

# De Bodemkundige Dienst van België waakt over de bodemkwaliteit

Annemie Elsen (promotie 1996)

## INLEIDING:

### Belang van organische (kool)stof in de bodem

In de koolstofcyclus op aarde fungeert de bodem als een belangrijke koolstof-sink. Koolstof wordt in de bodem opgeslagen onder de vorm van organische stof. Zo bevatten bodems in Vlaanderen onder bos naar schatting gemiddeld 152 ton koolstof per hectare in de bovenste 30 cm, onder grasland 132 ton koolstof per hectare en onder akkers 85 ton per hectare.

Naast zijn (ecologisch) belang als koolstof-sink vormt de organische stof in de bodem ook de basis voor een goede bodemkwaliteit, zowel op fysisch (bodemstructuur en -waterhuishouding), biologisch (bodemleven) als op chemisch (ter beschikking stellen van planten-nutriënten) vlak.

De bodemstructuur heeft betrekking op de onderlinge rangschikking en samenhang van de vaste gronddeeltjes en is zeer belangrijk voor de plantengroei. Organische stof vormt het cement waarmee bodemdeeltjes aan elkaar klitten tot aggregaten en het klei-humuscomplex van de bodem vormen. Deze aggregaten vormen een kruimelstructuur in de bodem, die bestaat uit kleine kluiten aarde met poriën tussen de bodemdeeltjes. Deze gunstige structuur, die veel holten (micro-, macro- en mesoporiën) bevat, maakt een goede lucht- en waterhuishouding mogelijk. Een dergelijke kruimelstructuur is niet alleen gunstig op chemisch vlak, voor de nalevering van voedings-elementen aan de planten (zie verder), maar ook op fysisch vlak, voor de groei van plantenwortels en het stabiliseren van de bodem waardoor ook de kans op bodemerosie, verslemping en bodemverdichting afneemt, en op vlak van bodemventilatie, watervoorziening voor de planten en drainage.

De biologische kwaliteit van de bodem heeft betrekking op het bodemleven en de bodembiodiversiteit. Het bodemleven is de motor voor alle omzettingen van organisch materiaal en is essentieel voor de bodemkwaliteit. Organisch materiaal vormt zowel het voedsel als de leefruimte voor bodemorganismen en is dus belangrijk voor de biodiversiteit in en rond de bodem. Bodemorganismen zijn uitermate geschikt als indicatoren voor bodemkwaliteit omdat ze zeer snel reageren op veranderingen in het bodembeheer. Ze kunnen al in een pril stadium een aanwijzing geven van een achteruitgang van de bodemstructuur, het organische-stofgehalte en de nutriëntenstatus.

Organische stof is tenslotte ook van belang voor de chemische kwaliteit of de vruchtbaarheid van de bodem, m.a.w. het vermogen van de bodem om nutriënten te leveren voor de planten. Enerzijds zorgt organische stof voor het vormen van een klei-humuscomplex in de bodem (bodemaggregaten). Zowel klei- als humusdeeltjes in de bodem zijn negatief geladen waardoor het klei-humuscomplex positief geladen voedings-elementen ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , ...) kan vasthouden zodat ze beschikbaar blijven voor de planten (uitgedrukt door de kationenuitwisselingscapaciteit of CEC). Ook waterstofionen ( $H^+$ ) worden vastgehouden, zodat de buffercapaciteit van de bodem verbetert en de bodem minder snel verzuurt, bv. na toediening van zuurwerkende meststoffen. Anderzijds bevat organische stof naast koolstof (C), waterstof (H) en zuurstof (O) ook andere elementen zoals stikstof (N), fosfor (P) en zwavel (S). Bij mineralisatie van organische stof wordt de koolstof omgezet naar  $CO_2$ , dat vervluchtigt, en worden voedings-elementen zoals N, P en S omgezet naar minerale verbindingen die opneembaar zijn voor de planten:  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$ . Hierdoor vormt de organische stof in de bodem een reservoir en een bron van voedings-elementen voor de planten.



Foto's bodemkwaliteit: Links: kruimelstructuur van de bodem; midden: verslemping van de bodem; rechts: erosie door afspoeling.

Omdat organische stof dé basis is van een goede bodemkwaliteit, besteedt de Bodemkundige Dienst van België doorheen haar werking hier veel aandacht aan. In de bemestingsadviezen wordt extra aandacht besteed aan het op peil houden of op peil brengen van de organische stof op perceelsniveau (Luik 1). Ook toekomstige land- en tuinbouwers worden via een specifiek lessenpakket betreffende organische stof al van op de schoolbanken doordrongen van het belang van organische stof (Luik 2). En ten slotte verricht de Bodemkundige Dienst heel wat onderzoek betreffende organische stof om de land- en tuinbouwers naar de toekomst toe nog beter te kunnen ondersteunen in hun organische-stofmanagement (Luik 3).

## LUIK 1: ORGANISCHE-STOFADVISERING VOOR LAND- EN TUINBOUW

### Probleemstelling – noodzaak van organische-stofadvies

Natuurlijke ecosystemen, zoals bossen, vormen een gesloten kringloop waar afgestorven organismen en plantenresten terugkeren naar de bodem en zo een regelmatige aanvoer van vers organisch materiaal verzekeren, ter compensatie van de natuurlijke afbraak van organische stof in de bodem. In landbouwgronden echter is dit evenwicht verstoord doordat er regelmatig organisch materiaal wordt afgevoerd door het oogsten en doordat de afbraak en mineralisatie van organische stof extra gestimuleerd wordt door veelvuldige bodembewerkingen. In deze gronden is dus een regelmatige aanvoer van extra vers organisch materiaal, zoals mest, compost, ed., nodig om het organische-stofgehalte en dus de bodemkwaliteit op peil te houden.

Sinds het einde van de jaren '80 ging het organische-stofgehalte van de bodem in landbouwpercelen in Vlaanderen stelselmatig achteruit. Dit wordt o.a. toegeschreven aan een toenemende ploegdiepte, erosie, verminderde aanbreng van stabiele organische stof (o.m. door de beperkingen opgelegd door het mestactieplan) en het scheuren van weiden. Om het organische-stofgehalte van de bodem opnieuw op peil te brengen kan de landbouwer een beroep doen op verschillende technieken: het gebruik van groenbemesters, het inwerken van teeltresten, niet-kerende grondbewerking, maar uiteraard ook het toedienen van organische bemesting (binnen de beperkingen van het Mestdecreet).



Technieken voor het op peil brengen van het organische-stofgehalte in de bodem: links: oogstresten; midden: organische bemesting; rechts: groenbedekkers.

### Organische-stofadvies door de Bodemkundige Dienst

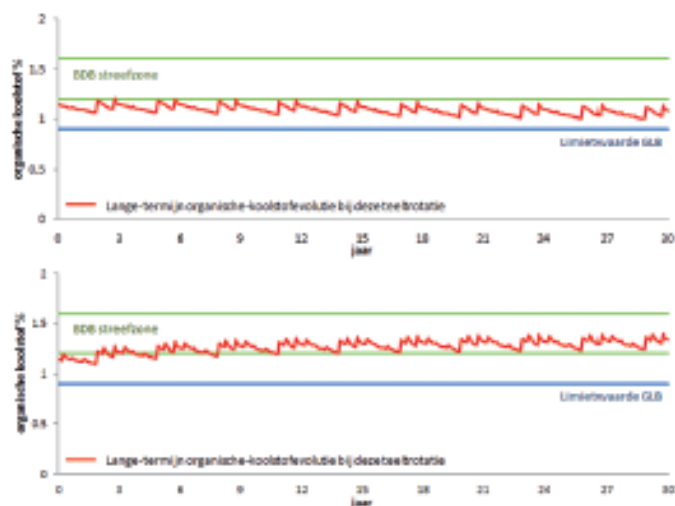
Jaarlijks neemt de Bodemkundige Dienst van België tienduizenden bodemstalen, voornamelijk afkomstig van landbouwpercelen maar ook van tuinen en openbaar groen, voor een standaardgrondontleding. Deze standaardgrondontleding peilt in de bouwlaag naar de algemene voedingstoestand van de bodem. Voor akkers en groentetuinen komt de bouwlaag overeen met de bovenste 23 cm van de bodem, voor weiden en gazons is dit de bovenste 6 cm, namelijk de zone met een hoge

wortelintensiteit. Naast textuur, pH en organische-koolstofgehalte wordt ook het gehalte aan P, K, Mg, Ca en Na bepaald. De standaardgrondontleding resulteert in een basisbemestings- en bekalkingsadvies voor de komende 3 jaren.

Om de resultaten van deze analyses te evalueren werden zeven beoordelingsklassen opgesteld, gaande van "zeer laag" tot "zeer hoog". De middenklasse wordt de streefzone genoemd. Dit is de zone van optimale toestand, binnen deze zone kunnen, mits een berekende bemesting, optimale resultaten behaald worden, zowel op vlak van gewasgroei als op vlak van bodemkwaliteit (bodembiodiversiteit, water- en nutriëntvoorziening, minimale nutriëntuitspoeling, ...).

Voor het koolstofgehalte zijn de beoordelingsklassen afhankelijk van de bodemtextuur en het landgebruik (akkers, weiden). Zand heeft meer organische stof, en dus koolstof, nodig dan bv. leem- of zandleem, omdat organische stof het vochthoudend vermogen van een zandbodem die op zich weinig water kan vasthouden, verbetert. Kleibodems hebben dan weer meer organische stof nodig om een lossere (minder zware) structuur te krijgen en minder snel te verharderen. Streefwaarden voor weiden en gazons liggen systematisch hoger dan voor akkers, groenten en siertuinen. Dit komt enerzijds doordat weiden en gazons gebaat zijn met een hoge en continue aanvoer van nutriënten en anderzijds door de eerder beperkte bewortelingsdiepte van gras.

Uiteindelijk worden de resultaten en beoordelingen van de bodemanalyses samengebracht in een adviesverslag, dat bezorgd wordt aan de klant (land- en tuinbouwer, particulier, overheid,...). Naast de analyse- en beoordelingsresultaten en de overeenkomstige bemestingsadviezen voor de opgegeven gewassen, bevat dit verslag een uitgebreide toelichting bij de organische-koolstofsituatie van het perceel. De jaarlijkse natuurlijke afbraak van de organische koolstof in de bodem wordt geschat in functie van de bodemtextuur, de gewassen en het organische-koolstofgehalte. Rekening houdend met de organische-koolstofaanvoer uit oogstresten wordt een organische-stofbalans opgesteld. Hieruit kan de klant afleiden in hoeverre eventuele tekorten moeten aangevuld worden door aanvoer van extra organisch materiaal. Aangezien de opbouw van organische stof in de bodem een proces van lange adem is, wordt ook de lange-termijnevolutie modelmatig berekend met het expertsysteem Cslim. Via de webapplicatie van Cslim kan de landbouwer verschillende scenario's voor de lange-termijnverbetering van de organische-koolstoftoestand van zijn perceel doorrekenen. Op die manier kan hij het organische-stofmanagement op zijn perceel aanpassen om het organische-stofgehalte in de streefzone te brengen of te houden.



Figuur Collim: Lange-termijnevolutie van het organische-koolstofgehalte in de bodem voor een typische akkerbouw-wruichtwisseling (vlas-suikerbieten-winterarwe), zonder extra aanvoer van organisch materiaal (boven) en met toevoeging van stalmest, drijfmest en gele mosterd als groenbedekker (onder).

## LUIK 2: KENNIS ROND ORGANISCHE STOF VERGROTEN VIA HET ONDERWIJS

De Bodemkundige Dienst van België is zich als geen ander bewust van het belang van organische stof in de bodem, zowel voor de land- en tuinbouw als voor het milieu. Een goede kennis van de organische-stofdynamiek en het beheer ervan kan niet genoeg aangemoedigd worden. Om het publiek al vanop de schoolbanken vertrouwd te maken met deze materie heeft de Bodemkundige Dienst van België in 2011 haar lessenpakket "Organische stof: de essentie van bodemkwaliteit" gelanceerd.

Het lessenpakket richt zich op een breed doelpubliek. Voor de studenten uit het hoger onderwijs en de leraren van het secundair onderwijs TSO en BSO in land- en tuinbouw, groenbeheer, bosbouw en natuurbeheer werd een uitgebreid naslagwerk voorzien. De leerlingen op hun beurt kunnen het leerlingenhandboek volgen, dat meer concrete toepassingen bevat. Het lessenpakket beantwoordt bovendien aan heel wat van de leerplandoelstellingen vooropgesteld in het secundair onderwijs TSO en BSO in land- en tuinbouw, groenbeheer, bosbouw en natuurbeheer. Ook de leraren van het ASO kunnen specifiek wat uit het lessenpakket oppikken. Er is namelijk ook een studie rond bodemerosie en overstromingen voorzien die door de leerlingen van Groep T, bachelor lerarenopleiding aardrijkskunde werd samengesteld. Deze kan perfect in de lessen aardrijkskunde of als vakoverschrijdend project gebruikt worden. Om de materie voor leerlingen zo concreet mogelijk te maken komt 'SchoolFarm' ten tonele. 'SchoolFarm' is een fictief gemengd bedrijf met een uitgebreid areaal akkers en weides en varkens en runderen. De bedrijfsleider tracht zo rendabel en milieubewust mogelijk te werken maar legt in het kader van dit lessenpakket uiteraard de nadruk op

een goed organische-stofbeheer op zijn percelen. Van de leerlingen wordt bijvoorbeeld verwacht dat ze met behulp van de Koolstofsimulator en een organische-stofbalans de bedrijfsleider adviseren omtrent gewasrotatie met het oog op het behoud en het verbeteren van het organische-stofgehalte in de bodem.

Naast het concretiseren van het lessenpakket door de leerlingen met 'SchoolFarm' te laten werken, komen ook een brede waaier aan doe-tips en interactieve oefeningen aan bod. Binnen de eerste module, 'Wat is bodemorganische-stof?' wordt bijvoorbeeld aan de leerlingen voorgesteld om een kuil te graven en een korte beschrijving van het bodemprofiel te geven. Door een eenvoudig proefje met wat waterstofchloride, water en wat grond kan op een eenvoudige manier de bufferende werking van organische stof geïllustreerd worden. Het belang van organische stof, uitgewerkt in de tweede module, wordt ook met leuke en vooral zeer verhelderende proefjes aangetoond. Deze doe-tips gaan van het bepalen van de bodemverdichting met een breinaald of het bepalen van het poriërvolume op ringstalen die de leerlingen zelf moeten nemen tot het extraheren van regenwormen met mosterdpoeder.

Binnen de derde module, organische stof in de Vlaamse bodems, krijgen de leerlingen een overzicht van het bodemorganische-stofgehalte in Vlaanderen. Ze kunnen dan de situatie in hun eigen gemeente evalueren, wat onmiddellijk aanspreekt. In de module rond organische stofbeheer kan het effect van verschillende rotatieschema's op het organische stofgehalte in de bodem doorgerekend worden met behulp van de Koolstofsimulator en kunnen verschillende vruchtwisselingsschema's naast elkaar vergeleken worden en kan daarover een klasdiscussie gehouden worden.

Sinds zijn lancering in 2011 werd het lessenpakket aangevraagd en gebruikt door meer dan 40 onderwijsinstellingen in Vlaanderen. Daarnaast wordt het naslagwerk ook door de Bodemkundige Dienst zelf regelmatig gebruikt tijdens de cursussen teelttechniek en gewasproductiesystemen aan de Thomas More hogeschool in Geel en de faculteit Bio-ingenieurswetenschappen van de KU Leuven.

## LUIK 3: ONDERZOEK OM ORGANISCHE STOF NOG BETER TE BEHEREN

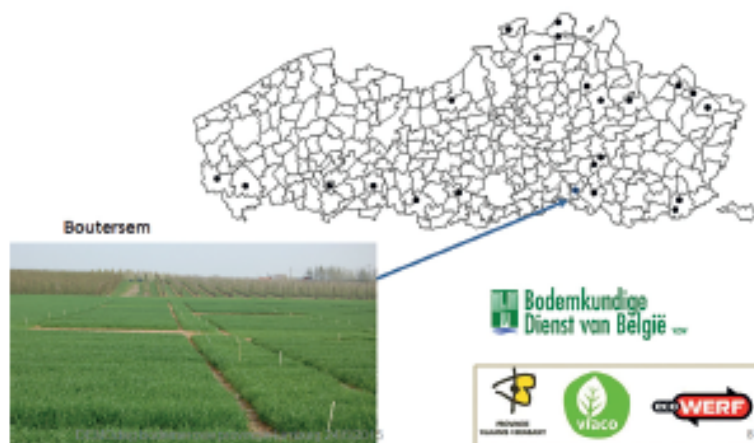
Naast advisering en vorming rond organische stof in de bodem, heeft de Bodemkundige Dienst van België ook een lange traditie in het onderzoek betreffende organische stof. Zo werd in een recent verleden, in samenwerking met andere onderzoeksinstituten in Vlaanderen (UGent, ILVO, inagro, PSKW en PCG) en in opdracht van de VLM onderzoek gedaan naar het belang van oogstresten en vanggewassen in het kader van de nitraatuitspoelingsproblematiek. In beide onderzoeken werd ook uitvoerig aandacht besteed aan de bijdrage

vanuit oogstresten en vanggewassen aan het organische-stofgehalte van de bodem. Hieronder lichten we nog drie lopende onderzoeksprojecten meer in detail toe.

### Toepassen van GFT-compost voor een betere bodemkwaliteit

Door de selectieve inzameling van het GFT-afval in Vlaanderen is er jaarlijks een grote hoeveelheid (270 000 ton in 2013) biomassa beschikbaar voor compostering. Door gecontroleerde grootschalige compostering wordt hiervan op enkele maanden tijd een hoogwaardige compost gemaakt. Deze compost kan met zijn hoge hoeveelheid aan gestabiliseerd organisch materiaal zeker een bijdrage leveren aan het verhogen van het organische-stofgehalte van de Vlaamse landbouwbodems.

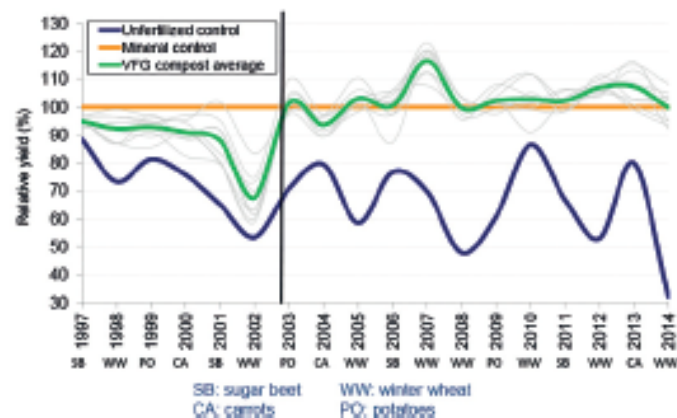
In 1997 startte de Bodemkundige Dienst van België, met de financiële steun van de Provincie Vlaams-Brabant, dienst Land- en Tuinbouw en op initiatief van VLACO, een meerjarig onderzoek naar compostgebruik in de akkerbouw. Hiervoor werd op het bedrijf van de familie De Hertogh in Boutersem, Vlaams-Brabant, een langetermijnproefveld aangelegd. Op deze proef worden 12 behandelingen in vier herhalingen opgevolgd: een onbemeste, mineraal bemeste en braakliggende controlebehandeling en negen GFT-compost-behandelingen: drie dosissen (15, 30 en 45 ton/ha) en drie toedieningsfrequenties (één-, twee- of driejaarlijks).



GFT-proef te Boutersem.

Het doel van deze proef is vierledig. Ten eerste wordt nagegaan wat de bemestingswaarde van compost is voor verschillende akkerbouwteelten. Daarnaast wordt het effect van langdurig GFT-compostgebruik op de gewas-opbrengst onderzocht, alsook het effect op de fysische en biologische bodemvruchtbaarheid. Tot slot wordt er nagegaan waar de aangevoerde extra organische stof zich bevindt in de bodem en hoe goed die daar beschermd is.

Vanaf 2003 werd ervoor gezorgd dat alle behandelingen evenveel nutriënten kregen als de minerale controle, indien nodig werden de compostbehandelingen aangevuld met minerale meststoffen. In onderstaande figuur zien we de relatieve opbrengst van de compost en de onbemeste behandelingen t.o.v. de mineraal bemeste controle. Vanaf 2003 scoren de compostbehandelingen systematisch gelijk of beter dan de mineraal bemeste controle. De gebruikte GFT-compost kan dus zeker een deel van de nutriënten-behoefte van de plant voor zijn rekening nemen.



Relatieve opbrengsten van de compost en de onbemeste behandelingen t.o.v. de mineraal bemeste controle voor akkerbouwrotatie (uilkerbieten, wintertarwe, aardappelen en wortelen) in de GFT-proef van 1997 tot 2014.

18 jaar GFT-compostgebruik zorgt ook voor een duidelijke verhoging van het koolstofgehalte. In de behandeling die het meest intensief bemest werd (45 ton GFT compost per ha per jaar) steeg het koolstofgehalte in de bouwvoor van 1% in 1997 naar 1,6% in 2014. En dit terwijl het koolstofgehalte in de mineraal bemeste controle merkbaar daalde. Deze extra koolstof is in de bodem niet enkel te vinden als labiel particulier organisch materiaal, maar ook beschermd in stabiele bodemaggregaten en gebonden aan minerale bodempartikels. Dit wijst erop dat de extra koolstof toegevoegd door de GFT-bemesting duurzaam aan de bodem werd toegevoegd en niet onmiddellijk weer zal verdwijnen.

Daarnaast werd ook een verbetering van de bodemfysische en -biologische eigenschappen vastgesteld. Zo vinden we meer regenwormen in de behandelingen met GFT-compost en de bulkdichtheid van de bodem is er lager. Dit zorgt dan ook voor een betere waterhuishouding en een verlaagd erosierisico.

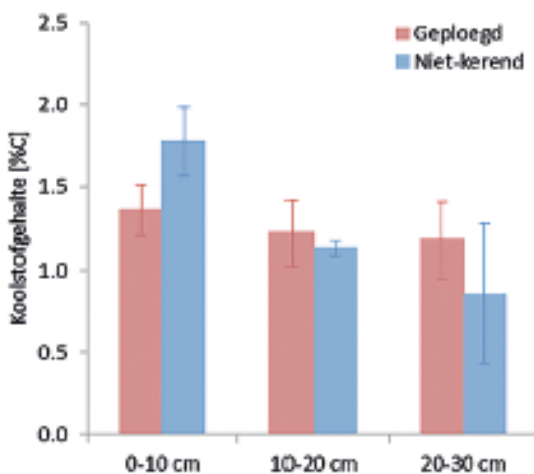
GFT-compost kan dus zeker dienen om een deel van de nutriëntenbehoefte van de plant te vervullen en tegelijk het organische-stofgehalte in de bodem samen met de bodemkwaliteit te verhogen.

## Effect van niet-kerende bodembewerking

Niet-kerende bodembewerking (NKB) is een teelttechniek waarbij, in tegenstelling tot het traditionele ploegen, het intensief keren en mengen van de bouwlaag vermeden wordt. In het kader van erosiebestrijding kent deze techniek wereldwijd een enorme opgang, en ook in Vlaanderen is hierrond het afgelopen decennium heel wat onderzoek uitgevoerd, waarbij vooral naar de effecten op erosie gekeken is. De omschakeling van traditioneel ploegen naar NKB is een ingrijpende verandering met niet alleen een grote impact op bodemfysische en -chemische eigenschappen, maar ook op het bodemleven. Doordat de bodem minder verstoord wordt zullen bijvoorbeeld regenwormen het makkelijker hebben om zich te handhaven, wat een positief effect heeft op onder andere de bodemstructuur. Deze veranderingen hebben echter tijd nodig om zich te manifesteren, waardoor het belangrijk is om de gevolgen van NKB op lange termijn te evalueren.

In de regio rond Leuven werden in het kader van voorgaande onderzoeksprojecten in het begin van de jaren '00 zes proefpercelen aangelegd waar, in samenspraak met de landbouwers, binnen eenzelfde perceel een opsplitsing gemaakt werd tussen een niet-kerend bewerkt en een geploegd gedeelte. De laatste 15 jaar is deze opsplitsing voortdurend aangehouden, waardoor er een unieke en zeer waardevolle dataset ontstaan is om de effecten van NKB op lange termijn op te volgen. Op deze 'lange-termijnpercelen' wordt sinds 2012 door de Bodemkundige Dienst, met de financiële steun van de Provincie Vlaams Brabant, verder onderzoek gevoerd naar de effecten van NKB op onder andere bodemverdichting, bodemwaterhuishouding, gewasopbrengst en -doorworteling en organische stof.

Omdat de bouwlaag bij NKB niet meer omgewoeld wordt, blijven gewasresten na de oogst aan het oppervlak liggen. Hierdoor zal het bovenste gedeelte van de bouwlaag sterk aanrijken aan organische stof. Als gevolg hiervan ontstaat



Verdeling van het koolstofgehalte in de bouwvoor (0-30 cm diepte) voor het geploegde (rood) en niet-kerend bewerkte (blauw) gedeelte op een van de lange-termijnproefpercelen in 2014.

er een ruwer bodemoppervlak bij NKB, waardoor de bodem minder snel zal eroderen. Ook voor het gewas is de toename van organische stof aan het bodemoppervlak zeer interessant. Aangezien het grootste deel van de plantenwortels zich in de oppervlakkige bodemlagen bevindt, kan het gewas hier optimaal profiteren van de positieve effecten van een verhoogd organische-stofgehalte zoals een verbeterde aggregaatvorming en de vrijstelling van nutriënten door mineralisatie. Belangrijk om op te merken is dat de toename van organische stof in de toplaag bij NKB gepaard gaat met een lager organische-stofgehalte onderaan de bouwvoor. Momenteel wijzen de onderzoeksresultaten er dus op dat lange-termijntoepassing van NKB niet leidt tot een toename van het organische-stofgehalte over de volledige bouwlaag (0-30 cm diepte), maar wel tot een herverdeling van de organische stof, met een toename in de toplaag en een afname in de onderste laag.

## Impact van agroforestry op organische stof

Agroforestry (bomenlandbouw) is een vorm van ecologisch intensieve landbouw waarbij landbouwgewassen en houtachtige gewassen op eenzelfde perceel geteeld worden. In de praktijk gaat het vaak om een landbouwgewas tussen bomenrijen of bomen in grasland. Agroforestry vormt een interessante opportuniteit om de veerkracht van landbouwbedrijven te stimuleren en een antwoord te bieden op o.a. de dalende koolstofvoorraden op akkerbouwpercelen.

Algemeen wordt aangenomen dat de bodem van een agroforestry-perceel niet alleen een hoger organische-stofgehalte heeft dan een weiland of akkerbouwperceel met reïncultuur, maar dat de organische stof in de bodem ook ruimtelijk heterogener verdeeld is. Dit heeft een invloed op de mineralisatieprocessen en bijgevolg ook op de nutriëntenbeschikbaarheid voor zowel de bomen als de landbouwgewassen.

In een 5-jarig onderzoeksproject gefinancierd door IWT bestudeert een consortium bestaande uit ILVO, Bodemkundige Dienst van België, UGent, inagro en Agrobeheercentrum Eco<sup>2</sup> het potentieel van agroforestry in de Vlaamse landbouw. Vertrekkende van bestaande kennis over het gehalte en de verdeling van organische stof in de bodem van agroforestry-percelen en invloed daarvan op de nutriëntencyclus, worden de volgende onderzoeksvragen nu onderzocht in de Vlaamse landbouwcontext: In welke mate kunnen bomen er toe bijdragen dat het koolstofgehalte in de bodem binnen de streefzone voor een optimale bodemkwaliteit ligt? Hoeveel nutriënten zal het landbouwgewas ter beschikking hebben?

Voor meer informatie omtrent de advisering, het lessenkamp of het onderzoek omtrent organische stof in de bodem, kan u steeds terecht bij de Bodemkundige Dienst van België ([www.bdb.be](http://www.bdb.be), [info@bdb.be](mailto:info@bdb.be), 016 31 09 22).