



Eindbrochure

Circulaire koolstofopbouw voor een betere bodem

COLOFON

Deze brochure is te raadplegen via de partners via <https://www.pvl-bocholt.be/circulaire-koolstofopbouw-voor-een-betere-bodem/>

Tekst: Jerome Rops (BNVL), Sander Palmans (PVL), Mieke Vandermersch (PPLVB), Femke Moors (PIBO-campus), Mia Tits (BDB)

Foto's: Boerennatuur Vlaanderen, Proef- en Vormingscentrum voor de Landbouw, Praktijkpunt Landbouw Vlaams-Brabant, PIBO-campus

Vormgeving: Lore Luys (PVL)

Versie: 24 april 2023

Dank aan

De auteurs danken iedereen voor de medewerking aan het demonstratieproject 'Circulaire koolstofopbouw voor een betere bodem'. De ondersteuning bij het aanleveren van de tekst, gegevens en beeldmateriaal. Bijzondere dank aan de Europese Unie en het Departement Landbouw en Visserij van de Vlaamse overheid voor de financiële ondersteuning.



Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, en/of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs.

PARTNERS

Proef- en Vormingscentrum voor de Landbouw

Kaulillerweg 3
3950 Bocholt



Bodemkundige Dienst van België

Willem de Croylaan 48
3001 Leuven



Boerennatuur Vlaanderen

Diestsevest 40
3000 Leuven



PIBO – campus VZW

Sint-Truidersteenweg 323
3700 Tongeren



Praktijkpunt Landbouw Vlaams-Brabant

Blauwe Stap 25
3020 Herent



Landschapsenergie

Kaulillerweg 3
3950 Bocholt



Europees Landbouwfonds
voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert
in zijn platteland



INHOUD

2	Mogelijkheden van circulaire materialen _____	5
3	Impact van houtsnippers op vanggewassen _____	8
4	Impact op hoofdteelt _____	11
5	Impact op bodemleven _____	13
6	Langetermijnimpact op koolstofgehalte _____	15
7	Kostenplaatje _____	20
8	Conclusie _____	22
	Lijst van figuren en tabellen _____	24

1 INLEIDING

Het organische koolstofgehalte is één van de belangrijkste parameters van de bodemkwaliteit. Bodems met voldoende organische stof kennen tal van voordelen: het waterbergend vermogen is hoger, er is minder erosie en goede opbrengsten zijn meer verzekerd. De intensivering van de landbouw en een dalend gebruik van organische mest zorgden echter voor een verschraling van de Vlaamse landbouwbodems.

Het demonstratieproject 'Circulaire koolstofopbouw voor een betere bodem' toont aan welke bekende en minder bekende koolstofrijke materialen interessant zijn om aan opbouw van het organische stofgehalte te doen in de Vlaamse landbouwbodems. De projectpartners focussen zich voornamelijk op het sluiten van kringlopen door lokaal gebruik van bepaalde bodemverbeterende middelen.

Deze bodemverbeterende middelen zijn vandaag echter beperkt gekend omdat ze niet op landbouwbedrijven beschikbaar zijn of omdat landbouwers er onvoldoende mee vertrouwd zijn. Door gebruik te maken van circulaire producten, zoals houtsnippers afkomstig van houtkantenbeheer, wordt tevens ingezet op het behoud van het landschap dat ons Vlaamse platteland zo kenbaar maakt.

2 MOGELIJKHEDEN VAN CIRCULAIRE MATERIALEN

De kwaliteit van het organisch materiaal is bepalend voor de stijging van het organische koolstofgehalte. Materialen met een hoog gehalte aan stabiele organische stof zullen het organische koolstofgehalte goed kunnen opkrikken. Indien de C/N-verhouding hoog ligt zullen de materialen veel koolstof toevoegen zonder veel stikstof aan te brengen. Producten met een heel hoge C/N-verhouding zullen dus bijna zuiver koolstof aanbrengen en hebben quasi geen bemestingswaarde. Sterker nog, de toediening ervan zal zelfs de beschikbaarheid van stikstof in de bodem verlagen. Dat principe noemt men stikstofimmobilisatie en wordt onderstaand nader toegelicht.

In tijden van toenemende maatschappelijke interesse voor de klimaatproblematiek is het goed nieuws dat de landbouwsector zelf een stuk van de oplossing in handen neemt door koolstof terug in de bodem te brengen. De voorbije decennia is vooral het omgekeerde gebeurd en heeft een onzorgvuldige omgang met de bodem geleid tot een serieuze afname van de organische koolstofgehaltes in de Vlaamse landbouwbodems. Door terug het organische koolstofgehalte te verhogen, verbetert niet enkel de bodemkwaliteit maar wordt er ook CO₂ in de bodem vastgelegd onder de vorm van bodemorganische koolstof.

Op drie locaties (in Vlaams-Brabant, Antwerpen en Limburg) werden demonstratiepercelen aangelegd met stalmest, houtsnippers, zeeffractie van houtsnippers, groencompost, GFT-compost, shredderhout van boomwortels en miscanthussnippers. De doelstelling was om de impact van al deze verschillende potentieel interessante bodemverbeterende middelen te tonen. Alle toegepaste producten kunnen als circulair worden beschouwd. Op deze manier vormt dit project een nieuwe stap in het sluiten van kringlopen in de open ruimte.

Tabel 1 Eigenschappen potentieel interessante bodem verbeterende middelen

	Organische stof (g/kg DS)	pH	Stikstof (totaal) (g/kg DS)	P2O5 (g/kg DS)	K2O (g/kg DS)	C/N- verhouding	C/P- verhouding	volumedichtheid (kg/l)
Houtsnippers*	965	5,6	6,4	0,13	4,11	88	4316	0,219
Shredderhout*	923	6,8	3,7	2,1	3,9	145	256	0,123
Houtsnipperzeefsel*	890	6	10,15	1,5	3,9	51	345	0,247
Miscanthusstro najaar 2020**	968	6,1	4,2	1,9	8,1	134	296	0,098
Miscanthusstro voorjaar 2021**	961	6,0	2,5	1,5	2,8	223	372	0,107
Runderstalmeis†**	762		29;5	13;8	36;7	15	32	
Groencompost***	333	8	11,7	4,7	10	17	41	
GFT-compost***	357	8	17,1	8,6	14,3	12	24	
versnipperd snoeihout*	760	7	7,5	1,77	5,7	59	250	0,319

* cijfers gebaseerd op staalnames

** cijfers gebaseerd op gemiddelden BDB

*** cijfers gebaseerd op Vlaco

+ gelijktijdige oogst, verschil in staalnamedatum

Stikstofimmobilisatie

Wanneer materialen met een hoge C:N-verhouding (houtige materialen) aan de bodem worden toegediend dan gaat het bodemleven aan de slag met deze overmaat aan koolstof. Het bodemleven gaat deze koolstof verteren en trachten om te zetten naar bodemorganische stof. Bij deze omzetting wordt stikstof verbruikt.

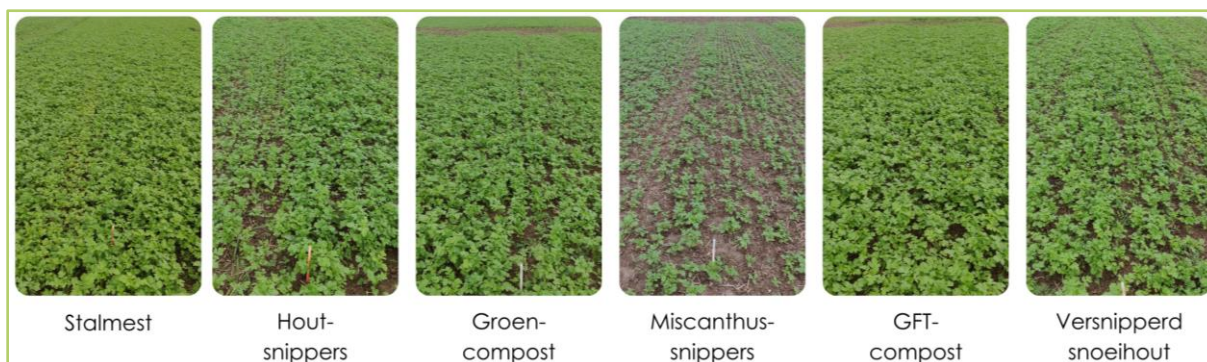
Op deze manier wordt er dus in de bodem aanwezige stikstof aangewend door de bodemorganismen. Het is belangrijk om hiermee rekening te houden. Wanneer er veel intact houtig materiaal aanwezig is in de bodem op een moment dat ook planten stikstof moeten opnemen (bv. voorjaar) dan gaan de bodemorganismen met de planten in 'competitie' voor de aanwezige stikstof.

Dit kan suboptimale teeltresultaten opleveren. Daarom wordt steevast aangeraden om deze producten in het najaar aan te brengen. De afbraaksnelheid van materiaal met een hoge C:N-verhouding is afhankelijk van de rijkdom van het bodemleven en de omstandigheden (bij voorkeur warm en vochtig).

3 IMPACT VAN HOUTSNIPPERS OP VANGGEWASSEN

De opkomst van het vanggewas kan in het eerste jaar na toediening van houtsnippers lager zijn dan gewoonlijk (Figuur 1). Dit kan door fysieke belemmering van het product maar vooral door stikstofimmobilisatie. Uit de verschillende toegepaste houtige producten lijkt de groeiremming van de vanggewassen het grootst te zijn wanneer eerder 'zachte' houtige materialen worden toegepast zoals miscanthus of houtsnipperzeefsel. Het is aannemelijk dat de afbraak van deze materialen sneller verloopt ten gevolge van een groter contactoppervlak met de bodem in vergelijking met de grotere stukken houtsnippers en/of shredderhout.

Indien de bodem arm is aan stikstof kan het wenselijk zijn om een lichte bemesting uit te voeren om de potentiële stikstofimmobilisatie tegen te gaan en de omzetting van koolstof naar bodemorganische stof te stimuleren, dit uiteraard binnen de wettelijke mogelijkheden. Voor de landbouwer is het vooral belangrijk dat er geen immobilisatie (meer) optreedt op het moment dat de volgende hoofdteelt in de groeifase terecht komt.

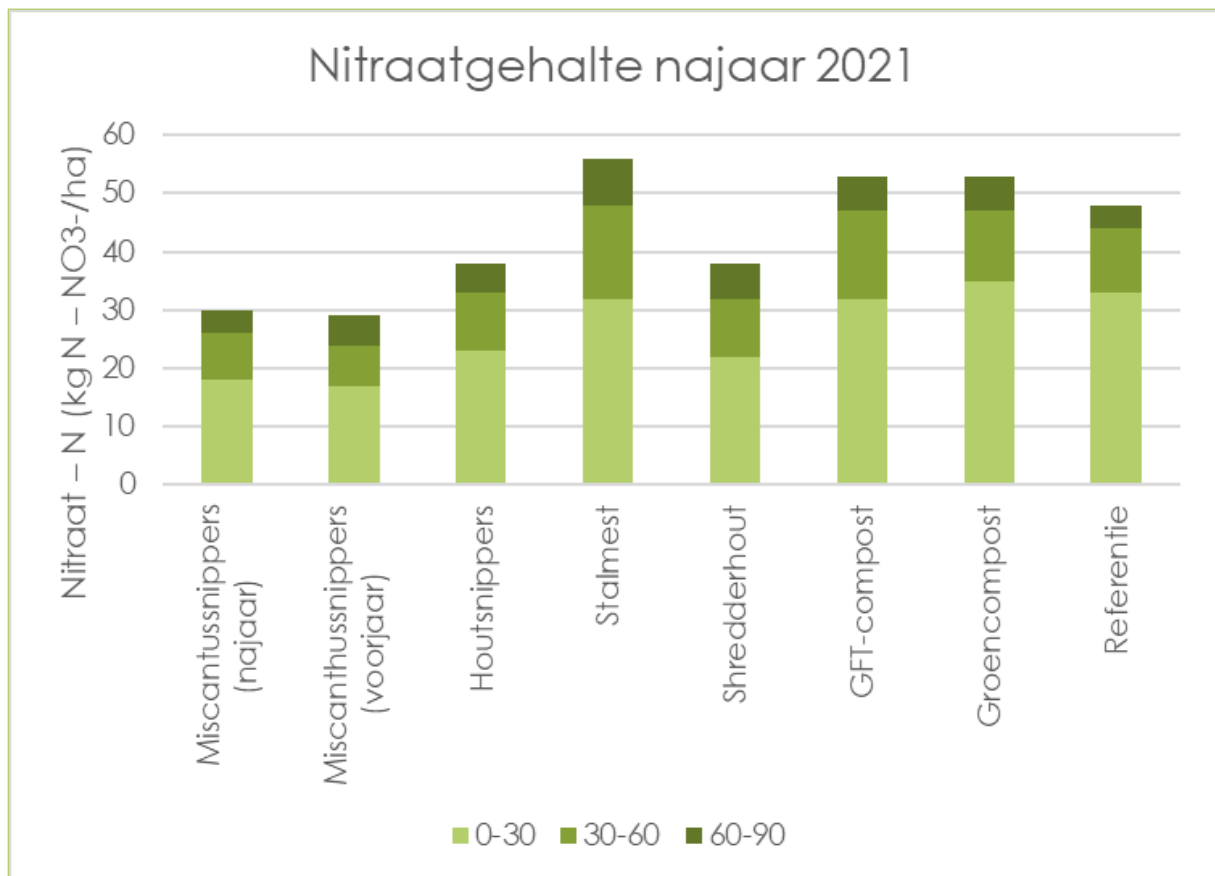


Figuur 1 Opkomst van vanggewassen bij verschillende toegepaste bodemverbeteraars

Uit de demonstratiepercelen blijkt dat stikstofimmobilisatie kan leiden tot verlaagde nitraatresidu's. Dit werd echter enkel vastgesteld wanneer de omstandigheden daartoe optimaal waren. Vlinderbloemige vanggewassen kunnen bijkomend stikstof vrijgeven in de bodem en op die manier het voorkomen van stikstofimmobilisatie (gedeeltelijk) compenseren.

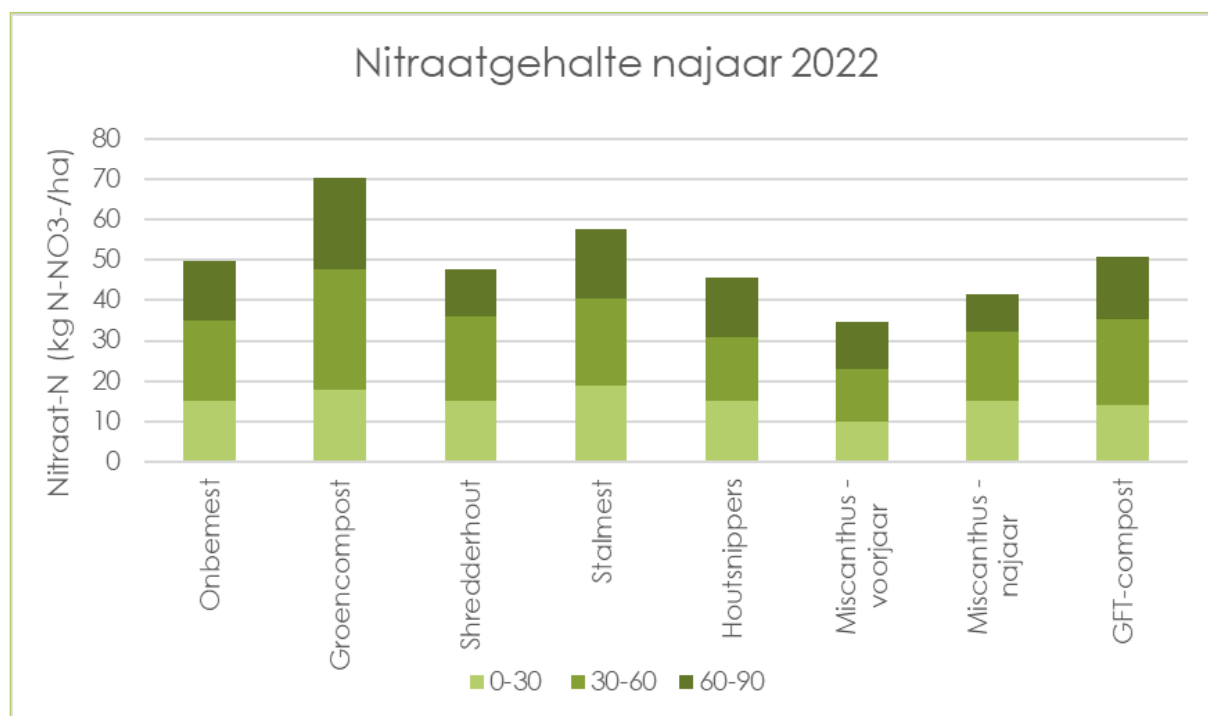
De hoeveelheid vrijgezette stikstof door de vanggewassen is dan weer afhankelijk van de opkomst en groeisnelheid die gerealiseerd wordt.

In het demonstratieproject werden bodemverbeteraars toegevoegd in het najaar van 2020 en 2021. Een jaar na toediening bleek dat het nitraatresidu nog steeds lager was in de objecten met producten met een hoge C:N-verhouding in vergelijking met meer traditionele producten als stalmest en/of compost. Dit toont vooral aan dat de afbraak van de houtige bodemverbeteraars tijd vergt en ze ook meer dan een jaar na toediening nog kunnen bijdragen aan de opbouw van bodemorganische stof.



Figuur 2 Nitraatgehalte najaar 2021 (Herent)

1,5 jaar na toediening waren er nog steeds enkele numerieke verschillen in de aanwezigheid van reststikstof in de bodem. De verschillen waren echter relatief beperkt waardoor we kunnen afleiden dat bij een toediening van 15 ton houtig product, zoals in dit project aangehouden, er na 1,5 à 2 jaar geen effect meer zichtbaar is en de volledige omzetting naar bodemorganische stof is voltooid.



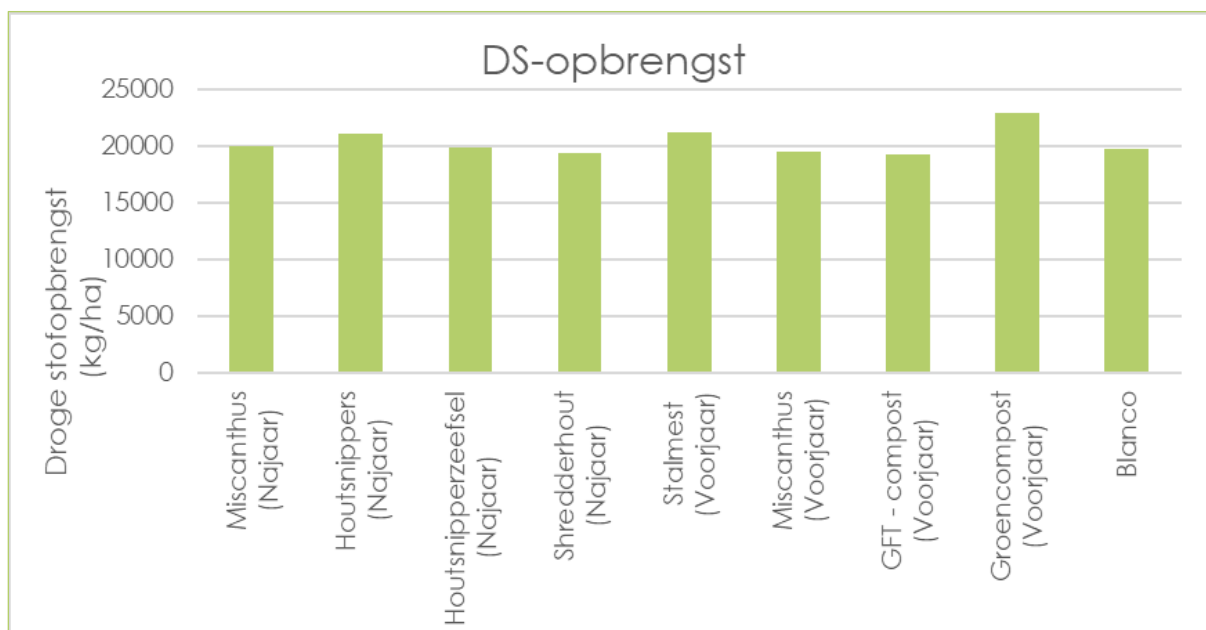
Figuur 3 Nitraatgehalte voorjaar 2022 (Herent)

4 IMPACT OP HOOFDTEELT

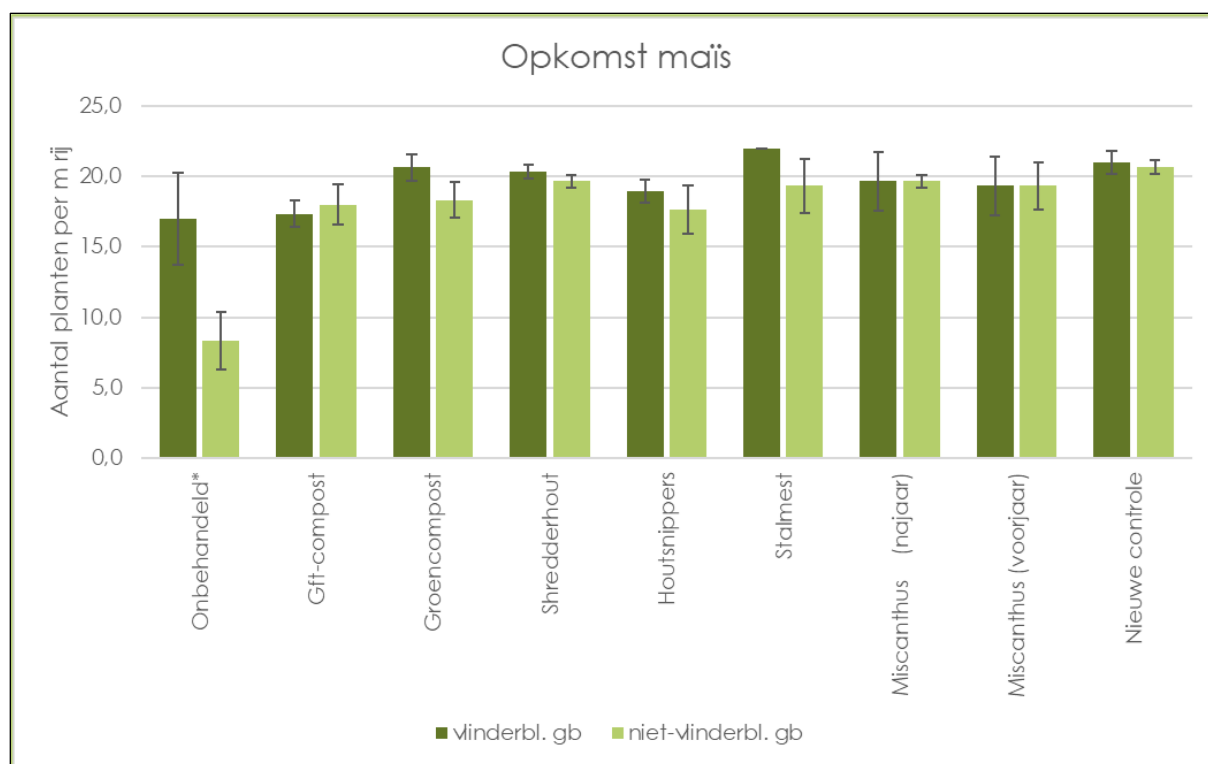
Zoals eerder weergegeven zal de impact op de hoofdteelt er vooral ook één zijn ten gevolge van stikstofimmobilisatie. Op de 3 verschillende proefpercelen kon er bijna geen impact worden vastgesteld. Enkel de opkomst van suikerbieten na toediening van Miscanthus bleek hier voor problemen te zorgen.

In Figuur 1 is de droge stofopbrengst van silomaïs weergegeven. De (beperkt) aanwezige verschillen zijn niet van die aard dat er gesteld kan worden dat de toegepaste bodemverbeterende middelen een effect hebben gehad op de opbrengst.

Hetzelfde geldt voor Figuur 5 waarin de opkomst van het proefperceel in Herent wordt weergegeven. Zowel in Meeuwen als in Herent bleken er dus voor de landbouwers geen negatieve economische consequenties te zijn bij het toepassen van houtige bodemverbeteraars.



Figuur 4 DS-opbrengst (Meeuwen)



Figuur 5 Aantal maïsplanten verschillende groenbedekkers (Herent)

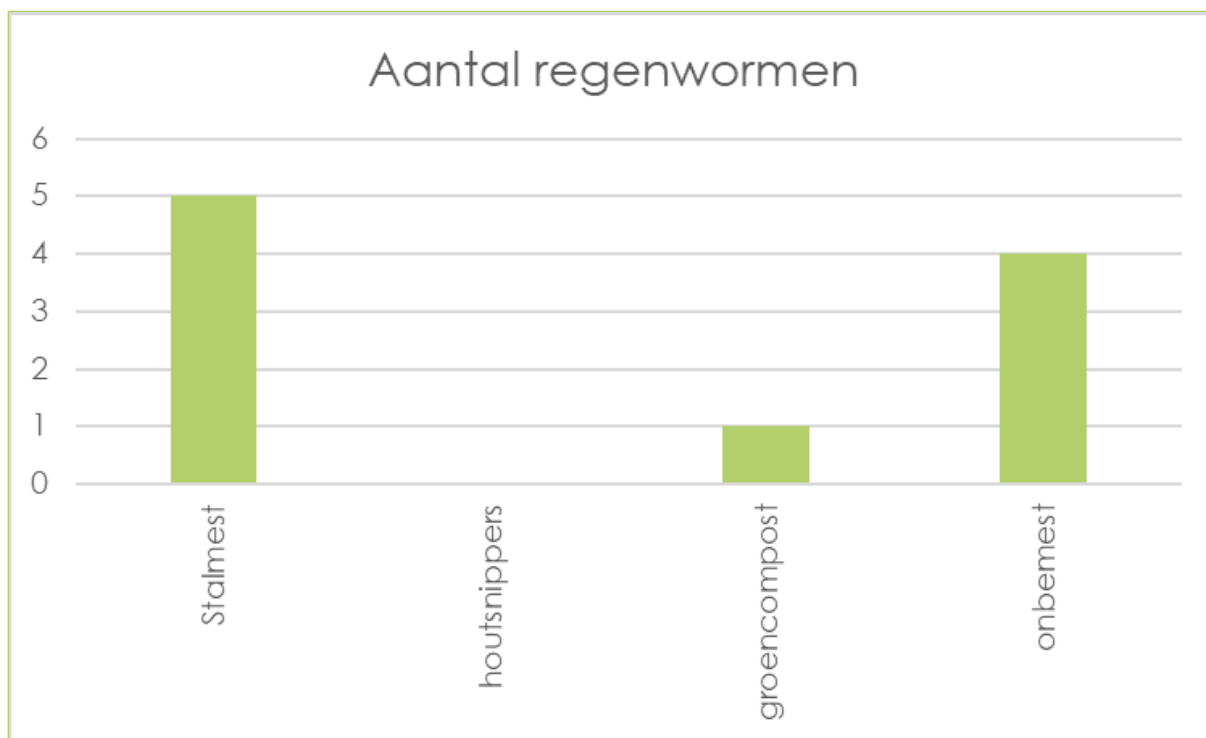
5 IMPACT OP BODEMLEVEN

Het bodemleven is een goede indicator voor de bodemkwaliteit omdat deze reeds in een vroeg stadium een aanduiding geeft van de veranderingen in bodemstructuur en koolstofgehalte. Helaas is bodemleven moeilijker meetbaar dan bodemstructuur en koolstofgehalte op zich.

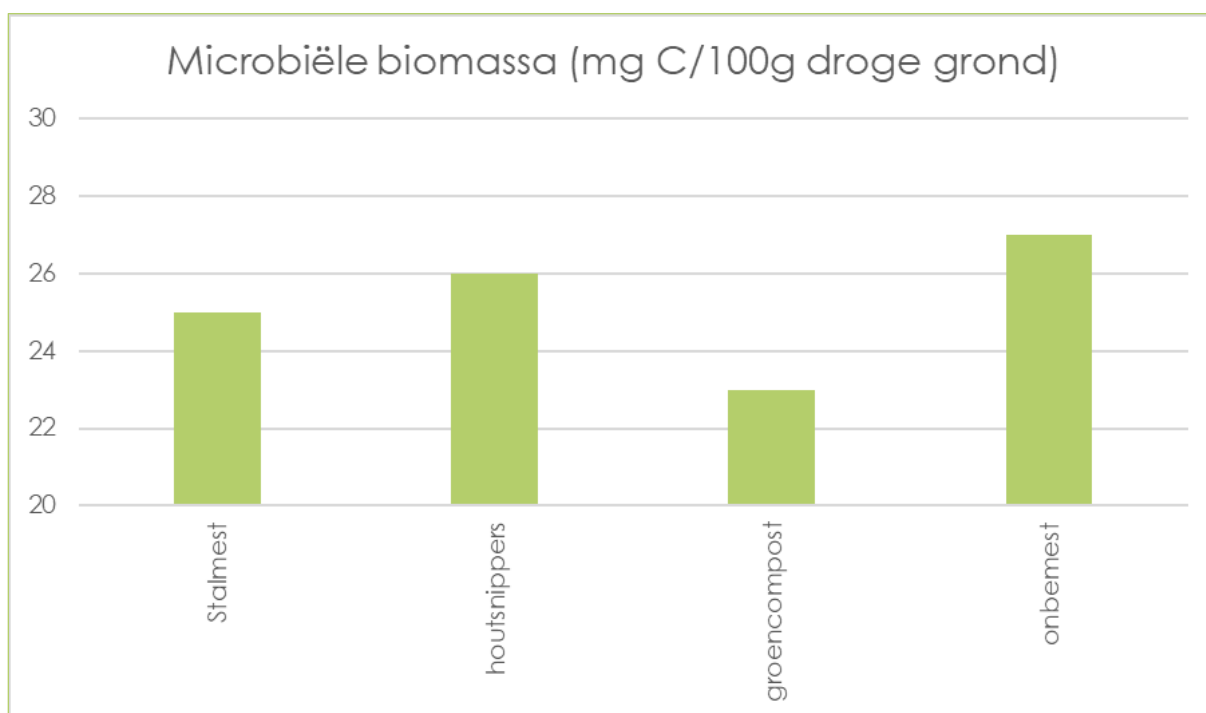
Biologische parameters hebben als nadeel dat deze sterk variëren in tijd en ruimte. Verwacht werd dat de behandelingen waar bodemverbeterende materialen toegediend werden meer bodemleven zouden hebben ten opzichte van de controle waar geen gebruik werd gemaakt van een bodemverbeteraar. Daarom is in een aantal objecten nagegaan hoeveel microbiële biomassa aanwezig was.

Daarnaast zijn er regenwormtellingen uitgevoerd omdat het voorkomen van regenwormen eveneens sterk gecorreleerd is met een rijk bodemleven. Uit Figuur 6 en Figuur 7 blijkt echter dat zowel op vlak van bodemleven als van regenwormtellingen de resultaten onverwacht zijn. Zo blijkt de microbiële biomassa het hoogst in het controleobject. Het aantal regenwormen blijkt dan weer het hoogst bij het stalmest en het controleobject. Deze resultaten dienen eerder demonstratief benaderd te worden. Er is slecht één bepaling uitgevoerd. Bovendien was de bodem op het moment van bemonstering vrij droog wat zowel een negatieve impact heeft op het voorkomen van regenwormen als in het vaststellen van microbiële activiteit.

Naast de microbiële biomassa en de regenwormtellingen is ook de infiltratiesnelheid bepaald. Deze resultaten waren echter zodanig variabel dat ze niet worden weergegeven.



Figuur 6 Aantal regenwormen



Figuur 7 Microbiële biomassa

Micro-organismen zijn zowel een bron als een stock voor koolstof en stikstof. Microbiële biomassa heeft een hoge omzettingssnelheid waardoor het een vroege indicator is voor veranderingen in bodemkwaliteit.

6 LANGETERMIJNIMPACT OP KOOLSTOFGEHALTE

Om na te gaan of de toediening van houtige materialen op lange termijn een verbetering van het organische koolstofgehalte met zich meebrengt kunnen simulaties worden uitgevoerd die op basis van bestaande kennis de evolutie in de bodem weergeven.

Om deze simulaties af te toetsen aan de realiteit is het noodzakelijk om percelen op lange termijn op te volgen. Daarom werd een perceel dat in 2016 voor het eerst houtsnippers kreeg toegediend jaarlijks opgevolgd. Dit specifieke perceel kreeg in 2019 opnieuw houtsnippers toegediend. Op dit proefperceel werden verschillende stroken aangelegd met telkens een andere behandeling zoals weergegeven in onderstaande tabel.

Verder zijn alle stroken gedurende de hele periode identiek behandeld. Belangrijk om bij onderstaande tabel op te merken is dat er sprake is van een aantal m³ houtsnippers terwijl er op de demonstratiepercelen steeds uitgegaan is van 15 ton. Van de massadichtheid kan worden afgeleid dat 15 ton houtsnippers overeenkomt met 68 m³.

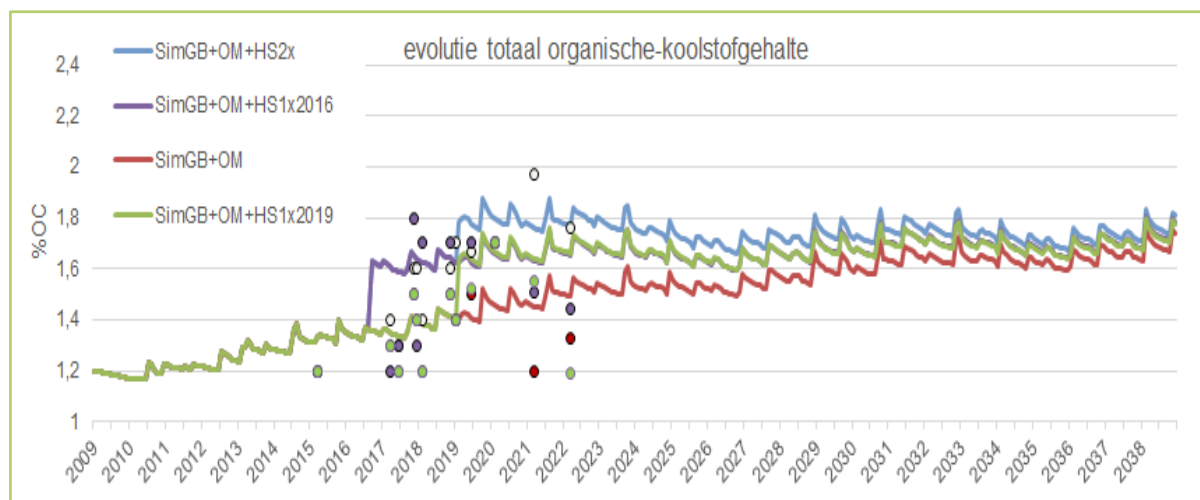
Tabel 2 Behandelingen demonstratieperceel (Tongeren)

Strook	Behandeling augustus 2016	Behandeling augustus 2019
1	150 m ³ /ha houtsnippers 200 kg/ha bosgrond Vlinderbloemige groenbedekker	100 m ³ /ha houtsnippers
2	150 m ³ /ha houtsnippers Vlinderbloemige groenbedekker	100 m ³ /ha houtsnippers
3	150 m ³ /ha houtsnippers Klassieke groenbedekker	Geen houtsnippers
4	Geen houtsnippers Klassieke groenbedekker	Geen houtsnippers
5	Geen houtsnippers Klassieke groenbedekker	150 m ³ /ha houtsnippers

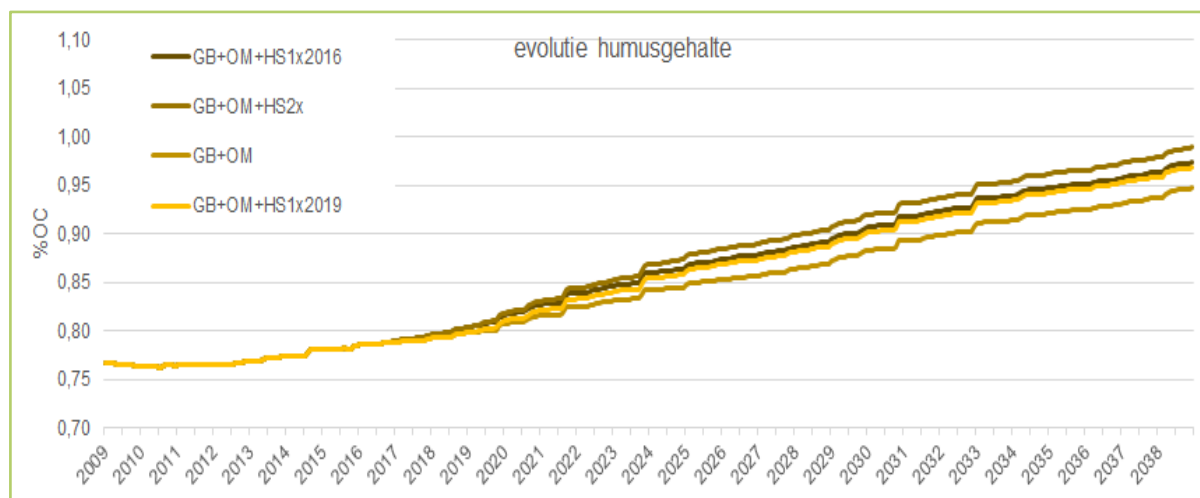
De uitgevoerde simulaties met bovenstaande inzichten geven het beeld uit Figuur 8 en Figuur 9.

In de simulaties zijn enkel de behandelingen 1 t.e.m. 4 meegenomen. Uit de simulaties blijkt duidelijk de positieve evolutie die het gevolg is van het toedienen van houtsnippers op bepaalde stroken in 2016 en 2019. Verder blijkt ook dat het perceel in zijn totaliteit dermate wordt beteeld dat het organische koolstofgehalte in stijgende lijn is (zelfs bij het object zonder houtsnippers).

Er is hier dus duidelijk veel aandacht voor het organische koolstofgehalte. Verder blijkt ook dat wanneer vooruit wordt gekeken en de verschillende stroken allen terug hetzelfde worden behandeld dat de behandelingen ook terug dichterbij mekaar komen.



Figuur 8 Evolutie totaal organische - koolstofgehalte

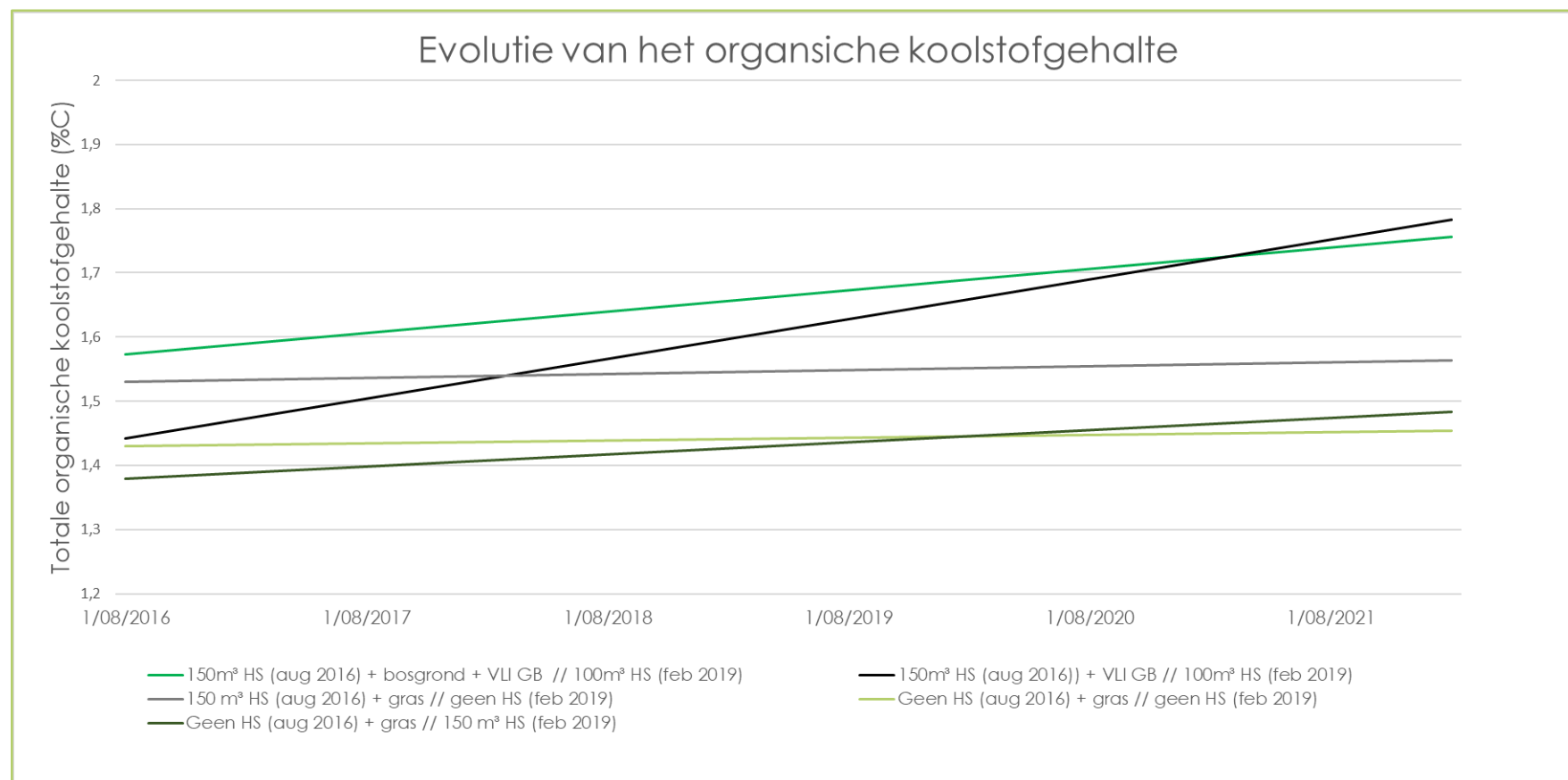


Figuur 9 Evolutie humusgehalte

Om na te gaan hoe de werkelijke evolutie was werden er jaarlijks bodemstalen genomen op de verschillende stroken. Deze bodemstalen vertonen een jaarlijkse schommeling maar de trendlijnen blijken allen positief te zijn zoals ook de simulatie voorspelt.

De stroken 1 en 2, waar zowel in 2016 als in 2019 houtsnippers werden toegediend, vertonen de sterkste stijging in het organische koolstofgehalte over de periode augustus 2016 - februari 2022. De stroken 3 en 5 waar respectievelijk in 2016 en 2019 houtsnippers werden aangewend vertonen eveneens een stijging. Deze stijging is echter minder groot dan in strook 1 en 2.

Strook 4, de referentiestrook waar op geen enkel moment houtsnippers werden toegediend, kon door een doordachte teeltrotatie met regelmatige aanvoer van organische meststoffen zoals drijfmest en stalmest constant gehouden worden over de gehele periode. De toediening van houtsnippers bleek dus op dit perceel wel degelijk een positief effect te hebben op het organische koolstofgehalte.



Figuur 10 Trend van het organische C-gehalte (Tongeren)

7 KOSTENPLAATJE

De positieve impact van het toedienen van koolstofrijke producten gaat gewoonlijk gepaard met een kostenplaatje. Er is bovendien een grote nood aan beschikbaarheid van hout. Zo is er ongeveer 1256 meter houtkant nodig per ha waarop een behandeling van 150 m³ zou worden toegepast zoals beschreven in hoofdstuk 6. In dit project is gewerkt met 15 ton houtsnippers. Dit komt overeen met 68 m³ waardoor de benodigde hoeveelheid houtkant daalt tot 570 meter per ha.

De kost voor de aanplant van houtkanten is erg afhankelijk van de plantensoorten en de leeftijd/grootte ervan. Zo spreken we al snel van een verschil van 30 cent per plant tussen goedkopere soorten als zachte berk i.v.m. zomereik of een verschil van 30 à 40 cent tussen plantgoed van 80 à 100 cm of van 100 à 125 cm.

Door de beschreven variatie is het onmogelijk om een exact getal te plakken op de kost voor de aanplant van een houtkant. Uit cijfers van een aanplant in Bocholt blijkt een richtprijs van 0,31 euro aan plantgoed per lopende meter een realistische inschatting. De aanplant van een houtkant vergt echter eveneens de aanwezigheid van een tractor en een boor. De kostprijs uit dezelfde aanplant bedroeg daar 1,15 euro per lopende meter.

Tot slot moet ook minimaal het vellen en verhakselen van het hout in rekening worden gebracht. Daar wordt een machinekost van 0,03 euro per lopende meter ingeschat.

Dit alles brengt het totaal op 1,49 euro per lopende meter. Om de hoeveelheid die het project heeft toegediend is bijgevolg een investering nodig van 849 euro excl. werkuren. Uitgaande van een toediening van 150 m³ komt dat neer 1873 euro. Belangrijk is om rekening te houden met het feit dat dit de totaalkost is voor de aanplant en een eerste rooi. De aanplant is feitelijk éénmalig waardoor de tweede rooi dus nog slechts enkel rekening dient te houden met 0,03 euro per lopende meter of 17,10 euro om 15 ton houtsnippers te vellen en verhakselen. Ook hier dienen wel nog werkuren in te

voorzien. Duidelijk is in ieder geval dat een aanplant van een houtkant een lange termijninitiatief is. Pas dan kan het economisch interessant worden.

Het houtsnipperzeefsel is een reststroom uit de verbranding van houtsnippers. De fijne stofachtige fractie zorgt voor een moeilijke verbranding. Er is te weinig informatie om hier een kostenberekening rond uit te voeren. In het project zijn deze aangewend aan een marktprijs van 35 euro per ton.

Voor miscanthus is er uitgegaan van eigen teelt. Dit heeft uiteraard tot gevolg dat een gedeelte van het eigen productieareaal niet langer productief kan worden aangewend. De aanplant en onderhoudskost van miscanthus in het eerste jaar bedraagt 6105 euro per ha. Nadien moet er in feite enkel nog geoogst worden waardoor er wordt uitgegaan van 400 euro per ha. Daar tegenover staat gedurende 20 jaar een opbrengst van 18 ton per jaar. De totale teeltkost bedraagt bijgevolg 42,3 euro per ton. De aankoopprijs van miscanthus in de markt ligt dan weer eerder rond de 180 euro per ton.

8 CONCLUSIE

Het demonstratieproject 'Circulaire koolstofopbouw voor een betere bodem' toont aan dat het in de meeste gevallen mogelijk is om houtige bodemverbeteraars in het najaar aan te brengen zonder negatieve impact op de hoofdteelt en aldus te gebruiken ter verbetering van het gehalte aan organische koolstof in de bodem.

Uit de resultaten van het project blijkt dat wanneer in het najaar houtige bodemverbeteraars worden toegepast dat er een negatieve impact is/kan zijn op de groei van de vanggewassen.

De negatieve impact is het grootst wanneer er voor fijne producten gekozen worden met een hoge oppervlakte:volumeverhouding van de deeltjes. Dit heeft als voordeel dat de stikstofimmobilisatie bijdraagt aan het verlagen van het nitraatresidu. De mate van verlaging was, net zoals bij mineralisatie het geval is, afhankelijk van de omstandigheden.

Verder blijkt uit het project dat de effecten van stikstofimmobilisatie vrij lang kunnen doorwerken, tot meer dan een jaar na toepassing. Desondanks werd er geen opbrengstreductie vastgesteld in granen en maïs.

Op lange termijn blijkt zowel uit simulaties als uit staalnames dat de toepassing van houtsnippers als houtige bodemverbeteraar een positieve impact heeft op het organische koolstofgehalte van de bodem. De toediening van dergelijke materialen kan dus wel degelijk een methode zijn om de bodemkwaliteit te verbeteren en het organische koolstofgehalte op te krikken.

Daarmee biedt deze methode tevens een kans aan de landbouwsector om via koolstofopslag in de bodem haar bijdrage te doen in de acties ter bescherming van het klimaat.

Om de methodiek van het aanbrengen van houtige materialen te laten slagen is het wel noodzakelijk dat de wettelijke obstakels worden weggewerkt zodat er met een minimum aan administratieve overlast (bijv.

grondstoffenverklaringen) kan worden gewerkt. Als deze obstakels kunnen worden weggewerkt lijkt het inwerken van houtige bodemverbeteraars kansen te bieden voor de landbouwsector om het organische koolstofgehalte van de bodem op te krikken. Dit ondersteunt de bodemkwaliteit van de landbouwer en staat de sector ook toe om via de daarmee gepaard gaande koolstofopslag een rol te spelen in het tegengaan van de klimaatopwarming.

LIJST VAN FIGUREN EN TABELLEN

Figuur 1 Opkomst van vanggewassen.....	8
Figuur 2 Nitraatgehalte najaar 2021 (Herent).....	9
Figuur 3 Nitraatgehalte voorjaar 2022 (Herent)	10
Figuur 4 DS-opbrengst (Meeuwen).....	11
Figuur 5 Aantal maïsplanten verschillende groenbedekkers (Herent)	12
Figuur 6 Aantal regenwormen	14
Figuur 7 Microbiële biomassa	14
Figuur 8 Evolutie totaal organische - koolstofgehalte	17
Figuur 9 Evolutie humusgehalte	17
Figuur 10 Trend van het organische C-gehalte (Tongeren)	19
Tabel 1 Eigenschappen bodem verbeterende middelen	6
Tabel 2 Behandelingen demonstratieperceel (Tongeren)	15