



Wageningen University & Research | Bijlage bij rapport *De integrale KPI-kernset duurzame landbouw*

Februari 2026 | 2026-002-8

Organische stof

Nadere toelichting op de definitie, achtergronden en ontwikkelpunten van voorgestelde KPI's

Marianne Hoogmoed,¹ Janjo de Haan²

¹ Louis Bolk Instituut

² Wageningen University & Research, Wageningen Plant Research

Gereviewd door Chris Koopmans (Louis Bolk Instituut)

Inhoudsopgave

1	Beschrijving van de KPI	2	2.3 Theoretisch haalbaar.....	7
1.1	Definitie KPI.....	2	2.4 Drempel- en streefwaarden doelbereik .	8
1.2	Relatie KPI tot doelen	2	3 Handelingsperspectief en samenhang	10
1.3	Berekeningswijze en bestaande rekeninstrumenten.....	4	4 Discussie	13
1.4	Benodigde data en bronnen, inclusief bestaande datasystemen	4	4.1 Overwegingen bij de keuze voor deze KPI.....	13
1.5	Vereenvoudigingsopties	5	4.2 Sterkte en zwakte van deze KPI	14
1.6	Verfijningsopties.....	5	5 Aanbevelingen voor verdere ontwikkeling... Literatuur	16 17
2	Referentiewaarden: wat weten we over KPI-scores?	6		
2.1	Informatienet-benchmarks	6		
2.2	Praktijkresultaten pilots	7		

1 Beschrijving van de KPI

1.1 Definitie KPI

De definitie van deze KPI is: *Effectieve organische stofaanvoer naar de bodem per hectare productief areaal per jaar.*

De KPI Organische stof laat zien hoeveel effectieve organische stof (EOS) per jaar wordt aangevoerd op de percelen van het bedrijf. EOS is de hoeveelheid organische stof die 1 jaar na toediening nog over is in de bodem. De snel afbreekbare fractie van de organische stof is dan al afgebroken door het bodemleven en weer uit de bodem verdwenen in de vorm van CO₂. Wat overblijft is de EOS, een stabielere fractie organische stof die in de jaren daarna deels verder afbreekt en deels bijdraagt aan langdurige koolstofopslag in de bodem.

De aanvoer van EOS wordt bepaald op bedrijfsniveau per kalenderjaar, en gemiddeld over het aantal productieve hectares. Zo krijg je een gemiddelde aanvoer van EOS in kg per ha per jaar op bedrijfsniveau. Er worden hierbij drie aanvoerposten onderscheiden: 1) gewasresten van het hoofdgewas; 2) gewasresten van groenbemesters die na de hoofdtelst zijn ingezaaid, en 3) organische meststoffen zoals dierlijke mest, compost en andere bodemverbeters.

1.2 Relatie KPI tot doelen

De KPI *Organische stof* stuurt op verschillende doelen zoals samengevat in de Doelenboom 2.0 (zie hoofdstuk 3 van de hoofdrapportage). De twee meest belangrijke doelen zijn *Klimaat* (koolstofvastlegging), en *Bodem* (verbeteren bodemstructuur en -beheer, en verbeteren bodembiodiversiteit).

Doel: Klimaat

Koolstofvastlegging in de bodem als klimaatmitigatiestrategie, houdt in dat CO₂ door planten uit de lucht wordt gehaald (via fotosynthese), waarna de koolstof (C) – als de plant afsterft, na compostering of via wortellexudaten – in de vorm van organische stof de bodem in gaat, en daar voor langere tijd wordt vastgelegd. Op deze manier wordt CO₂ dus weggevangen uit de atmosfeer en draagt daardoor niet meer bij aan klimaatverandering door te hoge CO₂-gehalten in de atmosfeer (Lal, 2004). Organische stof bestaat voor ongeveer 50% uit koolstof. Wanneer de organische stof in de bodem terechtkomt en begint te verteren, zal er altijd een deel van de koolstof weer omgezet worden in CO₂-gas en in de atmosfeer terechtkomen. Dit komt door de respiratie van (micro-)organismen die het organisch materiaal afbreken om er energie en nutriënten uit te halen. Het overige deel van de koolstof uit organisch

materiaal wordt ingebouwd in de biomassa van het bodemleven, of blijft als restanten organisch materiaal in de bodem achter en zal op den duur verder afgebroken worden. De term *effectieve organische stof* (EOS) refereert naar het deel van de organische stof dat 1 jaar na toediening van de organische stof nog aanwezig is in de bodem. In landbouwbodems zijn inputs van organische stof onder andere gewasresten, compost en/of dierlijke mest.

Deze KPI stuurt op een hoge(re) koolstofvastlegging omdat er een duidelijke relatie is tussen organische stof input en koolstofvastlegging in landbouwbodems. De relatie is wel locatie- en contextspecifiek, want de lokale (a)biotische omstandigheden bepalen de afbraaksnelheid en de mate van koolstofopslag op de lange termijn (e.g. Schepens et al., 2025; Gocke et al., 2023; Lessmann et al., 2021). In Nederland houdt het langjarige onderzoeksprogramma Slim Landgebruik¹ zich bezig met het kwantificeren en onderzoeken van koolstofvastleggende maatregelen in de landbouw. Maatregelen rond extra inputs van organische stof, zoals 'inzet van groenbemesters en vanggewassen', 'extra compost', 'extra vaste mest' en 'gewasresten achterlaten' zijn via langetermijnexperimenten en modelberekeningen getest op hun potentie om extra koolstof op te slaan in de bodem. De CO₂Bodem tabel (Slier et al., 2024) vat de resultaten samen per grondsoort (klei en zand) zoals deze zijn berekend met het RothC-model. Van kleibodems wordt over het algemeen gevonden en gedacht dat deze beter in staat zijn om koolstof op te slaan vergeleken met zandgronden (zie bijvoorbeeld Gross en Glaser, 2021; Gocke et al., 2023). Echter, in Nederland laten Schepens et al. (2025) zien dat in de langetermijnexperimenten waarin door het Slim Landgebruik-programma is gemeten, het kleigehalte geen significant effect heeft op de koolstofopslag in de bodem. Dit is een opvallende vinding en ze suggereren dat de landgebruiksgeschiedenis hier een rol speelt.

Doel: Bodem

Bodemorganische stof is een belangrijk component voor de bodem. Direct of indirect stuurt het allerlei chemische, fysische en biologische processen en speelt het een belangrijke rol bij het in stand houden van de algehele bodemkwaliteit of bodemgezondheid (bijvoorbeeld Weil en Magdoff, 2004; Reeves, 1997). De KPI-doelen onder het thema bodem zijn specifiek gericht op *verbeteren bodemstructuur en -beheer*, en *verbeteren bodembiodiversiteit*. Deze twee doelen zijn sterk met elkaar verbonden, omdat het bodemleven (met zijn diversiteit en activiteit) een grote invloed heeft

¹ www.slimlandgebruik.nl

op het vormen van bodemstructuur, en omgekeerd, is het belangrijk voor de bodembiodiversiteit dat de bodem een goede structuur heeft en er niet te veel verstoring plaatsvindt.

Organische stof is het voedsel voor het bodemleven. Er bestaat een sterke relatie tussen de aanvoer van organische stof en de diversiteit van het bodemleven in landbouwbodems (Faber et al., 2009; Shu et al., 2022). Door de foerageeractiviteiten van het bodemleven en de afbraak van de organische stof door het bodemleven worden allerlei bodemprocessen aangezwengeld. Een daarvan is de formatie van bodemstructuur (Six et al., 2004). Dit gebeurt op verschillende schaalniveaus. Bijvoorbeeld, op een groter schaalniveau worden door wormen (en andere macro- en meso-fauna) gangen gegraven wanneer ze op zoek zijn naar voedsel (organische stof). Door die gangen kan water en zuurstof de bodem in en dit speelt een belangrijke rol in de waterhuishouding van de bodem, en zorgt ervoor dat regenwater snel de bodem in kan trekken. De uitwerpselen van deze wormen vormen de kern waar stabiele bodemaggregaten (kluitjes) rond gevormd worden (Bossuyt et al., 2005). Micro-organismen zoals bacteriën en schimmels scheiden plakkerige enzymen uit om de organische stof af te breken en nutriënten plant-beschikbaar te maken. Ook door deze plakkerige stoffen worden stabiele bodemaggregaten gevormd die zorgen voor een luchtige bodemstructuur. De biologisch gevormde bodemstructuur is essentieel voor een goede waterhuishouding van de bodem (Boyle et al., 1989). Een biologische bodemstructuur bestaat uit stabiele aggregaten met daartussen poriën van verschillende formaten. De grote poriën zorgen ervoor dat water snel de bodem in kan en overtollig water wordt afgevoerd. Dit is belangrijk zodat het water niet over het oppervlak afspoelt, en samen met nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen in sloten terechtkomt. De kleinere poriën zorgen ervoor dat er water in de bovenste bodemlagen vastgehouden wordt, en er ook bij langere tijd zonder regen nog water beschikbaar is voor planten en bodemleven.

Beleidsdoelen

In het Nederlandse beleidsprogramma 'Nationaal Programma Landbouwbodems' (Ministerie van LNV, 2020) is als doel gesteld 'alle landbouwbodems duurzaam beheerd in 2030'. Het onderliggende en langetermijndoel is om via duurzaam bodembeheer te zorgen dat landbouwbodems een 'goede bodemkwaliteit' krijgen of behouden. Dit beleid sluit aan op de Europese Bodemstrategie (European Commission, 2021, zie ook hoofdstuk 3.3 in het hoofdrapport). De KPI Organische stof draagt bij aan deze beleidsopgave omdat organische stofaanvoer een belangrijke pijler is van duurzaam bodembeheer en het behoud van bodemgezondheid en

bodemkwaliteit, zoals hierboven beschreven. Daarnaast heeft de Nederlandse landbouwsector zich in het Klimaatakkoord van 2019 gecommitteerd aan het extra vastleggen van 0,5 Mt CO₂-equivalent in minerale landbouwbodems. De KPI draagt daaraan bij door te sturen op organische stof (dus koolstof) naar de bodem.

Van beleidsdoel naar KPI-score op bedrijfsniveau

Hoewel er een duidelijke relatie is tussen organische stofinput en koolstofvastlegging, is deze KPI geen directe maat voor koolstofvastlegging. De nettokoolstofvastlegging in de bodem is een balans tussen de hoeveelheid C die de bodem in gaat (input), en de hoeveelheid C die de bodem uit gaat (output). Outputs zijn de afbraak van de verse organische stof die dat jaar de bodem in komt, maar ook afbraak van organische stof die al langere tijd in de bodem aanwezig is (de initiële bodemorganische stof) (e.g. Lal et al., 2015). De afbraaksnelheid van de bodemorganische stof is afhankelijk van verschillende factoren zoals de kwaliteit (chemisch samenstelling) van de bodemorganische stof, de grondsoort, weersomstandigheden, etc. De boer heeft maar beperkt invloed op deze factoren. Het kwantificeren van de werkelijke koolstofafbraak (output) is moeilijk en kent veel onzekerheden. Voor directe veldmetingen is een langjarige en intensieve bemonstering nodig, wat niet realistisch of wenselijk is in deze KPI-context. Voor modelberekeningen zijn er additionele data nodig als modelinput die niet beschikbaar zijn via bijvoorbeeld de Gecombineerde Opgave of andere systemen, onder andere het huidige bodemorganische stofgehalte. Conijn en Lesschen (2015) hebben verschillende modellen gebruikt om de gemiddelde bodemorganische stofafbraaksnelheid in Nederland in te schatten en vonden een bereik van 2.200 tot 3.000 kg ha⁻¹ jr⁻¹, afhankelijk van het model. In Nederland zijn verschillende modellen en tools beschikbaar om een inschatting te maken van de organische stofbalans op perceel- of bedrijfsniveau (BodemCtool, NDICEA, Nutriëntenbalans Akkerbouw (in ontwikkeling), KringloopWijzer Veehouderij, de organische-stof-rekentool tool (NMI) etc. Deze KPI is niet ontwikkeld voor het *kwantificeren* van koolstofopslag, maar wel het *sturen richting* koolstofvastlegging. Een vertaling van het beleidsdoel naar KPI-score op bedrijfsniveau zou via regionale drempel- en streefwaardes gestuurd kunnen worden, ondersteund door organische stofbalansmodellen.

Het tweede beleidsdoel waar de KPI op stuurt, namelijk 'alle landbouwbodems duurzaam beheerd', is vanzelfsprekend te linken omdat de KPI-invulling (effectieve organische stofaanvoer) een duurzaam bodembeheermaatregel is. Vanuit duurzaam bodembeheer oogpunt zou gesteld kunnen worden dat organische stofmanagement duurzaam is wanneer de

organische stofbalans op zijn minst (drempelwaarde) neutraal is (zodat er in ieder geval geen afname van het organische stofgehalte is). Echter, zoals hierboven uitgelegd, geeft de KPI-score alleen inzicht in de aanvoerkant (input) van de balans. Ook hier geldt dus dat een extra bepaling van de balans nodig is om echt iets te zeggen over hoe effectief/duurzaam het organische stofbeheer is.

1.3 Berekeningswijze en bestaande rekeninstrumenten

De KPI-score wordt berekend door de totale aanvoer van effectieve organische stof (EOS) uit groenbemester-resten, hoofdgewasresten, en organische mest inclusief compost en bodemverbeteraars op bedrijfsniveau (kg j^{-1}), te delen door het aantal hectaren productief areaal. De score heeft dan de eenheid: $\text{kg EOS ha}^{-1} \text{ j}^{-1}$.

Zoals in hoofdstuk 1.1 ook is uitgelegd, is EOS de hoeveelheid organische stof die 1 jaar na toediening nog over is in de bodem. In Nederland zijn er voor een groot aantal organische stofproducten (mest, compost, gewasresten enzovoort) kengetallen beschikbaar van de hoeveelheid EOS ten opzichte van de totale verse OS-aanvoer. Deze kengetallen zijn bepaald via gecontroleerde laboratoriumincubatietesten, waarbij de afbraak van het organische stofproduct gedurende 3 maanden gemeten wordt door de CO_2 die daarbij vrijkomt te meten. Recent zijn een groot aantal van deze kengetallen opnieuw bepaald en geactualiseerd, en gepubliceerd in het *Handboek Bodem en Bemesting* (De Haan et al., 2014) en het *Handboek Groenbemesters* (Van Leeuwen-Haagsma, 2019).

De score wordt momenteel voor de akkerbouw bepaald met behulp van de Nutriëntenbalans Akkerbouw, en voor de melkveehouderij met behulp van de KringloopWijzer. Deze systemen zitten gekoppeld aan de RVO-datasystemen en kunnen met een machtiging van de boer automatisch de benodigde data uit de systemen halen (zie paragraaf 1.4 voor welke benodigde data dit zijn).

1.4 Benodigde data en bronnen, inclusief bestaande datasystemen

De benodigde data voor de berekening van de KPI-score zijn voor zowel akkerbouw als veehouderij de volgende:

- Productieve percelen (aantal ha per perceel)
- Hoofddeelt per perceel
- Indien een graangewas geteeld is, informatie over stro inwerken of afvoeren (ja/nee)
- Zaai van groenbemesters na de hoofddeelt (ja/nee)
- Aanvoer organische bemesting inclusief compost op bedrijfsniveau (mesttransportenoverzicht van RVO).

Deze data komen grotendeels uit de databases van RVO. Informatie over het inwerken of afvoeren van stro is niet beschikbaar in deze systemen. De zaai van groenbemesters na de hoofddeelt wordt wel opgegeven door boeren in de gecombineerde opgave, maar werd door RVO (gesprekken in 2024) niet als goed borgbaar beschouwd omdat het niet altijd zeker is dat de in het voorjaar in de GO ingevoerde groenbemester ook daadwerkelijk in het najaar wordt ingezaaid. Deze informatie moet op dit moment dus nog handmatig worden opgevraagd (of gecontroleerd) bij de boer voor het bepalen van de KPI-score.

Via de rekeninstrumenten (Nutriëntenbalans Akkerbouw en KringloopWijzer Veehouderij) worden kengetallen gebruikt voor de bepaling van de hoeveelheid EOS uit gewasresten van de hoofddeelt, ingewerkt stro, gewasresten van groenbemesters, en organische bemesting en compost. De kengetallen die zijn opgenomen in de rekeninstrumenten komen uit het *Handboek Bodem en Bemesting* (De Haan et al., 2014). Hoewel er in het *Handboek Groenbemesters* (Van Leeuwen-Haagsma, 2019) meer kengetallen bestaan over de hoeveelheid EOS van verschillende soorten groenbemesters en hun zaaitijdstippen, is er op dit moment alleen een beperkte differentiatie mogelijk via de Nutriëntenbalans Akkerbouw en KringloopWijzer Veehouderij, zoals aangegeven in tabel 1.1. (Dit is wegens technische belemmeringen, mondelinge communicatie met Wim van Dijk, ontwikkelaar Nutriëntenbalans Akkerbouw.)

Tabel 1.1 Kengetallen voor EOS-aanvoer van groenbemesters zoals gebruikt in de Nutriëntenbalans Akkerbouw en KringloopWijzer Veehouderij.

Nutriëntenbalans Akkerbouw	Kg EOS/ha/jr
Niet-vlinderbloemigen, gezaaid voor 1 september	950
Vlinderbloemigen, gezaaid voor 1 september	500
Onbemest vanggewas, gezaaid 1-15 september	700
Onbemest vanggewas, 16 september – 1 oktober	590
Onbemest vanggewas, gezaaid na 1 oktober	300

Kringloopwijzer Veehouderij a)	
Groenbemester na vroeg geoogste gewassen	1.000
Groenbemester na laat geoogste gewassen	550

a) Binnen de KringloopWijzer Veehouderij is geen informatie over beschikbaar over groenbemesters op perceelniveau, alleen het totale areaal groenbemesters na snijmaïs, en na overig bouwland. Voor de groenbemesters na snijmaïs wordt uitgegaan van 550 kg EOS/ha/jr. Voor overig bouwland wordt het areaal groenbemesters eerst toebedeeld aan percelen met vroeg geoogste gewassen. Als er dan nog areaal groenbemester over is, dan wordt ervan uitgegaan dat deze na laat geoogste gewassen gezaaid zijn. Voor meer informatie en uitleg, zie Van Dijk et al. (2024), paragraaf 6.6.

1.5 Vereenvoudigingsopties

Zoals in paragraaf 1.4 aangegeven, is een deel van de benodigde data op dit moment niet beschikbaar via RVO. Informatie over het inwerken of afvoeren van stro, en of er een groenbemester is ingezaaid, staat soms in bedrijfsregistratiesystemen, maar dit zijn niet-geborgde data en moeten handmatig opgevraagd worden. Een vereenvoudigingsoptie waardoor de KPI volledig geautomatiseerd bepaald kan worden met geborgde data, is om de EOS-aanvoer enkel op basis van gewasresten van hoofdgewassen en mest en compost aanvoer te bepalen. Een groot nadeel van deze vereenvoudigingsoptie is dat het een (aanzienlijk) deel van het handelingsperspectief van de boer wegneemt. Het aanpassen van bouwplan met gewassen die relatief veel EOS aanvoeren, zoals granen, is vaak economisch minder goed mogelijk. Inzet van groenbemesters en achterlaten van stro na graangewassen zijn belangrijke managementopties, maar deze worden in deze vereenvoudiging niet meegenomen.

1.6 Verfijningsopties

Rond de invulling van deze KPI bestaat verschil van inzicht met de reviewer van dit stuk. De discussie gaat er vooral over of de KPI in de huidige vorm – hoeveelheid EOS-aanvoer – echt kan sturen op het doel ‘koolstofvastlegging’. Dit geldt met name omdat er geen maat van organische stofafbraak wordt meegenomen, waardoor er geen inzicht is in de verwachte of geschatte nettokoolstofvastlegging. Hoewel de auteurs van dit stuk van mening zijn dat de KPI in de huidige vorm wel kan *sturen richting* koolstofvastlegging, erkennen we dat deze KPI geen inzicht biedt in het doelbereik van het beleidsdoel. Een mogelijke verfijningsoptie is dus een doorontwikkeling richting een organische stofbalans, waarbij de afbraak van al aanwezig bodemorganische stof wordt meegenomen. Hier zitten echter ook verschillende bezwaren aan vast die in paragraaf 4.1, *Overwegingen bij de keuze voor deze KPI*, verder uiteengezet worden.

2 Referentiewaarden: wat weten we over KPI-scores?

Referentiewaarden kunnen gebruikt worden om KPI scores te duiden: hoe verhoudt de score zich tot het huidige gemiddelde, tot waarden die in theorie gehaald kunnen worden of tot waarden die nodig zijn voor doelbereik? Zie voor uitleg paragraaf 3.3 van het hoofdrapport.

In dit hoofdstuk worden de verschillende referentiewaarden gepresenteerd: benchmarks waarbij de bedrijfswaarde wordt vergeleken met de prestaties van andere vergelijkbare bedrijven (2.1 en 2.2) en referentiewaarden op basis van theoretisch haalbare waarden (2.3). Tot slot wordt ingegaan op drempel- en streefwaarden die nodig zijn voor doelbereik (2.4).

2.1 Informatienet-benchmarks

In de melkveehouderij wordt op vrijwel alle Nederlandse melkveebedrijven organische stof jaarlijks berekend met rekeninstrument KringloopWijzer (KLW). In KLW worden benchmarks gehanteerd op basis van grondsoort, intensiteit en gangbaar/biologisch, met in totaal 36 groepen (5 grondsoorten, 7 intensiteitsklassen, gangbaar/biologisch). De benchmarks zijn gebaseerd op de gemiddelden van de voorgaande 3 jaren van de

36 groepen bedrijven. Omdat benchmarks in KLW niet openbaar zijn worden in deze paragraaf alleen resultaten en benchmarks uit het Bedrijveninformatienet beschreven.

Met informatie uit het Bedrijveninformatienet² is voor alle KPI's over de periode 2021-2023 de gemiddelde KPI score berekend per grondsoort en intensiteit van de landbouwbedrijven (tabel 2.1). De hoeveelheid effectieve organische stofaanvoer is substantieel hoger in de melkveehouderij vergeleken met akkerbouw. Dit is zoals verwacht, grasland heeft een hoge EOS-aanvoer via gewasresten bestaande uit afstervende wortelbiomassa. In de melkveehouderij is er een oplopende EOS-aanvoer van extensief naar intensief. Een mogelijke verklaring is dat het grasland productiever is (meer bemesting), waardoor er ook meer wortelbiomassa geproduceerd wordt en via dat mechanismen meer EOS-aanvoer naar de bodem is.

Bij de akkerbouw zien we een omgekeerde trend, waarbij de EOS-aanvoer bij extensieve bedrijven hoger is. Dit komt waarschijnlijk doordat extensieve bedrijven relatief meer rustgewassen (granen) in het bouwplan hebben, die ook relatief veel EOS achterlaten.

Tabel 2.1 Gemiddelde KPI-Organische stof score (aanvoer EOS in kg/ha/jaar, gemiddeld op bedrijfsniveau) op Informatienet-melkveehouderij- en akkerbouwbedrijven in relatie tot grondsoort en intensiteit a), 2020-2023.

Sector	Grondsoort	Extensief	Gemiddeld	Intensief
Melkveehouderij	Zand/löss	5.069	5.422	5.409
	Klei	5.292	5.812	5.661
	Veen	5.380	5.864	5.874
Akkerbouw	Zand	2.571	2.371	2.259
	Klei	2594	2498	2416
	Loss		2.404	

a) *Melkveehouderij*: extensief: < 14.000 kg melk/ha; midden: 14.000-19.000 kg melk/ha; intensief: > 19.000 kg melk/ha. *Akkerbouw*: extensief: SO/ha < 33% percentiel; gemiddeld: SO/ha 33-66% percentiel; intensief: SO/ha > 66% percentiel (SO; Standaardopbrengst. Dit is een maat voor de economische omvang van het bedrijf die niet alleen het areaal, maar ook de geldopbrengst per gewas meeneemt).

² Hoewel de afkorting 'BIN' in figuren wordt gebruikt, schrijven we in de lopende tekst de volledige naam uit of 'Informatienet'.

2.2 Praktijkresultaten pilots

De score voor de KPI Organische stof is bepaald voor melkvee- en akkerbouwbedrijven in verschillende pilots. Alleen de pilots waarbij er 10 of meer bedrijven zijn gescoord zijn opgenomen in figuur 2.1 (melkveehouderij) en figuur 2.2 (akkerbouw). Deze scores zijn onder voorbehoud van een nieuwe validatieronde van het dashboardstelsel en rekeninstrument Nutriëntenbalans Akkerbouw en de scores zijn enkel indicatief. De gemiddelde score van EOS-aanvoer in de melkvee-pilots ligt grofweg tussen de 5.000 en 5.700, maar de spreiding is groot, tussen de 4.000 en meer dan 6.000 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹. De Informatienet-benchmarkbedrijven scoren gemiddeld wat hoger dan de pilotbedrijven.

In de akkerbouw ligt de EOS-aanvoer lager dan in de melkveehouderij. Dit is volgens verwachting, gewasresten in de vorm van afstervende wortels onder grasland vormen een grote continue bron van EOS-aanvoer in graslanden. In de akkerbouw liggen de gemiddelde scores grofweg tussen de 2.000 en 4.000 kg EOS-aanvoer ha⁻¹ jr⁻¹, maar met een spreiding tussen de 1.000 en 4.500 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹ en met een aantal grote uitschieters daarboven (stippen in de grafiek). Een aanzienlijk deel van de pilotbedrijven scoort hoger dan de Informatienet-benchmarkbedrijven.

2.3 Theoretisch haalbaar

Theoretisch mogelijke waarden weerspiegelen de best mogelijke prestatie op de KPI, nu en in de nabije toekomst. Het gaat er hierbij om wat technisch mogelijk is voor een geïsoleerde KPI, niet om wat economisch haalbaar is, en niet op systeemniveau in samenhang met andere KPI's. Wel dient er nog een bedrijfsvoering te zijn die gericht is op een bepaalde mate van productie van gewassen of dieren.

Theoretisch en ongehinderd door wet- en regelgeving kan deze KPI-score onbeperkt hoog zijn, door onrealistisch hoge aanvoer van organische stofsoorten, en door de maximale teelt van gewassen die relatief veel gewasresten achterlaten. In werkelijkheid wordt de maximaal haalbare score begrensd door enerzijds wet- en regelgeving rond stikstof en fosfaat, en anderzijds door (zeer) nadelige financiële gevolgen van het aanpassen van het bouwplan en kosten van aanvoer van organisch stofrijke meststoffen.

De drie EOS-aanvoerposten die in deze KPI-berekening worden onderscheiden, en waar mee gestuurd kan worden, zijn:

- gewasresten van het hoofdgewas
- gewasresten van groenbemesters die na de hoofdteelt zijn ingezaaid
- organische meststoffen zoals dierlijke mest, compost en andere bodemverbeteraars.

De eerste twee aanvoerposten kunnen theoretisch gemaximaliseerd worden door meer gewassen te telen die relatief veel gewasresten achterlaten, en meer groenbemesters te telen. Hoofdgewassen die veel gewasresten achterlaten zijn bijvoorbeeld gras en graangewassen, zeker wanneer het stro ook op het perceel achterblijft (en niet wordt afgevoerd en verkocht). De derde aanvoerpost van effectieve organische stof – organische meststoffen zoals vaste dierlijke mest, compost en andere bodemverbeteraars – wordt begrensd door wet- en regelgeving rondom stikstof en fosfaat (evenals de kosten). Voor dierlijke mest geldt dat er een maximum van 170 kg N ha⁻¹ uit dierlijke mest mag worden toegediend (zonder derogatie) (RVOa, 2025). Bij andere organische stofbronnen die geen dierlijke mest bevatten, gelden de stikstofbemestingsnormen per gewas (RVO 2025b). Bij organische (niet-dierlijke) meststoffen zoals compost wordt gerekend met 10% van de totale stikstof, die meetelt in de bemestingsruimte.

Voor de akkerbouw kan worden geredeneerd dat de theoretisch maximaal haalbare KPI-score, binnen de grenzen van de stikstof- en fosfaatwetgeving, wordt bereikt met een bouwplan dat uitsluitend wintertarwe bevat, waarbij stro wordt achtergelaten, een groenbemester wordt ingezaaid, en de volledige bemestingsruimte wordt ingevuld met groencompost. De stikstofbemestingsruimte voor wintertarwe is 245 kg N ha⁻¹ jr⁻¹ op kleigronden, en in dit voorbeeld gaan we uit van de standaardgebruiksnorm voor fosfaat van 40 kg P₂O₅ ha⁻¹ jr⁻¹. De totale concentratie N in groencompost is 7,8 kg N ton⁻¹ en 2,4 kg P₂O₅ ton⁻¹ (De Haan et al., 2014, *Handboek Bodem en Bemesting*), met een EOS van 58 kg t⁻¹. Bij gebruik van groencompost mag met 10% en 25% van de respectievelijke N- en P-gehaltes gerekend worden. Dus 0,78 kg N ton⁻¹ en 0,6 kg P₂O₅ ton⁻¹ groencompost. In het geheel onrealistische scenario dat de hele bemestingsruimte met groencompost wordt ingevuld, vormt in dit geval de fosfaatgebruiksruijme de belemmerende factor en mag er 40 / 0,6 = 66,7 ton groencompost toegediend worden. Dit bevat een EOS-aanvoer van 66,7 ton * 58 kg EOS = 3.867 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹. De EOS uit gewasresten (inclusief stro) van wintertarwe is 3.100 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹. Een groenbemester gezaaid voor 1 september voegt nog eens 950 kg EOS toe (zie tabel 1.1). De theoretisch maximale score voor de akkerbouw kan dus worden geschat op ruim 7.900 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹. Nogmaals, dit is een geheel onrealistisch scenario, zowel vanwege de kosten en gemiste inkomsten, als vanwege de beschikbaarheid van compost en de werkingssnelheid van de meststoffen.

In de veehouderijsector bestaat de aanvoerpost 'achterlaten van gewasresten' op de graslandpercelen uit afstervende wortelbiomassa en biomassa na het

beëindigen van het tijdelijk grasland. De leeftijd van het grasland is bepalend voor de hoeveelheid effectieve organische stofinput via gewasresten. In het rekeninstrument voor de veehouderij, namelijk de KringloopWijzer Veehouderij, worden drie varianten van grasland onderscheiden: 1) Blijvend gras, 1e jaar na herinzaai, 2) overig blijvend gras, en 3) tijdelijk gras, waarbij overig blijvend gras de hoogste EOS-aanvoer heeft van 3.366 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹. Het omzetten van blijvend gras naar bouwland is nagenoeg altijd nadelig voor de EOS-aanvoer. De theoretisch maximaal haalbare score op deze aanvoerpost kan dus gehaald worden wanneer het volledige areaal bestaat uit (niet-eerstejaars) blijvend grasland met strorijke vaste mest. Bij strorijke, vaste rundveemest (met P₂O₅-gehalte van 3,1 kg ton⁻¹) mag gerekend worden met 75% van de totale P₂O₅-gehalte, dus $3,1 \times 0,75 = 2,3$ kg P₂O₅ ton⁻¹. Strorijke rundvee grupstalmest bevat 111 kg EOS ton⁻¹ vers product en 6,4 kg N. Uitgaande van een standaardfosfaatgebruiksruimte van 75 kg P₂O₅ en 385 kg N (grasland met volledig maaien op klei), blijkt ook hier de fosfaatgebruiksruimte de belemmerende factor en mag er $75/2,3 = 32,6$ kg grupstalmest ha⁻¹ jr⁻¹ toegediend worden, waarmee 3.618 kg EOS wordt aangevoerd. In totaal is de theoretisch maximale score voor de melkveehouderij dus $3.366 + 3.618 = 6.984$ kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹. Ook dit is een geheel onrealistisch scenario, onder andere wegens de kosten, de beschikbaarheid van strorijke vaste mest en ongebalanceerde bemesting.

2.4 Drempel- en streefwaarden doelbereik

De KPI EOS-aanvoer stuurt voornamelijk op de doelen Klimaat (koolstofvastlegging) en Bodem (verbeteren bodemstructuur en -beheer, en verbeteren bodembiodiversiteit).

Koolstofvastlegging

Het beleidsdoel uit het Klimaatakkoord van 2019 is om 0,5 Mton extra CO₂-equivalent vast te leggen in minerale landbouwbodems vanaf 2030. Zoals in paragraaf 1.2 is uitgelegd is de KPI-score geen maat van koolstofvastlegging omdat enkel de aanvoerkant van organische stof (koolstof) naar de bodem wordt meegenomen, en niet de afbraak (verlies) van al aanwezige bodemorganische stof. Via drempel- en streefwaardes kan wel meer gestuurd worden op koolstofvastlegging. Om het beleidsdoel te vertalen naar drempel- en streefwaardes van de KPI-score op bedrijfsniveau, moet het beleidsdoel vertaald worden naar bedrijfsniveau. Als we de extra koolstofvastlegging gelijkmatig verdelen over alle 1,8 miljoen ha (minerale) landbouwgrond van Nederland, dan moet er per ha zo'n 150 kg EOS extra worden aangevoerd ($0,5 \text{ Mton CO}_2\text{-eq} = 0,135 \text{ Mton C}$ ($27\% \text{ C in CO}_2$) = $0,27 \text{ Mton (E)OS}$ ($50\% \text{ C in OS}$). Om ook te zorgen dat de

bodemorganischestof niet verder afneemt, moet gecompenseerd worden voor de afbraak van de al aanwezige bodemorganische stof. Als we uitgaan van een zeer generieke jaarlijkse afbraak van 2.200 kg bodemorganische stof ha⁻¹ jr⁻¹ (Conijn en Lesschen, 2015) in heel Nederland, dan zou de generieke drempelwaarde in Nederland gezet kunnen worden op 2.200 kg EOS aanvoer ha⁻¹ jr⁻¹ (geen achteruitgang van bodemorganische stof) en een streefwaarde van $2.200 + 150 = 2.350$ kg EOS aanvoer ha⁻¹ jr⁻¹ als waarde waarbij doelbereik in beeld komt.

Regionale drempel- en streefwaarden voor koolstofvastlegging

Het gelijkmatig verdelen van de beleidsopgave over alle landbouwgrond in Nederland is discutabel en bovenstaande berekening is een sterk versimpelde aanpak waarbij er toch bodems zullen zijn waarbij de organische stofgehaltes achteruit zullen gaan. De werkelijke absolute hoeveelheid afbraak van bodemorganische stof is afhankelijk van de al aanwezige bodemorganische stof en verschilt tussen percelen, bedrijven en regio's. Simpel gezegd, hoe hoger het bodemorganische stofgehalte, hoe meer absoluut verlies van koolstof en dus hoe hoger de EOS-aanvoer moet zijn om dit verlies te compenseren, en extra koolstofvastlegging te realiseren. Een nauwkeurigere aanpak zou zijn om met behulp van modellen en bodemkaarten met gemiddelde bodemorganische stofgehaltes op regioniveau, of zelfs op bedrijfsniveau de gemiddelde verwachte afbraak van bodemorganische stof te bepalen en op basis daarvan drempel- en streefwaardes te bepalen.

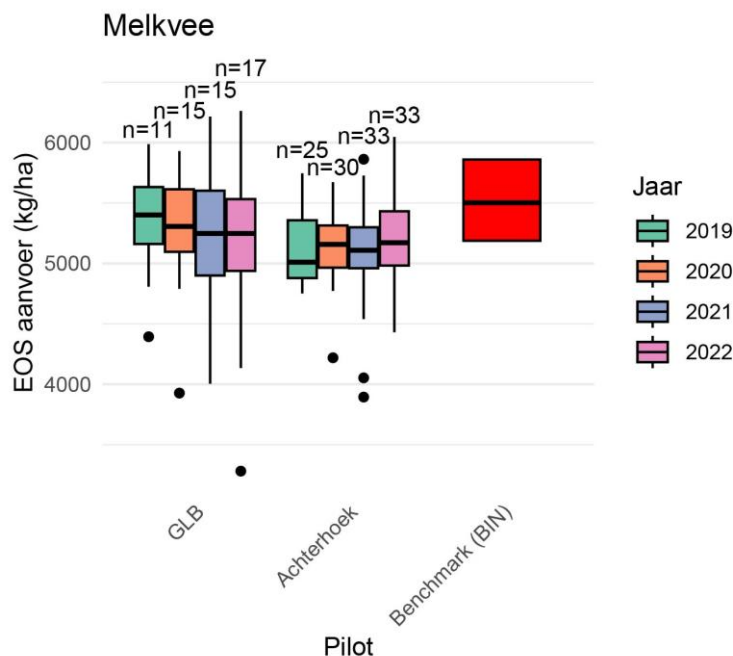
Echter, wanneer werkelijke koolstofvastlegging als drempel- en streefwaarde gebruikt wordt, speelt hier wel mee dat boeren mogelijk een verschillende inspanning moeten leveren om dezelfde drempel- en streefwaarde te bereiken. In een regio waar de OS-gehaltes al laag zijn, moet misschien 1.000 kg EOS aangevoerd worden om de afbraak te compenseren, terwijl in een andere regio 2.000 kg EOS aangevoerd moet worden. Wanneer deze aanpak van drempel- en streefwaardes wordt gehanteerd, zou ook een regionale differentiatie van beloning aan de KPI-score vast moeten zitten (zie ook verdere discussie in hoofdstuk 4 over de keuze voor EOS-aanvoer als KPI-invulling in plaats van organische stofbalans als KPI-invulling).

Duurzaam bodembeheer

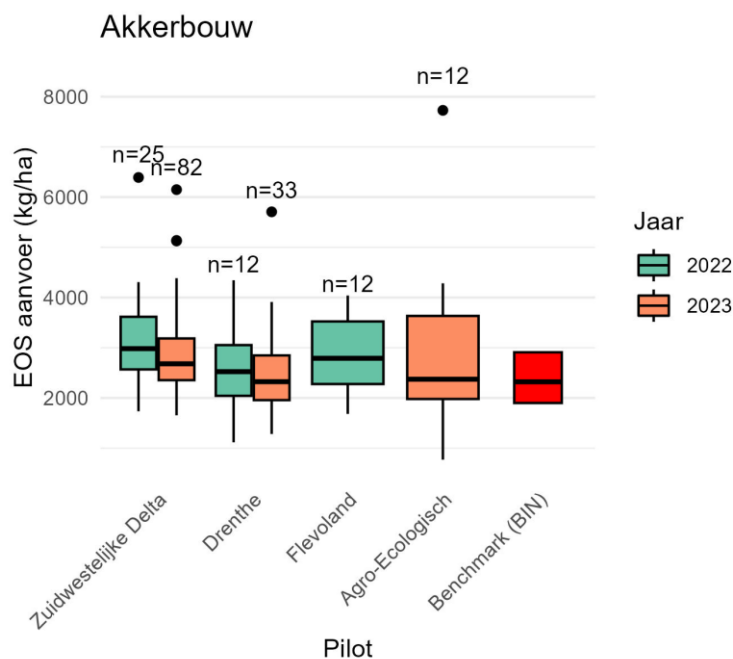
Naast koolstofvastlegging is deze KPI ook gerelateerd aan het doel 'Bodem' (verbeteren bodemstructuur en -beheer, en verbeteren bodembiodiversiteit) en het hieraan gelinkte beleidsdoel 'alle landbouwbodems duurzaam beheerd'. Hoewel dit doel niet direct kwantificeerbaar is, zou – vanuit expert opinion – gesteld

kunnen worden dat EOS-aanvoer pas onder de noemer 'duurzaam bodembeheer' valt wanneer de EOS-aanvoer de afbraak van bodemorganische stof compenseert en het gehalte bodemorganische stof niet achteruitgaat. In dit geval kan dan ook gewerkt worden met óf een generieke drempelwaarde voor heel Nederland van 2.200 kg EOS (Conijn en Lesschen, 2015,) óf met 2.000 kg EOS zoals wordt aangehouden in het *Handboek*

Bodem en Bemesting. In de Biodiversiteitsmonitor Akkerbouw wordt als streefwaarde voorgesteld een EOS-aanvoer van 2.500 kg ha⁻¹ jr⁻¹, wat gebaseerd is op 'goede landbouwpraktijk' van telers uit het Bedrijven Netwerk Bodemmetingen), of een EOS-aanvoer van 3.000 kg ha⁻¹ jr⁻¹, uitgaande van maximale inspanningen van de boer (Van Doorn et al., 2022).



Figuur 2.1 Spreiding van de KPI-scores van melkveebedrijven binnen de verschillende pilots en de Informatienet-benchmark.



Figuur 2.2 Spreiding van de KPI-scores van akkerbouwbedrijven binnen de verschillende pilots en de Informatienet-benchmark.

3 Handelingsperspectief en samenhang

Het handelingsperspectief voor het verhogen van de KPI-score is gebaseerd op het verhogen van één of meerdere van de EOS-aanvoerposten waarmee de KPI-score bepaald wordt, namelijk:

1. gewasresten van het hoofdgewas
2. gewasresten van groenbemesters die na de hoofdteelt zijn ingezaaid
3. organische meststoffen zoals dierlijke mest, compost en andere bodemverbeteraars.

Per aanvoerpost zijn er mogelijkheden voor de teler of veehouder om deze te verhogen. Het handelingsperspectief voor het (maximaal) verhogen van de KPI-score wordt gelimiteerd door enerzijds wet- en regelgeving (stikstof en fosfaatgebruiksnormen) en anderzijds financiële beperkingen.

1. Gewasresten van het hoofdgewas

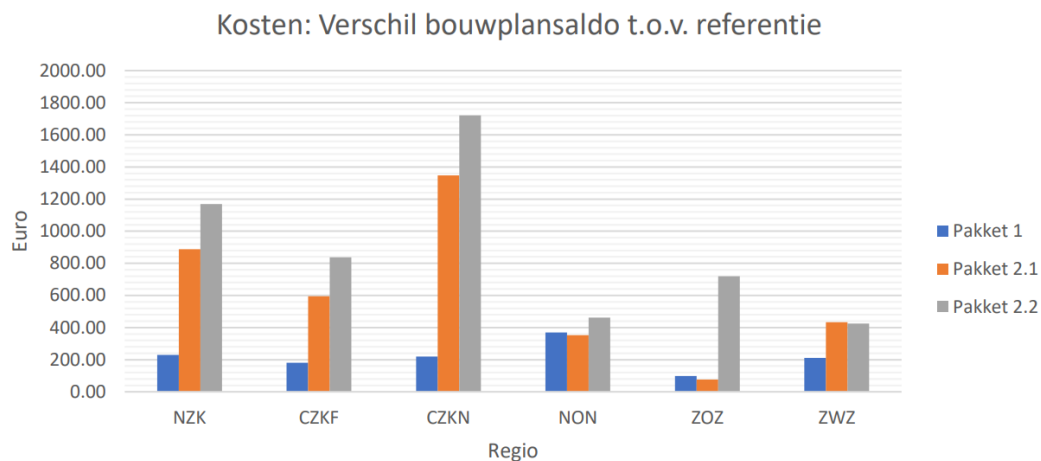
Binnen deze aanvoerpost kan de EOS-aanvoer potentieel verhoogd worden door twee mechanismen, en is de beperkende factor vooral financieel van aard.

Verschillende gewassen laten verschillende hoeveelheden gewasresten, en dus effectieve organische stof achter. Bijvoorbeeld zaaiui of consumptieaardappel laten relatief weinig effectieve organische stof achter (300 en 450 kg EOS ha⁻¹ respectievelijk), en wintertarwe relatief veel (2.100 kg EOS ha⁻¹), zeker wanneer het stro wordt achtergelaten in plaats van afgevoerd (inclusief stro 3.100 kg EOS ha⁻¹). Het aanpassen van het bouwplan en het opnemen van meer graangewassen in de rotatie is echter een kostbare maatregel die zorgt voor inkomstenderving. Graangewassen worden vooral als rustgewas ingezet ter bevordering van de bodemkwaliteit en voegen weinig toe aan het bedrijfsresultaat. Vaker granen telen, betekent automatisch minder vaak hoger renderende gewassen telen. Het achterlaten van stro na graan (zonder bouwplanaanpassing) is dan een relatief kleinere investering (een neveneffect hierbij is dat er binnen en buiten de landbouw veel vraag is naar stro, bijvoorbeeld voor in ligstallen of als biobased bouw materiaal). Binnen de veehouderij kan deze post op de graspercelen verhoogd worden door het blijvend grasland niet te scheuren en door tijdelijk grasland om te zetten in blijvend grasland.

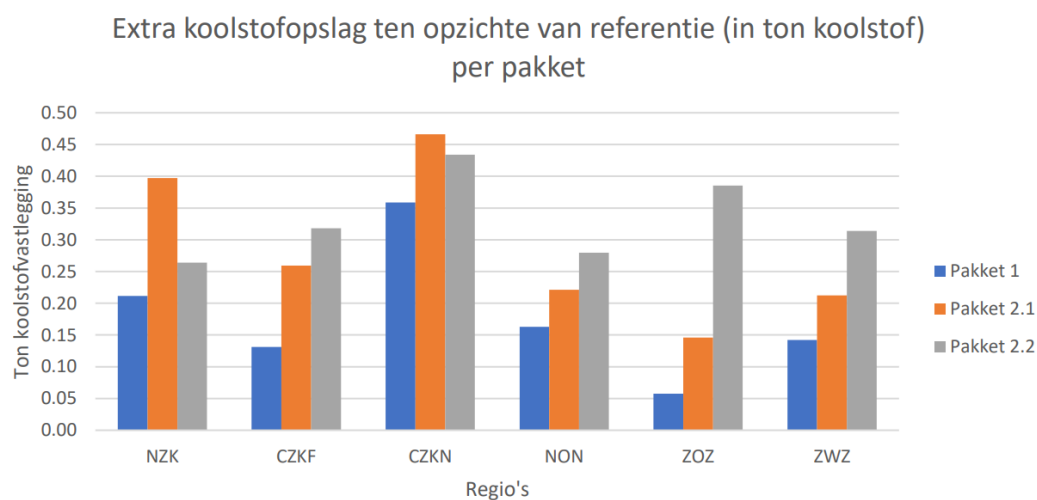
Binnen het onderzoeksprogramma Slim Landgebruik³ is voor zes verschillende regionale akkerbouw bouwplannen een economische analyse uitgevoerd, om inzicht te krijgen in de effecten van extra graangewassen en groenbemesters in het bouwplan op het bouwplansaldo (Verstand et al., 2021). In Verstand et al. (2021) zijn drie 'maatregelpakketten' vergeleken met een referentiebouwplan. In pakket 1 wordt de vruchtwisseling niet aangepast, maar worden maximaal groenbemesters ingezet en wordt graanstro achtergelaten in plaats van afgevoerd. In pakketten 2.1 en 2.2 zijn naast maximaal groenbemesters en gewasresten achterlaten, ook de vruchtwisselingen aangepast door extra graangewassen en/of gras in de rotatie op te nemen. De exacte invulling en bijbehorende kosten van de maatregelpakketten verschillen per regio omdat de referentiebouwplannen verschillen. Bijvoorbeeld, in de regio noordelijke zeeklei (NZK) is het referentiebouwplan een driejarige rotatie en in centrale zeeklei Flevoland (CZKF) een vierjarige rotatie. In beide gevallen wordt in het eerste maatregelpakket 1 extra groenbemester ingevoerd en wordt het stro achtergelaten. De kosten van deze maatregelen worden in NZK dus over 3 jaar verspreid en in CZKF over 4 jaar. In figuur 3.1 staan per regio en maatregelpakket het verschil in bouwplan saldo ten opzichte van het referentiebouwplan. De kosten voor het opnemen van meer groenbemesters, het achterlaten van stro en het opnemen van meer graangewassen in de rotatie verschillen aanzienlijk per regio (voor meer details over hoe de regio's en maatregelpakketten verschillen en met welke prijzen is gerekend, zie Verstand et al., 2021, tabel 0.4 pagina 20).

In figuur 3.2 staat de gemodelleerde extra koolstofopslag per maatregelpakket gepresenteerd. Afhankelijk van de regio kan (theoretisch) dus zo'n 0,25 tot 0,45 ton ha⁻¹ jr⁻¹ extra koolstofopslag plaatsvinden, door maximale inzet van groenbemesters, achterlaten van stro-gewasresten, en het opnemen van extra graangewassen in het bouwplan. Tot slot geeft figuur 3.3 de kosten voor het vastleggen van één ton koolstof. Hieruit blijkt duidelijk dat deze kosten per regio verschillen, en dat het handelingsperspectief voor telers om dezelfde hoeveelheid koolstof vast te leggen daardoor varieert.

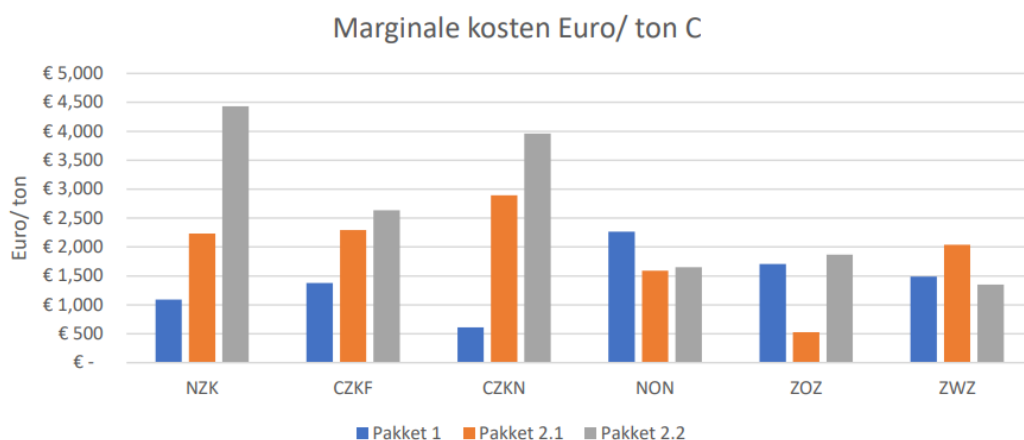
³ Slim landgebruik is een onderzoeksprogramma dat kennis aanlevert voor extra vastlegging van 0,5 Mton CO₂-eq in Nederlandse minerale landbouwbodems. www.slimlandgebruik.nl



Figuur 3.1 Het verschil in bouwplansaldo per regio en maatregelpakket. Pakket 1: maximaal groenbemesters en gewasresten(stro) achterlaten. Pakket 2.1 en 2.2: maximaal groenbemesters en gewasresten achterlaten, en twee varianten van extra graangewassen in de rotatie. NZK=noordelijke zeeklei; CZKF= Centrale Zeeklei Flevoland; CZKN= Noordoostpolder; NON=Noordoostelijke zand en dalgronden; ZOZ=zuidoostelijk zand; ZWZ=zuidwestelijke zeeklei.
Bron: Verstand et al. (2021).



Figuur 3.2 Extra koolstofopslag per hectare per jaar ten opzichte van het referentiebouwplan, per regio en maatregelpakket.



Figuur 3.3 Marginale kosten voor een ton extra koolstofvastlegging per jaar, per regio per pakket.
Bron: Verstand et al. (2021).

2. Gewasresten van groenbemesters die na de hoofddeelt zijn ingezaaid

Op dit moment kan het verhogen van de EOS-aanvoer via gewasresten van groenbemesters vooral gestuurd worden door op meerdere (extra) momenten in het bouwplan een groenbemester te telen. Voor de akkerbouw wordt de KPI berekend via het rekeninstrument Nutriëntenbalans Akkerbouw. In dit rekeninstrument is het maar zeer beperkt mogelijk om te differentiëren in het soort groenbemester. Het rekeninstrument gebruikt generieke kengetallen voor 5 categorieën groenbemesters:

- niet-vlinderbloemige, gezaaid voor 1 september
- vlinderbloemige gezaaid voor 1 september
- onbemeste vanggewassen gezaaid op 3 verschillende tijdstippen (zie tabel 1.1 in paragraaf 1.4).

Het *Handboek Bodem en Bemesting* en het *Handboek Groenbemesters* (Van Leeuwen-Haagsma et al., 2019) bevat EOS-kengetallen voor een groot aantal groenbemesters, die variëren van 50 tot 2.500 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹, afhankelijk van het soort en de zaaidatum. In de praktijk kan een teler dus een bewustere keuze maken in het soort groenbemester om te maximaliseren op EOS-aanvoer, alleen wordt dit niet zichtbaar in de KPI-score. Ook het langer laten staan van de groenbemester zal in werkelijkheid zorgen voor een hogere EOS-aanvoer, maar ook dit wordt niet zichtbaar in de KPI-score. Op dit moment is het technisch lastig om meer opties voor groenbemesters in de Nutriëntenbalans Akkerbouw te bouwen (persoonlijke communicatie Wim van Dijk, ontwikkelaar Nutriëntenbalans Akkerbouw, augustus 2025), maar om meer handelingsperspectief te bieden is het wenselijk dat dit in de toekomst wel mogelijk wordt. Voor de veehouderij kan met het rekeninstrument KringloopWijzer Veehouderij ook niet gedifferentieerd worden in het soort groenbemester. Hier wordt de EOS-aanvoer van de groenbemesters bepaald door het areaal vroeg geoogste gewassen (1.000 kg EOS ha⁻¹ jr⁻¹ na vroeg geoogste gewassen, en 550 EOS kg ha⁻¹ jr⁻¹ na laat geoogste gewassen (zie ook hier tabel 1.1 in paragraaf 1.4 en Van Dijk et al., 2025).

3. Organische meststoffen zoals dierlijke mest, compost en andere bodemverbeteraars

De beperkende factoren voor het verhogen van de KPI-score via deze derde aanvoerpost zijn zowel financieel als wettelijk van aard. Voor het verhogen van de EOS-aanvoer uit organische meststoffen kan de boer overwegen om meer organische meststoffen in plaats van kunstmest toe te passen. Ook kan er een keuze worden gemaakt voor organische meststoffen die een hogere hoeveelheid effectieve organische stof bevatten. Drijfmest bevat relatief weinig EOS, vergeleken met

vaste dierlijke mest of compost en door deze te vervangen kan de KPI-score verhoogd worden. Maar, het vervangen van drijfmest met een andere organische meststof kost op twee manieren geld:

1. voor de akkerbouwer verloren inkomsten uit het afnemen van drijfmest
2. het betalen voor de vervangende organische meststof.

Binnen het onderzoeksprogramma Slim Landgebruik is een realistische kosten-batenanalyse gedaan voor toepassen van extra compost, ten opzichte van een referentiesituatie met dunne varkensdrijfmest, aangevuld met kunstmest.⁴ De gemiddelde kosten voor het toepassen van een realistische hoeveelheid compost door een akkerbouwer liggen gemiddeld rond de € 750 tot € 800 ha⁻¹. Deze kosten bestaan uit de prijs van de compost en extra kunstmest die worden toegediend, plus de verloren inkomsten uit het afnemen van varkensdrijfmest. Op veehouderijbedrijven wordt zelf mest geproduceerd waarvoor moet worden betaald om die af te voeren, als die niet op het eigen bedrijf ingezet kan worden. Toch zijn er wel mogelijkheden, bijvoorbeeld wanneer er sowieso al gft-compost werd toegediend, door dit te vervangen door groencompost, die een hogere hoeveelheid EOS heeft. Het *Handboek Bodem en Bemesting* biedt een overzicht van de gemiddelde hoeveelheid effectieve organische stof, N en P per product en kan door de teler makkelijk geraadpleegd worden. Organische stofstoffen die veel EOS bevatten zijn over het algemeen wel duurder dan andere mestsoorten. Door de veehouderij zou op het eigen bedrijf storrige vaste mest geproduceerd kunnen worden in plaats van drijfmest, waardoor de KPI-score flink verhoogd kan worden. Maar dit is een zeer grote financiële investering voor het aanpassen van stallen en systemen en aankoop van stro, en voor de meeste veehouders niet realistisch.

Neveneffecten

Naast de primaire sturing op de doelen 'koolstofvastlegging', verbeteren bodemstructuur en -beheer en verbeteren bodembiodiversiteit, hebben de maatregelen waarop gestuurd wordt binnen deze KPI ook nog andere positieve neveneffecten en sturen ze direct of indirect ook deels op andere doelen. Bodemorganische stof en een verbeterde bodemstructuur dragen ook bij aan de waterdoelen 'verbeteren waterbalans en benutting', omdat bodemorganische stof het watervasthoudend vermogen van de bodem kan verbeteren en de bodem beter bestand kan maken tegen weersextremen. De inzet van organische reststromen draagt ook positief bij aan het doel 'hergebruik reststromen/kringlopen sluiten/circulariteit'.

⁴ [Kosten en baten | Slim Landgebruik](#)



Figuur 3.4 Relatie tussen doelen, KPI en maatregelen voor KPI Organische stof.

Hoewel de maatregelen waarop gestuurd wordt veel positieve effecten kennen, bestaan er ook risico's van afwenteling op andere doelen. Elke aanvoer van (organische) meststoffen kan een potentieel risico op nutriëntenuitspoeling met zich meebrengen, en dus een afwenteling op het duurzaamheidsdoel van verbeteren waterkwaliteit. Via de wet- en regelgeving zijn er limieten aan de hoeveelheid organische meststoffen en

dus worden die risico's wel beperkt. Excessief gebruik van kunstmest in aanvulling op organische mest vormt een groter risico. In sommige regio's speelt het risico op aaltjesvermeerdering of andere plagen zoals slakken bij de teelt van (extra) groenbesters, waardoor mogelijk extra pesticiden tegen slakken of aaltjes ingezet worden. Ook dit kan zorgen voor een afwenteling op de doelen water(kwaliteit) en biodiversiteit.

4 Discussie

4.1 Overwegingen bij de keuze voor deze KPI

Het eerste uitgangspunt voor een invulling van een KPI rond bodemorganische stof was de organische stofbalans, zoals opgenomen in de BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw (Van Doorn et al., 2021). Een organische stofbalans wordt berekend door de jaarlijkse afbraak van bodemorganische stof af te trekken van de effectieve organische stofaanvoer. De balans geeft inzicht in of er netto opbouw of afname van het bodemorganische stofgehalte is. Toch is uiteindelijk gekozen voor een aanpassing aan die invulling, en is de KPI-invulling veranderd naar de huidige invulling, de EOS-aanvoer. Dit had een belangrijke theoretische reden en praktische redenen. De theoretische reden is dat de boer vooral invloed heeft op de hoeveelheid EOS-aanvoer en nauwelijks tot niet op de afbraak van de bodemorganische stof. De afbraak van organische stof bepaalt hoeveel EOS er moet worden aangevoerd om de organische stofbalans neutraal of positief te maken. Op percelen met een hoog gehalte bodemorganische stof vindt ook een grotere (absolute) afbraak van organische stof plaats. Voor eenzelfde KPI-score (bijvoorbeeld een balans van $+200 \text{ kg EOS ha}^{-1} \text{ jr}^{-1}$) moeten boeren op zulke percelen dus een hogere hoeveelheid EOS

aanvoeren dan boeren op percelen met lage organische stofgehalten. Dit is ongewenst en oneerlijk omdat dezelfde inzet dus verschillend gewaardeerd zou worden.

Ook praktisch was de invulling van de organische stofbalans extra complex omdat er extra gegevens nodig zijn (het organische stofgehalte op perceelsniveau) die niet in de RVO-systemen (borgbaar) geregistreerd staan. Voor het bepalen van de hoeveelheid afbraak van bodemorganische stof kunnen simpele kengetallen gebruikt worden (bijvoorbeeld standaard 2.000 kg organische stofafbraak per ha per jaar) tot complexe bodemmodellen (bijvoorbeeld RothC en NDICEA). Een te generiek kengetal voor organische stofafbraak kan de indruk wekken van schijn nauwkeurigheid en zal ook veel vragen oproepen over de betrouwbaarheid van de koolstofvastlegging. Aan de andere kant, een meer nauwkeurig maar complexer bodemkoolstofmodel heeft veel additionele gegevens nodig die niet automatisch en borgbaar kunnen worden opgehaald, waardoor dit niet langer past binnen de kaders van waar een goede KPI aan dient te voldoen.

Om deze redenen is gekozen voor een simpelere, en eerlijkere KPI-invulling waarbij het vermogen van de boer om te kunnen sturen op de KPI-score centraal staat.

4.2 Sterkte en zwakte van deze KPI

Binnen het KPI-K-project heeft een beoordeling plaatsgevonden van de sterke en zwakte punten van de KPI's in de kernset. Deze beoordeling is gedaan door onderzoekers betrokken bij de inhoudelijke ontwikkeling van de KPI, door het team operationalisering dat werkt aan het automatiseren en koppelen van KPI-berekeningen en door het team van Boerenverstand dat de praktijkpilots begeleidt. De beoordeling vond plaats op drie hoofdcriteria: 1) wetenschappelijke onderbouwing, 2) bruikbaarheid en 3) data. Meer informatie over het gehanteerde beoordelingskader is te vinden in paragraaf 3.4 van het hoofdrapport. De resultaten van deze beoordeling zijn samengevat in figuur 4.1. In de navolgende paragrafen worden deze resultaten verder toegelicht en geduid.

Wetenschappelijke onderbouwing

De relatie tussen (effectieve) organische stofaanvoer en de doelen koolstofvastlegging, bodemstructuur en -beheer en bodembiodiversiteit zijn voldoende aangetoond in de wetenschappelijke literatuur. Echter, de reviewer van dit stuk heeft aangegeven het fundamenteel oneens te zijn met de redenering dat de EOS-aanvoer kan worden gebruikt om te sturen op het doel Klimaat (koolstofvastlegging), zonder een maat van bodemorganische stofafbraak. De auteurs van dit stuk staan wel achter de redenering, maar we erkennen dat hier verschillende opvattingen over zijn en dat sommige experts een doorontwikkeling naar een EOS-balans zouden voorstellen, waarbij gebruikgemaakt kan worden van verschillende bodemkoolstofmodellen die momenteel in de praktijk beschikbaar of in ontwikkeling zijn (bijvoorbeeld KringloopWijzer veehouderij, Nutriëntenbalans Akkerbouw, Praktijktool BodemCoolstof, NDICEA, etc).

Bruikbaarheid

De KPI-score is goed beïnvloedbaar door maatregelen van de boer. Wel wordt de KPI-score gelimiteerd door enerzijds wet- en regelgeving (stikstof- en fosfaatgebruiksnormen) en anderzijds financiële beperkingen. Zie hoofdstuk 3 voor meer gedetailleerde uitleg hierover.

Het concept van effectieve organische stof is een Nederlands begrip en geeft een maat van de 'kwaliteit' en afbraaksnelheid van de organische stofsoort. Hierdoor is het een betere maat voor de verwachte bijdrage aan koolstofvastlegging, maar sluit het minder goed aan bij internationale standaarden. Hiervoor zou de aanvoer uitgedrukt moeten worden in totale organische stof of totale hoeveelheid koolstof.

Databeschikbaarheid en -borging

Niet alle data die nodig is om de volledige aanvoer van EOS te bepalen, is beschikbaar via (geborgde) datasystemen. Bijvoorbeeld het achterlaten of afvoeren van stro. Voor de aanvoer van compost en andere organische meststoffen wordt gebruikgemaakt van informatie uit de mesttransporten systemen van RVO. In de pilotprojecten is gebleken dat deze niet altijd overeenkomen met de informatie uit de bedrijfsmanagementsystemen (BMS'en) en keukentafel-informatie die bij de boer wordt opgehaald.

Validatie van de dashboard score

In 2023 is een validatie gedaan van de KPI-scorebepaling in de akkerbouw. Hiervoor zijn de KPI-resultaten van het dashboard (via de Nutriëntenbalans Akkerbouw) vergeleken met een handmatige berekening van de KPI-score op basis van de bij de boer en RVO opgehaalde data. Dit waren dezelfde data die ook als invoerdata voor de Nutriëntenbalans Akkerbouw dienden. Voor de validatie waren de 2022 data van de pilots Drenthe en Zuidwestelijke Delta gebruikt. Tijdens de analyse werden verschillende technische foutjes in de inputdatafiles, Nutriëntenbalans Akkerbouw en de communicatie tussen de twee ontdekt. Bijvoorbeeld, een aantal mestsoorten werden niet herkend en werd daardoor niet meegerekend. Of percelen waarbij geen opbrengst geregistreerd stond werden niet meegenomen in de berekening, terwijl dit wel zou moeten. Dit kwam bijvoorbeeld voor bij een aantal telers in de Zuidwestelijke delta die gras teelden, mogelijk in samenwerking met een veehouder. Deze validatie liet zien dat deze KPI nog niet geheel foutloos berekend werd en een nieuwe validatie van de Nutriëntenbalans Akkerbouw nodig is met data uit meer verschillende pilotregio's, om er zeker van te zijn dat de gesignaleerde fouten zijn opgelost en er in de andere pilotregio's geen nieuwe onvoorziene fouten optreden. Een vergelijkbare validatie voor de melkveehouderij, met de KringloopWijzer is nog niet uitgevoerd. Nieuwe validaties zijn dringend gewenst voordat deze KPI grootschalig in de praktijk gebruikt wordt.

Criterium	Score (0, 1 of 2)	Toelichting (tekst)
<i>Wetenschappelijke onderbouwing</i>		
a. Relatie met doelen	2	Organische stofaanvoer heeft een belangrijke relatie met het subdoel koolstofvastlegging. Een hogere aanvoer leidt in principe tot meer vastlegging van nieuwe organische stof. Echter, de afbraak van reeds aanwezige organische stof is in deze KPI niet meegenomen. De daadwerkelijke vastlegging is afhankelijk van meer factoren die niet in deze KPI zitten (OS% in de bodem, grondsoort, weer). Daarnaast is de KPI ook van belang voor de doelen op gebied van bodem, water en biodiversiteit.
b. Voldoende accuraat en precies	1	De berekeningen zijn voor een belangrijk deel gebaseerd op kengetallen die deels verouderd en deels onzeker zijn. Over het geheel is de uitkomst wel voldoende goed om te gebruiken.
c. Referentiewaarden beschikbaar	1	Er is een drempelwaarde en er zijn suggesties voor het vaststellen van een gemiddelde of regionale streefwaarde.
<i>Bruikbaarheid</i>		
d. Beïnvloed door handelen	2	Organische stofaanvoer kan gerealiseerd worden door verschillende opties. Wel ben je daarin gelimiteerd door N- en P-wetgeving. Er zijn echter nog steeds 'betere' en 'mindere' opties dus dat biedt handelingsperspectief.
e. Transparant voor en te snappen door gebruikers	2	Makkelijk begrijpelijk en uitlegbaar, bekende indicator voor veel boeren.
f. Internationale standaarden	0	Effectieve organische stof wordt internationaal (nog) weinig gebruikt.
g. Brede toepasbaarheid	1	KPI is vooral toepasbaar voor 1-jarige teelten (akkerbouw, mais, groententeelt, bloembollen). Voor grasland en meerjarige teelten is de KPI nog onvoldoende ontwikkeld en ontbreken kengetallen.
<i>Data</i>		
h. Databehoefte	1	Er is aardig wat data nodig, die niet altijd goed geregistreerd worden (m.n. groenbemesters, stro en organische mest). Kengetallen voor akkerbouw en melkveehouderij zijn beschikbaar. Interne stromen zijn onbekend (zoals compost van eigen stromen).
i. Borgbaarheid van data	1	Registraties niet altijd op orde, potentie is er wel om verbeteropties in te gaan zetten. Bijvoorbeeld: mesttransporten registraties worden momenteel getest, wat de borgbaarheid kan verhogen.

Figuur 4.1 Resultaat beoordeling KPI Bodembedekking. Gemiddelde score van de beoordelaars. Voor meer toelichting bij het gehanteerde beoordelingskader zie paragraaf 3.4 in het hoofdrapport.

Betekenis cijfers en kleuren: 2 (groen): voldoet goed aan het criterium; 1 (oranje): Voldoet matig aan het criterium, verbetering gewenst en 0 (rood) voldoet slecht aan het criterium, verbetering noodzakelijk.

5 Aanbevelingen voor verdere ontwikkeling

Op basis van de resultaten van het toetsingskader in hoofdstuk 4 worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- Om deze KPI operationeel te kunnen uitrollen, is het van belang om alle benodigde inputdata geborgd en automatisch beschikbaar te hebben. Data die nu nog niet geborgd en automatisch beschikbaar zijn, is informatie over het inwerken of afvoeren van stro, en de zaai van groenbemesters. Ontwikkelingen met satellietdata (zie ook de KPI bodembedekking) zouden hier een rol in kunnen spelen, bijvoorbeeld als er met satellietdata bepaald kan worden of er na de hoofdteelt een groenbemester op het land staat. De vereenvoudigingsoptie die beschreven is voor deze KPI waarbij de stroresten en groenbemesters niet meetellen in de EOS-aanvoer is ongewenst omdat dit een (aanzienlijk) deel van het handelingsperspectief van de boer wegneemt.
- Hiernaast is een doorontwikkeling van de rekensystemen (KringloopWijzer Veehouderij en Nutriëntenbalans Akkerbouw) gewenst zodat er een meer gedifferentieerde keuze voor het soort en de duur van de groenbemester gemaakt kan worden.
- Bij een eerste beperkte validatie van het geautomatiseerde systeem van KPI-scoreberekening

kwamen een aantal (technische) foutjes naar boven. Een grondige validatie van het rekensysteem voor zowel de akkerbouw als veehouderij is nodig voordat deze KPI als operationeel kan worden aangeduid.

- Voor het vaststellen van streefwaardes moet rekening gehouden worden met regionale verschillen in bodemorganische stofafbraak en (financiële) mogelijkheden tot het verhogen van de EOS-aanvoer. De financiële mogelijkheden (en dus regionale streefwaardes) kunnen vergroot worden regionaal passende beloningssystematiek.
- Behoudt de KPI in zijn huidige invulling, zonder afbraak van bodemorganische stof mee te nemen (behoud de KPI als EOS-aanvoer, in plaats van organische stofbalans). De huidige invulling is beter praktisch te implementeren en sluit betere aan bij de invloed van de boer (lees; de boer heeft weinig invloed op de snelheid van bodemorganische stof afbraak, wel op de aanvoer). Door de streefwaardes (inclusief passende beloning) te baseren op de verwachte bodemorganische stofafbraak op basis van modelberekeningen, kan toch gestuurd worden op doelbereik.

Literatuur

- Bossuyt, H., J. Six, J. en P.F. Hendrix (2005). Protection of soil carbon by microaggregates within earthworm casts. *Soil Biology and Biochemistry*, 37, issue 2. Pp 251-258.
- Boyle, M., W.T. Frankenberger Jr. en L.H. Stolzy (1989). The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *Journal of Production Agriculture*, 2. Issue 4. Pp 290-299.
- Conijn, J.G. en J.P. Lesschen (2015). Soil organic matter in the Netherlands; Quantification of stocks and flows in the top soil. Wageningen, the foundation Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek. Research Institute Praktijkonderzoek Plant & Omgeving / Plant Research International, Wageningen UR (University & Research centre), PRI report 619 / Alterra report 2663. 68 pp.
- Dijk, W. van, J.A. de Boer, R.L.M. Schils, M.H.A. de Haan, P. Mostert, J. Oenema en J. Verloop (2024). Rekenregels van de KringloopWijzer 2024; Achtergronden van BEX, BEA, BEN, BEP en BEC: actualisatie van de 2023-versie. Wageningen Research, Rapport WPR-1396.
- Doorn, A. van, J. Schutt, T. Visser, R. Waenink, R. Baayen, M.-F. Dekkers, I. Selin Noren, W. Sukkel, D. Heupink, C. Koopmans, L. Deijl en C. Weebers (2022). BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw. Wetenschappelijke onderbouwing en toepassing in de praktijk.
- Doorn, A. van, R. Waenink, I. Selin Noren, W. Sukkel, D. Heupink, C. Koopmans, J. Bruijnes en L. Deijl (2022). Drempel-en streefwaarden voor de KPI's van de BiodiversiteitsMonitor Akkerbouw; Benchmarking ten opzichte van doelen voor biodiversiteit, bodem en water. Wageningen, Wageningen Environmental Research, Rapport 3202.
- European Commission (2021). EU Soil Strategy for 2030. Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. Geraadpleegd september 2025. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0699>
- Faber, J.H., G.A.J.M. Akkerhuis, J. Bloem, J. Lahr, W.H. Diemont en L.C. Braat (2009). Ecosysteemdiensten en transitie in bodemgebruik: Maatregelen ter verbetering van biologische bodemkwaliteit. Wageningen Alterra-rapport 1813, 150 p
- Gocke, M.I., J. Guigue, S.L. Bauke, D. Barkusky, M. Baumecker, A.E. Berns, E. Hobley, B. Honermeier, I. Kögel-Knabner, S. Koszinski, A. Sandhage-Hofmann, U. Schmidhalter, F. Schneider, K. Schweitzer, S. Seidel, S. Siebert, L.E. Skadell, M. Sommer, S. von Tucher, A. Don en W. Amelung (2023). Interactive effects of agricultural management on soil organic carbon accrual: a synthesis of long-term field experiments in Germany. *Geoderma*, 438
- Goss, A. en B. Glaser (2021). Meta-analysis on how manure application changes soil organic carbon storage. *Nature Scientific Reports*. 11:5516.
- Haan, J.J. de, W.C.A. van Geel, P. van Asperen, R. Postma, H. Brinks, A. Reijneveld en J.T. Malda (2014). Handboek bodem en bemesting. Web publication/site, Wageningen UR. <http://www.handboekbodemembemesting.nl>
- Lal, L. (2004). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123, issue 1-2. Pp 1-2
- Lal, L., W. Negassa en K. Lorenz (2015). Carbon sequestration in soil. *Current Opinion in Environmental Sustainability*. 15, pp79-86.
- Leeuwen-Haagsma, W.K. van, H. Hoek, L.P.G. Molendijk, L. Mommer, J. Ulen, B.M.A. Kroonen-Backbier en G.A. de Groot (2019). Handboek Groenbemesters 2019. Wageningen University & Research. <https://edepot.wur.nl/474543>
- Lessman, M., G.H. Ros, M.D. Young en W. de Vries (2021). Global variation in soil carbon sequestration potential through improved cropland management. *Global Change Biology*, 28(3). Pp 1162-1177
- Ministerie van LNV, 2020. Nationaal Programma landbouwbodems. Geraadpleegd september 2025. <https://open.overheid.nl/documenten/43cbde84-e255-4601-8f15-3722817ced45/file>
- Paul, E.A en S.D. Frey (2024). Soil microbiology, ecology and biochemistry. Elsevier.
- Reeves, D.W. (1997). The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil & Tillage Research*, 41. Pp 131-167

- Ros, M.B.H., T. Hiemstra, J.W. van Groenigen, A. Chareesri en G.F. Koopmans (2017). Exploring the pathways of earthworm induced phosphorus availability. *Geoderma*, 303. Pp 99-109.
- RVO (2025a). Gebruiksnormen mest: Bereken uw gebruiksruiimte. Geraadpleegd september 2025. <https://www.rvo.nl/onderwerpen/mest/gebruiken-en-uitrijden/gebruiksnormen-gebruiksruiimte>
- RVO (2025b). Tabel 2 Stikstof landbouwgrond. Geraadpleegd september 2025. https://www.rvo.nl/sites/default/files/2024-12/Tabel-2-Stikstof-landbouwgrond-2025_0.pdf
- Schepens, J.A.B., C.J. Koopmans, D.T. Heupink, B.G.H. Timmersmans, N. Gentsch, S. Martens, J. de Haan, R.E. Creamer en G.Y.K. Moinet (2025). From global trends to local realities: SOC accrual of improved management practices in northwestern Europe. *Geoderma Regional*, 42.
- Shu., X., J. He, Z. Zhou, L. Xia, Y. Hu, Y. Zhang, Y. Zhang, Y. Luo, H. Chu, W. Liu, S. Yuan, X. Gao en C. Wang (2022) Organic amendments enhance soil microbial diversity, microbial functionality and crop yields: A meta-analysis. *Science of the total environment*, vol. 829. 154627.
- Slier, T., D. Westerik, B. Stout, J. van Middelaar, J.P. Lesschen, C. Koopmans, J. Schepens en W. Vervuurt (2024). CO₂Bodem, mogelijkheden voor koolstofvastlegging in minerale landbouwbodems. [co2bodem_2023.pdf](#)
- Verstand, D., W. Bijker, A. Evers, E. van der Burgt, O. van Hal, J.P. Wagenaar, B. Smit en M. de Haan (2022) [\(2021_verstandetal_slimlandgebruik_kosten_baten_maatregelpakketten.pdf\)](#)
- Weil, R.R. en F. Magdoff (2004). Significance of soil organic matter to soil quality and health. In F. Magdoff en R.R. Weil (Eds.), *Soil organic matter in sustainable agriculture* (pp 1-43). CRC Press LLC.

Foto: Shutterstock

Contact & informatie

Marianne Hoogmoed
E m.hoogmoed@louisbolk.nl
wur.nl/social-and-economic-research

Wageningen Social & Economic
Research
Postbus 88, 6700 AB Wageningen

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 7.900 medewerkers (7.100 fte), 2.500 PhD- en EngD-kandidaten, 12.700 studenten en 80.000 Leven Lang Lerendeelnemers 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.