwerking van organische meststoffen en hun relatie met gebruiksnormen (No. WPR-916). Stichting Wageningen Research, Wageningen Plant Research, Business unit Agrosysteemkunde.

Vlaamse Land Maatschappij (2018). Agronomische waarde van bewerkte dierlijke mest valoriseren en optimaliseren. Luik 2 / 1.06.2018

Bijlage 1 Herkomst mest

Voor de incubaties zijn mestproducten gebruikt met een verschillende herkomst. Hieronder wordt een overzicht gegeven van de informatie die bekend is.

De Boer et al. (2021):

Mestsoort	Omschrijving
Groencompost	-
Compostaarde	-
GFT-compost	-
Champost	-
Digestaat (mono)	Mono
Digestaat (co)	Co
Rundveedrijfmest (gras)	Grasgevoerd
Rundveedrijfmest (mais)	Maisgevoerd
Zeugenmest	-
Vleesvarkensmest (droogvoer)	Droogvoer
Vleesvarkensmest (brijvoer)	Brijvoer
Strostmest (melkkoeien, bio)	Melkkoeien, bio
Strostmest (vleesstieren, oud)	Vleesstieren, oud
Strostmest (vleesstieren, vers)	Vleesstieren, vers
Strostmest (melkkoeien)	Melkkoeien
Strostmest (paarden)	Paarden
Vrijloopstmest (houtsnippers)	Houtsnippers
Vrijloopstmest (stro)	Stro
Vrijloopstmest (divers)	Divers
Vrijloopstmest (grof hout)	Grof hout

Rietra et al. (in prep.):

- De composten zijn aangeleverd door vijf verschillende groencompostbedrijven en zes verschillende GFT-composteerbedrijven in afgesloten 10 liter emmers.
- Tien champostmonsters van 10 verschillende bedrijven zijn door één transporteur verzameld in afgesloten 10 liter emmers. Het betreft drie monsters gescheiden champost (exclusief dekaarde), en zeven ongescheiden champost monsters (dekaarde+onderlaag champost).
- Stalmest (strorijke vaste mest) van varkens van vijf bedrijven en stalmest (strorijke vaste mest) van runderen van drie bedrijven zijn bemonsterd door een monsternemer van WUR bij biologische bedrijven. De biologische bedrijven zijn geselecteerd en benaderd doordat ze zich via openbare websites presenteren.
- Digestaat van mono-vergisting van rundveemest is bemonsterd door een monsternemer van WUR. Er zijn weinig bedrijven met mono-mestvergisters. De vijf verschillende bedrijven die bekend zijn bij WUR-medewerkers zijn benaderd. Indien mogelijk is ook steeds de ongescheiden RDM bemonsterd op dezelfde locatie, en bij één bedrijf ook de dunne fractie van digestaat van rundveemest.
- De dikke fractie gescheiden rundveemest is bemonsterd door een monsternemer van WUR. Hiervoor zijn bedrijven benaderd die mestscheiders in bezit hebben, en zijn de contactgegevens door de producenten van de mestscheiders verstrekt. Indien mogelijk is ook steeds de ongescheiden RDM bemonsterd op locatie, en bij één bedrijf ook de dunne fractie. De vaste mestmonsters zijn genomen door verschillende steken te nemen uit één hoop. De vloeibare mestmonsters zijn genomen door verschillende grepen met een emmer aan een steel in de mestopslag.

- De dikke fractie gescheiden varkensmest is verkregen bij vier mestverwerkers. Indien mogelijk is ook de onbehandelde varkensmest op locatie verkregen. Indien producten voorhanden waren van verdere mestverwerking zijn die ook verkregen (bijvoorbeeld extra gedroogd of chemisch behandeld voor P-arme mest).
- Op één bedrijf is zogenaamde bokashi² bemonsterd uit de hoop door een monsternemer van WUR. In dit geval is de bokashi een hoop bestaande uit gewasresten en rundveedrijfmest die enige maanden heeft gelegen en gefermenteerd.
- Er zijn twee mesttransporteurs/verkopers benaderd die elk 4-5 verschillende mestmonsters konden leveren: dunne zeugenmest, dunne vleesvarkensmest, dikke fractie van gescheiden varkensmest, dikke fractie van gescheiden rundveemest, digestaat van co-vergiste mest. Dit zijn mestmonsters die veel verhandeld worden.

Van der Burgt et al. (2011):

Meststof	Datum	Herkomst
Potstalmest	28-04-09	L. Kruit, Lelystad
Natuurcompost	28-04-09	Essent Milieu, Wijster
GFT-compost	28-04-09	Essent Milieu, Wijster
Rundveedrijfmest digestaat	24-04-09	Groenlo
Rundveedrijfmest	24-04-09	Groenlo
Rundveedrijfmest digestaat dikke fractie	24-04-09	Groenlo
Varkensdrijfmest digestaat	28-04-09	Biddinghuizen
Varkensdrijfmest	28-04-09	Biddinghuizen
Varkensdrijfmest digestaat dikke fractie	28-04-09	Biddinghuizen

Veldhof en Hummelink (in prep.):

Boerderij	Diersoort	Mestsoort
A	Melkvee	Drijfmest
A	Melkvee; droogstaand	Drijfmest
A	Melkvee	Verse faeces van rooster
A	Melkvee; droogstaand	Verse faeces van rooster
B	Melkvee	Drijfmest
B	Melkvee; droogstaand	Drijfmest met spoelwater
B	Jongvee (< 12 maanden)	Drijfmest
C	Melkvee	Drijfmest
C	Melkvee	Drijfmest
C	Melkvee; droogstaand	Drijfmest
C	Jongvee (< 12 maanden)	Drijfmest
D	Jongvee (< 12 maanden)	Verse mest van mestschuif
D	Melkvee	Verse mest van mestschuif
D	Melkvee	Ongemengde vaste fractie van drijfmest uit mestput
D	Melkvee	Ongemengde dunne fractie van drijfmest uit mestput
D	Melkvee; droogstaand	Niet gemengde drijfmest
E	Melkvee	Gangbare drijfmest
E	Melkvee	Gehydroliseerde drijfmest
E	Melkvee	Vergiste drijfmest
E	Melkvee	Dikke fractie van vergiste drijfmest
E	Melkvee	Dunne fractie van vergiste drijfmest

² Zo genoemd door de producent. Over het algemeen wordt gefermenteerde organisch materiaal aangeduid als bokashi (bijvoorbeeld door afdekken met plastic).

Boerderij	Diersoort	Mestsoort
F	Varkens	Onbehandeld
F	Varkens	Vergist
G	93% Varkens + 7% rund	Onbehandeld
G	93% Varkens + 7% rund	Vergist
H	80% Varkens en 20% rund	Onbehandeld
H	80% Varkens en 20% rund	Vergist
I	Varkens	Onbehandeld
I	Varkens	Vergist
J	60% Varkens, vaste fractie rundveemest, konijn	Onbehandeld
J	60% Varkens, vaste fractie rundveemest, konijn	Vergist
K	Varkens	Onbehandeld
K	Varkens	Vergist

Schoumans et al. (2023):

Organic fertiliser	Description/remarks
Cattle slurry	
Pig slurry	
Organic waste compost	Compost made of organic household waste
Farmyard manure	Manure from organically kept dairy cattle
Garden peat	Garden peat from the brand Pokon
Straw	
Grass	
Chicken manure	
Monodigested cattle slurry	
Deep litter stable manure	From dairy cattle (Remeker), in Dutch: potstalmest
Bokashi	Bokashi made from leaves
WWTP dairy sludge	Sludge from a treatment plant that processes waste water from a dairy factory
Struvite with organic matter	Struvite produced by waste water treatment plant
Champost	
Soil improver from GZV	Soil improver produced by Groot Zevert Vergisting, with P fraction removed
Codigestate from GZV	Codigestate produced by Groot Zevert Vergisting, made with pig slurry

Postma en Ros (2016):

Meststof	Datum	Herkomst	Code
Potstalmest	28-04-09	L. Kruit, Lelystad	P
Natuurcompost	28-04-09	Essent Milieu, Wijster	NC
GFT-compost	28-04-09	Essent Milieu, Wijster	GC
Rundveedrijfmest digestaat	24-04-09	Groenlo	RD
Rundveedrijfmest	24-04-09	Groenlo	R
Rundveedrijfmest digestaat dikke fractie	24-04-09	Groenlo	RDV
Varkensdrijfmest digestaat	28-04-09	Biddinghuizen	VD
Varkensdrijfmest	28-04-09	Biddinghuizen	V
Varkensdrijfmest digestaat dikke fractie	28-04-09	Biddinghuizen	VDD

Bijlage 2 Voorbeeldbedrijven

- I. Een akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijf op de zuidoostelijke zandgrond. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (25%), suikerbieten (15%), prei (10%), snijmais (15%), gras (15%), zomergerst (10%) en conservenerwten (10%). De fosfaatklasse is ruim voldoende (P-AL=50; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 60 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met rundveedrijfmest. Na de erwten/bonen en zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost en varkensdrijfmest.
- II. Een akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijf op de zuidoostelijke zandgrond. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (25%), suikerbieten (15%), prei (10%), snijmais (15%), gras (15%), zomergerst (10%) en conservenerwten (10%). De fosfaatklasse is hoog (P-AL=70; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 40 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met rundveedrijfmest. Na de erwten/bonen en zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost.
- III. Een akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijf op de zuidoostelijke zandgrond. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (25%), suikerbieten (15%), prei (10%), snijmais (15%), gras (15%), zomergerst (10%) en conservenerwten (10%). De fosfaatklasse is ruim voldoende (P-AL=50; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 60 kg P₂O₅/ha. De aardappels en suikerbiet worden met varkensdrijfmest bemest, de snijmais met dunne fractie varkensdrijfmest en het gras met rundveedrijfmest. Na de erwten/bonen en zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost.
- IV. Een akkerbouw- en vollegrondsgroentebedrijf op de zuidoostelijke zandgrond. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (25%), suikerbieten (15%), prei (10%), snijmais (15%), gras (15%), zomergerst (10%) en conservenerwten (10%). De fosfaatklasse is Hoog (P-AL=70; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 40 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden met varkensdrijfmest bemest, de snijmais met dunne fractie varkensdrijfmest en het gras met rundveedrijfmest. Na de erwten/bonen en zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost.
- V. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). Bij een lage fosfaatklasse (P-AL=40; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 80 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met rundveedrijfmest (aardappels en bieten). Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost en varkensdrijfmest.
- VI. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). Bij een neutrale fosfaatklasse (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 70 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met rundveedrijfmest (aardappels en bieten). Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost en varkensdrijfmest.
- VII. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). De fosfaatklasse is ruim voldoende (P-AL=50; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 60 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met rundveedrijfmest (aardappels en bieten). Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost en rundveedrijfmest.
- VIII. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). Bij een hoge fosfaatklasse (P-AL=70; P-CaCl₂=4,0) is de gebruiksnorm 40 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met rundveedrijfmest (aardappels en bieten). Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost.
- IX. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). Bij een lage fosfaatklasse (P-AL=40; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 80 kg P₂O₅/ha. Aardappels worden bemest met varkensdrijfmest,

- suikerbieten met rundveedrijfmest. Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met varkensdrijfmest.
- X. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). Bij een neutrale fosfaatklasse (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 70 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met varkensdrijfmest. Aardappelen worden bemest met varkensdrijfmest, suikerbieten met rundveedrijfmest. Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met varkensdrijfmest.
- XI. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). De fosfaatklasse is ruim voldoende (P-AL=50; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 60 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met varkensdrijfmest. Aardappelen worden bemest met varkensdrijfmest, suikerbieten met rundveedrijfmest. Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die niet bemest wordt.
- XII. Een akkerbouwbedrijf in noordoost Nederland. Het bouwplan bestaat uit zetmeelaardappelen (50%), suikerbiet (17%) en zomergerst (33%). Bij een hoge fosfaatklasse (P-AL=70; P-CaCl₂=4,0) is de gebruiksnorm 40 kg P₂O₅/ha. De bemesting wordt hoofdzakelijk uitgevoerd met varkensdrijfmest. Aardappelen worden bemest met varkensdrijfmest. Na de zomergerst wordt groenbemester gezaaid die niet bemest wordt.
- XIII. Een akkerbouwbedrijf op de noordelijke/centrale zeelei. Het bouwplan bestaat uit pootaardappelen (33%), suikerbieten (17%), wintertarwe (17%), witlof (8%), ui (17%) en peen (8%). Bij een lage fosfaatklasse (P-AL=40; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 80 kg P₂O₅/ha. De wintertarwe wordt bemest met rundveedrijfmest. Na de wintertarwe en de uien wordt groenbemester gezaaid, deze wordt bemest met vaste geitenmest en varkensdrijfmest.
- XIV. Een akkerbouwbedrijf op de noordelijke/centrale zeelei. Het bouwplan bestaat uit pootaardappelen (33%), suikerbieten (17%), wintertarwe (17%), witlof (8%), ui (17%) en peen (8%). Bij een neutrale fosfaatklasse (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 70 kg P₂O₅/ha. De wintertarwe wordt bemest met rundveedrijfmest. Na de wintertarwe en de uien wordt groenbemester gezaaid, deze wordt bemest met vaste geitenmest en varkensdrijfmest.
- XV. Een akkerbouwbedrijf op noordelijke/centrale zeelei. Het bouwplan bestaat uit consumptie aardappelen (25%), suikerbieten (19%), wintertarwe (25%), witlof (6%), ui (19%) en peen (6%). Bij een lage fosfaatklasse (P-AL=40; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 80 kg P₂O₅/ha. De aardappelen en tarwe worden bemest met rundveedrijfmest. Groenbemesters worden geteeld na ui en wintertarwe en worden bemest met vaste geitenmest.
- XVI. Een akkerbouwbedrijf op noordelijke/centrale zeelei. Het bouwplan bestaat uit consumptie aardappelen (25%), suikerbieten (19%), wintertarwe (25%), witlof (6%), ui (19%) en peen (6%). Bij een lage fosfaatklasse (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 70 kg P₂O₅/ha. De aardappelen en tarwe worden bemest met rundveedrijfmest. Groenbemesters worden geteeld na ui en wintertarwe en worden bemest met vaste geitenmest.
- XVII. Een akkerbouwbedrijf op noordelijke/centrale zeelei. Het bouwplan bestaat uit consumptie aardappelen (25%), suikerbieten (19%), wintertarwe (25%), witlof (6%), ui (19%) en peen (6%). Bij een lage fosfaatklasse (P-AL=40; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 80 kg P₂O₅/ha. De aardappelen worden bemest met varkensdrijfmest, de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Groenbemesters worden geteeld na ui en wintertarwe en worden bemest met vaste geitenmest.
- XVIII. Een akkerbouwbedrijf op noordelijke/centrale zeelei. Het bouwplan bestaat uit consumptie aardappelen (25%), suikerbieten (19%), wintertarwe (25%), witlof (6%), ui (19%) en peen (6%). Bij een lage fosfaatklasse (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) is de gebruiksnorm 70 kg P₂O₅/ha. De aardappelen worden bemest met varkensdrijfmest, de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Groenbemesters worden geteeld na ui en wintertarwe en worden bemest met vaste geitenmest.
- XIX. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeelei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is neutraal (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) en de gebruiksnorm is 70 kg P₂O₅/ha. De aardappelen worden bemest met rundveedrijfmest en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met varkensdrijfmest en groencompost.
- XX. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeelei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui

- (15%). De fosfaattoestand is ruim voldoende (P-AL=50; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 60 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met rundveedrijfmest en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met varkensdrijfmest en groencompost.
- XXI. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is hoog (P-AL=60; P-CaCl₂=2,5) en de gebruiksnorm is 80 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met rundveedrijfmest en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met varkensdrijfmest en groencompost.
- XXII. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is neutraal (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) en de gebruiksnorm is 70 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met champost en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met varkensdrijfmest en groencompost.
- XXIII. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is ruim voldoende (P-AL=50; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 60 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met champost en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met varkensdrijfmest en groencompost.
- XXIV. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is hoog (P-AL=60; P-CaCl₂=2,5) en de gebruiksnorm is 80 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met champost en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost.
- XXV. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is neutraal (P-AL=50; P-CaCl₂=2,0) en de gebruiksnorm is 70 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met varkensdrijfmest en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met champost.
- XXVI. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is ruim voldoende (P-AL=50; P-CaCl₂=3,0) en de gebruiksnorm is 60 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met varkensdrijfmest en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met champost.
- XXVII. Een akkerbouwbedrijf op de zuidwestelijke zeeklei. Het bouwplan bestaat uit consumptieaardappelen (20%), suikerbiet (15%), wintertarwe (40%), graszaad (10%) en ui (15%). De fosfaattoestand is hoog (P-AL=60; P-CaCl₂=2,5) en de gebruiksnorm is 80 kg P₂O₅/ha. De aardappels worden bemest met varkensdrijfmest en de tarwe met dunne fractie varkensdrijfmest. Na de wintertarwe wordt groenbemester gezaaid die bemest wordt met groencompost.

Bijlage 3 Statistische onderbouwing HC

Verschillen tussen mesttypen

In Tabel 29 is het resultaat van de statistische analyse weergegeven, waarbij is gekeken naar de significante verschillen tussen de mestsoorten. Voor de varkensdrijfmesten is niet van elk monster bekend of het ging om mest van vleesvarkens of zeugen. Het verschil tussen varkensdrijfmesten (vleesvarkens, zeugen, onbekend) en rundveedrijfmest is daarom in een aparte tabel weergegeven.

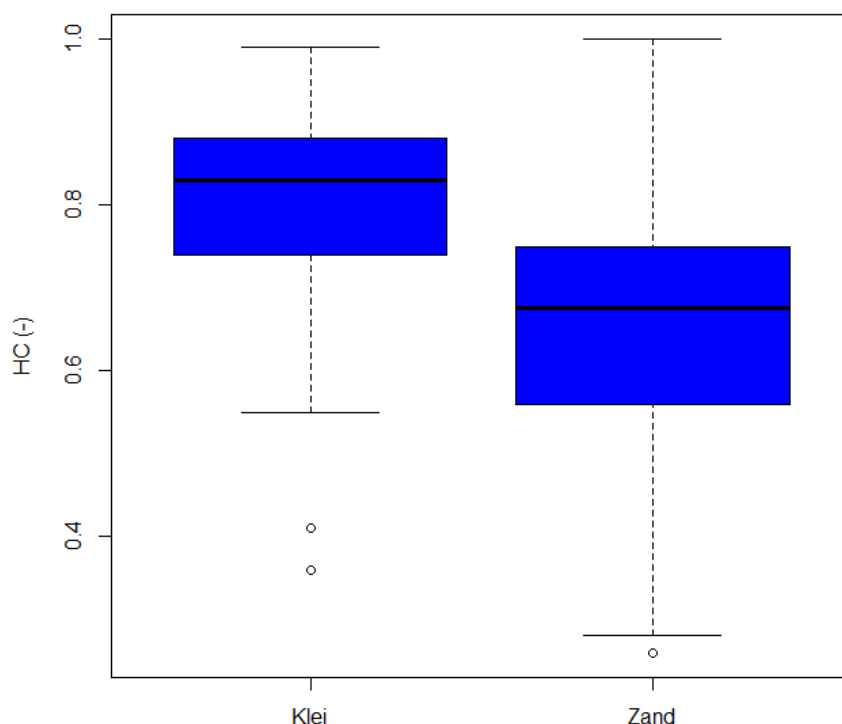
Tabel 29 Betrouwbaarheidsinterval en significante indicatie van alle mestsoorten.

	n	95% betrouwbaarheidsinterval		Sig.
	#	Onder	Boven	
Rundvee – drijfmest	32	0.4663289	0.5988969	ab
Rundvee – dunne fractie	2	-	-	abcde
Rundvee – dikke fractie	6	0.5007535	0.6975798	abcd
Rundvee – digestaat	15	0.6786803	0.8449197	cde
Rundvee – digestaat dunne	3	0.1074473	1.0425527	abcde
Rundvee – digestaat dikke	11	0.6527148	0.8372852	bcde
Rundvee – vaste mest	30	0.6504510	0.7514823	abc
Rundvee – feces	3	0.4018967	0.5181033	abcde
Varkens – drijfmest	20	0.4937174	0.6785826	-
Varkens – drijfmest vleesvarkens	11	0.4616530	0.7319834	a
Varkens – drijfmest zeugen	4	0.3927808	1.0012192	abcde
Varkens – dunne fractie	1	-	-	abcde
Varkens – dikke fractie	6	0.7538687	0.8161313	bcde
Varkens – digestaat	7	0.3473728	0.7554843	abc
Varkens – digestaat dunne	0	-	-	-
Varkens – digestaat dikke	4	0.6200327	0.9099673	abcde
Varkens – vaste mest	5	0.6180923	0.7499077	abcde
Paarden – vaste mest	1	-	-	abcde
Kippen – mest	2	-	-	abc
Champost	10	0.7990813	0.8837187	de
Champost – excl. dekaarde	3	0.6401414	1.0848586	abcde
GFT compost	18	0.8458012	0.9205322	e
Groencompost	15	0.8688091	0.9289195	de
Bokashi	3	0.5282799	1.0517201	abcde
Biochar	1	-	-	-
Stro	4	0.3343413	0.8056587	abc
Codigestaat	7	0.2808333	0.8188810	abcd

	n	95% betrouwbaarheidsinterval		Sig.
	#	Onder	Boven	
Rundvee – drijfmest	32	0.4663289	0.5988969	a
Varkens – drijfmest	20	0.4937174	0.6785826	a

Effect van grondsoort

De grond waarin de mest is geïncubeerd bleek een significant effect te hebben op de gevonden HC ($p=0,00$). Per grondsoort wordt een boxplot weergegeven in Figuur 30.



Figuur 32 Het verschil in de gevonden HC's voor klei (n=34) en zand (n=34).

Effect van samenstelling

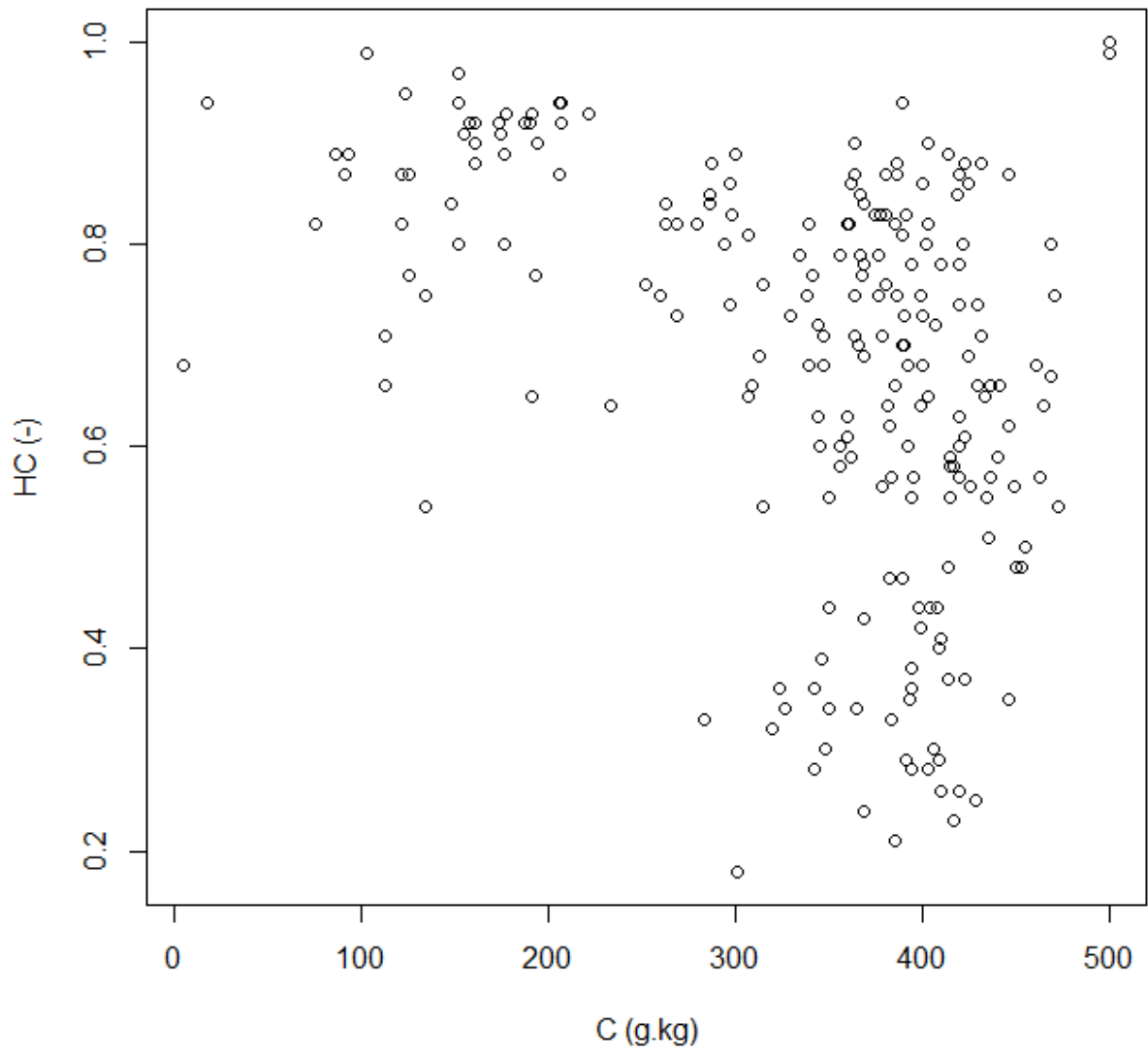
Er is gekeken of, en in hoeverre, de samenstelling van de mest de HC bepaalt. Hierin zijn de gehalten aan stikstof, Nmin, Norg, C/N-ratio, OS, C en P2O5 meegenomen. Het resultaat van de enkelvoudige regressie staat weergegeven in Tabel 30. Er werd sterke samenhang gevonden tussen de N indicatoren onderling en tussen OS en C. Multicollineariteit betekent niet dat er variabelen uitgesloten hoeven te worden, en daarom zijn alle eigenschappen meegenomen in het model. Het resultaat van de meervoudige regressie wordt weergegeven in Tabel 31. Mesteigenschappen bleken, samen met grondsoort, een significant effect te hebben op de HC ($p=0,00$), de voorspellende waarde was echter zeer laag ($R^2_{adj.}=0,33$). Ook van de afzonderlijke aspecten was de samenhang laag (zie Tabel 30).

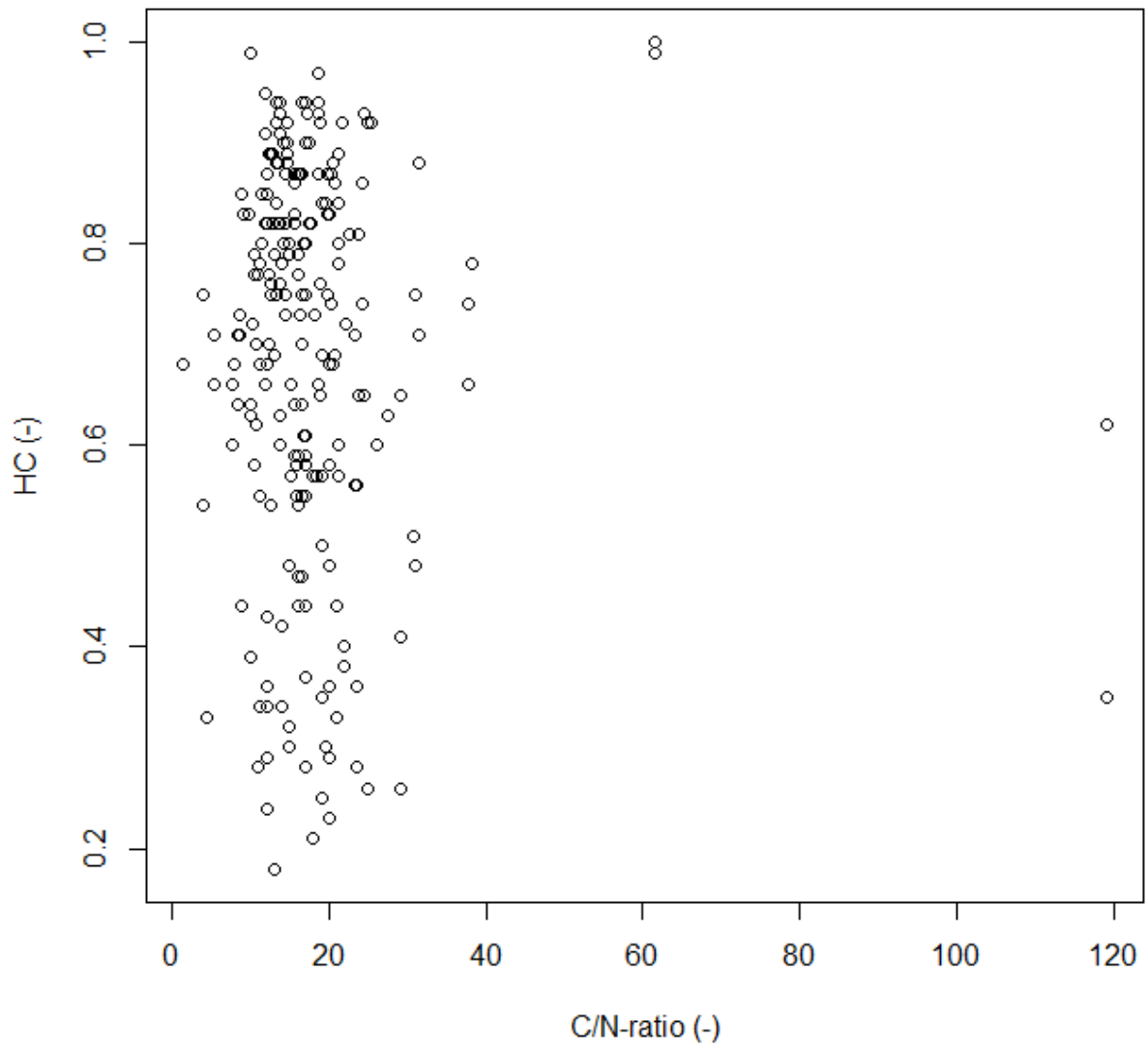
Tabel 30 Enkelvoudige regressie tussen de eigenschappen van de mestsoorten uitgedrukt in $R^2_{adjusted}$, statistische significante samenhang wordt dikgedrukt weergegeven. Daarnaast is de correlatie met de HC weergegeven.

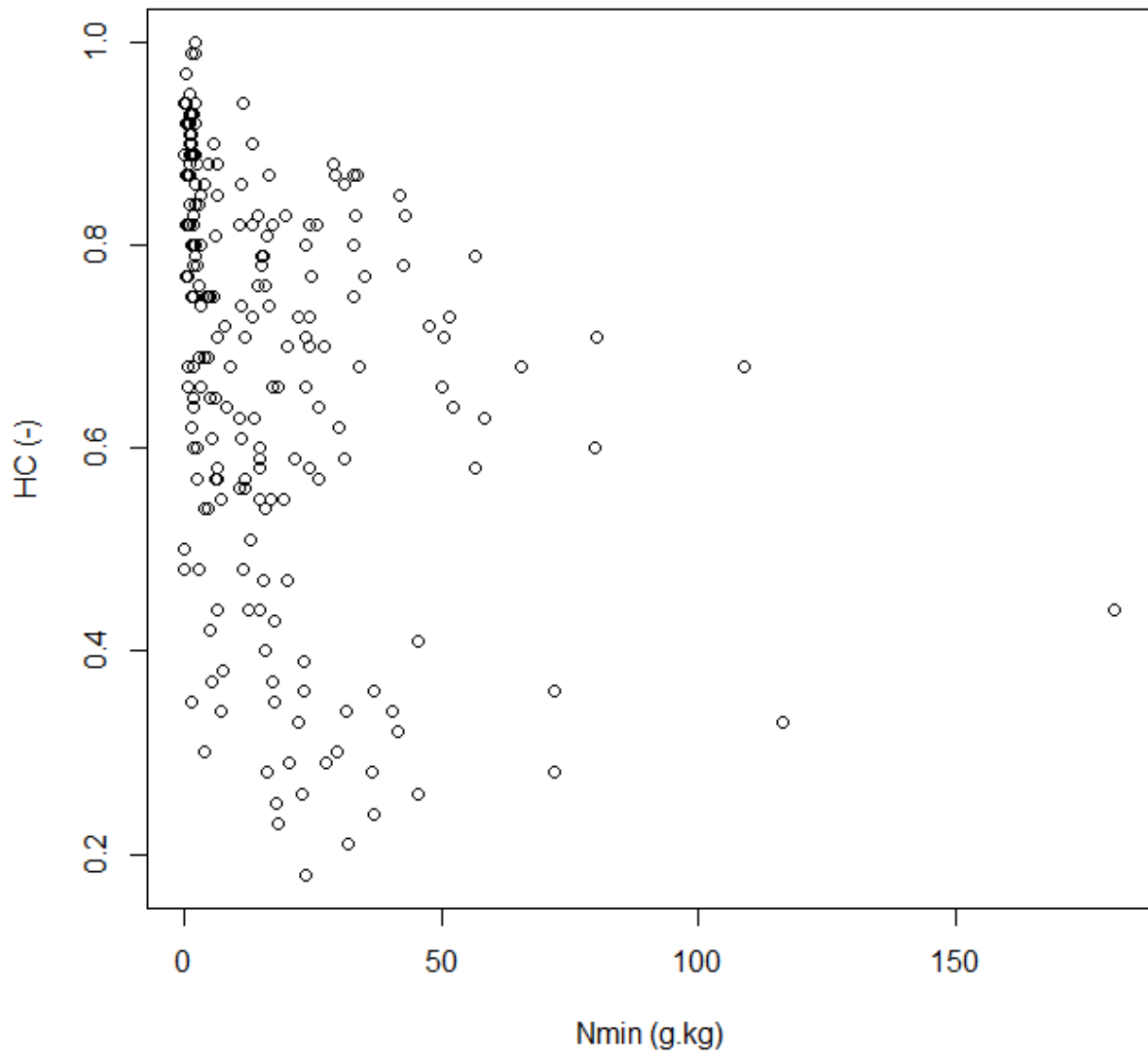
	N	Nmin	Norg	C/Norg-ratio	OS	C	P2O5	HC
N	-	0.94	0.65	0.10	0.06	0.09		0,12
Nmin		-	0.40	0.05	0.02	0.04		0,11
Norg			-	0.21	0.14	0.18		0,08
C/Norg-ratio				-	0.09	0.08		0,00
OS					-	0.87		0,21
C						-		0,17
P2O5							-	0,09

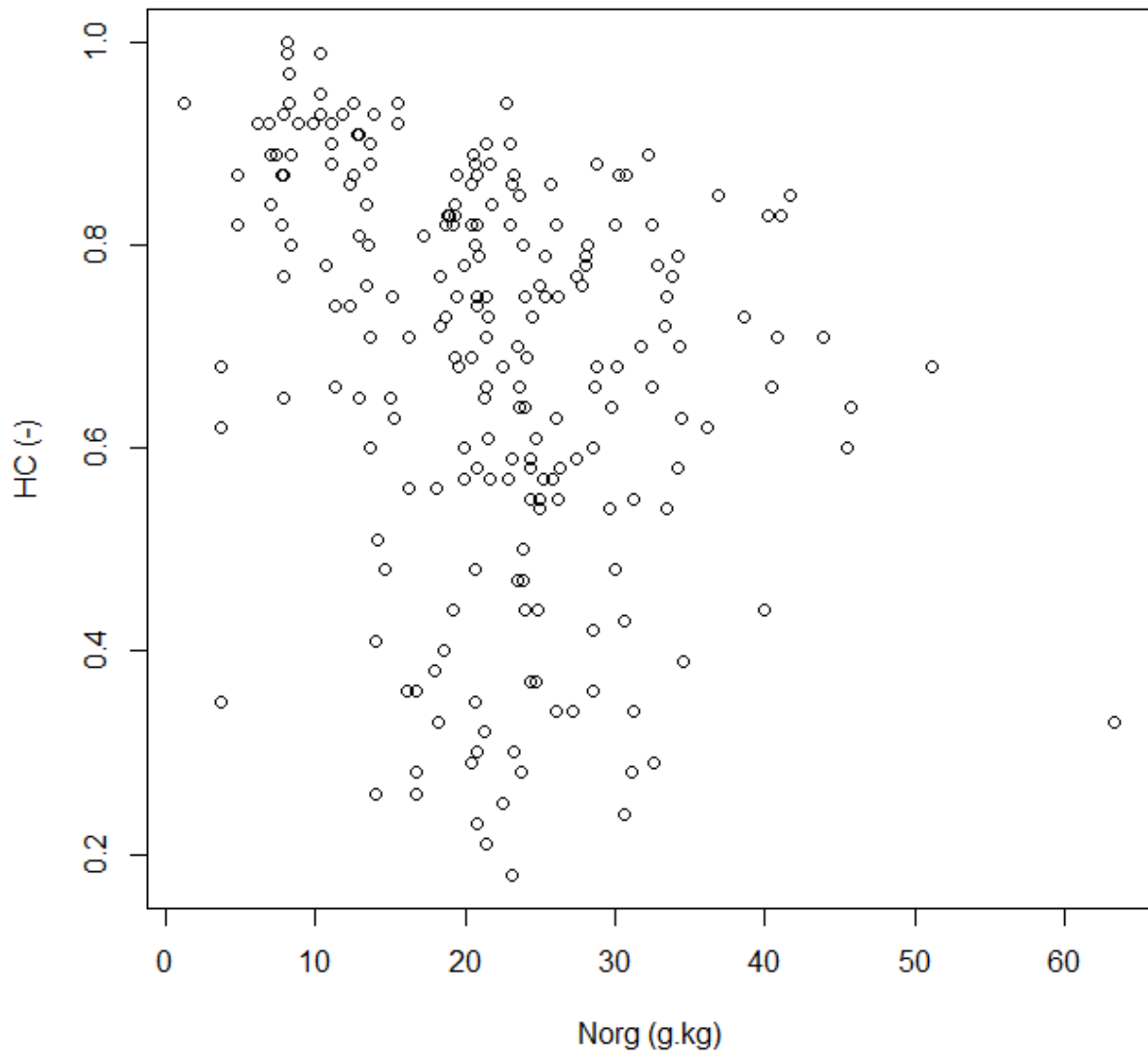
Tabel 31 Coëfficiënten van de verschillende mesteigenschappen, statistisch significante parameters zijn dikgedrukt weergegeven.

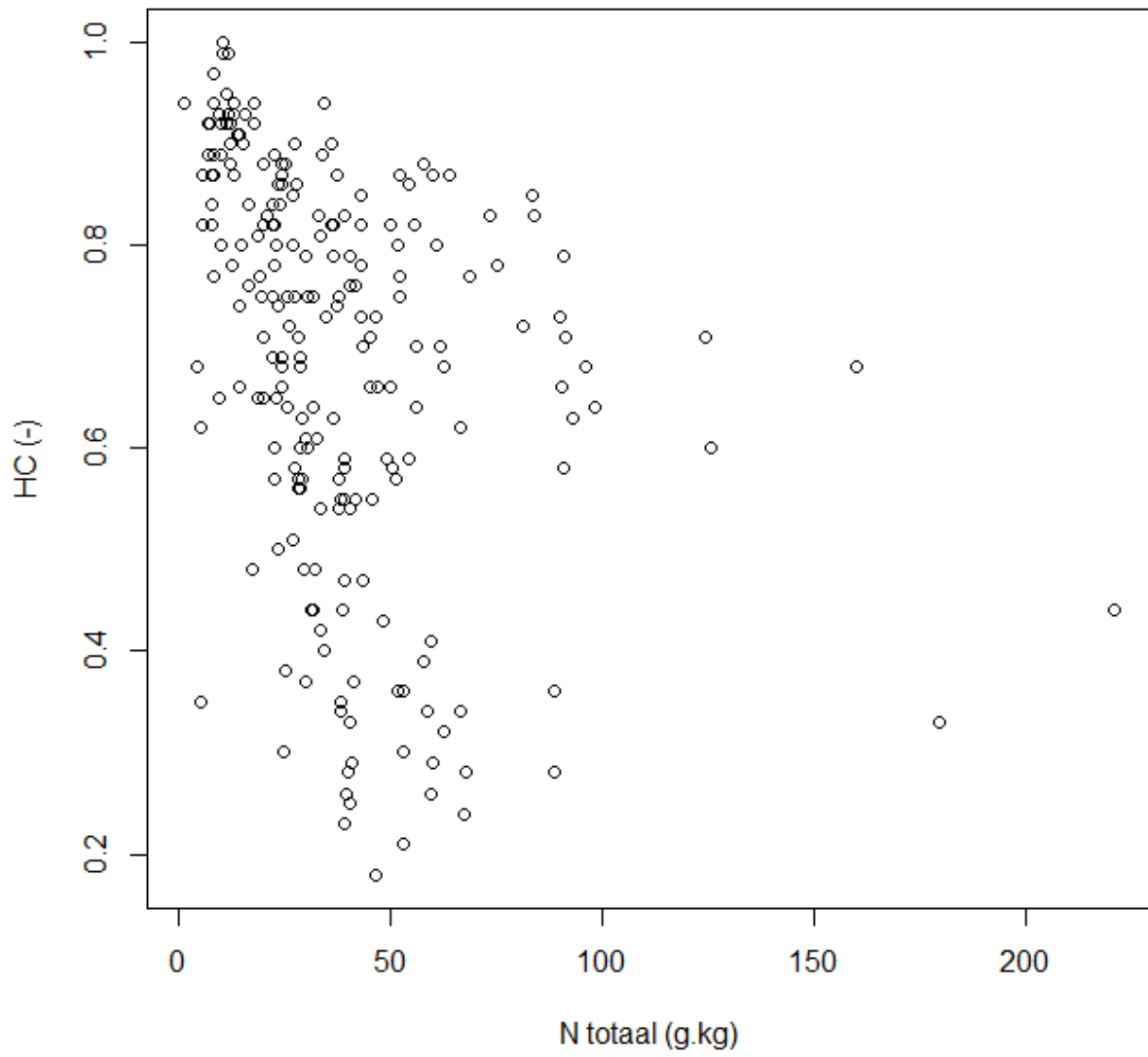
	Estimate
Intercept	1,15
Grondsoort	-0,14
N	0,17
Nmin	-0,17
Norg	-0,16
C/Norg-ratio	0,00
OS	0,00
C	0,00
P2O5	0,00

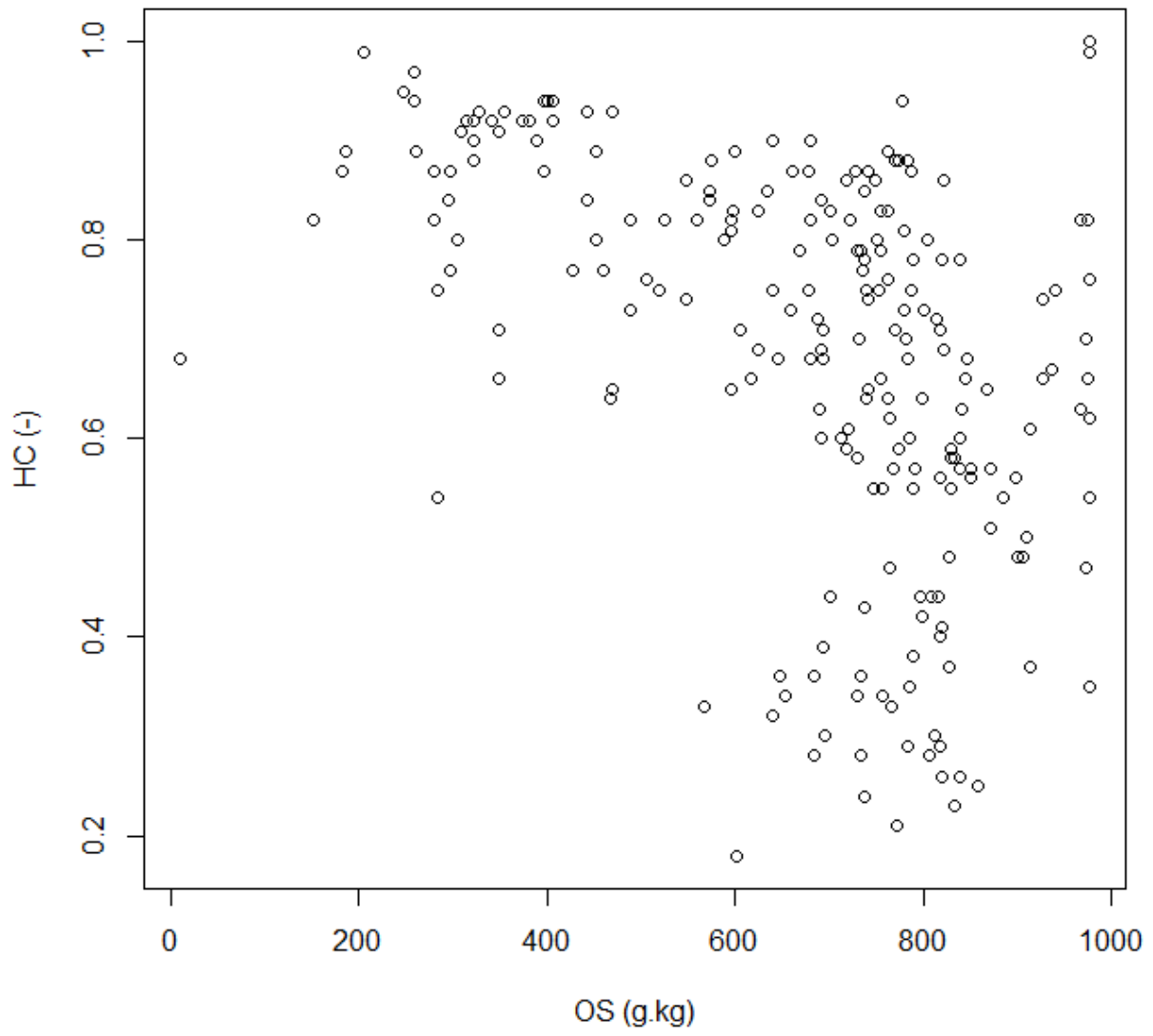


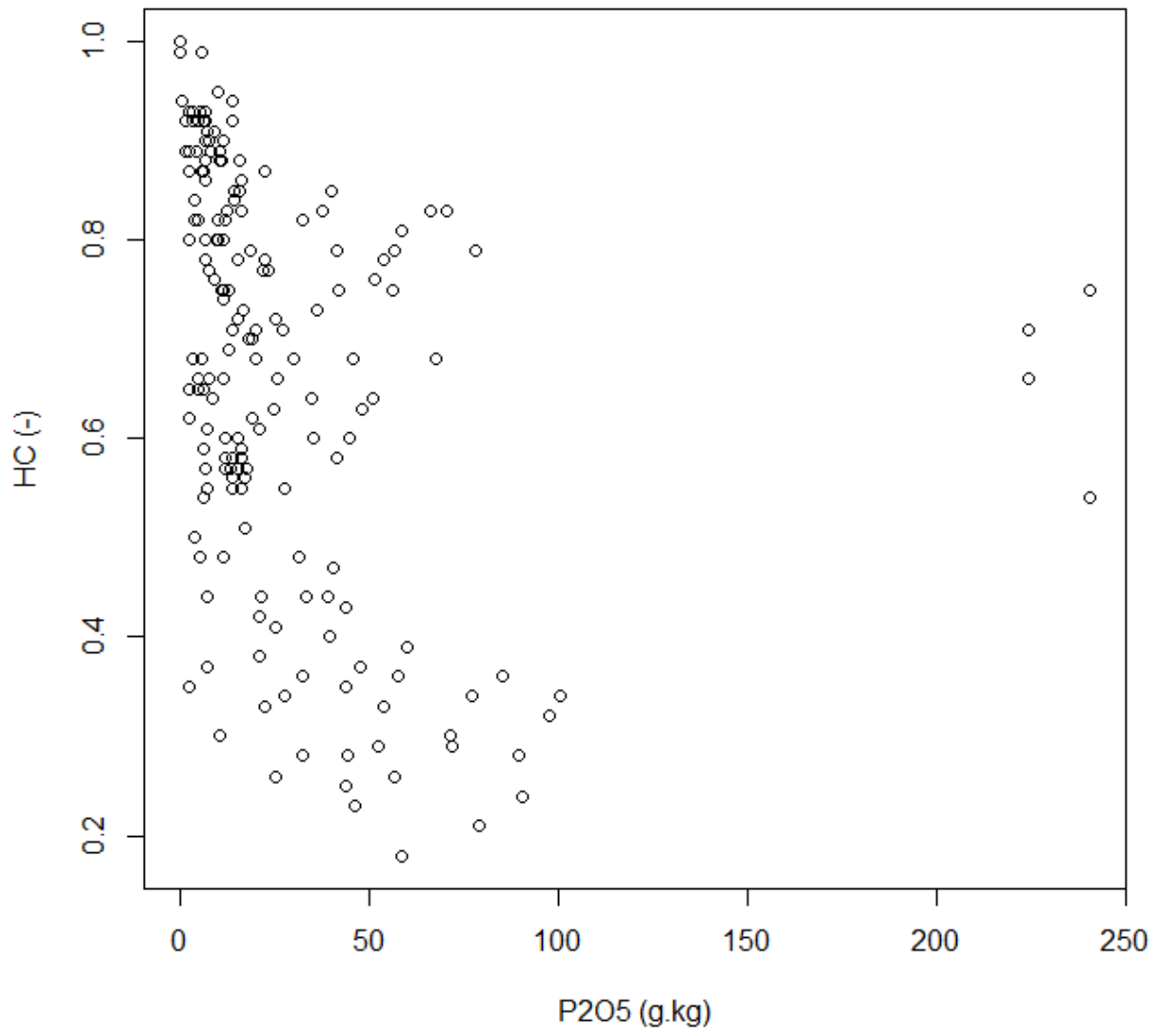












Bijlage 4 Kengetallen organische stof

Tabel 1. Kengetallen organische meststoffen

Mestsoort	Oude waarden			Nieuwe waarden		
	OS aanvoer (KG/ton)	HC (fractie)	C/N _{org}	OS aanvoer (KG/ton)	HC (fractie)	C/N _{org}
Varkensdrijfmest ¹	79	0,33	12	29	0,66	4,41
Dunne fractie varkensdrijfmest ²	11	0,33	10	-	-	-
Rundveedrijfmest ¹	71	0,70	17	60	0,66	14,37
Vaste geitenmest ¹	174	0,70	11,6	174	0,75	11,60
Champost ¹	211	0,50	14,65	192	0,82	13,33
Groencompost ¹	179	0,90	19,89	187	0,89	20,78

¹ Bron: Handboek Bodem en Bemesting

² Bron: Postma et al. (2013)

Tabel 2. Kengetallen gewasresten

Mestsoort	OS aanvoer (KG/ton)	HC (fractie)	C/N _{org}
Zetmeelaardappel ¹	3700	0,22	36
Consumptieaardappel ¹	4000	0,22	36
Pootaardappel ¹	4400	0,22	20
Suikerbiet ¹	6000	0,21	23
Wintertarwe ¹	8500 ³	0,31	75
Zomergerst ¹	6300 ³	0,31	75
Graszaad ¹	6000	0,29	45
Snijmais ¹	2000	0,50	50
Witlof ¹	2625	0,23	30
Ui ¹	1275	0,24	30
Peen ¹	2400	0,29	28
Gras ¹	4000	0,29	24
Prei ²	1700	0,20	13
Conservenerwt ¹	4570	0,22	15
Groenbemester ¹	4200	0,25	22

¹ Bron: Handboek Bodem en Bemesting

² Bron: De Ruijter & Postma (2004)

³ Indien achterlaten stro

Samenstelling vleesvarkensdrijfmest									
dataset	HC	Droge stof	Org. stof	Koolstof (kg/ton)	N-totaal (kg/ton)	N-min (kg/ton)	N-org (kg/ton)	C/N _{org}	Toegepaste hoeveelheid (m ³ /ha)
Oud	0,33	107	79,0	39,5	7,00	3,70	3,30	11,97	14,3
Nieuw	0,66	67	40,0	20,0	6,00	3,58	2,42	8,25	16,7
Schoumans 1	0,66	68	49,9	26,8	6,03	4,89	1,14	23,50	16,6
Vd Burgt 1	0,66	144	113,3	55,6	7,52	4,72	2,79	19,90	13,3
Vd Burgt 2	0,66	107	104,0	41,6	4,65	2,14	2,51	16,55	21,5

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

info.openteelten@wur.nl

Rapport WPR-OT 1044

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, 7.200 medewerkers (6.400 fte) en 13.200 studenten en ruim 150.000 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.
