

# Organische stof; opbouw, afbraak en invloed van management

**Organische stof is van groot belang voor de bodemvruchtbaarheid, het bodemleven en structureigenschappen van de bodem. Via deze factoren heeft het ook grote invloed op gewasopbrengsten. Alle redenen dus om duurzaam met organische stof om te gaan. In dit artikel wordt ingegaan op de opbouw en afbraak van organische stof en factoren die daarop van invloed zijn en op resultaten van onderzoek naar veranderingen in organische stof.**

Door Kees Hendriks

## Over de auteur

ir. C.M.A. Hendriks, projectmanager bij het team Bodemchemie en Natuur van Alterra, onderdeel van Wageningen UR

## ZORGEN OM BODEM ORGANISCHE STOF

Afgelopen jaren is veel gediscussieerd of het organisch stofgehalte in de bodem afneemt dan wel toeneemt, of misschien wel onveranderd blijft. Veranderingen in het organische stofgehalte kunnen grote gevolgen hebben voor opbrengstniveaus van landbouwgewassen, hetzij direct via o.a. een bijdrage aan de nutriënten- en vochtvoorziening, hetzij indirect via o.a. een bijdrage aan een betere bodemstructuur en voorkomen van erosie. Dat discussies over een mogelijke afname van organische stof niet geheel nieuw is blijkt uit o.a. een publicatie van Kortleven en Pijl (1954) waarin het effect op organische stof van vervanging van stalmest door kunstmest wordt besproken. De discussie over recente veranderingen in het organische stofgehalte speelt niet alleen in Nederland maar wordt ook internationaal gevoerd en kan in verschillend perspectief worden gezien. Eventuele veranderingen kunnen gevolgen hebben voor de bodemvruchtbaarheid, het milieu en het klimaat. Het landbouwkundig bodemgebruik is van invloed op het organische stofgehalte. Naast veranderingen in landgebruik en teeltmethoden heeft ook het gewas en toepassing van verschillende soorten mest gevolgen voor het organische stofgehalte. Blijvend grasland heeft over het algemeen hogere organische stofgehalten dan bouwland. Het over grotere oppervlakten omzetten van grasland naar bouwland kan dus grote gevolgen voor het organische stofgehalte hebben. Bij de discussie over mogelijke veranderingen in het organisch stofgehalte moeten effecten van een omzetting van grasland naar bouwland niet verward worden met een afname van organische stof door veranderingen in andere factoren.

## BETEKENIS VAN ORGANISCHE STOF

Organische stof heeft een gunstige invloed op veel bodemeigenschappen die belangrijk zijn voor de bodemkwaliteit en daarmee voor de gewasgroei, zoals de nutriëntenvoorziening, doorwortel-

baarheid, bodemdichtheid, vochtleverend vermogen, waterbergend vermogen, beluchting, draagkracht, stuifgevoeligheid, verkrumelbaarheid, slempegevoeligheid en erosiegevoeligheid. Zo komen bij de afbraak van organische stof voedingstoffen voor de plant vrij zoals stikstof- en fosforverbindingen. Organische stof kan veel water vasthouden en verhoogt zo het waterbergend vermogen wat vooral in droge zandgronden van belang kan zijn. Organische stof vormt het cement waarmee bodemdeeltjes aan elkaar kitten. Het stabiliseert de bodemstructuur, vermindert erosie en verslemping en vergroot de doorlatendheid. Onderzoek laat het belang van bodemkwaliteit zien. Voor 20 onderzochte graslandpercelen bleek dat op de hoogst productieve bodems elke toegediende kg stikstof (tot 300 kg) 25 kg droge stof opleverde, terwijl op de laagst productieve bodems de opbrengst maar 12 kg droge stof per kg stikstof bedroeg (Van Eekeren 2008). De verschillen in opbrengsten en rendementen van bemesting worden voor een groot deel toegeschreven aan het verschil in bodemkwaliteit met het organische stofgehalte als belangrijk onderdeel daarvan. Zandgronden met een lager organisch stofgehalte houden minder water vast wat de gewasgroei ongunstig kan beïnvloeden en kan noodzaken tot meer beregening voor een goede opbrengst. Ook kunnen dergelijke gronden gevoeli-



FOTO 1. AARDAPPELVELD: ORGANISCHE STOF IS BELANGRIJK VOOR DE STRUCTUUR, BEWERKBAARHEID EN DOORWORTELING VAN DE BODEM WAT GUNSTIG IS VOOR DE GEWASOPBRENGST.

ger zijn voor wind of water erosie waardoor vruchtbare grond wordt weggeblazen of wegspoelt.

Naast de betekenis voor bodemkwaliteit en gewasopbrengsten heeft organische stof ook een belangrijke betekenis voor de samenstelling van het bodemleven, het klimaat door het vastleggen van koolstof en het milieu door de invloed op het vasthouden en uitspoelen van nutriënten en bestrijdingsmiddelen naar grond- en oppervlaktewater.

#### **SAMENSTELLING, OPBOUW EN AFBRAAK VAN ORGANISCHE STOF**

Organische mest, het gewas en gewasresten zijn belangrijke bronnen van organische stof in de bodem. Ook de meeste dierlijke mest kan als een plantaardig verteringsproduct gezien worden, aangezien de meeste landbouwhuisdieren planten(delen) als voedsel eten. Daarmee zijn plantenbestanddelen de belangrijkste bron voor de humusvorming. De opbouw van organische stof is een langdurig proces. Het kan vele tientallen jaren of langer duren voordat het organisch stofgehalte van de bodem structureel is verhoogd. De opbouw is mede afhankelijk van grondsoort, gewas en management.

De afbraak van organische stof is een natuurlijk proces en wordt

De invloed van gewas en management op organische stof blijft een moeilijk te voorspellen proces

bepaald door bodemorganismen, het fysische (bodem)milieu en de kwaliteit of samenstelling van de organische stof zelf. De chemische samenstelling van planten is een belangrijke eigenschap die invloed heeft op de vertering van de plant na afsterven. Groene planten(delen) hebben veelal een hoog eiwit- of suikergehalte en breken daardoor makkelijker af dan houtige planten(delen) met een hoog ligninegehalte. Ook de beschikbaarheid van stikstof is van grote invloed op de afbraaksnelheid omdat micro-organismen die de afbraak verzorgen veel stikstof nodig hebben. Een veelgenoemde vuistregel voor de afbraaksnelheid van organische stof is 2% afbraak van organische stof per jaar (o.a. Kortleven 1963). Dit percentage lijkt echter aan de hoge kant, vooral over een langere tijdsperiode bezien. De afbraaksnelheid van organische stof neemt exponentieel af. In de eerste maanden of jaren breken de makkelijk afbreekbare componenten af met een hoge snelheid. Daarna resteren moeilijker afbreekbare delen en loopt de snelheid asymptotisch terug naar vrijwel nul in latere jaren. Dit blijkt bijvoorbeeld uit het organische stofgehalte van enkeerdgronden, waar de organische stof die eeuwen geleden is toegediend nog steeds in de bodem aanwezig is, maar dan alleen de zeer stabiele fracties.

#### **TRENDS IN ORGANISCH STOFVERLOOP**

Uit de literatuur komt geen eenduidig beeld naar voren voor trends in veranderingen van hoeveelheden organische stof in landbouwgronden. Zo werd voor Nederland geen eenduidige afname gevonden na analyse van een grote dataset over de periode 1984 - 2004, met gegevens voor verschillende grondsoorten en gewassen (Reijneveld et al. 2009, Hanegraaf et al. 2009a). Ook uit de resultaten van het Landelijk Meetnet Bodemkwaliteit

(LMB) blijkt geen aantoonbare trend in het organische stofgehalte. In een vervolgonderzoek naar het organisch stofgehalte in de provincie Drenthe werd een lichte afname geconstateerd voor een deel van de onderzochte percelen onder aardappelen, bollen en gras (Hanegraaf et al. 2009b). Enkel in maïspcelen werd een stijging geconstateerd. In Vlaanderen vond Sleutel et al. (2003) een afname van het bodemorganisch koolstofgehalte over de periode 1989-2000. Geopperd werd dat de afname van het organische stofgehalte samenhangt met verminderd toepassen van varkensmest en de lichte textuur van de grond in Vlaanderen. In hoeverre afname van organische stof samenhangt met veranderd landgebruik is niet geheel duidelijk. Bellamy et al. (2005) rapporteren een dalende trend in het organische stofgehalte voor Engeland en Wales voor de periode 1978-2003. De afname werd gevonden voor alle vormen van landgebruik waardoor invloed van klimaatverandering werd verondersteld. Smith et al. (2007) plaatsen hier echter kanttekeningen bij omdat het aantal stuks vee in die periode zou zijn afgenomen en minder mest toegediend. Bovendien zou ook geen rekening zijn gehouden met veranderd landbouwkundig management en historisch landgebruik. In Frankrijk vond Saby et al. 2008 een negatieve trend in het koolstofgehalte van de bodem over de perioden 1990-1994, 1995-1999 en 2000-2004. De afname werd voor een belangrijk deel toegeschreven aan de gestegen temperatuur en veranderd landgebruik.

#### **EXPERIMENTEN**

In langjarige experimenten in Engeland (lopend sinds 1852, 1856 en 1897) werden geen eenduidige trends in toe- of afname van organische stof geconstateerd voor permanent grasland (Johnston 1986, Hopkins et al. 2009). Zowel afnemende als toenemende organische stofgehalten werden gevonden bij gelijkblijvend management. In langjarige experimenten in Duitsland met verschillende vormen van bodembewerking, waaronder geen of minimale grondbewerking, werden verschillende resultaten gevonden (Stockfisch et al. 1999). Bij minimale grondbewerking werd aanvankelijk een toename van organische stof gevonden. Deze toename werd vrijwel meteen tenietgedaan na ploegen van de grond. In een Zwitserse studie werd geen verschil in organisch stofgehalte gevonden bij verschillende mate van intensiteit van de bodembewerking (Hermle et al. 2008). Wel werd een andere verdeling van de organische stof over de bovenste 40 cm van het bodemprofiel aangetroffen.

#### **MODELSTUDIES**

Met simulatiemodellen kan het verloop in opbouw en afbraak van organische stof redelijk worden gesimuleerd. Uitkomsten kunnen voor verschillende modellen sterk uiteenlopen. Echter, in de meeste gevallen kunnen wel algemene trends, met een zekere bandbreedte, worden aangegeven. Zo berekenen de meeste modellen een relatieve afbraaksnelheid van organische stof met een exponentieel verloop, afvlakkend van 2 tot 20 jaar waarna de relatieve afbraaksnelheid min of meer constant blijft.

Volgens De Willigen et al. (2008) is een belangrijk probleem bij het vergelijken van modeluitkomsten met actuele waarden van het bodemorganische stofgehalte dat de actuele bodemorganische stofgehalten slechts ten dele het resultaat zijn van de huidige condities. Voormalig landgebruik, slechte drainage, afwezigheid van kunstmest en bekalken heeft de decompositiesnelheid van het bodemorganische stofgehalte in het verleden (sterk) beïnvloed, en daarmee ook de accumulatie van het bodemorganische stofgehalte. Van de andere kant waren bij het vroegere landgebruik de gewasopbrengsten, en daardoor ook gewasresiduen die in de grond verwerkt werden, lager dan de huidige opbrengstniveaus. Dit resulteert in lagere niveaus van organische stofgehalten dan verwacht op basis van de huidige toediening van organische meststoffen en gewasresten.



FOTO 2. MAÏSAKKER MET GEÏNJECTEERDE DRIJFMEST: ORGANISCHE STOF IN DRIJFMEST WERKT SNEL MAAR BREEKT OOK SNEL AF.

### CONCLUSIES

Samenvattend kan gezegd worden dat al veel bekend is van organische stof en dat op globaal niveau veel vragen over opbouw, afbraak en trends van organische stof beantwoord kunnen worden. Zo is globaal bekend hoe organische stof is samengesteld, hoe de opbouw en afbraak van organische stof verloopt en welke factoren daarop van invloed zijn.

Op meer gedetailleerd niveau is in grote lijnen bekend hoe afbraakprocessen verlopen, maar de precieze processen zijn moeilijk te analyseren omdat ze over lange tijd verlopen (soms meerdere eeuwen), historische factoren de opbouw en afbraak beïnvloeden, de deelprocessen niet altijd bekend zijn of (nog) niet begrepen worden en omdat de invloed van bodembiota complex is (veel verschillende soorten). Ook effecten van management in interactie met fysische en biotische factoren zijn nog niet altijd bekend. Hierdoor zijn bijvoorbeeld modelvoorspellingen niet onder alle omstandigheden even nauwkeurig.

Aangenomen wordt dat gewas, management (teelt), bodem en de combinatie daarvan een belangrijke rol spelen bij de opbouw en afbraak van organische stof. Resultaten van diverse trendanalyses, experimenten en modelberekeningen die ingaan op opbouw, afbraak en trends van organische stof blijken echter niet eenduidig. Het effect van gewas (continu of in wisselteelten), wisselingen in gewas en teeltwijzen (management) in combinatie met bodem, klimaat en historisch landgebruik op het organisch stofgehalte blijven een moeilijk te voorspellen proces.

In de context van de Europese Bodemstrategie, waarbij afname van de hoeveelheid organische stof als één van de belangrijkste bodembedreigingen wordt genoemd, is het vanwege de genoemde onzekerheden moeilijk om te zeggen of deze bedreiging zich in Nederland werkelijk voordoet bij de minerale gronden.

Aanbevolen wordt om met beschikbare gegevens op regionaal niveau na te gaan wat de invloed is van veranderend landgebruik en landbouwkundig beheer op het organisch stofgehalte. Daarnaast wordt aanbevolen om het organisch stofverloop meer structureel te volgen in praktijksituaties bij bekende voorgeschiedenis, beheer en teelt. Belangrijk is daarbij een onderscheid te maken in de organische stof nodig voor de levering van nutriënten en voor het in stand houden dan wel opbouwen van de totale hoeveelheid organische stof welke belangrijk is voor o.a. structuur en vochtleverend vermogen van de bodem. Deze gegevens kunnen dan tevens bijdragen aan nieuwe inzichten die gebruikt kunnen worden voor verder ontwikkeling van modellen en voorspellingen.

### DANKWOORD

Dit project is in 2010 uitgevoerd in opdracht van het voormalig ministerie van LNV, in het kader van Beleidsondersteunend Onderzoek, Domein Natuur, Landschap en Platteland, Thema Bodem, Water en Klimaat, Projectcode BO-11-002.01-008.

### REFERENTIES

1. Kortleven, Jac. en H. Pijl, 1954. De voorziening van de grond met organische stof. *Landbouwkundig tijdschrift*, 66 (2): 90-98.
2. Eekeren, Nick van, Jan Bokhorst, Herman de Boer, Marjoleine Hanegraaf, 2008. Van schraal naar rijk zand. Beoordeling van maatregelen voor verbetering van zandgronden op melkveebedrijven. Wageningen Louis Bolk Instituut, 38p.
3. Kortleven, J., 1963. Kwantitatieve aspecten van humusopbouw en humusafbraak. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 69.1. Wageningen, Pudoc, 109 p.
4. Willigen, P. de, B.H. Janssen, H.I.M. Heesmans, J.G. Conijn, G.J. Velthof, W.J. Chardon, 2008. Decomposition of organic matter in soil; comparison of some models. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1726, 73p.
5. Reijneveld, A. J. van Wensem, O. Oenema, 2009. Soil organic carbon contents of Agricultural land in the Netherlands between 1984 and 2004. *Geoderma* 152 (2009) 231-238.
6. Hanegraaf, M.C., E. Hoffland, P.J. Kuikman & L. Brussaard, 2009a. Trends in soil organic matter in Dutch grasslands and maize fields on Sandy soils. *European Journal of Soil Science*, April 2009, 60, 213-222.
7. Hanegraaf, M.C., D.W. Bussink, L. van Schöll en M.J.G. de Haas, 2009b. De afbraaksnelheid van organische stof in Drenthe. Wageningen, NMI, rapport 972.06, 89 p.
8. Sleutel, S., S. de Neve, G. Hofman, P. Boeckx, D. Beheydt, O. van Cleemput, I. Mestdagh, P. Lootens, L. Carlier, N. van Camp, H. Verbeeck, I. vande Walle, R. Sason, N. Lust and R. Lemeur, 2003. Carbon stock changes and carbon sequestration potential of Flemish cropland soils. *Global Change Biology* (2003) 9, 1193-1203.
9. Bellamy, P.H., P.J. Loveland, R.I. Bradley, R.M. Lark en G.J.D. Kirk, 2005. Carbon losses from all soils across England and Wales 1978-2003. *Nature*, 437, 245-248.
10. Smith, P., S.J. Chapman, W.A. Scott, H.I.J. Black, M. Wattenbach, R. Milne, C.D. Campbell, A. Lilly, N. Osle, P.E. Levy, D. G. Lumsdon, P. Millard, W. Towers, S. Zaehle, and J.U. Smith, 2007. Climate change cannot be entirely responsible for soil carbon loss observed in England and Wales, 1978-2003. *Global Change Biology* 13: 2605-2609.
11. Saby, N.P.A., D. Arrouays, B. Lemerrier, S. Folliot, C. Walter and C. Schvartz, 2008. Changes in soil organic carbon in a mountainous French region, 1990-2004. *Soil Use and Management*, 24: 254-262.
12. Johnstone, A.E., 1986. Soil organic matter effects on soils and crops. *Soil use management* 2: 97-105.
13. Hopkins, D. W., I. S. Waite, J. W. McNicol, P. R. Poulton, A. J. Macdonald, A. G. O'Donnell, 2009. Soil organic carbon contents in long-term experimental grassland plots in the UK (Palace Leas and Park Grass) have not changed consistently in recent decades. *Global Change Biology*: 15(7): 1739-1754.
14. Stockfisch, N., T. Forstreuter, W. Ehlers, 1999. Ploughing effects on soil organic matter after twenty years of conservation tillage in Lower Saxony, Germany. *Soil & Tillage Research* 52: 91-101.
15. Hermle, S., T. Anken, J. Leifeld and P. Weiskopf, 2008. The effect of the tillage system on soil organic carbon content under moist, cold-temperate conditions. *Soil & Tillage* 98: 94-105.