



# Met beide benen op de grond

---

## Bodemstructuur niet te verbeteren met bodemverbeteraars alleen

Voor bodemstructuur geldt: voorkomen is beter dan genezen. Een slechte bodemstructuur is lastig te herstellen. Een goede bodemstructuur zorgt voor stabiele productie en minder risico op calamiteiten. Een goede bodemstructuur is te behouden door goed bodemmanagement waarbij diverse aspecten een rol spelen, zoals vruchtwisseling en grondbewerking. Voor het verbeteren van bodemstructuur worden in de praktijk bodem- en structuurverbeterende producten toegepast. Toepassing van deze producten alleen is echter onvoldoende om de bodemkwaliteit en opbrengst te verbeteren.



WAGENINGEN **UR**  
For quality of life



---

## Een goede bodemstructuur

---

Een goede bodemstructuur kenmerkt zich door een kruimelstructuur gevormd door stabiele bodemaggregaten (bodemkluitjes). Deze bodemaggregaten bestaan uit minerale bodemdeeltjes en organische stof. Ze zijn aan elkaar gekit door uitscheidingsproducten van het bodemleven, wortels en organisch materiaal. Bij een goede bodemstructuur zijn er veel poriën voor een goede lucht en vochthuishouding. In natte perioden wordt overtollig water snel afgevoerd. Plantenwortels kunnen de hele bodemlaag intensief en homogeen bewortelen. Daardoor is een betere benutting van nutriënten zoals fosfaat mogelijk. Compactie en verdichting van de grond wordt door een goede bodemstructuur voorkomen. Een goede bodemstructuur is van belang voor een goede en vroege groei van het gewas. Daarnaast is een goede structuur essentieel voor de draagkracht en bewerkbaarheid van de bodem.

---

## Een slechte bodemstructuur

---

In de praktijk heerst een sterke indruk dat de bodemstructuur van akkerbouwpercelen verslechtert. Voor een slechtere bodemstructuur zijn wel een aantal oorzaken aan te wijzen: toenemend gewicht van mechanisatie, intensieve bouwplannen met veel rooivruchten, laat oogsten en klimaatverandering. Dit laatst uit zich in méér en grotere piekneerslagen en warmere winters zonder lange vorstperiodes.

Een slechte bodemstructuur is te herkennen aan een blokkige structuur (grove kluiten) in verdichte lagen en het dichtslaan van de grond bij neerslag. Behalve dat dit leidt tot lagere gewasopbrengsten zorgt dit ook voor een slechtere bewerkbaarheid van de bodem, het vergt meer trekkracht en het verhoogt het risico op wateroverlast met afspoeling van nutriënten tot gevolg. Ook leidt een slechtere bodemstructuur tot een verhoogd risico op ziekten en plagen en daarmee een hoger gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.



### **Structuur**

*De plaatjes hiernaast laten zien dat een slechte structuur (links) een minder goede doorworteling geeft dan een goede kruimelige structuur van de bodem (rechts). De wortels nemen in een slechte structuur minder water en voedingsstoffen op.*



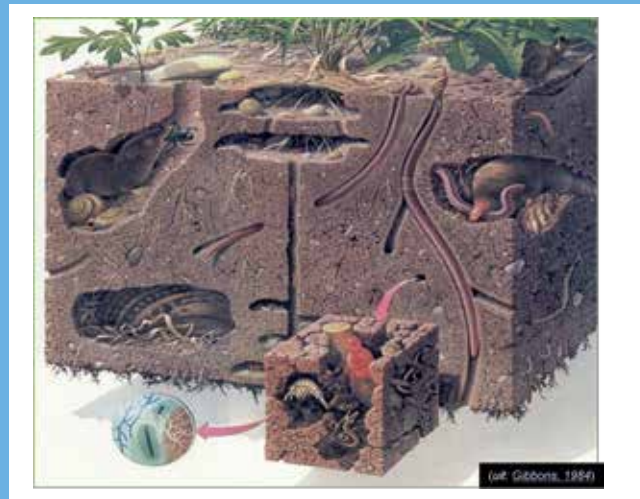
### **Verdichting**

Een belangrijke vorm van een slechte bodemstructuur is verdichting. Verdichting ontstaat vaak omdat de grond te nat is voor de belasting of bewerking. De gevolgen van een verdichte grond zijn:

- Door bodemverdichting neemt het aantal poriën af. In de poriën die overblijven, daalt het aandeel macroporiën en stijgt het aandeel microporiën. Vooral de macroporiën zijn belangrijk voor het water- en luchttransport in de bodem. Er kan dus minder water en lucht door de bodem worden getransporteerd.
- Door het verminderde luchttransport neemt de stikstofmineralisatie af en de denitrificatie toe. De stikstofefficiëntie neemt hierdoor af, waardoor een hogere stikstofgift nodig is.
- Verdichting leidt tot een ondiep en extensiever wortelstelsel waardoor de water- en nutriëntenopnamecapaciteit vermindert.
- Door het lagere watertransport blijft de grond langer nat en zijn er minder werkbare dagen.
- Een verdichte bodem vraagt een hogere trekkracht waardoor het brandstofverbruik per hectare stijgt.
- Bodemverdichting kost opbrengst, tot 10-20% bij gewassen als aardappelen en suikerbieten. De opbrengstderving kan nog hoger zijn wanneer sortering- en/of kwaliteitseisen niet gehaald worden.

### **Bodemleven**

Een goede bodemstructuur komt tot stand door een samenspel van bodemchemische, -fysische en -biologische eigenschappen. Bodemleven speelt een belangrijke rol bij de opbouw en instandhouding van de bodemstructuur. Actieve bacteriën en schimmels scheiden bijvoorbeeld kleverige stoffen uit die bodemdeeltjes aan elkaar laten plakken, waardoor aggregaten (grondkruimels) worden gevormd. Daarnaast houden schimmels met hun schimmeldraden bodemdeeltjes bijeen. Daarnaast zijn regenwormen de natuurlijke woelers van de bodem. Ze mengen organische stof met bodemdeeltjes en zorgen voor een luchtige structuur. Ook laten regenwormen slijmstoffen achter en sommige wormen zijn zelfs in staat om door verdichte bodemlagen te graven. Voor een uitbundig bodemleven heeft het bodemleven voedsel nodig: (verse) organische stof. Gewasresten zijn een belangrijke bron van organische stof.



### **Maatregelen om bodemstructuur te verbeteren**

Snelle oplossingen voor het verbeteren van een slechte bodemstructuur bestaan helaas niet. In de praktijk wordt bijvoorbeeld vaak geprobeerd met een woeler verdichte lagen open te breken. Onderzoek van Wageningen UR in Lelystad heeft uitgewezen dat het opbreken van een verdichte laag met een woelpoot net onder de verdichte laag geen effect heeft. Een slechte structuur kan wel verbeterd worden door een combinatie van diverse grondbewerkings- en teeltmaatregelen en aanvoer van organische stof. Daarbij is ook veel geduld nodig. Voorkomen van een slechte structuur is dus belangrijk. De maatregelen voor het verbeteren van de bodemstructuur zijn grotendeels gelijk aan de maatregelen om een goede structuur te behouden.

---

Relatief eenvoudige maatregelen die bijdragen aan behoud en verbetering van bodemstructuur zijn:

- Het goed timen van grondbewerking en oogstwerkzaamheden. Hoewel dit gemakkelijker gezegd dan gedaan is, zijn deze factoren enorm belangrijk. Hierbij dient niet alleen op de vochtigheid van het zaai- of oogstbed gelet te worden, maar vooral ook op de vochtigheid van de ondergrond. Dit kan worden gecheckt in het veld met een spade. Tijdig oogsten is ook van belang omdat later in het najaar de kans op goede oogstomstandigheden afneemt.
- Bandenkeuze: een radiaalband is beter dan een diagonaalband. Het beste kan gekozen worden voor lage bandenspanning (0,4 bar) in een nat voorjaar en 0,8-1,0 bar in het groeiseizoen.
- Minimaal berijden van het perceel door het combineren van bewerkingen bij grondbewerking en zaai en het vermijden van veldtransport bij de oogst door het lossen van oogstmachines op de kopakker.
- Organische stofaanvoer: een ruime aanvoer van organische stof via organische meststoffen, het telen van meer groenbemesters en het inwerken van meer gewasresten (stro) stimuleert het bodemleven. Het bodemleven stimuleert op zijn beurt weer de structuurvorming (zie kader bodemleven).
- Bekalken: een goede pH van de grond draagt bij aan een goede structuur.

Meer vergaande maatregelen die bijdragen aan het verbeteren van bodemstructuur zijn:

- Vroeg oogsten. Dit kan betekenen dat het bouwplan wordt afgestemd op de perceelseigenschappen: sommige gewassen kun je beter niet telen omdat het risico op (blijvende) structuurschade door bijvoorbeeld de oogstwerkzaamheden erg groot is.
- Meer rustgewassen in het bouwplan opnemen, zoals meer granen en gras en meer groenbemesters telen, omdat deze zorgen voor een hogere organische stofaanvoer, een intensieve beworteling hebben, onder goede omstandigheden geoogst kunnen worden en de oogst ervan weinig bodemverstoring geeft (dit in tegenstelling tot rooivruchten).
- Bovenover ploegen: er wordt niet in de voor gereden zodat er geen verdichting in de ondergrond ontstaat.
- Niet kerende grondbewerking: de bouwvoor wordt niet gekeerd en zo weinig mogelijk bewerkt. Dit zorgt voor een opbouw van organische stof in de toplaag en daarmee voor een stabiele bodemstructuur. De draagkracht van deze grond is beduidend hoger.
- Vaste rijpadenteelt: in principe wordt de grond tussen de rijpaden niet bereiden. Van bodemverdichting in de teeltbedden is dan geen sprake meer. In de praktijk komen seizoens-onbereiden bedden voor.



---

## Bodem- en structuurverbeteraars hebben nauwelijks effect op bodemstructuur

---

Toepassen van bodem- en structuurverbeteraars wordt ook gezien als mogelijke maatregel voor verbeteren van bodemstructuur. Veel akkerbouwers passen regelmatig één of meerdere middelen toe op hun percelen. Maar werken ze eigenlijk wel? Wageningen UR en het Nutriënten Management Instituut (NMI) hebben in een zesjarige proef onderzocht of toepassing van een negental bodemverbeteraars en kalkmeststoffen leidt tot een verbetering van de bodemstructuur en opbrengst. Het resultaat van de proef is dat incidenteel een product een positief effect heeft gehad op de bodemfysische of -chemische gesteldheid. De effecten waren echter niet structureel over jaren, locaties en/of grondsoorten. Daarnaast heeft geen van de producten geleid tot statistisch betrouwbare opbrengstverhoging ten opzichte van de referentie kunstmest. Dit betekent dat de bodemstructuur op gronden van een normale tot goede kwaliteit niet verbeterd kan worden door toepassing van bodem- en structuurverbeteraars alleen. Er is een grote variatie in type producten, de wijze waarop ze verondersteld worden te werken en de mate waarin ze een directe dan wel indirecte invloed op de bodemvruchtbaarheid kunnen hebben. De geteste producten staan in de tabel op de volgende pagina.

Calcium en kalkmeststoffen		Bodemleven stimulerende producten	
<i>Agrigyps: Calciummeststof met sulfaat zonder pH verhogend effect. Dosering: 1730 kg/ha/jaar.</i>		<i>Condit 7%N: product bestaande uit o.a. gehydratiseerde eiwitten en zeolieten. Dosering: 1000-2000 kg/ha/jaar.</i>	
<i>Betacal Carbo: Kalkmeststof met pH verhogend effect, reststroom van suiker-productie. Dosering: 1790 kg/ha/jaar.</i>		<i>Xurian Optimum: meststof met borium, zink en een Pseudomonas-bacterie. Dosering: 0.9 kg/ha/jaar.</i>	
<i>Brandkalk: Kalkmeststof met magnesium, licht pH verhogend. Dosering: 840 kg/ha/jaar.</i>		<i>Bactofil: Bacteriepreparaat in twee vormen voor monocotylen en voor dicotylen. Dosering: 0.5-1 l/ha.</i>	
<i>PRP-sol: meststof op basis van minerale zouten, sporenelementen en organische extracten met calcium- en magnesiumcarbonaat. Dosering: 200 kg/ha/jaar.</i>		<b>Referenties</b>	
<b>Overige producten</b>		<i>Compost: GFT of groencompost. Dosering 9 ton/ha/jaar.</i>	
<i>Biochar: product dat ontstaat bij verhitting van biomassa onder zuurstofloze omstandigheden. Dosering: 2.5-5 ton/ha/jaar.</i>		<i>Drijfmest: Runder- of varkensdrijfmest. Dosering: 0-40 m3/ha/jaar.</i>	
<i>Steenmeel: gemalen vulkanisch gesteente in deze proef gericht op kali-levering. Dosering: 45 ton/ha in eerste drie jaar.</i>		<i>Kunstmest: geen bodemverbeteraar en geen organische mest.</i>	

### Proefopzet

In de proef zijn de ontwikkeling van de gewasopbrengst, de gewaskwaliteit en de bodemeigenschappen gevolgd over een periode van zes jaar (2010-2015). De negen producten zijn vergeleken met drie referenties: alleen kunstmest, drijfmest plus kunstmest en groencompost plus kunstmest. De proef is uitgevoerd op drie klei- en twee zandlocaties in verschillende delen van het land op percelen met een gemiddelde bodemkwaliteit. In 2010 is op alle proefvelden de uitgangssituatie van de bodem bepaald (nulmeting), zowel chemisch, fysisch als biologisch. In 2012 en 2015 zijn de bodemeigenschappen opnieuw bepaald.



## Project Bodem- en structuurverbeteraars

In het project Bodem- en structuurverbeteraars zijn een 9-tal producten getest op hun effect op verandering van bodemkenmerken en gewasopbrengst op 5 locaties gedurende 6 jaar. Naast de proeven is ook uitgebreid gecommuniceerd over hoe om te gaan met bodemstructuur. Het rapport "Effecten bodem- en structuurverbeteraars, Eindrapportage 2010-2015, PPO/NMI" is te downloaden van [www.kennisakker.nl](http://www.kennisakker.nl)

Het project is uitgevoerd door Wageningen UR en het Nutriënten Management Instituut (NMI).  
Het project is gefinancierd door:

- Productschap Akkerbouw / Brancheorganisatie Akkerbouw
- Ministerie van Economische zaken via de PPS-bodem
- Provincies Flevoland, Groningen, Drenthe en Friesland
- Europese Unie via programma Interreg IVb
- Productleveranciers PRP Benelux, IRS, Agrobio, De Wulf Agro, Triferto
- Kiemkracht

Contact | Janjo de Haan M | [janjo.dehaan@wur.nl](mailto:janjo.dehaan@wur.nl) T | 0320-291211

Contact | Wim Bussink M | [wim.bussink@nmi-agro.nl](mailto:wim.bussink@nmi-agro.nl) T | 06-29037096

## PPS Duurzame Bodem

De PPS Duurzame Bodem wil door een integrale aanpak de kennis van bodem en bodemprocessen vergroten. Meer over onderzoek binnen de PPS Duurzame Bodem, achtergronden bij dit onderwerp en onderbouwende literatuur is te vinden op [www.beterbodembeheer.nl](http://www.beterbodembeheer.nl)

## Colofon

Samenstelling en tekst | Janjo de Haan, Maureen Schoutsen, Derk van Balen, Wim Bussink, Martien de Haas  
Uitgever | Wageningen UR  
Beeld | Wageningen UR  
Vormgeving | Caroline Verhoeven



**WAGENINGEN UR**  
For quality of life

