

FACT SHEET

Soil Carbon Check

Oktober 2023

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een automatisch gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Eurofins Agro.

Eurofins Agro stelt zich niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij het gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Soil Carbon Check uitgelegd

Bodems bieden een mogelijkheid om koolstof op te slaan, en kunnen daarmee een bijdrage leveren aan het afremmen van klimaatverandering. Op wereldwijde schaal is ongeveer 1.5×10^{15} kg koolstof opgeslagen in de bovenste meter van de bodem. Dit is rond de drie keer zoveel koolstof als opgeslagen in bovengrondse biomassa en twee keer zoveel als aanwezig in de atmosfeer. Hoe meer koolstof er in de bodem wordt vastgelegd, hoe minder CO₂ er in de atmosfeer zal zijn.

Naast de invloed op het klimaat, heeft koolstofopslag ook gunstige effecten op het boerenbedrijf. Koolstof is namelijk vastgelegd in de organische stof en dat speelt een belangrijke rol in de bodemgezondheid. Organische stof heeft invloed op:

- fysische bodemgesteldheid (bijvoorbeeld bewerkbaarheid, watervasthoudend vermogen en doorlaatbaarheid)
- chemische bodemgesteldheid (bijvoorbeeld kalium-, calcium- en magnesiumbindend vermogen)
- biologische bodemgesteldheid (bijvoorbeeld biodiversiteit in de bodem, ziekteonderdrukking, stikstof- en zwavelmineralisatie).

Organische stof in de bodem is echter niet stabiel. Organische stof wordt in minerale gronden met ongeveer 2% per jaar gemiddeld afgebroken. In de praktijk is dat plaats- en tijdsgebonden en is meten de enige manier om zeker te zijn van de hoeveelheid koolstof in de bodem.

Soil Carbon Check is een uniek onderzoek, dat inzicht verschaft in de koolstofvoorraad van de bodem. Daarnaast houdt het de ontwikkelingen bij die plaatsvinden in verloop van tijd, ook omgerekend in CO₂ dat is ontnomen aan de atmosfeer. Met een jaarlijkse Soil Carbon Check is aan te tonen of de koolstofvastlegging in de bodem significant toeneemt. Soil Carbon Check gebruikt een grondanalyse met nabij-infraroodspectroscopie (NIRS). Deze manier van onderzoeken is snel, efficiënt en klimaatvriendelijk.

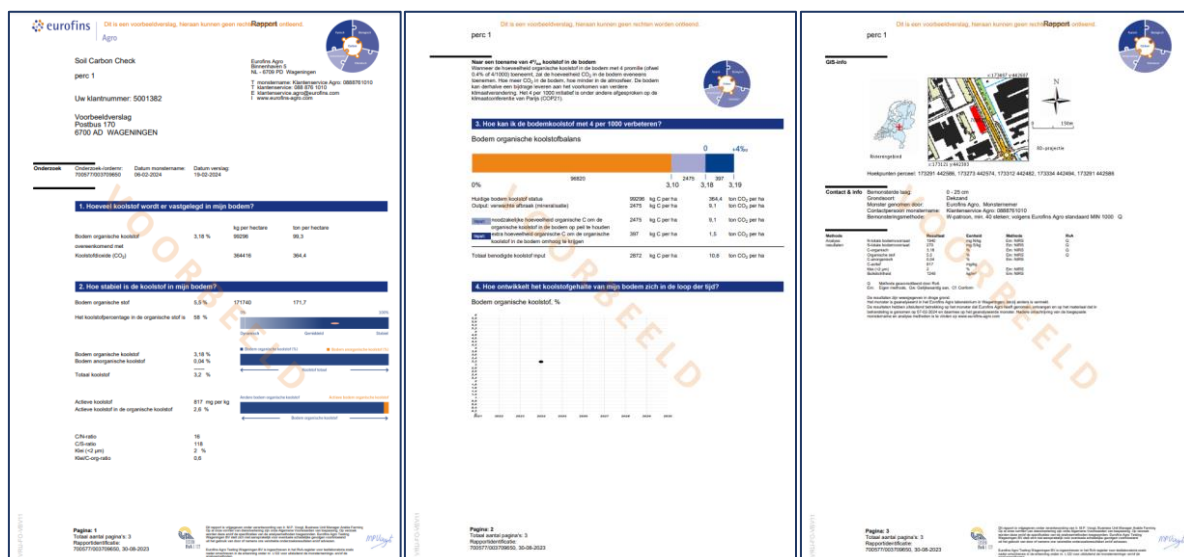
Bijna alle boerenbedrijven hebben een mogelijkheid om de bodemkoolstof te verhogen en de bodems te verbeteren. Hoe dat kan, verschilt per bedrijf. Het concept is simpel: planten maken biomassa aan door fotosynthese en leggen daarmee CO₂ uit de lucht vast in hun organisch materiaal, zoals bladeren, stengels, vruchten en wortels. Alle biomassa die niet wordt geoogst, kan in theorie bodemorganische stof worden. Helaas is de bedrijfsvoering van een boerenbedrijf niet zo eenvoudig, en moet er goed gekeken worden naar passende maatregelen. Minder ploegen, groenbemesters zaaien, agroforestry, permacultuur, gewaskeuze/rotatie en het aanbrengen van mest/compost zijn een aantal mogelijkheden. De online tool **Carbon Calculator** helpt inzicht te verschaffen in de effecten van bepaalde keuzes op het verloop van de koolstof in de bodem.

Onderzoeksmethode

Soil Carbon Check maakt gebruik van nabij-infraroodspectroscopie (NIRS). NIRS-analyse voor vaste materialen werd ontwikkeld in de 1960s. Het is een snelle, kwantitatieve, niet-destructieve en efficiënte manier om vele fysieke, biologische en chemische bodemeigenschappen te meten met spectrale data. Hiervoor moet de datasets voldoende groot zijn. Eurofins Agro startte in 1986 met het gebruiken van NIRS voor voederwaardeonderzoek, en in 2003 met bodemanalyse. Inmiddels zijn er al meer dan 1.000.000 bodemsamples geanalyseerd en opgeslagen in de database. Alle parameters die worden geanalyseerd met NIRS-onderzoek hebben een nat-chemische referentiemethode. Zo heeft Eurofins Agro een match kunnen maken met NIRS-spectra en met precisie veelgebruikte agronomische parameters kunnen meten. Meer informatie over de analysemethoden die gebruikt worden in de Soil Carbon Check kunnen worden gevonden in Reijneveld *et al.* (2023)¹.

Verslag

Het verslag van de Soil Carbon Check is verdeeld in vier vragen, de parameters geven antwoord op deze vragen. Op pagina een van het verslag staat hoeveel koolstof er wordt vastgelegd in de bodem en hoe stabiel de koolstof is. Op pagina twee staat hoe de bodemkoolstof met 4 per 1000 verbeterd kan worden en hoe het koolstofgehalte zich ontwikkelt in de loop der tijd. Op de laatste pagina is er een optie tot een gps-kaartje van de locatie waar het monster is genomen en word de methode van de analyse weergegeven.



¹ Reijneveld, J A, van Oostrum, M J, Brolsma, K M, Oenema, O. Soil Carbon Check: A tool for monitoring and guiding soil carbon sequestration in farmer fields. Front. Agr. Sci. Eng. 2023, 10(2): 248–261

Parameters op het verslag

Bodemorganische stof

Bodemorganische stof is de overkoepelende term voor alle (afgebroken) biomassa die in de bodem aanwezig is, afkomstig van micro-organismen, bodem- en plantmateriaal. Bodemorganische stof bestaat uit koolstof (C), zuurstof (O), waterstof (H), stikstof (N) en zwavel (S). Organische stof vervult vele belangrijke functies in de bodem en is daarom een van de meest belangrijke indicatoren van bodemgezondheid. Bodemorganische stof is de voedingsbron van al het bodemleven is daarom de drijvende kracht achter alle bodemfuncties.

Organische stof wordt aangevoerd in de vorm van gewasresten (bladeren, stengels en wortels), dierlijke mest, groenbemesters en compost. Bacteriën, schimmels en andere bodemorganismen breken dit plantmateriaal af tot er slechts onverteerbare residuen over zijn. Dit afbraakproces bestaat uit een aantal stappen en alle organismen van het voedselweb zijn hierbij betrokken. Afbraak van organische stof gebeurt eerst snel en vertraagt dan. Het kan tientallen jaren duren totdat vers organisch materiaal volledig is omgezet tot stabiel organisch materiaal.

Bodemorganische koolstof

Bodemorganische koolstof is de grootste component van bodemorganische stof. Deze parameter is het belangrijkste onderdeel van Soil Carbon Check.

Bodemanorganische koolstof

Bodemanorganische koolstof bevat koolstof in minerale vormen, zowel van het verweren van het basismateriaal of een reactie met CO₂ uit de atmosfeer. Anorganische zouten die koolstof bevatten komen voor als carbonaten. De gasen koolstofdioxide (CO₂) en koolstofmonoxide (CO) worden ook geklassificeerd als anorganische koolstof.

Koolstofdioxide (CO₂)

Om bij te houden wat het effect van koolstofopslag in de bodem is op het klimaat, kan gemeten koolstof in de bodem worden uitgedrukt in CO₂-opslag. Hiervoor wordt een omrekening gedaan met een factor:

$$44 \text{ (molaire massa CO}_2\text{)} / 12 \text{ (molaire massa C)} = 3.67$$

Dit betekent dat een ton opgeslagen koolstof in de bodem overeenkomt met 3.67 ton vastgelegde CO₂.

Percentage koolstof in organische stof

Het percentage van bodemorganische koolstof in bodemorganische stof bedraagt doorgaans tussen 45 en 60%. Hoe groter het aandeel van koolstof is, hoe minder stikstof en zwavel er in de organische stof zit. Deze verhouding is een indicator van de stabiliteit. Als er meer koolstof in de organische stof zit, wordt de organische stof minder makkelijk afgebroken door het bodemleven en is er minder ontbinding.

Totaal koolstof

De totale hoeveelheid koolstof is een optelsom van bodemorganische koolstof en bodemanorganische koolstof.

Actieve koolstof (POXC)

Ongeveer 1-4% van bodemorganische koolstof is actieve koolstof. Dit wordt onderzocht met de POXC (permanganate-oxidizable carbon) methode. POXC wordt gebruikt als een aanwijzing voor actieve koolstof en laat in een vroeg stadium de gevolgen van het bodemmanagement zien. Onder andere het opnemen van vlinderbloemigen zoals klaver of wikke in het bouwplan, een verbeterde rotatie in akkerbouwsystemen en verminderd ploegen leiden tot een grotere fractie actieve koolstof. Daarmee weerspiegelt actieve koolstof teeltmaatregelen die zorgen voor accumulatie of stabilisatie van organische stof, en is de meting een goede indicator voor koolstofvastlegging op langere termijn.

C/N-ratio

De koolstof/stikstof ratio (C/N-ratio) geeft aan hoeveel koolstof er ten opzichte van stikstof in de organische stof zit en zegt iets over de hoeveelheid stikstof die kan vrijkomen gedurende de afbraak van de organische stof. Hoe lager de C/N-ratio, hoe makkelijker de afbraak. Een hoge C/N-ratio geeft aan dat afbraak van organische stof moeilijker gaat. Een hoge C/N-ratio betekent niet per definitie dat er iets mis is.

De optimale C/N-ratio is gedeeltelijk afhankelijk van managementdoelen van de agrariër. Een hogere C/N-ratio, en dus minder afbraak van organische stof, zorgt dat er meer organische stof in de bodem aanwezig blijft. Dit kan positieve gevolgen hebben op bewerkbaarheid, koolstofvastlegging en wateropslag. Een lage C/N-ratio, aan de andere kant, bevoordeelt de beschikbaarheid van nutriënten door een snellere mineralisatie, wat weer gunstig is voor het bodemleven. De ratio kan beïnvloed worden door bodemmanagement; aanvoer van stro en vaste mest kan de C/N-ratio verhogen.

C/S-ratio

Net als de C/N-ratio, relateert de koolstof/zwavel ratio (C/S-ratio) aan de kwaliteit van de organische stof. Een lage C/S-ratio wijst op goede zwavelmineralisatie, en een hoge C/S-ratio op het tegengestelde. Het is mogelijk om twee bodems te hebben met gelijke gehalten organische stof, maar met een verschillende C/S-ratio.

Klei

De kleifractie van de bodem wordt gevormd door deeltjes die kleiner zijn dan $<2 \mu\text{m}$. Niet elk kleideeltje is hetzelfde; er zit veel verschil tussen eigenschappen van kleideeltjes. Soms is het adsorptieoppervlak groter of kleiner door de vorm van de kleideeltjes. Maar algemeen geldt: hoe kleiner een deeltje is, hoe groter het relatieve oppervlakte voor adsorptie. Dit betekent dat de kleideeltjes goed nutriënten kunnen vasthouden, zoals magnesium, kalium of calcium, en daarmee een goede basis voor een vruchtbare bodem zijn.

Klei/bodemorganische koolstof ratio

De verhouding klei/bodemorganische koolstof is een indicator voor de structuurtoestand van de bodem. Over het algemeen wordt de structuur beter met een lagere klei/bodemorganische koolstofverhouding. Een verhouding van 8:1 wordt doorgaans als een goede structuur gezien, waar 13:1 minder gunstig is (Johannes *et al.*, 2017)².

Bulkdichtheid

De bulkdichtheid is het gewicht van de grond in een vast volume. De bulkdichtheid wordt beïnvloed door de samenstelling van het materiaal, de hoeveelheid organische stof, en de verdichting. Bulkdichtheid wordt gegeven in de Soil Carbon Check en speelt een belangrijke rol op de achtergrond: om de opslag van koolstof/CO₂ per hectare te berekenen, is de totale massa van de grond nodig. Deze wordt afgeleid uit de bulkdichtheid. Eurofins Agro gebruikt een pedotranserfunctie ontwikkeld door Hollis *et al.* (2012)³ om bulkdichtheid te voorspellen, gebaseerd op de gemeten bodemeigenschappen zoals deeltjesgrootte en het organische koolstofgehalte.

Verwachte mineralisatie

De verwachte mineralisatie in het aankomende groeiseizoen is berekend met een model dat de afbraak van organische stof in de bodem voorspelt. Dit model is gebaseerd op het MINIP model, ontwikkeld door Yang⁴ (1996) en Yang & Janssen⁵ (2000). De verwachte mineralisatie door de tijd wordt berekend met dit model. Hiervoor worden naast de parameters op het rapport, ook nog pH en microbiële activiteit gebruikt, die op de achtergrond worden gemeten. De verwachte afbraak van bodemorganische koolstof wordt gegeven op het rapport. Dit laat zien hoe veel bodemorganische koolstof terug moet worden gebracht naar het perceel, om te compenseren. Om koolstof vast te leggen, moet de input van bodemorganische koolstof hoger zijn dan de afbraak.



Aanvullende input om te stijgen met 4‰

Het 4‰ initiatief⁶ komt uit de UN Climate Change Conference (COP21) in Parijs. Het doel is om wereldwijd de CO₂ impact te neutraliseren door in landbouwgrond bodemorganische koolstofgehaltes te laten stijgen met 4‰. Op het Soil Carbon Check rapport is ook te vinden hoe veel bodemorganische koolstof als input nodig is om dit doel te behalen.

² Johannes A, Matter A, Schulin R, Weiskopf P, Baveye P C, Boivin P. Optimal organic carbon values for soil structure quality of arable soils. Does clay content matter? *Geoderma*, 2017, 302: 14-21

³ Hollis J M, Hannam J, Bellamy P H. Empirically-derived pedotransfer functions for predicting bulk density in European soil. *European Journal of Soil Science*, 2012, **63**(1): 96 – 109

⁴ Yang H S. Modelling organic matter and exploring options for organic matter in arable farming in northern China. Dissertation for the Doctoral Degree. Wageningen: *Wageningen University*, 1996

⁵ Yang H S, Janssen B H. A mono-component model of carbon mineralization with a dynamic rate constant. *European Journal of Soil Science*, 2000, **51**(3): 517 – 529

⁶ The international “4 per 1000” initiative: <https://4p1000.org>

Eurofins Agro is informatieleverancier en kennispartner voor de akker- en tuinbouw, melkveehouderij en glastuinbouwsector. Met een compleet pakket van monsternames, innovatieve analyses en heldere adviezen geven wij ondernemers in de agrarische sector handvatten voor productiezekerheid en rendementsverbetering. Op jaarbasis worden ruim 600.000 monsters geanalyseerd. Eurofins Agro Nederland heeft de hoofdvestiging in Wageningen en biedt werk aan 250 medewerkers. Eurofins Agro is onderdeel van Eurofins Scientific, een internationaal laboratoriumnetwerk met wereldwijd 800 aangesloten laboratoria in 50 landen.

Eurofins Agro
website: www.eurofins-agro.com