

## Kennis voor morgen voor de beroepen van overmorgen:

### Lectoraten Aeres Hogeschool Dronten

Vitale agribusiness via cyclische proces- en productieketens  
Duurzame energie en groene grondstoffen  
Ondernemerschap en samenleving  
Precisielandbouw  
Gezonde pluimveehouderij  
Aardappelketen en sectorinnovatie  
Beweiding  
Duurzaam bodembeheer

### Lectoraten Aeres Hogeschool Almere

Groene en Vitale Stad  
Voedsel en gezondleven

### Lectoraten Aeres Hogeschool Wageningen

Professionele identiteit en organisatieontwikkeling  
Boundary crossing praktijken opleiders en onderzoekers  
Responsief onderwijs

Kijk voor meer informatie over het praktijkonderzoek, het Kenniscentrum, de kenniscoalities en de lectoraten op [aereshogeschool.nl/onderzoek](http://aereshogeschool.nl/onderzoek)

[aereshogeschool.nl](http://aereshogeschool.nl)

Aeres Hogeschool Dronten  
De Drieslag 4  
8251 JZ Dronten  
088 - 020 6000

[info.hogeschool.dronten@aeres.nl](mailto:info.hogeschool.dronten@aeres.nl)



# Met je kop in het zand

Investeren in kapitaal onder het maaiveld



**AERES**  
HOGESCHOOL  
DRONTEN



## Colofon

### Uitgave:

Aeres Hogeschool Dronten  
Tel 088 - 020 60 00  
www.aereshogeschool.nl



### Auteur:

Gera van Os

### Bestellingen:

Marketing & Communicatie  
s.van.dijk@aeres.nl  
Tel. 088 - 020 64 24  
Publicatienummer 16-003PP  
Lectoraat Duurzaam Bodembeheer

© Aeres Hogeschool Dronten  
Gebruik van de inhoud is toegestaan,  
mits met duidelijke bronvermelding.



# Met je kop in het zand

Investeren in kapitaal onder het maaiveld



***“Goed bodembeheer is topsport: het vraagt dagelijks inspanning om in conditie te blijven.”***

Jan Reinier de Jong, akkerbouwer in Odoorn, Bodem 23(2013)1:12

## Inhoudsopgave

pagina

	<b>Voorwoord</b>	8
<b>1</b>	<b>We boeren achteruit</b>	9
1.1	Was vroeger alles beter?	10
1.2	Het Internationale Jaar van de Bodem	10
1.3	Bodem en beleid	12
1.4	Leeswijzer	13
1.5	Zelftest	13
<b>2</b>	<b>Verborgene gebreken</b>	15
2.1	Verdichting van de ondergrond	15
2.2	Organische stof	19
2.3	Bodembiodiversiteit	20
2.4	Bodem en water	24
<b>3</b>	<b>Dé ideale oplossing bestaat niet</b>	29
3.1	Kennisintensief	29
3.2	Maatregelen om de bodem te verbeteren	30
3.3	Complexiteit en samenhang	33
3.4	Samenwerking akkerbouwers en melkveehouders	35
<b>4</b>	<b>Bewustwording en gedragsverandering</b>	39
4.1	Profielkuil	39
4.2	Bodem en kapitaal	40
4.3	Veranderende relaties	42
<b>5</b>	<b>Het lectoraat Duurzaam bodembeheer</b>	45
5.1	Doel van het lectoraat	45
5.2	Thema's en onderzoeksvragen	46
5.3	Praktijkonderzoek	49
<b>6</b>	<b>Innovatie van de kennisinfrastructuur</b>	55
6.1	Spin in het web	55
6.2	Het Bodemprofiel	56
6.3	Monitoring door studenten	57
	<b>Bronnen</b>	63



***“De meeste akkerbouwers zijn op z’n minst ‘machineboeren’.  
Ze komen zelden of nooit van hun trekker af  
om de bodem te bekijken.”***

Leendert Molendijk, onderzoeker Wageningen UR, Kennislink 7 juli 2015

## Woord vooraf

Het lectoraat Duurzaam bodembeheer richt zich op een optimale integratie van kennis en kunde op het gebied van de bodem, agrarische productiesystemen en daaraan gerelateerd grondgebruik, waterbeheer, bodemvruchtbaarheid en -gezondheid en de precisielandbouw. Uiteindelijk moet dit leiden tot een optimalisatie van duurzaam bodembeheer op bedrijfsniveau. Het roer moet om, maar een eenduidige oplossing is er niet. Een andere manier van denken is nodig. Bewustwording ‘dat het ook anders kan’ is de eerste stap, gevolgd door ervaringen opdoen met nieuwe maatregelen.

De meeste praktische innovatiekracht zit bij agrariërs zelf. Daarom is samen kijken en discussiëren het begin van innoveren van de bodemkwaliteit! Er is veel kennis op het gebied van bodem (en water) ontwikkeld maar nog onvoldoende voor de primaire agrarische productie ontsloten en toegepast. Belangrijk is dat een grote groep agrariërs bereikt wordt en dat aangesloten wordt bij bestaande netwerken, bij beschikbare kennis en bij al lopende projecten, waarbij bewustwording en kennisverspreiding centraal staan.

Samen met de sector willen we als hogeschool het voortouw nemen in die bewustwording en die kennisverspreiding op het gebied van duurzaam bodembeheer. Daarmee draagt het lectoraat bij aan de maatschappelijke wens meer werk te maken van bodemkwaliteit. Hét doel van dit lectoraat is de akkerbouwer, die erkent dat de bodem zijn kapitaal is, die niet uit is op winstmaximalisatie op de korte termijn, maar wel op het behoud van bodemvruchtbaarheid op de lange termijn met bijbehorende interventies in de bedrijfsvoering.

Voor onze hogeschool is essentieel dat een lectoraat aansluit bij ons onderwijs en bij het bedrijfsleven. Dit lectoraat wil studenten nut en noodzaak van duurzaam bodembeheer laten inzien én er aan bijdragen dat zij de kennis en vaardigheden in huis hebben om dit op een optimale manier uit te voeren. Lector, docent-onderzoekers, studenten gaan samen met de sector aan de slag met onderzoeksvragen rondom verantwoord bodembeheer.

Ik spreek de wens uit dat het lectoraat Duurzaam bodembeheer een impuls geeft aan de samenwerking tussen onderwijs, onderzoek en agrariërs. Samen werken aan bodemkwaliteit! Met als resultaat de (toekomstige) akkerbouwer die optimaal inzet op de kwaliteit van de bodem.

Rieke de Vlieger  
Directeur Aeres Hogeschool





***“Behandel je grond als je vrouw.”***

Mari van den Heuvel, vollegrondsteler in Nuenen, Goed doorgrond 2007

## Hoofdstuk 1

# We boeren achteruit

De bodem is de basis voor veel dingen die vaak als vanzelfsprekend gezien worden, zoals voedselproductie, natuur, energie, drinkwater, en de koolstof- en stikstofkringloop. Dit alles begint bij de bodem. De bodem is daarmee één van de belangrijkste fundamenten onder ons bestaan. Maar de bodemkwaliteit staat onder druk; wereldwijd verliezen we in rap tempo gezonde vruchtbare grond (De Groene Muskietier).

### 1.1 Was vroeger alles beter?

Nederland is een agrarisch land. Van de 3,4 miljoen hectare land is circa 2,3 miljoen te karakteriseren als landbouwgrond. Vóór het tijdperk van de kunstmest was het belang van een goede bodem voor iedereen duidelijk. De introductie van kunstmest en chemische gewasbescherming in de vorige eeuw leidde er echter toe dat de bodem als substraat werd gezien en niet meer als een dynamisch systeem. De conditie van de bodem deed er minder toe.

De huidige landbouwsystemen richten zich vooral op maxi-

malisatie van productie. De kosten voor grond en arbeid zijn hoog, maar de prijzen van producten zijn laag. Met een grote inzet van grondstoffen en mechanisatie worden hoge producties per hectare gerealiseerd. In de praktijk betekent dit een krappe vruchtwisseling en een maximale inzet van kunstmest en gewasbeschermingsmiddelen (Zanen, 2015).

***“We plegen roofbouw op onze gronden. We halen nog wel hoge opbrengsten, maar de bodemvruchtbaarheid holt achteruit.”***

*Kees van Dun, loonwerker in Flevoland, Grondig 6 2015*

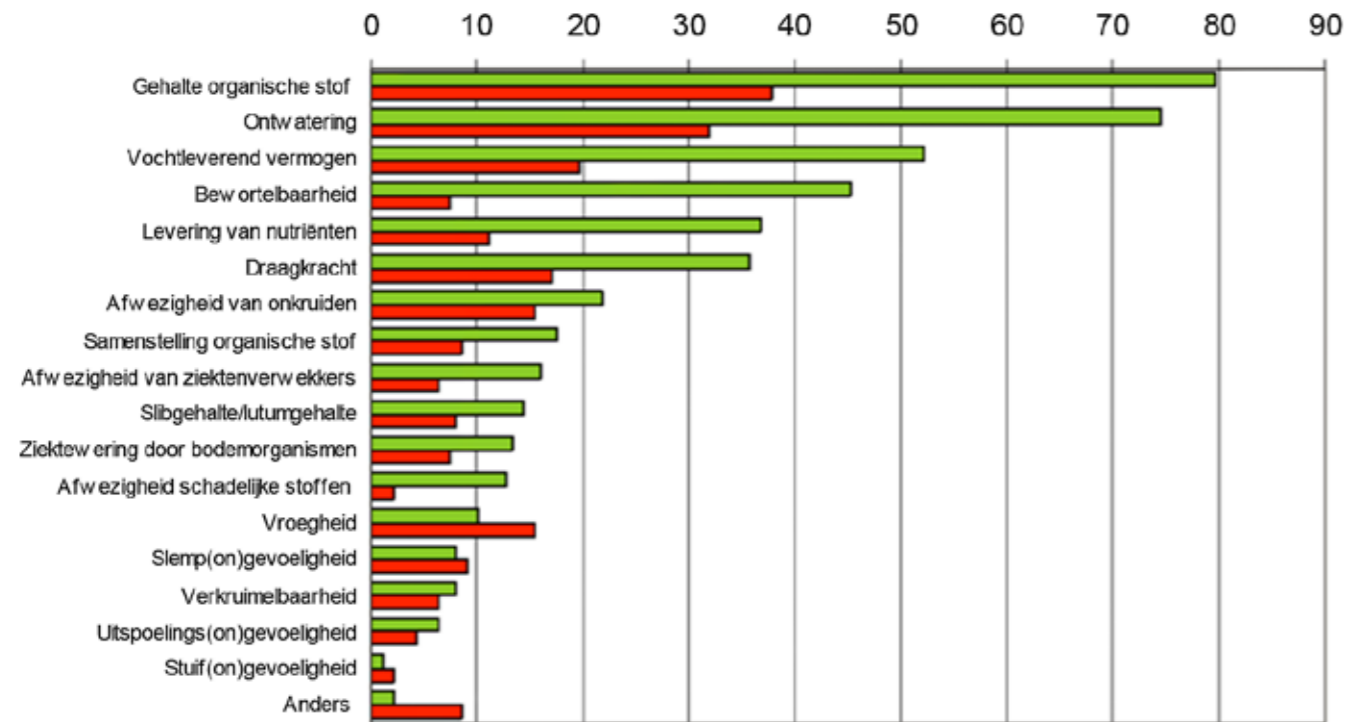
Maar de wal lijkt het schip te keren, steeds meer agrariërs ervaren dat grenzen bereikt zijn: de bodemvruchtbaarheid neemt af en de structuur verslechtert. Daarnaast verlangt de maatschappij behalve voedsel ook een schone en gezonde leefomgeving. Deze maatschappelijke eisen zijn vertaald in Europese regelgeving. Het gevolg is dat hoge opbrengsten gehaald moeten

worden met minder stikstof en fosfaat uit bemesting en minder gewasbeschermingsmiddelen. Slecht bodembeheer kan niet meer worden 'gecorrigeerd' door input vanuit bijvoorbeeld kunstmest. En een slechtere bodemkwaliteit komt nu sneller tot uiting in een slechtere gewasontwikkeling en een lagere opbrengst. Deze ontwikkelingen leiden ertoe dat ondernemers meer aandacht gaan besteden aan de kwaliteit van de bodem. Rendement voor de korte termijn begint plaats te maken voor het besef dat er ook in de toekomst nog landbouwproductie mogelijk moet zijn. Een andere manier van bodembeheer is het creëren van een robuust systeem dat tegen een stootje kan.

De focus ligt dan op het ontwerpen van een goed functionerend systeem, dat eventuele verstoringen (overmatige neerslag, droogteperiodes, insectenplagen) goed kan opvangen. De boer streeft naar een groter zelfregulerend vermogen van het systeem (Reubens et al, 2012; Zanen, 2015).

### 1.2 Het Internationale Jaar van de Bodem

Het jaar 2015 was door de Verenigde Naties uitgeroepen tot het Internationaal Jaar van de Bodem. Aansluitend heeft The International Union of Soil Sciences de Internationale Decade van de Bodem afgekondigd van 2015-2024. Hiermee willen



**Figuur 1.1:** Overzicht van de belangrijkste bodemeigenschappen (groen) en knelpunten (rood) volgens 188 ondernemers (%) werkzaam in onder andere de veehouderij, akkerbouw, vollegrondsgroenten, bloembollen en boomkwekerijen (Van Dam et al, 2006).

deze organisaties de bewustwording versterken over het belang van de bodem en haar natuurlijk kapitaal (FAO, IUSS). Voor agrarische ondernemers is duurzaam bodemgebruik: de grond zo gebruiken en beheren dat die ook op lange termijn van goede kwaliteit blijft voor de teelt. Een goede bodemkwaliteit wordt volgens de ondernemers vooral bepaald door het organische stofgehalte van de grond, de ontwatering, het vochtleverende vermogen, de draagkracht, de levering van nutriënten en de onkruiddruk (zie figuur 1.1). Een goed beheer is er op gericht dat deze zaken in orde zijn. Volgens de ondernemers zijn zij verantwoordelijk voor de kwaliteit van de grond te handhaven: de grond geschikt te houden voor de teelt. Dat is ook in hun eigen belang en daarvoor zijn volgens hen geen regels nodig. (Van Dam et al, 2006).

De manier waarop de bodem wordt gebruikt, en de daaruit resulterende bodemvruchtbaarheid, wordt dus bepaald door



de bedrijfsvoering van de boer. Maar op haar beurt wordt de bedrijfsvoering in belangrijke mate beïnvloed door de markt. Bijvoorbeeld bij de keuzes die een boer maakt over de inzet van kunstmest, dierlijke mest of compost zijn de prijs en de directe werking leidend. Het effect van deze producten op de bodemvruchtbaarheid is op de langere termijn echter verschillend. Hetzelfde geldt voor de vruchtwisseling. Het assortiment gewassen met een hoog financieel saldo is beperkt, waardoor de vruchtwisseling noodgedwongen krappert wordt. Terwijl de boer weet dat dit nadelig kan uitpakken voor de organische stofvoorziening en de ziektedruk van zijn grond. Bij de oogst spelen ook dit soort conflicten. Vooral voor verse producten bepaalt het vooraf opgelegde afnemersschema in belangrijke mate het tijdstip van de oogst. Ook al zijn de weers- en bodemomstandigheden ongunstig, de oogst moet dan toch plaatsvinden. Andere omgevingsfactoren die het handelen van boeren beïnvloeden zijn bijvoorbeeld de vraag naar biomassa voor energieproductie. Dergelijke ontwikkelingen brengen een risico voor bodemvruchtbaarheid met zich mee door de onttrekking van organische stof, al hoeft het niet persé nadelig uit te pakken. Hetzelfde geldt voor klimaatverandering. Het effect op organische stof is nog onduidelijk, maar risico's voor erosie en verlies aan structuur lijken toe te nemen (Schils, 2012).



**Figuur 1.2:** Bodem-ecosysteemdiensten (Soilpedia)

### 1.3 Bodem en beleid

De vraag naar voedsel en andere biomassa blijft deze eeuw toenemen. De omgeving waarin de productie tot stand komt verandert echter continu. De maatschappij vraagt om schone productie met het oog op biodiversiteit, een veranderende afzetmarkt, schaarser wordende grondstoffen en verandering van het klimaat. Dat zet ook de bodemvruchtbaarheid onder druk. Het is dus niet verwonderlijk dat bodemvruchtbaarheid steeds nadrukkelijker op de agenda staat van politiek, overheid, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties (Schils, 2012). Door de Europese Commissie wordt geschat dat ongeveer 16% van de bodems in Europa onderhevig is aan één of andere vorm van degradatie. Er worden acht belangrijke bedreigingen genoemd: bodemerosie, afname van het bodem organisch stofgehalte, verontreiniging, bodemverdichting, verlies aan bodembiodiversiteit, verzilting, afdekking, grondverschuivingen en overstromingen (Reubens et al. 2010; Van Holm et al. 2011; Zanen et al. 2011).

Het Nederlandse overheidsbeleid rond het thema bodem heeft raakvlakken met de Ecologische hoofdstructuur, het klimaatbeleid rond waterbeheer, het beleid voor biodiversiteit, het

fyto-sanitair beleid en mestbeleid. Deels is dit nationale beleid autonoom en deels hangt het samen met Europese overeenkomsten en voornemens. Deze wet- en regelgeving bepaalt voor een belangrijk deel de ruimte die een ondernemer heeft bij het beheren van zijn percelen.

De Technische Commissie Bodem van de Ministeries VRO, VROM, I&M stelt bovendien dat bodemgebruik en -beheer gezien moeten worden in de context van duurzaam gebruik van ecosystemen. Daarbij gaat het om het behoud en het ontwikkelen van vitale ecosystemen die nu en in de toekomst in onze behoeften en die van planten en dieren kunnen voorzien (TCB). Een gezonde bodem levert ecosysteemdiensten (zie figuur 1.2), dit zijn functionele eigenschappen van de bodem die essentieel zijn voor het huidig én toekomstig bodemgebruik. Het bodemgebruik bepaalt of de diensten benut of uitgeput worden. Duurzaam bodemgebruik is gericht op vermindering van bodemuitputting, verantwoorde verhoging van de voedselproductie, optimalisatie van teelsystemen en vermindering van milieubelasting.

Verslechtering van de structuur, verdichting, afname van organische stofgehalte en verlies aan biodiversiteit leiden vroeg of laat tot ongewenste effecten voor de landbouw en de maatschappij. De productiecapaciteit van de bodem vermindert, evenals de efficiëntie van ingezette meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen. Verliezen van deze stoffen naar water en lucht verslechteren de kwaliteit van de omgeving (Schils, 2012). Meer aandacht voor de bodem is noodzakelijk, willen volgende generaties nog van die bodem kunnen profiteren.

### 1.4 Leeswijzer

Dit boekje schetst een beeld van de problematiek rond bodemkwaliteit voor de Nederlandse landbouw en wat er nodig is om het handelingsperspectief voor ondernemers op bedrijfsniveau te verbeteren. Het eerste hoofdstuk gaat over de actualiteit en de urgentie van het verlies aan bodemkwaliteit. Hoofdstuk 2 gaat dieper in op de oorzaken hiervan en hoofdstuk 3 gaat in op de maatregelen die verdere verslechtering kunnen voorkomen of de bodemvruchtbaarheid kunnen verbeteren. Waarom het

niet vanzelfsprekend is dat boeren de juiste keuzes maken staat toegelicht in het vierde hoofdstuk. In hoofdstuk 5 staat aangegeven wat de insteek is van het lectoraat Duurzaam Bodembeheer in deze context. Tot slot gaat het laatste hoofdstuk in op de ambitie van het lectoraat om een structurele verandering aan te brengen in de kennisinfrastructuur, in het bijzonder de rol van het hoger onderwijs daarin met betrekking tot agrarisch bodembeheer.

### 1.5 Zelftest

Het nemen van maatregelen om de bodemkwaliteit te verbeteren vergt gedragsverandering, onder andere van boeren. Hieraan gaat bewustwording vooraf en het gevoel van urgentie om een verandering ook daadwerkelijk door te voeren. In dit boekje is een kleine quiz opgenomen: "Hoe bodembewust ben jij?" De vragen en antwoorden weerspiegelen de spagaat waarin boeren dagelijks verkeren bij het maken van keuzes. De antwoorden staan op pag 67.



1. Waar kies je voor op een grond die gevoelig is voor verdichting?
  - A. Een hoogrenderend ras dat laat in het najaar geoogst moet worden
  - B. Een vroeg-rijpend gewas dat minder opbrengt



***“Zware machines is één van de belangrijkste oorzaken van de achteruitgang van de bodemvruchtbaarheid.”***

Everhard van Essen, bodemspecialist Aequator Groen & Ruimte, Grondig 6 2015

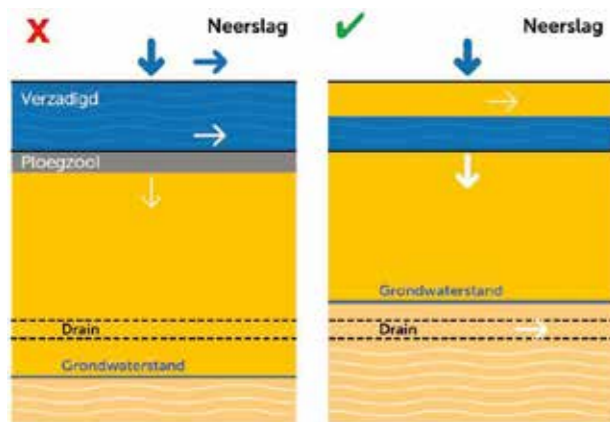
## Hoofdstuk 2

# Verborgene gebreken

Juist onder het maaiveld bevindt zich het fundament van een duurzame en gezonde landbouwpraktijk: de bodem. Onder invloed van diverse factoren, waaronder snelle maatschappelijke veranderingen en technologische ontwikkelingen, is het landbouwkundig bodemgebruik in onze regio's de afgelopen decennia sterk geëvolueerd. Zo worden grotere en zwaardere machines ingezet in grootschalige en relatief eenzijdige productiesystemen met nauwe teeltrotaties. Ook is het groeiseizoen vaak langer geworden doordat men vroeger gaat zaaien en poten en later gaat oogsten). Door loonwerk en contracten met de industrie wordt de ondernemer er vaak ongewenst toe gedwongen deze zware machines ook in minder gunstige omstandigheden, bijvoorbeeld laat in het najaar, in te zetten. Deze veranderingen leiden vaak tot sterkere bodemdegradatie, gekenmerkt door onder meer een toename van erosie, verslapping, versmering en bodemverdichting, en een achteruitgang van de buffercapaciteit en het bodemleven (Reubens et al, 2012).

Daarnaast voltrekt zich een klimaatverandering. In Nederland is het de afgelopen eeuw warmer en natter geworden. Sinds 1900 is de temperatuur gemiddeld 1,2 graden Celsius gestegen en de jaarlijkse neerslag met 18% toegenomen. Het KNMI verwacht dat deze trends zich verder voortzetten. Er wordt een stijging verwacht van de zomertemperatuur met 1,7 tot 5,6 graden aan het eind van deze eeuw en een toename van de extremen in neerslagintensiteit tussen de 25% en 108% (Lenderink et al, 2011). Deze klimaatverandering kan invloed hebben op diverse aspecten van bodemvruchtbaarheid, zoals een verhoogde afbraak van organische stof, toename van de erosie door heviger buien, verslechtering van de bodemstructuur en een toename van de verzilting (Schils, 2012). Dit hoofdstuk gaat in op de belangrijkste knelpunten in de agrarische bodem.





**Figuur 2.1:** Schematische voorstelling van het effect van een sterk verdichte ondergrond op infiltratieproblemen en afstroming. Zonder dichte ploegzool kan een groot deel van de regen infiltreren (rechts), terwijl boven een verdichte ploegzool de bouw voor verzadigd raakt waardoor veel water afstroomt (links) (Van den Akker, 2015).

### Grootste knelpunt

Het gaat slecht met de Nederlandse bodem, stellen onderzoekers. De mechanisatie is in de landbouw zwaarder geworden, door schaalvergroting en verandering in de toedieningstechniek van mest (injectie in plaats van bovengrondse toediening). De druk op de bodem is daarbij niet in alle gevallen toegenomen, door gebruik van bredere banden met een lagere bandenspanning. Toch is te verwachten dat in veel situaties de eisen die aan de draagkracht van de grond worden gesteld toenemen. Ondergrondverdichting leidt tot opbrengstderving (20% tot 40%) en slechtere oogstomstandigheden. De kosten kunnen uiteenlopen van €80 per hectare per jaar voor melkveehouderij op zandgrond tot €300 per hectare per jaar voor akkerbouw op lichte zavel. (Van Dam et al, 2006; Kuhlman et al, 2010; CLM, 2015)

## 2.1 Verdichting van de ondergrond

Men spreekt van bodemverdichting wanneer de bodemdeeltjes dichter bij elkaar gedrukt zijn dan optimaal is. In de bodem komen tussen de vaste delen poriën voor. Poriën zijn belangrijk voor transport van lucht en water door de bodem en voor plantenwortels. Bij bodemverdichting, bijvoorbeeld door te hoge wiellasten, vermindert het poriënvolume. Door een verdichte ondergrond loopt de infiltratiecapaciteit van de bodem terug en verliest de bodem haar watervasthoudende functie. Neerslag kan niet snel genoeg tot de ondergrond doordringen en de bovengrond raakt snel verzadigd. Dit kan tot wateroverlast leiden, zoals plasvorming. Dit leidt tot extra oppervlakkige afspoeling met meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen naar het oppervlaktewater. De grondwaterstand daalt door stagnatie van de aanvoer van bovenaf waardoor ook de drains niet functioneren (zie figuur 2.1). Daarnaast zijn natte gronden moeilijker bewerkbaar en gevoeliger voor structure schade en verslemping (Kuhlman et al, 2010).

Een verdichte bodem is niet of moeilijk bewortelbaar doordat de indringweerstand voor plantenwortels te hoog wordt, of omdat de luchthuishouding te slecht wordt, waardoor de gewasopbrengst afneemt (Van den Akker et al, 2013). Afhankelijk van de weersomstandigheden kan dit oplopen tot een opbrengstderving van 10-35% en in extreme gevallen tot 50-100% (Van den Akker & Hendriks, 2015). Bodemverdichting leidt tot extra grondbewerking, meer brandstofkosten, hogere gevoeligheid voor schimmelziekte, meer inzet van gewasbeschermingsmiddelen en gebruik van extra water voor beregning. Dit kan al gauw €100 per hectare per jaar extra kosten (Kuhlman et al, 2010).

In onze West-Europese landbouw neemt de druk op de bodem steeds verder toe door de inzet van almaar zwaardere machines. Steeds geavanceerdere landbouwmachines zijn in staat ook onder ongunstige weersomstandigheden de oogst binnen te halen. Vroeger was de oogst verloren gegaan, nu worden aardappels en suikerbieten desnoods uitgebaggerd. Talloze Youtube filmpjes laten zien hoe de maïs niet geoogst moet worden.

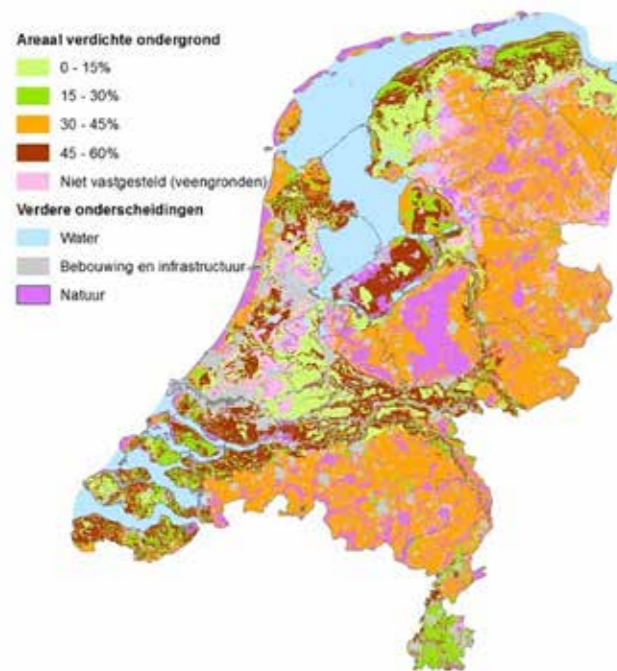
Het gewicht van de machines drukt de bodem dicht en dat gaat ten koste van de bodemkwaliteit (Van Roekel, 2015).

Bodemverdichting is dan ook in toenemende mate een bedreiging voor duurzame landbouw en productiviteit. In verschillende studies wordt geconcludeerd dat de Europese bodem nooit eerder zo ernstig bedreigd was als vandaag het geval is: op Europese schaal zou bodemverdichting verantwoordelijk zijn voor de degradatie van minstens 33 miljoen hectare. Verdichting is de meest wijdverbreide vorm van fysische bodemdegradatie in Nederland. Uit vergelijkingen met voorgaande metingen blijkt dat de afgelopen tientallen jaren het areaal met te sterk verdichte ondergronden is toegenomen, en dat die verdichting ook dieper in de ondergrond reikt. Dat is een alarmerende trend, aangezien oppervlakkige verdichting (verdichting die zich situeert in de bouwvoor, inclusief de toplaag van de bodem) vaak vrij gemakkelijk kan worden opgeheven door normale bodembewerkingen, in tegenstelling

tot verdichting van de diepere ondergrond die blijvend kan zijn in de afwezigheid van specifieke herstellende maatregelen. Ondergrondverdichting begint in de landbouw in de ploegzool op 25-35 cm en kan doorlopen tot meer dan 60 cm diepte. Hoe dieper de ondergrondverdichting hoe minder effectief (natuurlijk) herstel is. Ondergrondverdichting is hierdoor een serieuze bodembedreiging (CLM, 2015). De achteruitgang van de bodemkwaliteit op sterk verdichte percelen is duidelijk. De gevolgen daarvan laten zich merken in gewasopbrengst: onderzoek toonde aan dat een verdichte bodem (bijvoorbeeld door oogsten in slechte omstandigheden) nog jaren daarna de opbrengst kan beïnvloeden, zelfs al werd de grond bewerkt (Reubens et al. 2010; Van Holm et al. 2011).

**Foto:** Diepe sporen als gevolg van oogstwerkzaamheden met te zware machines en/of onder te natte omstandigheden. De ontstane bodemverdichting leidt o.a. tot verminderde infiltratiecapaciteit en verhoogd risico op afspoeling van nutriënten.





**Figuur 2.2:** Kaart met klassen met het percentage van het landbouwareaal (grasland/snijmaïs en akkerbouw) dat verdicht is. Deze kaart is gebaseerd op de grondsoort, de percentages zijn indicatief (Van den Akker et al, 2014).

De meeste gronden in Nederland lopen een matig tot zeer groot risico op ondergrondverdichting bij het huidige landgebruik en gangbare wiellasten (CLM, 2015). Ongeveer 45% van de landbouwpercelen is al verdicht (zie figuur 2.2). Ondergrondverdichting is vooral een risico bij akkerbouw (rooivruchten) en snijmaïs op lichtere grondsoorten. De melkveehouderij (grasland) heeft minder last van ondergrondverdichting omdat deze plaatsvindt op zwaardere gronden die minder gevoelig zijn voor verdichting en relatief gezien minder vaak bereiden worden. Over het algemeen zijn droge gronden sterker dan natte gronden en kleigronden sterker dan zandgronden (Kuhlman et al, 2010).

### Voorkomen is beter dan genezen

Het herstellen van bodemverdichting is soms onmogelijk, en anders een dure noodsporg. Bodemverdichting in de bouwvoor kan worden opgeheven door ploegen. Maar bij te zware belasting raken de lagen onder de bouwvoor ook verdicht (CLM, 2015). Herstel van de structuur van eenmaal verdichte ondergrond is niet onmogelijk, maar er is grote twijfel aan het effect ervan op lange termijn (Kuhlman et al, 2010). Woelen verandert de bodemstructuur zodanig dat deze minder stabiel wordt en doorgaande poriën verdwijnen, wat opnieuw leidt tot verdichting. Om de drie jaar zal dan gewoeld moeten worden (CLM, 2015).

Bij kleigrond wordt verondersteld dat zwel en krimp in combinatie met vorst eventuele structuurschade repareert. Als door de klimaatverandering de vorstperiode te kort is of geheel afwezig blijft, zal de bodemstructuur op kleigronden verslechteren (Schils, 2012). Op andere grondsoorten kan de ondergrond ook (deels) op een natuurlijke manier herstellen. De teelt van diepwortelende gewassen graan en luzerne kan voldoende zijn om lichte verdichting aan te pakken zónder mechanische bewerking (Reubens et al, 2010).

Voorkomen is beter en goedkoper dan herstellen. De belangrijkste maatregel om ondergrondverdichting te voorkomen is het verminderen van druk op de grond, waarvoor diverse technische mogelijkheden zijn, zoals bredere banden, spreidassen en drukwisselsystemen. De meerkosten van deze technieken zijn vrij laag, al vergen ze wel investeringen. Helaas worden deze innovaties ook vaak als excuus gebruikt om de machines zwaarder te belasten of onder te natte omstandigheden het land op te gaan.

De tweede mogelijkheid, vooral ter aanvulling op de eerste, is het verhogen van de weerstand van de bodem tegen verdichting, door verbetering van de ontwatering en door het opbrengen van organisch materiaal (Kuhlman et al, 2010).

### Maatregelen ter voorkoming van bodemverdichting

- Zorg voor een lage bandenspanning (lager dan 1 bar)
- Gebruik zo licht mogelijke machines
- Gebruik brede banden of rupsen
- Ploeg zonder in de open voor te rijden
- Maak gebruik van drukwisselsysteem
- Houd vaste rijpaden aan
- Kies voor vroeg oogstbare gewassen en rassen
- Voldoende aanvoer organische stof
- Verruim rotatie met grassen en granen (diversiteit beworteling en organische stof)
- Maak gebruik van niet-kerende grondbewerking
- Berijd perceel niet onder natte omstandigheden
- Leg (tussen)drains aan
- Onderhoud drains en duikers voor doorstroming
- Onderhoud sloten voor doorvoer, afwaterings- en opvangmogelijkheden

(CLM, 2015)



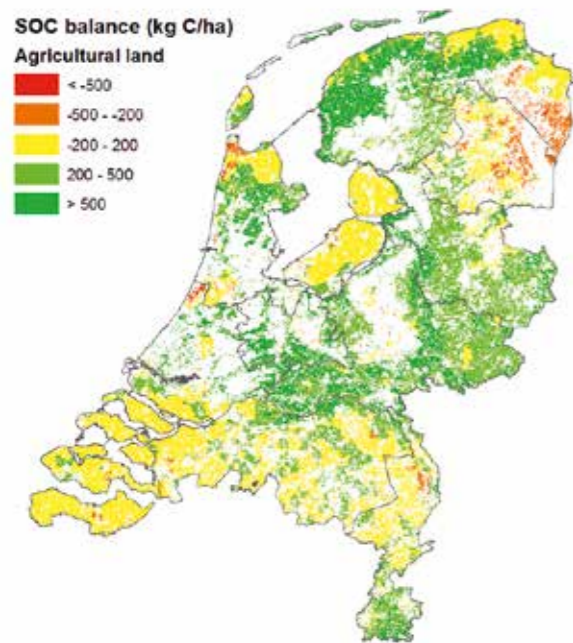
## 2.2 Organische stof

Bodem-organische stof is gunstig voor bodemvruchtbaarheid, bodemstructuur, waterhuishouding en beïnvloedt gewasopbrengst en (bodem)biodiversiteit. Anderzijds kunnen de nutriënten, die uit organische stof vrijkomen, grond- en oppervlaktewater belasten en zorgt de afbraak van organische stof ook voor de uitstoot van lachgas en methaan, waardoor het broeikasgas effect wordt versterkt (Conijn, 2016).

Daling van bodem-organische stof staat al decennia lang hoog op de agenda van landbouw, beleid en onderzoek. Verschillende wetenschappelijke studies wijzen erop dat de voorraad organische koolstof in landbouwbodems in grote delen van Europa een dalende trend vertoont. Voor akkerbouwbodems wordt een gemiddelde afname van 0,48 ton/ha per jaar gemeld. Dat is alarmerend gezien de fundamentele rol van organische stof in het functioneren van de bodem. In Nederland zijn de trends niet eenduidig, maar ook daar wordt in verschillende studies melding gemaakt van een daling. Die trend wordt onder meer beïnvloed door gewasrotatie en bodemtype.

De organische stofbalans in de Nederlandse landbouwgronden is gemiddeld genomen positief, met uitzondering van een aantal specifieke gebieden (zie figuur 2.3). Voor akkerbouwland is de organische stof-balans nagenoeg nul of licht negatief. Alleen in het noordoosten (Veenkoloniën) en op de duinzandgronden in Noord- en Zuid-Holland is sprake van een negatieve balans. Onder grasland is de organische stofbalans over het algemeen positief, met name op kleigrond (Conijn & Lesschen, 2015).

Globaal zou men kunnen concluderen dat het merendeel van de Nederlandse landbouwgronden weliswaar op dit moment nog een degelijke koolstofvoorraad heeft, desalniettemin moeten maatregelen genomen worden om (verdere) achteruitgang tegen te gaan. Een te laag koolstofgehalte weer op peil brengen is namelijk een werk van tientallen jaren. De voornaamste oorzaken voor de waargenomen daling van het organisch koolstofgehalte in de bodem zijn ongunstige, intensieve teeltrotaties



**Figuur 2.3:** Berekende organische koolstof balans (kg C per hectare per jaar) voor de Nederlandse landbouw, rekening houdend met de aanvoer van vers organisch materiaal (o.a. gewasresten en mest) en de afbraak van organische stof in de bodem in het eerste jaar na toediening op 0-25 cm diepte (Conijn & Lesschen, 2015).

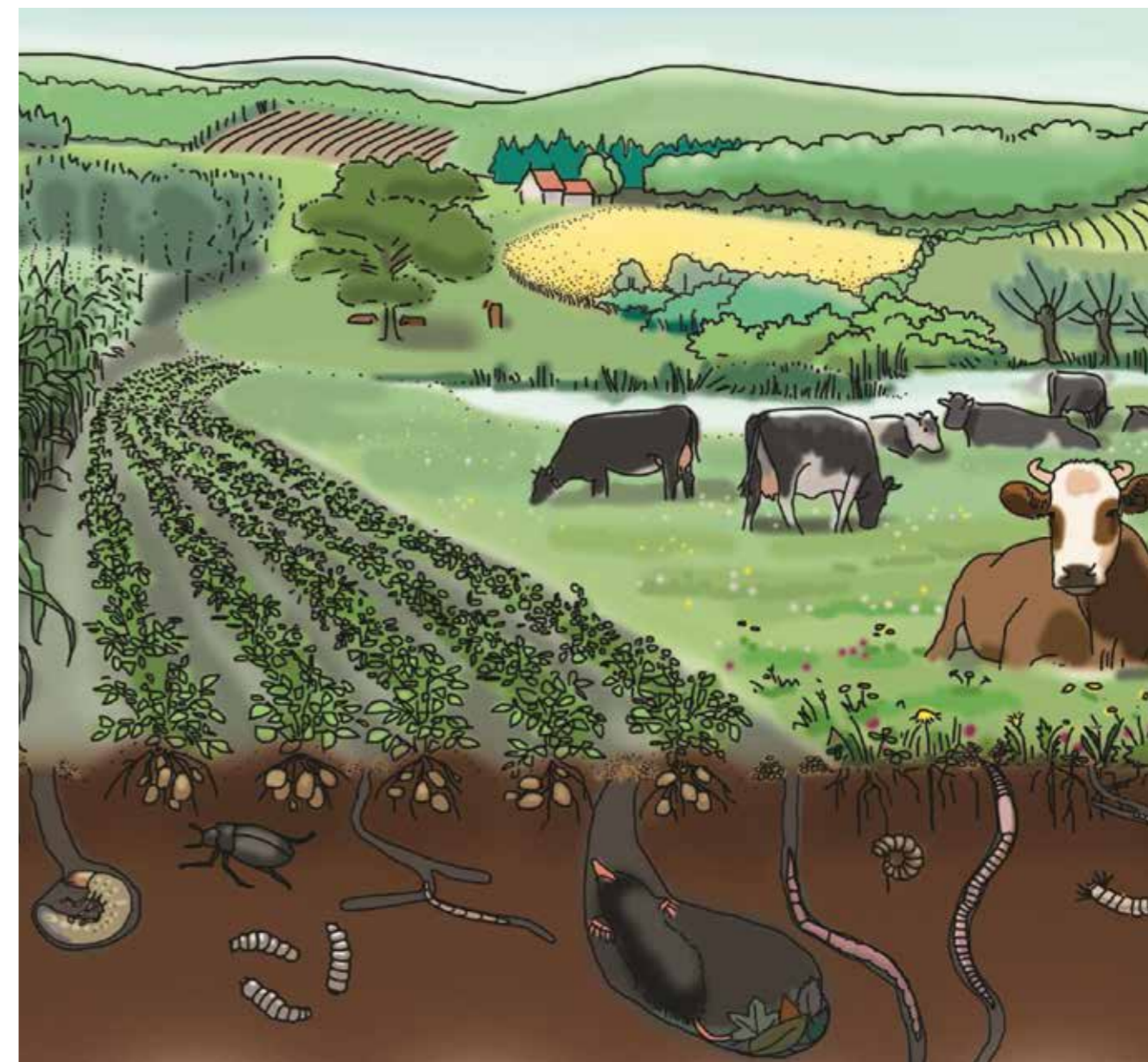
(inclusief de omzetting van blijvend grasland naar akkerland), beperkte aanvoer van organische meststoffen (hetgeen sterk gerelateerd is aan het strikte bemestingsbeleid en de maximale normen in het kader van de Europese Nitraatrichtlijn), te weinig behoud van gewasresten en intensieve/diepe bodembewerking (Reubens et al. 2010; Zanen et al. 2011).

#### Voornaamste maatregelen om het organische stof gehalte op peil te houden

- Beperk de toepassing van intensieve bodembewerking. Zodoende kan men de afbraaksnelheid van organische koolstof beperken. Daarnaast concentreert een niet-kerende bodembewerking organische stof in de toplaag;
- Zorg voor een rotatie met gewassen die een goede kwaliteit organisch materiaal achterlaten op het perceel. Denk daarbij bv. aan graangewassen;
- Besteed aandacht aan de teelt van groenbemesters. Vooral bij een goede ontwikkeling zorgt dit voor een sterke aanvoer van vers organisch materiaal. De hoeveelheid effectieve organische stof is variabel, maar relatief laag in vergelijking met bijvoorbeeld het inwerken van stro;
- Vervang indien haalbaar dierlijke mest met een laag effectief organische stofgehalte (bv. varkensdrijfmest) door dierlijke mest met een hoger effectief organische stofgehalte (bv. runderdrijfmest of vaste mest) per toegediende eenheid stikstof of fosfaat;
- Overweeg de toepassing van compost. Dit is wellicht de meest waardevolle maatregel, maar de kosten en trage vrijstelling van stikstof vormen tot op heden belangrijke knelpunten.

(Reubens et al, 2010)

Een studie naar organische stof toont dat verhoging van het organisch stofgehalte op zandgrond met 1% in de bovengrond (0-10 cm) leidt tot een extra opbrengst van 1320 kg droge stof gras per hectare ofwel (x €0,11/kg ds) €145 per ha per jaar (Schipper et al, 2015).



**Figuur 2.4:** Het bodemleven draagt bij aan de bodemstructuur, de beschikbaarheid van nutriënten en de bodemweerbaarheid.



### Sturen op bodembiodiversiteit

In een agrarisch bedrijf worden dagelijks keuzes gemaakt, enerzijds operationeel anderzijds strategisch. Het is van belang dat de effecten op biodiversiteit bewust worden meegenomen in het maken van keuzes. Kennis van de bedrijfseconomische aspecten en andere effecten, zoals op milieu en benodigde arbeid, helpen bij de implementatie ervan. Het ontbreken van inzicht in de bedrijfseconomische effecten en milieueffecten van biodiversiteitsmaatregelen is een gemis bij de verdere kennisverspreiding en opschaling bij de toepassing op de bedrijven (Derks et al, 2012).

**“Er gebeurt zo veel onder de grond, meer dan wij ooit voor mogelijk hebben gehouden.”**

*Melkveehouder Bouke Meijer uit Witteveen, The Milk Story 2015*

Met maatregelen als bodembewerking, (organische) bemesting en gewaskeuze heeft een boer instrumenten in handen om het bodemleven te ondersteunen. Niet-kerende grondbewerking kan bijdragen aan een stabielere opbouw van het organische stofgehalte en spaart bodemleven. Bij bemesting moet vooral gedacht worden aan het gebruik van organische mest (dierlijke mest, compost) waarmee zo veel mogelijk organische stof aangevoerd wordt, wat het bodemleven voedt en bijdraagt aan de opbouw van het bodemorganische stof. Het belangrijkste aspect in de gewaskeuze is een ruime afwisseling van rooi- en diepwortelende maaigewassen. De oogst van aardappelen en bieten is vaak risicovol gezien het vaak natte weer in het najaar in combinatie met zware machines resulterend in een verstoring van de bouwvoor. De teelt van diep en intensief wortelende maaigewassen zoals granen zorgt voor een soort “rustfase” voor de bodem en het bodemleven (Zanen et al, 2012).

Specifieke maatregelen, gericht op het sturen van de verschillende typen bodemorganismen, zijn nog niet goed uitgewerkt. Het gebruik van bladrijke groenbemesters met een laag C/N quotiënt helpt om de bacteriepopulatie, in ieder geval tijdelijk, te verhogen. Schimmels daarentegen profiteren meer van kool-

stofrijke gewasresten met een hoge C/N quotiënt en een lage pH. Als de bouwvoor weinig strooiselbewonende regenwormen bevat, helpt de toediening van storrijke stalmest (Schils, 2012). Door een combinatie van verschillende plantensoorten op één akker, intercropping in plaats van monocultuur, zou het aantal ziekteverwekkers kunnen verminderen waardoor minder bestrijdingsmiddelen nodig zijn. Bovendien kan de diversiteit tot hogere opbrengst leiden van de afzonderlijke gewassen (Mommer, 2016).

### De prijs van biodiversiteit

Om ecosysteemdiensten in geld uit te drukken zijn verschillende waarderingsmethoden bekend. Deze methoden hebben als praktische beperking dat er veel gegevens nodig zijn. Deze data zijn vaak niet beschikbaar. Bovendien is het ‘prijskaartje’ voor een dienst lang niet altijd hetzelfde als de waarde die de dienst vertegenwoordigt. Neem als voorbeeld water en diamant. Water is van levensbelang en daarom waardevol en heeft een laag prijskaartje (nu grofweg variërend van €0,0015 tot €6,00 per liter). Diamant daarentegen heeft een hoog prijskaartje maar een ‘gebruikswaarde’ die bijzonder laag is. Daarnaast zijn de waarderingsmethoden ongeschikt voor het bepalen van de totale waarde van een ecosysteemfunctie: een wereld zonder biodiversiteit is ondenkbaar en daarmee zou de waarde ervan gelijk zijn aan de gehele economische wereldproductie of zelfs veel hoger indien de gederfde toekomstige productie ook in de waardebepaling zou worden meegenomen. Omdat dit ook voor andere ecosysteemfuncties, bijvoorbeeld zuurstof, geldt, zijn dubbelstellingen voor de hand liggend. Dit kan leiden tot onterecht hoge waardeschattingen van ecosysteemfuncties. Kortom, dé totale waarde van biodiversiteit is niet te bepalen. Monetarisering is ‘slechts’ mogelijk wanneer de waarde als verschil bepaald wordt voor en na beperkte systeemveranderingen.

(De Wit & Wagenaar, 2013).

### 2.4 Bodem en water

Een goede bodemkwaliteit (ofwel goede bodem conditie) is gunstig voor zowel de agrarische productie en –bedrijfsvoering als het watersysteem, waardoor bodem verbeterende maatregelen voor zowel waterschap als agrariër perspectief bieden. Bodem en water zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden; ze beïnvloeden elkaar in grote mate. Negentig procent van alle neerslag valt op de bodem. De aard en samenstelling van de bodem bepalen wat er verder met dit water gebeurt, of het zal infiltreren of juist oppervlakkig afstromen en wellicht net zo belangrijk welke kwaliteit het wegstromende water krijgt. Anderzijds heeft het watersysteem invloed op de bodem (STOWA 2012, 2015).

De bodem bepaalt o.a.:

- de mate en snelheid waarmee hemelwater in de bodem kan infiltreren en daarmee ook de hoeveelheid hemelwater die direct oppervlakkig naar het oppervlaktewater afstroomt (en daaraan gekoppeld de hoeveelheid gronddeeltjes, meststoffen en gewasbeschermingsmiddelen die oppervlakkig afspoelen);
- de hoeveelheid water (bodemvocht) die in natte perioden in het bodemprofiel maximaal kan worden geborgen (de verzadigingsgraad). De bodem heeft daarmee direct invloed op de afvoercharacteristiek van het watersysteem;
- de chemische kwaliteit van het bodemvocht en de kwaliteit van het naar het oppervlaktewatersysteem uittredende bodemwater. Daarmee is er een directe invloed op de oppervlaktewaterkwaliteit;



#### 2. Je grasopbrengst is te laag. Wat doe je?

- A. Je koopt voer bij (bijvoorbeeld soja)
- B. Je oriënteert je op bodemverbeterende maatregelen

- de snelheid waarmee het bodemvocht bij verzadiging kan worden afgevoerd naar grond- en oppervlaktewater;
- de hoeveelheid water die onder niet verzadigde omstandigheden in de bodem kan worden geborgen, en in droge perioden beschikbaar is voor de plant;
- de capillaire nalevering van grondwater naar de bovenste bodemlagen. Daarmee heeft de (fysische) kwaliteit van de bodem invloed op de afvoercharacteristiek van een stroomgebied, de oppervlaktewaterkwaliteit in een stroomgebied, de behoefte aan aanvoer van (gebiedsvreemd) oppervlaktewater in droge perioden en de aanvulling van het grondwater.

Invloed van het watersysteem:

- De hoogte van het oppervlaktewaterpeil bepaalt in sterke mate de ontwateringsdiepte van de bodem en heeft daarmee invloed op de temperatuur, het bodemleven, de doorwortelbaarheid, de aeratie, etc.
- Het peilbeheer bepaalt of er tijdelijke inundaties optreden waardoor gronden kunnen dichtslaan en bodemleven kan worden vernietigd. De kwaliteit van het inundatiewater is van invloed op de bodemkwaliteit.

Deze wederzijdse processen zijn niet overal gelijk. De mate waarin zij spelen is mede afhankelijk van het bodemtype (klei, veen, zand), het al of niet aanwezig zijn van drainage en de drainagediepte, en de grondwaterstand (STOWA, 2012).

Door klimaat- en socio-economische veranderingen zal de druk op de zoetwater beschikbaarheid voor de landbouw in

de toekomst toenemen. Er moet rekening gehouden worden met grotere onregelmatigheden van waterbeschikbaarheid en verhoogde zoute kweldruk in grote gedeeltes van Nederland. Dit brengt ook voor de land- en tuinbouwsector grote uitdagingen met zich mee. Nederland behoudt - ondanks de grotere kans op droge periodes – nog steeds op jaarbasis een neerslagoverschot. In principe is er dus voldoende water. Echter, water uit een eerder neerslagoverschot is vaak niet meer beschikbaar ten tijde van droogte (Stichting Waterbuffer).

De klimaatverandering zorgt behalve voor heviger regenbuien, ook voor langere perioden met droogte. Dit kan leiden tot zoetwatertekorten die waterbeheerders, agrariërs en terreinbeheerders nu al in de praktijk ervaren. Als agrarische ondernemers afhankelijk zijn van externe aanvoer leidt dit mogelijk in de toekomst tot grotere risico's voor hun bedrijfsvoering omdat deze aanvoer misschien niet altijd gerealiseerd kan worden. Dit noodzaakt tot nadenken over alternatieve voorzieningen die de zoetwater beschikbaarheid beter waarborgen (STOWA, 2015). Ten tijde van grote droogte en watertekort geldt in Nederland een prioritering voor de verdeling van schaars water. Hiervoor heeft de landelijke overheid een verdringsreeks vastgesteld die de prioriteitsvolgorde aangeeft, zoals vastgelegd in de Waterwet en uitgewerkt in het Waterbesluit. Hierbij worden hierbij vier categorieën onderscheiden in water-vragende diensten en partijen (Stuurgroep Management watercrises en overstromingen, 2015):

- 1 Veiligheid en voorkómen van onomkeerbare schade (stabiliteit van waterkeringen, klink en zetting veengebieden).
- 2 Nutsvoorzieningen (drinkwater en energie).
- 3 Kleinschalig hoogwaardig gebruik, waaronder tijdelijke beregening van kapitaalintensieve gewassen.
- 4 Overige belangen, waaronder de rest van de landbouw.

Het overgrote deel van de landbouw komt dus als laatste aan de beurt. Dit is iets wat agrariërs zich vaak nog onvoldoende beseffen.

#### PERSBERICHT juni 2016

Hevige neerslag heeft in de afgelopen week geleid tot enorme schade in de landbouw. Afhankelijk van de situatie kan wateroverlast leiden tot onder meer:

- Gewasschade: variërend van groeivertraging tot het volledig verloren gaan van het gewas.
- Bodemschade: dichtgeslepte grond, waardoor er geen lucht meer in de bodem kan komen. Of omdat bodemleven is afgestorven.
- Kwaliteitsschade: doordat vervuild water vanuit de watergang in het gewas is gekomen, moet het gewas afgevoerd worden omdat de kwaliteit te slecht is.
- Het niet kunnen uitvoeren van gewasbescherming, zoals tegengaan van schimmelinfecties, omdat de grond niet draagkrachtig is. Wie aansprakelijk is voor geleden schade is sterk afhankelijk van de omstandigheden.

(AgriHolland Nieuwsbrief, 7 juni 2016)

#### Agrarisch bodembeheer: belangrijke oorzaak én oplossing

Het optimaal gebruik maken van de buffercapaciteit van de bodem wordt steeds belangrijker. De natuurlijke buffercapaciteit van de bodem is op veel plaatsen in Nederland de afgelopen decennia aantoonbaar afgenomen door bewerking van de bodem, afname van het organische stofgehalte en versnelde afvoer van water (STOWA 2012, 2015a, 2015c).

De wijze waarop we omgaan met landbouwbodems is een belangrijke oorzaak van de geschetste problemen, maar kan ook een grote bijdrage leveren aan het oplossen ervan. Modelstudies bevestigen dat bodem-verbeterende maatregelen, zoals het voorkomen en/of opheffen van bodemverdichting en het verhogen van het organisch stofgehalte, een positief effect hebben op piekafvoeren en vermindering van droogte-effecten (Schipper et al, 2015). Wat de precieze effecten zijn van de verschillende bodemparameters op bijvoorbeeld de uitspoeling van meststoffen, op de piekafvoeren en op de wateraanvoerbehoefte is nog niet onderzocht. Het beperkt zich in de literatuur tot globale duidingen op perceelsniveau zoals

“Eén procent extra organische stof betekent twee dagen later beregenen” (Van Eekeren en Zaneveld-Reijnders, 2011; STOWA 2012).

Om meer te weten te komen over de precieze effecten van bodemverbeterende maatregelen op landbouw, water en natuur hebben waterschappen, STOWA, LTO, het ministerie van I&M en enkele kennisinstututen het initiatief genomen voor het project ‘Goede Grond voor een duurzaam watersysteem’. De resultaten van deze eerste fase zijn veelbelovend (STOWA 2015). Bodemaatregelen kunnen:

- piekafvoeren reduceren tot 15 procent in de winter en zelfs tot 50 procent in de zomer;
- de beregeningsbehoefte met één derde reduceren;
- gewasopbrengsten tot meer dan 10 procent doen toenemen;
- verlies van meststoffen en emissies van bestrijdingsmiddelen via oppervlakkige afspoeling beperken, waardoor de kwaliteit van het oppervlaktewater verbetert.

Door zoet (regen)water tijdelijk op te slaan in de ondergrond kan het water lokaal beschikbaar blijven voor het overbruggen van droge periodes. De bodem wordt hierbij gebruikt als buffer. Het opslaan van zoetwater in de ondergrond beschermt bovendien ook tegen zoute kwel. Door inklinking, droogte en zeespiegelstijging kan zout grondwater omhoog komen tot in de wortelzone. Dit leidt tot (significante) schade aan gewassen en bij hoge concentraties zelfs tot het ongeschikt maken van de ondergrond voor landbouw. Dit kan vergaande gevolgen hebben voor de bedrijfsvoering en gewaskeuze. Wanneer de huidige (dunne) zoetwaterlenzen worden vergroot door extra zoet water te infiltreren zal dit het zoute grondwater naar beneden drukken en blijven akkers, ook in droge periodes, beschikbaar voor landbouw. Door dit soort maatregelen, die goed toepasbaar zijn op lokaal niveau, wordt de zoetwater beschikbaarheid vergroot en de afhankelijkheid van aanvoer vanuit het hoofdwatersysteem verkleind. Daarmee wordt de bedrijfszekerheid van agrarische ondernemers vergroot, en draagt het bij aan het vergroten van de regionale zelfredzaamheid (Stichting Waterbuffer; Tolk, 2012).



De klimaatverandering leidt tot langere periodes van extreme droogte. Een boer kan zijn afhankelijkheid van de aanlevering van zoet water door de waterschappen beperken door het vochtvasthoudend vermogen van de bodem te verhogen.



Door de klimaatverandering krijgen we in toenemende mate te maken met zeer heftige buien. Verbetering van de infiltratiecapaciteit en het waterbergend vermogen van de bodem kan wateroverlast beperken.



*“Als je goed voer wilt, heb je een goede bodem nodig.”*

Melkveehouder Armando Dood uit Den Ham, LTO Noord 2016

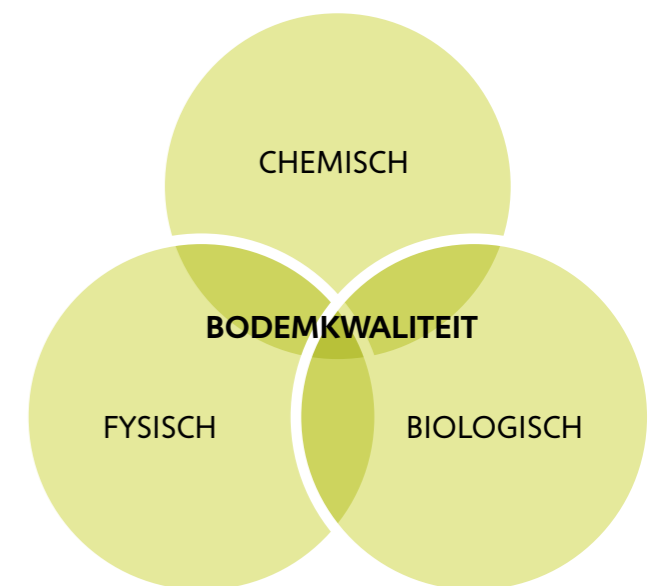
## Hoofdstuk 3

# Dé ideale oplossing bestaat niet

Een goede gezonde bodem levert voedingsstoffen en water, houdt deze vast, heeft een goede draagkracht en bewerkbaarheid, zet organisch materiaal om en weert ziekten en plagen. Waar productiviteit in het verleden alle aandacht opeiste, treedt vandaag sociale, economische en ecologische duurzaamheid steeds meer op de voorgrond. Vanzelfsprekend maakt een dergelijke landbouwpraktijk het er voor de landbouwer niet eenvoudiger op. Het vereist een multidisciplinaire samenwerking en veronderstelt een diepgaand inzicht in alle processen die hieraan zijn gerelateerd (Reubens et al, 2010).

### 3.1 Kennisintensief

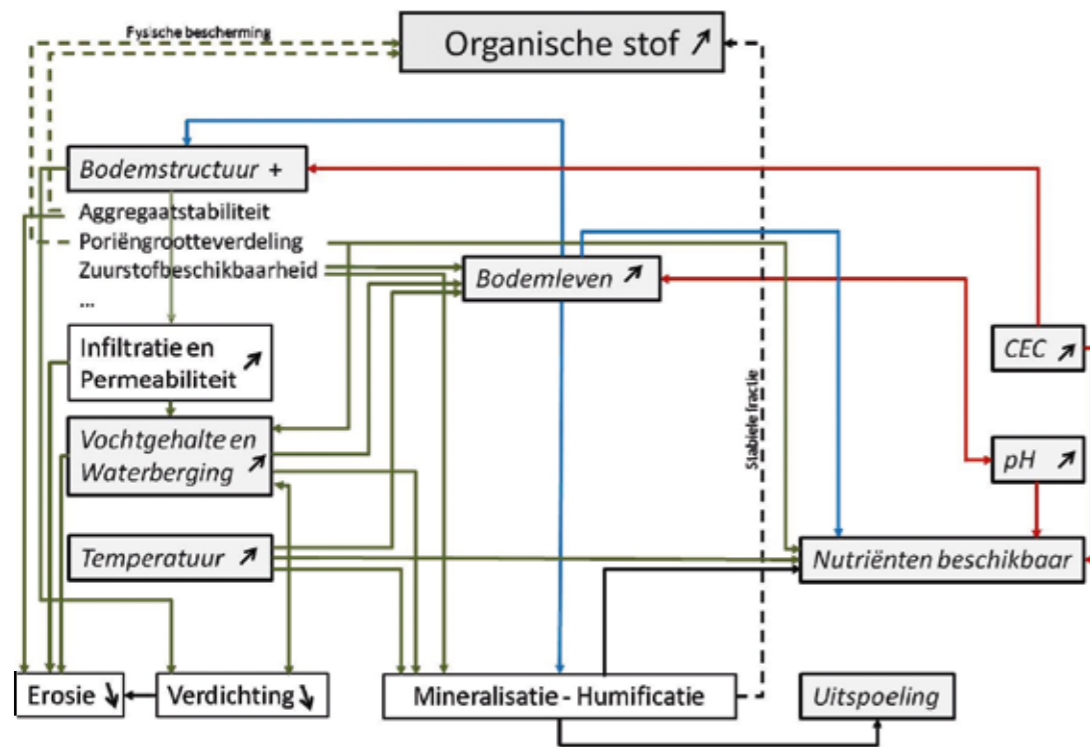
De bodemkwaliteit is opgebouwd uit fysische, chemische en biologische componenten. Daarbij draait het bij de fysische benadering om de bodemstructuur en waterhuishouding, bij de chemische benadering om de juiste meststoffen en bij de biologische benadering om ziektes en het bodemleven. In het beste geval maak je altijd een afweging waarbij alle drie de



aspecten goed worden bediend (Van Roekel & Molendijk, 2015). De interacties in kaart brengen tussen deze aspecten is een weinig vanzelfsprekende oefening, omdat het aantal interacties quasi oneindig is en elke impact op zijn beurt een keten van daaruit voortvloeiende effecten op gang kan brengen (zie figuur 3.1). Bovendien zijn heel wat interacties niet eenduidig, en zal de omvang en aard van het effect afhankelijk zijn van specifieke omstandigheden (Reubens et al, 2010; Zanen et al, 2011). Door de waaier aan functies die de bodem vervult is het belangrijk om je niet blind te staren op één aspect van bodemkwaliteit, maar het geheel te beschouwen en dus ook

de impact van elke individuele maatregel op de diverse componenten van de bodemkwaliteit en landbouwkundige parameters (Reubens et al, 2010).

**Figuur 3.1 hieronder:** Schematische voorstelling van bodeminteracties gerelateerd aan organische stof. Grijs vakken met schuingedrukte tekst: eigenschappen en processen rechtstreeks beïnvloed door organische stof; blauwe pijlen: effect van bodemleven; groene pijlen: bodemfysische effecten; rode pijlen: bodemchemische effecten; zwarte pijlen: effecten van bodemprocessen. Onderbroken pijlen: recursieve effecten op organische stof (Reubens et al, 2010).

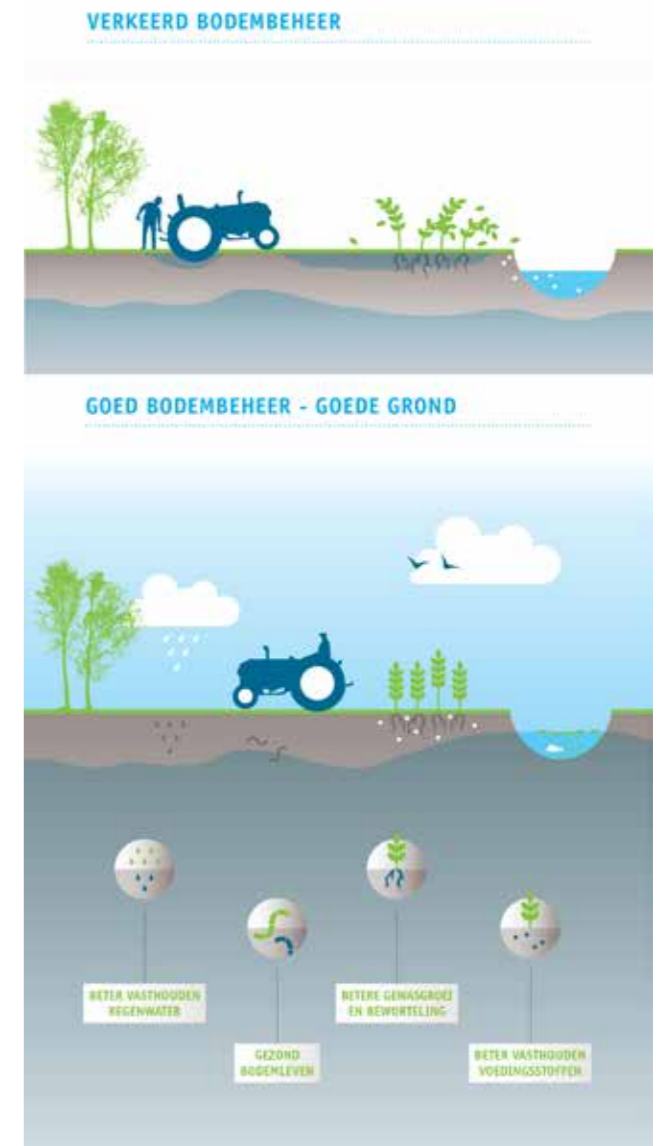


### 3.2 Maatregelen om de bodem te verbeteren

Werken aan verbetering van de bodemkwaliteit is werken aan beschikbaarheid van voedingsstoffen, water en lucht, bodemleven, bewerkbaarheid en beworteling (zie figuur 3.2). Deze elementen hangen allemaal met elkaar samen. Bodemverbeterende maatregelen grijpen dan ook vaak aan op meerdere elementen van de bodemkwaliteit (Schipper et al, 2015). Het rapport "Duurzaam bodembeheer in de Nederlandse landbouw" (Ten Berge & Postma, 2010) geeft een goed overzicht van de belangrijkste, beschikbare maatregelen en de invloed die ze hebben op de kwaliteit van de bodem (delen van de tekst in dit hoofdstuk zijn uit deze rapportage overgenomen).

#### Grondbewerking en berijding

De jaarlijkse cyclus van verdichten (berijden, te nat bewerken) en weer losmaken (hoofdgrondbewerking, woelen) van de grond kost veel energie, tijd en geld. Bovendien kan blijvende structuurschade en verstoring van het bodemleven ontstaan als de grond te zwaar belast of te nat bewerkt wordt. Door te ploegen worden stabiele structuren in de grond die de doorlatendheid bevorderen, zoals wormgangen en wortelkanalen, mogelijk afgebroken. Dit is ongunstig voor de bodemstructuur. Andere veronderstelde nadelen van intensief of veelvuldig bewerken zijn verplaatsing van organische stof naar een diepere laag en versnelde afbraak van organische stof, en dus emissie van eerder opgeslagen koolstof zoals CO<sub>2</sub> en andere broeikasgassen. Ook kunnen door ploegen ondoorlatende lagen (ploegzolen) ontstaan. Wegens al deze ongewenste effecten bestaat momenteel veel belangstelling voor systemen die de bodem minder verdichten (lichtere mechanisatie, lagedruk berijding, teelt met vaste rijpaden, 'bovenover' ploegen) en systemen met minder ingrijpende of minder grondbewerking, zoals eco-ploegen (minder diep ploegen), niet-kerende grondbewerking, minimale grondbewerking en no-tillage (het niet bewerken van de grond). Deze systemen zijn nog sterk in ontwikkeling en kennen hun eigen specifieke problematiek rond onkruidbeheersing, gewasrestenbeheer en mogelijk daarmee verbonden overdracht van ziekten.



**Figuur 3.2:** Bodemverbeterende maatregelen grijpen aan op meerdere elementen van de bodemkwaliteit (STOWA, 2015b).



Ook bij andere werkzaamheden op de akker kan de bodem worden ontzien. Voorbeelden zijn de aanvoersleepslang, waarbij de zware mesttank niet over het perceel wordt gereden, oogsten vanaf vaste rijpaden, kleine wagens voor transport van oogstproducten vanaf het veld en oogsten met lage bodemdruk. Precisie-technieken en sensortechnologie spelen een belangrijke rol bij een aantal van deze innovaties (Ten Berge & Postma, 2010).

#### Gezond boerenverstand

Niet-kerende grondbewerking (NKG) is een systeem waarbij de bodem zo minimaal mogelijk wordt gemengd, niet wordt gekeerd en waarbij de ondergrond tot op verdichtingsdiepte wordt losgebroken. Daarbij wordt gestreefd naar een continue bedekking van de bodem. Het bodemleven neemt onder NKG in omvang toe, vooral in de toplaag. Het is de combinatie van bodembewerking en gewasrestenbeheer die het bodemleven beïnvloedt. Voorwaarden voor een juiste toepassing in de bedrijfsvoering zijn het gebruik van groenbemesters, een goede vruchtwisseling, goede bandenrusting, passende gewasbescherming en voldoende bemesting. Waarbij het belangrijk is te realiseren dat de organische stof geconcentreerd blijft in de toplaag van de bodem. Niet elke teler zal dit soort innovaties omarmen. Ondernemers staan wel open voor duurzaamheid, maar zijn vooral op zoek naar die aspecten die het beste passen bij de persoon en het bedrijf. Waarom zou je bijvoorbeeld NKG toepassen als ploegen al generaties goed bevalt? Een goede afstemming met andere teelttechnische maatregelen is van groot belang. Het is even zoeken naar het beste bouwplan, welke groenbemesters je inpast, welke aanpassingen er nodig zijn in je machinepark, welke meststoffen/soorten je toepast evenals het gebruik van gewasbescherming, maar ook een goede ontwatering en het voorkomen van bodemverdichting en het juiste oogstmoment zijn van belang.

(Colombijn, 2016; Reubens et al, 2010)

#### Bemesting en organische reststromen

Bemesting is gericht op rechtstreekse voeding van het gewas en onderhoud van bodemvruchtbaarheid (het vermogen van de bodem om de plant van voedingsstoffen te voorzien). Beide zijn essentieel voor een goede productie. De bemestingspraktijk kent verschillende strategieën. De biologische praktijk is, sterker dan de gangbare praktijk, gericht op het voeden van de bodem en het onderhoud van bodemvruchtbaarheid. Een zeker niveau van bodemvruchtbaarheid is in alle systemen essentieel voor buffering van de nutriëntenbeschikbaarheid, maar een hogere vruchtbaarheid leidt tot hogere verliezen als de mestgift daar niet op is afgestemd. Hier liggen kansen voor precisiebemesting, gericht op lokale variatie in bodemvruchtbaarheid (gebaseerd op opbrengstkaarten en andere bodemindicatoren). Verder speelt precisiebemesting (timing, plaatsing, startdosering) in toenemende mate een rol ter verhoging van de nutriëntenbenutting. Een voorbeeld hiervan is GPS-gestuurde rijenbemesting met dierlijke mest, waarmee scheiding in twee werkgangen (respectievelijk mestinjectie en inzaai) mogelijk is. Naast bemesting dragen organische reststromen en bekalking ook bij aan de kwaliteit van de bodem.

Voldoende aanvoer van organisch materiaal wordt algemeen gezien als essentieel voor een goede fysische, chemische en biologische bodemkwaliteit. Dit geldt voor zowel lichte gronden (waar bijvoorbeeld vochtretentie sterk door organische stof wordt bepaald) als zwaardere gronden (waar bijvoorbeeld de bewerkbaarheid van het perceel met organische stof samenhangt). Compost draagt direct bij aan het verhogen van de hoeveelheid organische stof in de bodem. Ook slootmaaisel kan worden aangewend en met technieken als mulching kan een laag organisch materiaal (bijvoorbeeld stro) op de bodem worden aangebracht. Bekalking gebeurt ter correctie van een te lage pH (t.b.v. gewasproductie en soms ziektedruk), maar stimuleert tegelijk óók de afbraak van organische stof en de emissie van CO<sub>2</sub> uit kalk en organische stof (Ten Berge & Postma, 2010).



Uitrijden van compost

#### Vruchtwisseling en groenbemesters

Vruchtwisseling heeft een zeer belangrijke invloed op vrijwel alle bodemeigenschappen en bodemfuncties. Vanggewassen, groenbemesters en gewasresten – vooral stoppels en stro – brengen vers organisch materiaal in de bodem. Dat is de bron van energie voor vrijwel alle bodemorganismen. Zowel het afbraakproces als de daarbij resterende en nieuw gevormde organische stof spelen een belangrijke rol in het bodemecosysteem. Diepwortelende groenbemesters spelen een rol bij de aanpak van verdichting van de ondergrond.

De gewaskeuze heeft ook invloed op de bodemstructuur via grondbewerking en andere aspecten van mechanisatie. Elk gewas heeft namelijk zijn eigen gemechaniseerde teeltactiviteiten, zoals belasting door berijding, oogstwerkzaamheden, inwerken van gewasresten. Vooral bij rooivruchten (bijvoorbeeld suikerbieten of aardappelen) op zwaardere gronden kan onder ongunstige, natte omstandigheden in het najaar structuurbederf optreden (Ten Berge & Postma, 2010).



Een mengsel van groenbemesters is goed voor de variatie in worteling, maar hoe zit het met de waardplantstatus voor aaltjes van de individuele soorten?

### Waterhuishouding

Met betrekking tot de waterhuishouding gaat het om maatregelen als het beheer van het grondwaterpeil (drainage, draininfiltratie; zie figuur 3.3), het slootwaterpeil en maatregelen zoals veldegalisatie, begreppeling en beregning. Deze maatregelen hebben invloed op de draagkracht, vroegheid (opwarming), bewerkbaarheid van de grond en op de levering van vocht aan het gewas in droge perioden en waterafvoer in natte perioden. In bepaalde regio's speelt peilbeheer een belangrijke rol bij het tegengaan van verzilting (Ten Berge & Postma, 2010).

### 3.3 Complexiteit en samenhang

Eén benadering voor de bodem is er niet, maar onafhankelijk van de keuze die een ondernemer maakt dient in elk geval een aantal logische regels te worden nageleefd. Denk aan niet te snel en geen te natte grond bewerken, niet dieper bewerken dan nodig, zo min mogelijk mengend werken, bandenspanning aanpassen enzovoort. Gezien variabele resultaten zou het gezond boerenverstand moeten prevaleren boven een té rigide benadering van de keuze voor een bepaald type bewerking (Reubens et al, 2010).

Opvallend is dat bij elk van de teeltechnische maatregelen in de praktijk een aantal knelpunten regelmatig terugkomt. Eén daarvan is het **tijdstip** waarop een maatregel uitgevoerd kan worden. Denk daarbij aan een geschikt moment om de bodem te kunnen bewerken en verdichting te vermijden, of de uitdaging om een groenbemester tijdig in te zaaien bij een late oogst van de voorteel. Daarnaast is de boer niet alleen afhankelijk van de gewasontwikkeling en bodemgesteldheid, maar ook van de planning van de verwerkende industrie (Reubens et al, 2010).

Sommige maatregelen kunnen zowel positieve als negatieve effecten op de bodemkwaliteit hebben, afhankelijk van de omstandigheden. Een voorbeeld: telers kiezen tegenwoordig vaak voor het inzaaien van Japanse haver als groenbemester. Dit gewas is behalve voor de bodemstructuur ook goed voor de biodiversiteit, want er komen bijvoorbeeld zangvogels op af. Bovendien worden sommige ziekteverwekkende aaltjes geweerd. Maar Japanse haver vermeerderd een virus dat schadelijk is voor lelies. Afhankelijk van het bouwplan en de bodemgesteldheid (o.a. besmetting met aaltjes) kan deze keuze dus goed of fout uitpakken (Van Roekel & Molendijk, 2015).

Met de verdere aanscherping van de gebruiksnormen van stikstof en fosfaat wordt het steeds belangrijker om een goed, **perceelsspecifiek** bemestingsplan op te stellen. Een belangrijke eerste vraag daarbij gaat over de bemestingsstrategie: is deze

gericht op lange termijn bodemvruchtbaarheid of op de opbrengst van het volgende gewas? In het eerste geval is aanvoer van voldoende organische stof belangrijk. In het tweede geval ligt de focus op voldoende aanvoer van stikstof en fosfaat voor het gewas. Bemesten binnen de randvoorwaarden van de gebruiksnormen en ook nog voldoende organische stof aanvoeren is mogelijk, maar vraagt om een gerichte keuze van organische meststoffen. De aanvoer van effectieve organische stof per kg fosfaat verschilt enorm tussen meststoffen. Met groencompost wordt per kg fosfaat ongeveer 30 keer meer effectieve organische stof aangevoerd dan met varkensdrijfmest. Door de 50% vrijstelling voor fosfaat in compost komt dit in de praktijk zelfs neer op 60 keer meer aanvoer van organische stof (De Haan, 2016).

De boodschap die hier telkens doorklinkt is dat een goede afstemming tussen alle teeltechnische maatregelen van fundamenteel belang is. Een optimalisatie van het volledige teeltsysteem over een langere periode leidt uiteindelijk tot betere resultaten dan de individuele aanpak van een concreet probleem op zich (Reubens et al, 2010). Dat boeren niet gaan voor een bodemkwaliteitsplan komt omdat het allemaal zo veel wordt. Zolang de opbrengst van hun land groot genoeg is, voelen zij de urgentie niet (Van Roekel & Molendijk, 2015).

### Dilemma

Loonwerkers zijn een belangrijke partij als het gaat om duurzaam bodembeheer. "Als je aan het rooien bent en het gaat erg regenen, zou je eigenlijk moeten stoppen om de bodem te sparen, maar dat is niet altijd mogelijk. De klant wil zijn gewas van het land en de loonwerker heeft meer klanten die om zijn machines staan te springen", zegt Van der Leij (CUMELA). Daarmee legt hij meteen de vinger op de zere plek, want in hoeverre kiezen we voor de bodem als het gaat om onze portemonnee? "Zolang de klant niet bereid is meer te betalen voor een hectare zal er niets veranderen", stelt machinefabrikant Robin Vervaeat.

(Van Woerkom, 2015)



**Figuur 3.3:** Principe van peilgestuurde drainage voor een efficiënter zoetwaterbeheer, met een groter waterbergend en vochtleverend vermogen, en het tegengaan van verzilting (Spaarwater).



Het wordt steeds belangrijker om een perceelsspecifieke planning te maken.

### 3.4 Samenwerking akkerbouwers en melkveehouders

Akkerbouwers en melkveehouders kennen ieder een eigen benadering van bodembeheer. Veel veehouders houden zich weinig tot niet bezig met het beheer van de bodem. Zij zijn primair dierhouders en geen plantentelers. De meesten laten de bodembewerking en gewashandelingen over aan een loonwerker. Toch is optimalisatie van de gras- en maïsproductie van eigen grond de kern van goed boeren. Enerzijds neemt de noodzaak toe om meer ruwvoer van eigen grond te telen door stijgende grondprijzen; anderzijds stijgt de vraag naar ruwvoeder door afschaffing van het melkquotum. Door de mestwetgeving is het gebruik van meststoffen echter gelimiteerd. Meer ruwvoer van eigen land met minder mest, betekent een betere benutting realiseren van mest en bodem. Ook de KringloopWijzer laat zien dat de bedrijfsbenutting van stikstof en fosfaat het snelst stijgt door de bodembenutting te verbeteren (Van Eekeren et al, 2016). Veel akkerbouwers hanteren een zeer intensief bouwplan; een vruchtwisseling met tenminste 25% aardappelen, meer dan 50% rooivruchten en minder dan 30% rustgewassen is geen uitzondering. Dit heeft een negatief effect op de bodemstructuur en opbouw van ziekten en plagen.

Het uitruilen van grond tussen akkerbouwers en melkveehouders is gebruikelijk in een deel van Nederland, vooral in Flevoland en op de zand- en dalgronden in Noordoost Nederland en de Achterhoek. Voor akkerbouwbedrijven met pootaardappelen en bloembollen biedt het de mogelijkheid hun gewassen in een ruimer bouwplan te telen met een hogere productie en lager gebruik van pesticiden.

Voor een goede bedrijfsvoering kunnen akkerbouwers en melkveehouders ook intensiever samenwerken, in grondcoalities. Melkveehouders hebben de grond- en fosfaatrechten nodig voor hun bedrijfsomvang. Bij een grondcoalitie zou je het grondgebruik van akkerbouwer en veehouder als één geheel kunnen bezien. Het biedt voor de akkerbouwer de mogelijkheid voor verruiming van de vruchtwisseling en voor de

veehouder meer mogelijkheden voor de afzet van mest (Gerbrandy, 2016a). Er zijn voorbeelden waarbij de voordelen voor de akkerbouwer en de veehouder vrijwel gelijk verdeeld zijn (De Wit & Wagenaar, 2013). Samenwerking vraagt wel een investering: niet alleen om een goede partner vinden, maar ook om elkaar te leren kennen en heldere afspraken te maken, bijvoorbeeld over zaken als mestafzet, beschikbaarheid van percelen in de tijd, geschikte maaimomenten, gebruik van machines en arbeid, etc. Er wordt momenteel geëxperimenteerd om de win-win-situatie verder uit te bouwen o.a. op het gebied van de mineralenbenutting en verlaging van de administratieve lasten (Gerbrandy, 2016b).

**“Melkveehouders weten veel over hun vee, maar minder over de bodem.”**

*Melkveehouder Armando Dood uit Den Ham, LTO Noord 2016*



Samenwerking tussen akkerbouwers en melkveehouders kan in specifieke gevallen voordelen opleveren met betrekking tot duurzaam bodembeheer, zoals ruimere gewasrotatie en uitwisseling van mest en stro.



#### 3. Wat doe je met het stro na een graanteelt?

- A. Voor een goede prijs verkopen
- B. Op het land laten als organische stof voor de bodem



***“De bodem is je belangrijkste productiefactor.  
Die moet je door en door kennen.”***

Mari van den Heuvel, vollegrondsteler in Nuenen, Goed doorgrond 2007

## Hoofdstuk 4

# Bewustwording en gedragsverandering

Het roer moet om, maar een eenduidige oplossing is er niet. Veranderingen op systeemniveau kunnen niet zonder een andere manier van denken. En dit heeft tijd nodig. De eerste stappen zijn bewustwording ‘dat het ook anders kan’ en ervaringen opdoen met nieuwe maatregelen. Zo bouwt de akkerbouwer kennis en vertrouwen op (Zanen, 2015).

### 4.1 Profielkuil

Een bodemkwaliteitsplan is een instrument om de bodem vanuit zowel de chemische, biologische als fysische kant te benaderen. Dan ontcom je er niet aan om de bodem van heel dichtbij te observeren.

Maar een gat in de grond steken om vervolgens het bodemprofiel nauwgezet te bekijken, dat schiet er nou net bij in vanwege het grootschalige karakter van de Nederlandse landbouw. De meeste agrariërs zijn op zijn minst ‘machineboeren’. Ze zijn in staat gebleken om steeds grotere arealen te bewerken en daarbij een goede opbrengst te behalen. Maar de bodem bekijken

ze niet meer van dichtbij. Het devies is dus ‘Kom eens wat vaker van die trekker af!’ (Van Roekel & Molendijk, 2015).

Een bodemprofielbeoordeling kan meer inzicht geven in de algehele conditie van de bodem. Deze kan het beste gedaan worden als het gewas volledig ontwikkeld is. Bij een profielkuilbeoordeling worden structurelementen, beworteling en poriën gescoord. Nadeel van deze methode is dat er nogal wat ervaring nodig is om tot een goede beoordeling te komen (Zanen et al, 2012).

Samen kijken en discussiëren is het begin van innoveren met bodemkwaliteit. De meeste praktische innovatiekracht zit bij agrariërs zelf, want niemand kent de bedrijfsomstandigheden beter en heeft zoveel mogelijkheden om passende innovaties te bedenken en uit te proberen, en de resultaten in de volle breedte te zien. Voor een zinvolle vergelijking is het overigens wel noodzakelijk om de aanpassing op een deel van het perceel uit te proberen. Voer je een aanpassing in gewas of bodem-

verzorging door op het hele perceel, dan wordt niet duidelijk of het resultaat 'echt' is of slechts een toevaligheid die niets met de aanpassing zelf te maken had (de Wit & Wagenaar, 2013).

**“Ik steek de kop in de grond en spijker mijn bodemkennis flink bij.”**

Melkveehouder Armando Dood uit Den Ham, LTO Noord 2016

#### Pacht en huurgrond

De liberalisering van de pacht heeft tot gevolg dat grondgebruikers voor een kortere perioden percelen in gebruik hebben. De praktijk leert dat iemand minder in de bodem investeert wanneer er sprake is van kortdurend grondgebruik. In de huidige trend van zwerfteelten is veel grond niet in handen van de teler zelf. Zo wordt bijvoorbeeld aardappelpootgoed voor twintig tot dertig procent op gepachte grond geteeld. Dat komt onder meer door de schaalvergroting. Er is zoveel kapitaal geïnvesteerd in kennis en machines, dat dit gewas op zeer grote arealen moet worden weggezet.

Ook zoeken de boeren 'schone grond', die vrij is van ziektes. Een toename van de zwerfteelt is mede veroorzaakt door de beperking van het gebruik van grondontsmettingsmiddelen, om het milieu en de gezondheid van omwonenden minder te belasten. Sommige gewassen kan je pas na zeven jaar weer veilig op hetzelfde stuk grond telen.

Een van de grootste grondeigenaren in Nederland is een grote verzekeringsmaatschappij, die de grond uitsluitend als speculatiegoed bekijkt. Landbouwkundige waarden spelen voor dergelijke marktpartijen slechts een beperkte rol. Gepachte gronden zijn dan ook niet de gronden waarmee de pachter met zorg omgaat.

(Van Roekel & Molendijk, 2015; Van Essen et al, 2016)



De spade is een belangrijk instrument voor duurzaam bodembeheer.

#### 4.2 Bodem en kapitaal

Slechts een beperkt deel van de beschikbare maatregelen en technieken voor een duurzamer bodembeheer wordt momenteel op grote schaal in de praktijk toegepast. Dat komt niet alleen door een gebrek aan kennisoverdracht of bewustwording. Onderzoek wijst uit dat veel agrarische ondernemers het belang van bodemkwaliteit inmiddels wel op hun netvlies hebben staan. Een minstens zo belangrijke factor is het feit dat de effecten van bodembeheer bedrijfsoverstijgend zijn en de markt niet altijd goed werkt. Een ander aspect hierbij is dat er geen inzicht is in wat de economische meerwaarde van goede grond dan is; met andere woorden, de kosten zijn helder, de baten niet (Poppe, 2015).

Verbetering van de bodemkwaliteit is vaak een kwestie van een lange adem. En hoewel de lage rentestand boeren aanzet om meer rekening te houden met de langere termijn, ligt daar



Er is geen inzicht in de economische meerwaarde van goede grond; de kosten zijn helder, de baten niet.

mogelijk toch ook een knelpunt. Het rendement denken is ook in de landbouw sterker geworden. De trend naar meer kortlopend gebruik van grond maakt het moeilijker om investeringen in bodemkwaliteit terug te verdienen, waardoor de baten ten goede komen aan een toekomstige gebruiker van de betreffende grond. Ook in ruimtelijke zin is bodembeheer bedrijfsoverstijgend. Denk bijvoorbeeld aan de effecten van stuiferosie op omliggende percelen of de relatie tussen nutriëntenmanagement en waterkwaliteit. Investeringen in bodemkwaliteit zijn dus niet altijd (uitsluitend) in het belang van de ondernemer. En ook: één knoeier kan het voor veel aanpalende percelen verpesten (Poppe, 2015).

Het zijn niet alleen boeren onderling die belang hebben bij een duurzaam bodembeheer. Het geldt ook voor afnemers die hun fabrieken over 15 jaar nog rendabel van grondstof willen voorzien. Voor loonwerkers die hun machines voor

die teelt willen blijven exploiteren. Voor grondeigenaren die een aantrekkelijke pacht voor hoog-salderende gewassen willen hebben of voor financiers die de waarde van het onderpand in stand willen houden. Kortom, dit is een collectieve opgave, waarin boeren, grondeigenaren, loonwerkers, adviseurs, financiers, beleidsmakers en andere betrokkenen een gezamenlijke verantwoordelijkheid hebben. Maar hoewel alle partijen hun rol hierin erkennen, blijft het vooralsnog bij goede voornemens (Poppe, 2015).

De kosten en baten van bodembeheer verschillen van elkaar in tijd en ruimte. Hierdoor is bodembeheer, vanuit de economische belangen van de boer bezien, per definitie suboptimaal. Voor een structurele oplossing is een herinrichting van het systeem van grondgebruik en grondruil nodig. Het systeem moet zo ingericht worden dat boeren en anderen de juiste prikkels krijgen om optimaal te handelen. Daarbij moeten we accepteren dat de betrokken partijen, naast een gemeenschappelijk doel, ook conflicterende belangen op de korte termijn hebben. Grondeigenaren zijn gebaat bij een hoge pachtprijs, wat boeren stimuleert het uiterste uit hun grond te halen. Telers van uitgangsmateriaal willen maagdelijke grond, maar transparantie hierin legt ook de minder goede percelen bloot. En voor veehouders speelt naast bodemkwaliteit het belang van mestafzet. Zo'n systeem-aanpak kan dan ook het best regionaal worden opgepakt. Situaties verschillen sterk qua bijvoorbeeld agrarische activiteit en grondgebruik, en implementatie berust deels op impliciete (niet-gecodeerde) kennis die aanwezig is in een gebied.

Een systeem waarin kosten en baten in balans zijn – zowel op korte versus lange termijn als voor het bedrijf versus zijn omgeving – vereist dat bodemkwaliteit meetbaar en communiceerbaar is. Het ontwikkelen van een dergelijk instrumentarium is dan ook een must (Poppe, 2015).

### Geen medeverantwoordelijkheidsgevoel

De boer staat steeds meer in een spanningsveld tussen korte- en langetermijnbelangen. Dat geldt zeker voor bodemvruchtbaarheid. Hij ervaart vanuit de markt een druk op winstmaximalisatie op de korte termijn. Deze focus op de korte termijn in de keten geeft weinig ruimte voor het behoud van bodemvruchtbaarheid op de lange termijn. De handel in de rest van de keten lijkt los te staan van de zorg voor de bodem. Omdat in de akkerbouw gewasrotatie plaats vindt, is de verbinding tussen de bodem en ketenpartijen niet alleen indirect, maar ook roulerend. Dat staat een medeverantwoordelijkheidsgevoel van ketenpartijen voor de bodem in de weg. Daarnaast dragen de hoge grond- en pachtprizen bij aan de focus op de korte termijn omdat dit boeren dwingt om op zo kort mogelijke termijn zoveel mogelijk geld aan hun grond te verdienen. Sinds 2007 leidt ook de geliberaliseerde pacht tot aanzienlijk hogere pachtprizen en kortere pachtperiodes. Het belang van de samenleving en van toekomstige generaties in de bodem als natuurlijk kapitaal (ecologie en economie) staat in het huidige speelveld in de keten van akkerbouwer tot consument nog te vaak buiten spel. Daarmee is de lange termijn bodemvruchtbaarheid niet geborgd.

(Staps et al, 2015)

### 4.3 Veranderende relaties

Onderzoek en sector zijn op zoek naar nieuwe productiesystemen, die voldoen aan alle eisen die de maatschappij stelt. Naar een landbouwsysteem met sterke gewassen, minder ziekten en plagen en bestand tegen klimaatverandering. Deze nieuwe productiesystemen vragen om vakmanschap op het gebied van gewasproductie, mechanisatie en afzet.

Een aantal oplossingen ligt vandaag reeds binnen handbereik. Niet alleen de landbouwer en het landbouwbeleid spelen hier een belangrijke rol, ook de consument bepaalt mee bij de keuzes die gemaakt worden, door wat hij aankoopt en wat hij eet. Een minstens even grote verantwoordelijkheid ligt bij de verwerkende industrie en groothandel. Met de vinger wijzen naar één bepaalde groep werkt weinig constructief en is ook zelden terecht.

#### Agrobotica

Het toepassen van nieuwe technologieën zoals agrobotica kan een positieve bijdrage leveren aan het verduurzamen van productiesystemen. Robots kunnen arbeid vervangen, bestaan de taken nauwkeuriger en frequenter uitvoeren en kunnen emissie en gebruik van chemie reduceren. Bovendien biedt het mogelijkheden voor schaalverkleining, precisielandbouw, intercropping, drones en onbemande autonome machines (Sukkel, 2016).

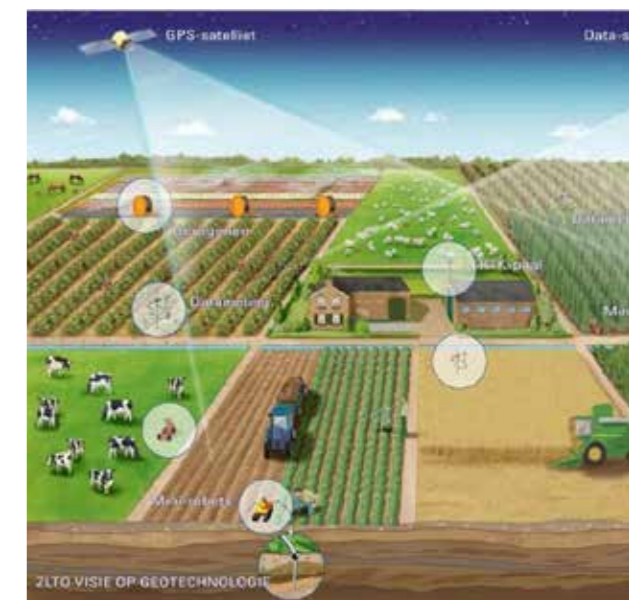
#### Smart farming

De landbouwpraktijk verandert en wordt data-intensiever. Data-intensieve landbouw, ook bekend als 'smart farming', gebruikt nieuwe sensoren en geotechnologie om gegevens te



Prototype van een ultralichte robot-rooimachine uit het concept van Lasting Fields.

verzamelen over allerlei variabelen die de groei van gewassen beïnvloeden (zie figuur 4.1). Met die informatie kunnen boeren de keuze en hoeveelheden van hun zaaizaden, bemesting en gewasbescherming tot op de vierkante meter nauwkeurig afstemmen. Het ontwikkelen van smart farming-methoden vergt nauwe samenwerking tussen boeren, leveranciers, landbouwkundigen, ontwikkelaars van de relevante technologieën en afnemers. Om toegang tot de beste landbouwkundige expertise te verwerven kunnen boeren een landbouwkundig adviseur inhuren. Die adviseur bepaalt een strategie die de nieuwe technologie optimaal benut, maar de boer verricht zelf de werkzaamheden. Zo'n externe adviseur kan een toeleverancier zijn, een agrarisch loonbedrijf of een gespecialiseerd adviesbureau. Hiermee maken boeren zich wel afhankelijk van derden voor de expertise om hun bedrijf optimaal te besturen (Smit, 2015). Recente ontwikkelingen in sensing-technieken in combinatie met informatie- en communicatietechnologie maken het



Figuur 4.1: Visie op geotechnologie (ZLTO).

mogelijk om de verzamelde data te interpreteren op verschillende schaalniveaus. Hiermee kunnen we inzicht krijgen in de dynamiek, de ruimtelijke heterogeniteit en de interactie met het milieu. Zo kunnen de nieuwe technieken de maatschappij helpen om een beeld te krijgen van de capaciteit van de bodem om te voorzien in de behoefte aan voedsel, biomassa, klimaatadaptatie en leefomgeving (Rossel & Bouma, 2016).

#### Korte ketens

Er zijn vele initiatieven waarin in de keten van boer tot consument aan verduurzaming wordt gewerkt en die bijdragen aan de ontwikkeling van duurzaam bodembeheer. Karakteristieke onderdelen van dergelijke initiatieven zijn: verkorting van de keten (overslaan van tussenschakels), samenwerking tussen de afzonderlijke schakels in de keten, vergroting van transparantie, regionalisering, versterking van de betrokkenheid tussen consument en producent en kennisdisseminatie en -uitwisseling (Staps et al, 2015).



#### 4. In een nat najaar besteed je werkzaamheden uit aan een loonwerker. Wanneer gaat hij het doen?

- A. De loonwerker bepaalt altijd de planning
- B. Je geeft zelf aan wanneer hij wel en niet jouw land op mag



*“We zouden vaker eerst in de bodem moeten kijken voordat we actie ondernemen.”*

Everhard van Essen, Aequator Groen & Ruimte

## Hoofdstuk 5

# Het lectoraat Duurzaam bodembeheer

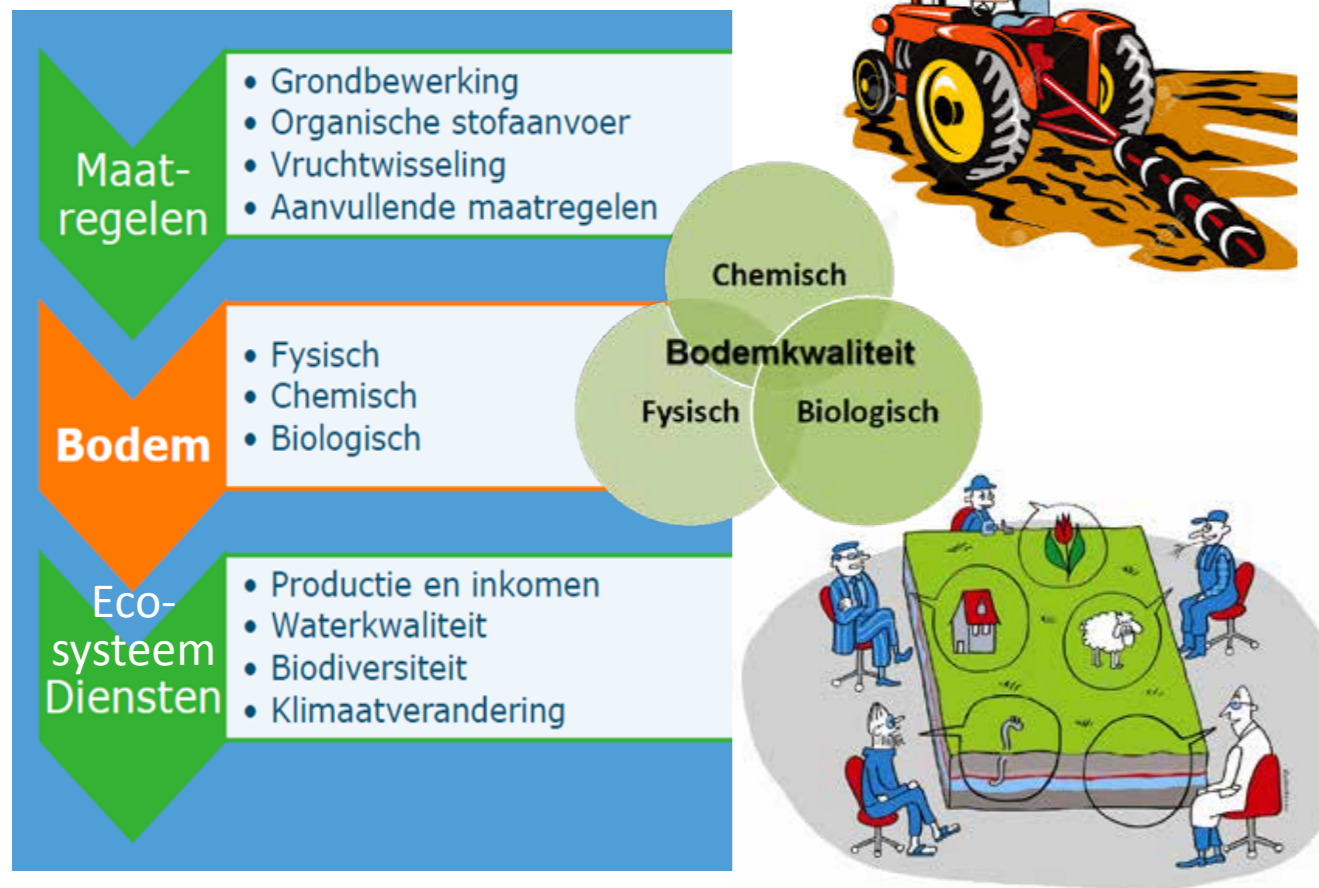
Het lectoraat Duurzaam Bodembeheer is gestart in het Jaar van de Bodem, 2015. In een eerste reactie daarop berichtte een journalist dat het woord ‘duurzaam’ verboden zou moeten worden. Bij afwezigheid van een sluitende algemeen geldende definitie geeft iedereen zijn eigen invulling aan het woord. Eerst had het de betekenis ‘milieu vriendelijk’, maar al snel werd het ‘minder milieu belastend’ en in de marketing is duurzaamheid een ander woord voor productinnovatie (Ceelen, Vakblad Field-manager). Consumenten wantrouwen in toenemende mate het d-woord. En ook onze toenmalige Minister van Landbouw, dhr. Bleker, bekende “ik houd niet van het woord duurzaamheid” (Het Parool, 7 mei 2012).

Hoe komt een hogeschool er dan toe om dit omstreden woord op te nemen in het thema van een lectoraat? Omdat alles wat te maken heeft met maatschappelijk verantwoord leven, milieu, ecologie en toekomstgericht denken tegenwoordig onder duurzaamheid wordt geschaard. Vaak wordt de term omschreven

aan de hand van de drie P's: People (mensen), Planet (aarde) en Profit (winst). Met andere woorden, duurzaamheid gaat uit van de huidige behoefte die de mensen op de aarde hebben en hoe dit in de toekomst ontwikkeld kan worden zonder dat de mensen, het milieu of de economie in gevaar komen (Platform Duurzaamheid, Vrij Nederland 2014). Een woord dat de lading beter lijkt te dekken is ‘volhoudbaarheid’ (De Vries, 2015). Maar ‘duurzaam bodembeheer’ klinkt nou eenmaal minder gekunsteld dan ‘volhoudbaar bodembeheer’. Vandaar.

### 5.1 Doel van het lectoraat

Het lectoraat Duurzaam Bodembeheer richt zich op een optimale integratie van kennis en kunde op het gebied van de bodem, agrarische productiesystemen en daaraan gerelateerd grondgebruik, waterbeheer, bodemvruchtbaarheid en -gezondheid en de precisielandbouw. Uiteindelijk moet dit bijdragen aan de optimalisatie van duurzaam bodembeheer op bedrijfsniveau (zie figuur 5.1).



**Figuur 5.1:** Schematische weergave van de visie en uitgangspunten van het lectoraat - door de juiste keuze van een of meer maatregelen kan de boer de bodemeigenschappen beïnvloeden, de bodemkwaliteit verbeteren en daarmee tegemoet komen aan de verschillende ecosystemediensten die van de bodem worden gevraagd.

### Benodigde impuls

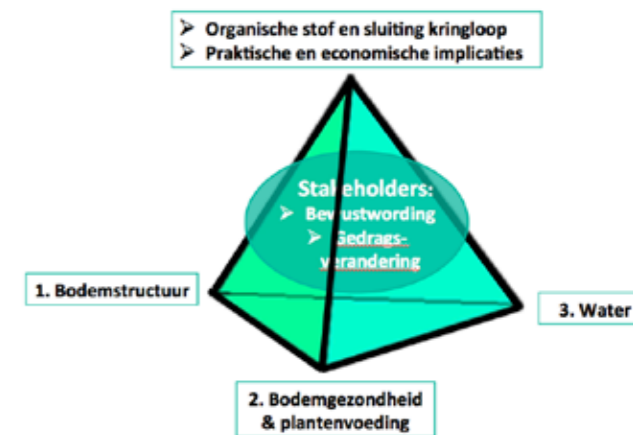
Om een impuls te geven aan de implementatie van duurzaam bodembeheer op agrarische bedrijven en voor het optimaal en efficiënt gebruik van grondstoffen (water, mineralen, gewasbeschermingsmiddelen) is inzet nodig op de volgende punten:

- Ontwikkeling, integratie en disseminatie van bodemkundige kennis (fysisch, chemisch en biologisch) en tools (beslissingsondersteunende systemen, ICT en agrotechniek);
- Samenwerking tussen de plantaardige en dierlijke sectoren m.b.t. grondgebruik, bodembeheer en benutting organische reststromen;
- Voortschrijdende ontwikkeling van inzichten op het gebied van circulaire en biobased landbouw, met efficiënte inzet en hergebruik van grondstoffen d.m.v. nieuwe technologie, gesloten kringlopen voor grondstoffen en mineralen op regionale schaal;
- Inzicht in praktische en economische implicaties van maatregelen die van belang zijn voor het handelingsperspectief van ondernemers;
- Bewustwording bij agrarische ondernemers, toeleveranciers, adviseurs en ketenpartijen over knelpunten, kansen en mogelijkheden m.b.t. optimalisatie van bodem- en waterbeheer.

### 5.2 Thema's en onderzoeksvragen

Zoals in de voorgaande hoofdstukken is beschreven, gaat het er bij duurzaam bodembeheer om de chemische, biologische en fysische invalshoeken te combineren in een perceel specifieke meerjarenplanning. Dat is niet eenvoudig. Veel beschikbare kennis heeft betrekking op een beperkt aantal gewassen en/of grondsoorten, die niet zondermeer geëxtrapoleerd kan worden naar andere gewassen en grondsoorten. Hier ligt het werkveld van het lectoraat: het verder ontwikkelen, valideren, verbreden en toepassen van bestaande kennis, meet- en monitoringstechnieken om deze voor een grotere doelgroep toepasbaar te maken.

Drie inhoudelijke thema's vormen de basis van het onderzoek (zie figuur 5.2). Daarnaast zijn er twee overkoepelende speerpunten die een relevante rol spelen bij alle thema's. En centraal



**Figuur 5.2:** Schematische weergave van drie onderzoeksthema's binnen het lectoraat, de twee overkoepelende speerpunten en de centrale positie van de stakeholders daarbij.

staan de ondernemers en andere stakeholders uit de keten (adviseurs, toeleveranciers, verwerkende industrie, etc.) die de integrale benadering moeten gaan toepassen om te komen tot een duurzaam bodem- en waterbeheer. Hierbij zijn bewustwording en gedragsverandering essentiële processen om het doel te bereiken.

### Drie inhoudelijke thema's aan de basis

1. Bodemstructuur: maatregelen ter verbetering van de bodemstructuur en het voorkomen van verdichting en verslemping;
2. Bodemgezondheid en plantenvoeding: maatregelen ter verbetering van de bodemvruchtbaarheid, -gezondheid en -biodiversiteit;
3. Water: effect van maatregelen op infiltratie, vochtvasthoudend vermogen, af- en uitspoeling van nutriënten en gewasbeschermingsmiddelen, bodemdaling en efficiënt zoet watergebruik.



### Thema-overstijgende speerpunten

- Organische stof is een grondstof die over alle thema's heen een relevante rol speelt. Verhoging van het organisch stofgehalte in de bodem leidt over het algemeen tot verbetering van diverse ecosysteemdiensten, zoals productie, waterbergend vermogen, bodembiodiversiteit en bodemweerbaarheid, en biedt daarmee een bufferende werking bij transities en klimaatverandering. De productie en benutting van organische reststromen en het sluiten van kringlopen, al dan niet via bioraffinage/cascadering, is daarmee integraal onderdeel van het hoofddoel van het lectoraat.
- Praktische en economische implicaties van maatregelen die voortkomen uit de drie inhoudelijke thema's zijn van doorslaggevend belang voor het handelingsperspectief van ondernemers. Deze kunnen per grondsoort en per sector/gewas verschillen en moeten leiden tot een integrale systeem aanpak. Het in kaart brengen en doorrekenen van deze implicaties zal leiden tot:
  - Integratie en vertaling van bestaande strategieën en tools naar andere sectoren/gewassen;
  - Integratie van technieken, kennis en beslissingsondersteunende tools voor toepassing door voorlichters, toeleveranciers en ondernemers;
  - Inschatting van bedrijfseconomische- en milieuwinst door duurzaam bodem- en waterbeheer.

### Onderzoeksvraag

Hoe kunnen agrarische ondernemers de vitaliteit van de bodem maximaal stimuleren voor een duurzame, grondgebonden (voedsel-)productie?

Afgeleide vragen hiervan zijn:

- Met welke technieken en tools kunnen facetten van (de verandering in) de bodemkwaliteit gemeten worden op perceels- en bedrijfsniveau?

- Met welke maatregelen en technieken kan de bodem- en waterkwaliteit verbeterd worden op perceels- en bedrijfsniveau?
- Op welke wijze kunnen tools en modellen voor beoordeling en berekening van bodem- en waterkwaliteit worden toegepast op bedrijfsniveau?
- Op welke wijze kan de beschikbaarheid van voldoende organische stof (kwaliteit en kwantiteit) voor agrarisch bodembeheer worden verbeterd?
- Welke overwegingen liggen ten grondslag aan de keuze van ondernemers voor implementatie van maatregelen ter verbetering van de bodem- en waterkwaliteit?
- Op welke wijze kunnen ondernemers worden verleid tot verbetering van hun eigen bodem- en waterbeheer?

Met deze thema's en onderzoeksvragen heeft het lectoraat 'Duurzaam Bodembeheer' raakvlakken met een aantal andere lectoraten, zoals 'Precisielandbouw', 'Duurzame energie en groene grondstoffen', 'Vitale business via cyclische processen en productieketen', 'Aardappelketen en sectorinnovatie' en 'Beweiding' bij Aeres Hogeschool Dronten, 'Bodem en ondergrond' bij Saxion Hogeschool, 'Nieuwe Business Modellen voor Landbouw- en Voedseltransitie' bij HAS Hogeschool Den Bosch en de lectoraten 'Bodemverbetering' en 'Duurzame melkveehouderij' bij Hogeschool Van Hall Larenstein. Cross-overs tussen deze lectoraten krijgen vorm in gezamenlijke onderzoeksprojecten.

### 5.3 Praktijkonderzoek

Het lectoraat voert samen met het bedrijfsleven en collega-onderzoeksinstituten onderzoeks- en innovatieprojecten uit om antwoord te krijgen op de onderzoeksvragen. In deze onderzoeks- en innovatieprojecten worden zo veel mogelijk studenten en docenten ingezet. De resultaten van de onderzoeksprojecten worden gebruikt als cases in het bestaande onderwijs en om nieuwe onderwijsmomenten op te zetten. Hieronder een aantal voorbeelden van projecten waar het lectoraat aan bijdraagt.



Figuur 5.3: Een kleine selectie van 'knoppen' waaraan een ondernemer kan draaien voor een duurzamer bodem- en waterbeheer.

### Leve(n)de Bodem

Het project Leven(de) Bodem richt zich op bescherming van de bodemkwaliteit, door de implementatie van bestaande kennis in de agrarische bedrijfsvoering en door samenwerking tussen onderzoeksinstituten en praktijkbedrijven. Talrijke Europese en regionale onderzoeksprojecten hebben geleid

tot nieuwe tools, modellen, technieken en inzichten die echter nog onvoldoende geïmplementeerd zijn in de agrarische bedrijfsvoering. Dit gat tussen onderzoek en praktijk moet worden gedicht. Er is behoefte aan verbinding met het dagelijkse handelingsperspectief. Dit project zet maximaal in op de toepassing op bedrijfsniveau. De nadruk ligt op



Studenten doen onderzoek aan bodemverdichting.

bewustwording, kennisverspreiding en demonstraties, via individuele begeleiding van agrarische ondernemingen en via ondernemersnetwerken. Daarbij worden ook de erfbetreders, zoals loonwerkers en toeleveranciers, bij het geheel betrokken, aangezien zij vaak diegenen zijn die de beslissingen van de landbouwers sturen.

Het lectoraat Duurzaam Bodembeheer draagt bij aan het project o.a. door de inzet van studenten. Het projectconsortium bestaat uit Inagro, PCG, de Hooibeekhoeve, Provincie Vlaams-Brabant, PIBO-campus, LNE, de Rusthoeve, Delphy, ZLTO, HAS Hogeschool Den Bosch en Centre of Expertise Open Teelten.

### Flevo - land in beweging

De Flevolandse bodem is relatief jong. De kwaliteit voor agrarisch gebruik was goed, maar kent een dalende trend. Dit komt voor een belangrijk deel door bodemdaling (natuurlijke inklinking en veenoxidatie) en bodemverdichting (door agrarische praktijken). Hiermee dreigt de (voedsel-) productiecapaciteit terug te lopen in een provincie waar de productiestructuur voornamelijk is gericht op de agribusiness. Vanuit de agrarische sector is grote behoefte aan meer inzicht in de huidige staat en handelingsperspectief op korte en lange termijn.

Het onderzoek richt zich op het verkrijgen van meer begrip van achterliggende mechanismen, ontwikkeling en validatie van innovatieve meettechnieken, inzicht in ruimtelijke variabiliteit en de gevolgen van bodemdaling en -verdichting op landbouwkundig, hydrologisch en biologisch vlak. De consortiumpartners Aeres Hogeschool, Provincie Flevoland, Aequator Groen & Ruimte, Alterra, Wageningen University, Medusa, Acacia Water en Waterschap Zuiderzeeland dragen gezamenlijk zorg voor de opzet en uitvoering van het onderzoek. Dit project is een cross-over met het lectoraat 'Bodem en ondergrond'.

### Fieldlab Bodemverdichting

Bodemverdichting is een van de belangrijkste knelpunten voor het behoud van de bodemvruchtbaarheid in de Nederlandse landbouw. Omdat herstelmaatregelen zeer beperkt zijn is het een grote uitdaging voor het bedrijfsleven om bodemverdichting te voorkomen. Hiervoor is het cruciaal dat gemeten kan worden welke impact bodembelasting (o.a. berijding) heeft op de bodemstructuur. Het meten hiervan is echter buitengewoon lastig. Daar zijn geen standaardmethoden voor. Ook is er geen onafhankelijke instantie die het bedrijfsleven hierin kan ondersteunen. In dit kader is het idee opgevat om bij Aeres Hogeschool Dronten een of meer meetopstellingen te ontwikkelen (vast en mobiel) met state-of-the-art technieken waarmee het effect van berijding op de bodem kan worden geregistreerd; een zogenaamd Fieldlab Bodemverdichting. Een dergelijke opstelling is uniek voor Europa. Voor de ontwikkeling en validatie hiervan is de input nodig van diverse experts en toeleverende bedrijven.



Zware belasting kan bodemverdichting veroorzaken.

Daarbij wordt ook een businessplan opgesteld om het Fieldlab vervolgens rendabel te laten draaien met opdrachten vanuit het bedrijfsleven. Hiervoor hebben zich op voorhand al diverse bedrijven aangemeld, die gebruik willen maken van de diensten van het Fieldlab. Dit project is een cross-over met het lectoraat 'Precisielandbouw'.

### Circulaire rundermest

In dit project wil een consortium van MKB bedrijven samen met Aeres Hogeschool de eerste stappen zetten om bij te dragen aan een duurzame oplossing voor de Nederlandse mestproblematiek en toekomstige fosfaat schaarste. Hierbij wordt uitgegaan van het circulaire gedachtegoed in plaats van de afvalbenadering. De aanpak is gericht op het maken van marktconforme producten uit de mest door toepassing van een

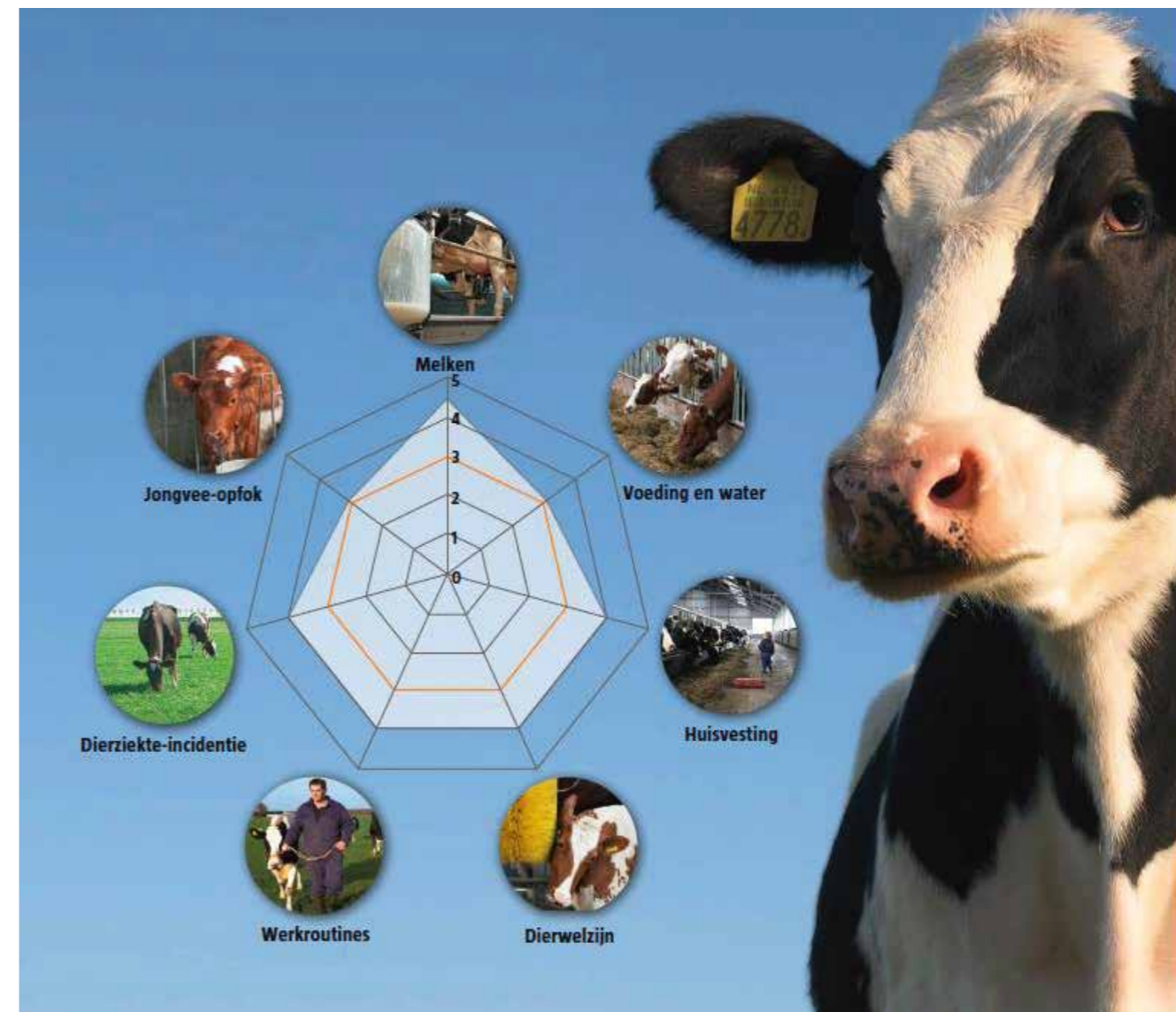
nieuwe hightech scheidingstechnologie en nieuwe combinaties van bestaande bioraffinage-technieken. Er wordt gestreefd naar het produceren van minimaal twee eindproducten: een fosfaat-rijke anorganische fractie en een fosfaat-arme organische fractie (zie figuur 5.4). Beide fracties moeten voldoen aan kwaliteitseisen om toegepast te kunnen worden als respectievelijk fosfaatmeststof en organische stofbron. Gescheiden toediening van fosfaat en organische stof kan voordelen opleveren voor de bodem- en waterkwaliteit. Je kunt meer organische stof toedienen zonder tegen de gebruiksnorm aan te lopen voor fosfaat. En met precisietoepassing van fosfaat qua plaats en tijd, heb je wellicht minder nodig. Dit project is een cross-over met de lectoraten 'Duurzame energie en groene grondstoffen' en 'Vitale business via cyclische proces- en productieketens'.



**Figuur 5.4:** Sluiting van de kringloop van organische reststromen, in het bijzonder van dierlijke mest, en gewenste scheiding van organische koolstofcomponenten en nutriënten zoals stikstof en fosfaat.

### Graslandkompas

Door de wettelijke regelgeving op het gebied van bemesting en het afschaffen van het melkquotum is er voor melkveehouders meer dan ooit noodzaak om aandacht te besteden aan de graslandproductie en grasbenutting. Wat zelf verbouwd wordt, hoeft immers niet te worden aangekocht. De praktijk laat zien dat er grote verschillen zijn in grasland productie. Hier heeft de ondernemer zelf invloed op, onder andere via het bodembeheer (bemesting, bekalking, berijding, graslandvernieuwing). Hierover is al het nodige bekend, maar het ontbreekt aan een instrument om inzicht te krijgen in de verbeterpunten en in de potentiële opbrengstverhoging op een individueel bedrijf. De doelstelling van dit onderzoek is om voor de melkveehouder (en zijn adviseur) zo'n tool te ontwikkelen, het Graslandkompas (zie figuur 5.5). Dit zal de bewustwording verhogen en een stimulans zijn om als melkveehouder daadwerkelijk aan de slag te gaan met verbeteringen van het graslandmanagement. Dit project is een samenwerking met Hogeschool Van Hall Larenstein en een cross-over met de lectoraten 'Duurzame melkveehouderij' en 'Beweiding'.



**Figuur 5.5:** Het Graslandkompas wordt gemaakt naar voorbeeld van het Koekompas, waarbij invloedrijke factoren als 'windrichting' worden weergegeven (Van Hall Larenstein, Leeuwarden).



5. Welke organische meststof voer je aan?
- A. Gratis drijfmest
  - B. Groencompost (ca. € 8 per ton)



*“Er zijn al veel koplopers, maar het is nu de tijd dat het peloton ook gaat meebewegen om die bodem te ontzien.”*

Marjolein van Woerkom, CUMELA 2015

## Hoofdstuk 6

# Innovatie van de kennis- infrastructuur

Het vakgebied van de bodemkunde is in de afgelopen decennia binnen veel onderwijsinstellingen (HBO, MBO) een ondergeschoven kindje geworden. De inhoudelijke experts zijn grotendeels afgevoerd (pensioen) en het vakgebied is van lieverlee ondergebracht bij andere docenten, waar het minder tot z'n recht komt. Vanuit het bedrijfsleven komen dan ook geluiden dat afgestudeerde studenten tegenwoordig tekort schieten in hun bodemkundige kennis en is er de roep om verbetering.

### 6.1 Spin in het web

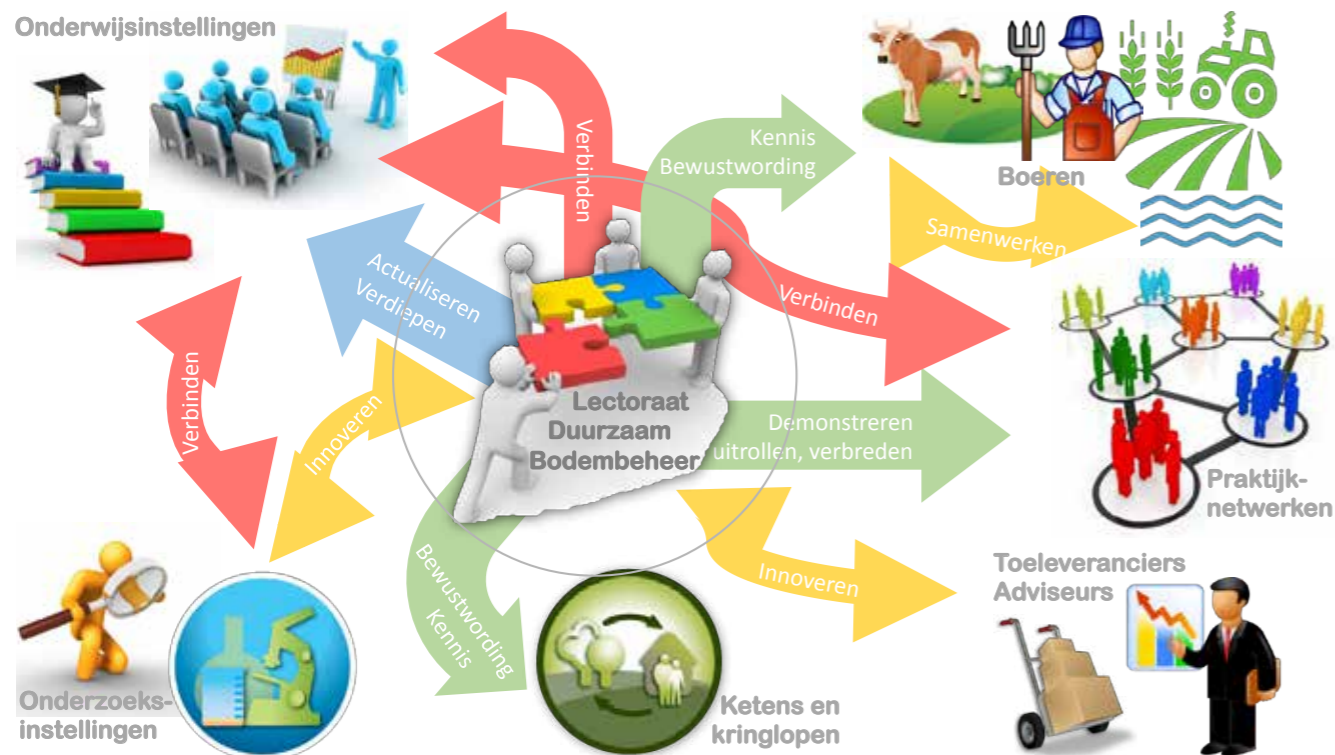
De lector Duurzaam Bodembeheer vormt de spin in het web bij vernieuwing en profilering van het bodemonderwijs binnen Aeres Hogeschool Dronten met spin-off naar de Aeres Groep, andere HAO-instellingen en het bedrijfsleven (cursusonderwijs). Door onderzoek en onderzoeksresultaten in te bedden in de onderwijsprogramma's en door het onderzoek in te vullen samen met studenten en docenten wordt direct en indirect

gewerkt aan versterking van duurzaam bodem- en waterbeheer op agrarische bedrijven.

Naast het gegeven dat de lectoraten onderling samenwerken bij de uitvoering van het onderzoeksprogramma, zoekt Aeres Hogeschool bewust ook naar samenwerking met anderen: onderzoeksinstituten, overheden, bedrijven en andere onderwijsinstellingen (zie figuur 6.1). Door deze samenwerking hebben de onderzoeksresultaten niet alleen betekenis voor de studenten van Aeres Hogeschool, maar ook voor doelgroepen buiten de hogeschool.

### 6.2 Het Bodemprofiel

Binnen Aeres Hogeschool is er de unieke situatie dat er vier academisch geschoolde bodemkundigen werkzaam zijn als docent op de vestigingen in Dronten en Almere. Deze docenten vormen samen met de lector 'het Bodemteam', dat gezamenlijk de expertise borgt op bodem fysisch, -chemisch, -biologisch,



**Figuur 6.1:** Schematische weergave van de rollen die het lectoraat vervult in de agrarische kennisinfrastructuur.

-geografisch en -geologisch gebied en de verantwoordelijkheid draagt voor de uitvoering van onderwijs- en onderzoeksactiviteiten.

Het curriculum van Aeres Hogeschool Dronten bevat een opbouwende serie bodemkundige lesmodules, verdeeld over vier studiejaren bij de studierichtingen Tuin- en akkerbouw, Dieren- en veehouderij, Agrotechniek & management en Toegepaste biologie. Deze vormen een samenhangende, doorlopende leerlijn, het zogenaamde Bodemprofiel. Een student begint met leren kijken en daarna begrijpen, sturen en verdiepen.

In elk studiejaar krijgen ze nieuwe vaardigheden mee, zoals het maken en beoordelen van een profielkuil, het meten van fysische, chemische en biologische parameters, het hanteren van rekentools en beslissingsondersteunende systemen, en onderzoek doen.

Als kers op de taart is het Bodemteam in 2015 gestart met een nieuwe minor Vitale Bodem in het laatste studiejaar. Hierin krijgen de studenten onderzoeksopdrachten die gekoppeld zijn aan de onderzoeksprojecten binnen het lectoraat. Daarnaast kunnen ze ook kiezen voor een stage en een afstudeeropdracht gekoppeld aan het lectoraat. Een student die het volledige



Team Bodem van Aeres Hogeschool met v.l.n.r. Karin Blok, Sylvan Nysten, Martin Duijkers, Gera van Os en Linda Nol.

Bodemprofiel heeft gevolgd studeert af als een volwaardig bodemkundige, met een kritische en onderzoekende houding, die in de beroepspraktijk goed uit de voeten kan met de complexiteit en de innovaties die duurzaam bodembeheer met zich meebrengt.

### 6.3 Monitoring door studenten

Specifieke aandacht verdient de samenwerking van het lectoraat met de Provincie Flevoland en het Waterschap Zuiderzeeland. Deze beide partijen hebben belang bij een structurele koppeling tussen het agrarisch onderwijs van Aeres Hogeschool

en het agrarische bedrijfsleven voor de uitwisseling van kennis met betrekking tot duurzaam bodem- en waterbeheer. Het besef groeit bij boeren en waterschappen dat aanpassingen in het agrarisch bodembeheer in belangrijke mate de achteruitgang van de bodemkwaliteit kunnen tegengaan en vaak voordelig zijn voor zowel de agrariër als de waterbeheerder en uiteindelijk ook voor de consument. Afgelopen jaren zijn al tal van projecten van de grond gekomen om gezamenlijk met boeren te werken aan verbetering van de bodem en de waterhuishouding. In die projecten is met deelnemende agrariërs een groot aantal maatregelen in de praktijk uitgevoerd en getest.

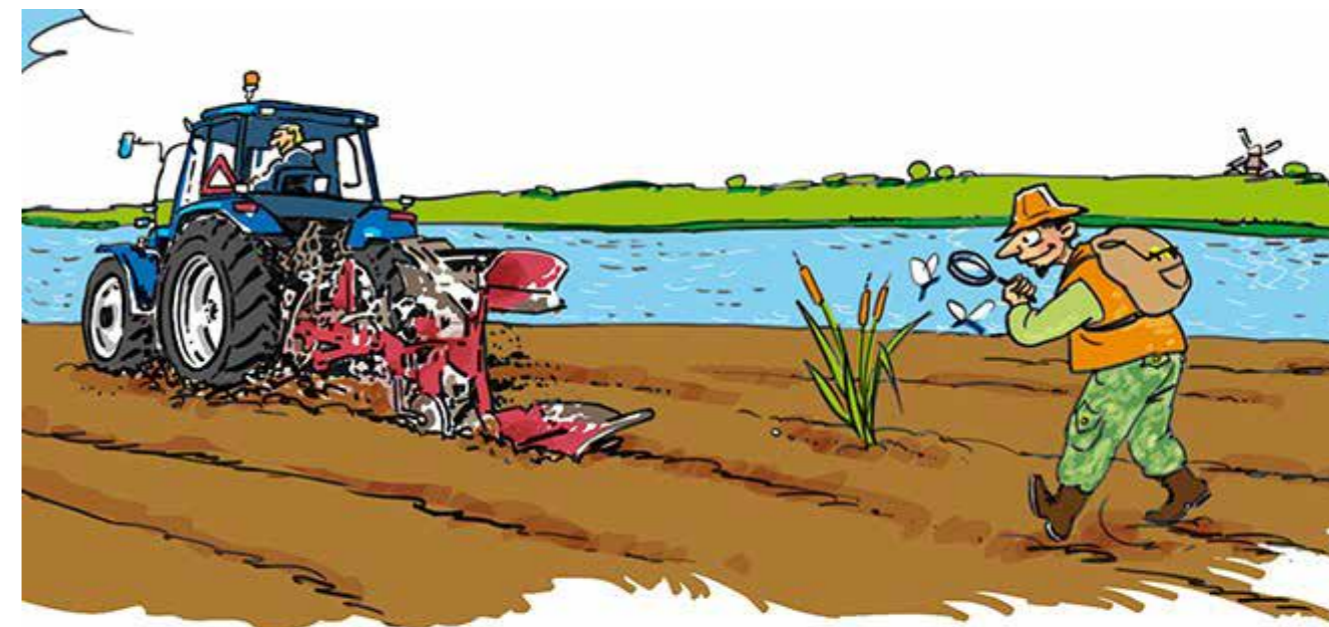


Poster voor interne bekendmaking van de nieuwe doorlopende leerlijn het Bodemprofiel bij Aeres Hogeschool in Dronten en Almere.

Het betreft dan maatregelen die direct gericht zijn op bodemverbetering, zoals werken met dieper wortelende gewassen, toepassen compost in plaats van drijfmest en stimuleren van bodemleven, maar ook maatregelen die gericht zijn op aanpassing van het grondwaterpeil door bijvoorbeeld regelbare drainage.

Echter, veelal is ook gebleken dat de monitoring in deze pilots veelal niet toegesneden is geweest op het vaststellen van langjarige effecten op bodem en water. Monitoring is duur en vergt lange doorlooptijden, terwijl het doel van deze pilots is gericht om maatregelen in praktijk te brengen. Het gevolg hiervan is dat niet goed bekend is wat de maatregelen nou per saldo opleveren. De waterbeheerder kan daardoor maatregelen voor bodemverbetering nog altijd niet goed afwegen tegen andere, meer conventionele maatregelen, zoals het aanwijzen van waterbergingsgebieden en flexibeler peilbeheer. Maar evenzeer geldt dat voor agrariërs ook niet goed aan te geven is wat de effecten zijn van de bodemverbeterende maatregelen op de vocht- en nutriëntenhuishouding en de mede daarvan afhankelijke gewasopbrengsten. Het concreet kunnen duiden van de effecten is een belangrijke succesfactor om te zorgen dat de goede voorbeelden van koplopers ook door anderen worden opgepakt.

Kortom, er is een behoefte om effecten van bodemverbeterende maatregelen te kunnen kwantificeren, zowel voor de agrariër als voor de waterbeheerder. Dit vraagt om een andere



## SAMEN WERKEN AAN GOED BODEMBEHEER

insteek van monitoring bij onderzoek naar maatregelen, maar ook om een geschikt modelinstrumentarium om meetresultaten te kunnen extrapoleren naar andere omstandigheden, zowel in tijd (langjarige effecten, ander klimaat), als in ruimte (andere bodems, stroomgebiedsniveau) (Schipper et al, 2015; STOWA 2012, 2015; Van Essen et al, 2016).

In het kader van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer en het Actieplan Bodem & Water, hebben de provincie Flevoland en het lectoraat Duurzaam Bodembeheer het plan opgevat om de Flevolandse bodem periodiek te monitoren bij bestaande regionale praktijknetwerken, met een van tevoren vastgestelde, generieke set bodemindicatoren en vragenlijsten. Aeres Hogeschool verzamelt dan jaarlijks gegevens, bouwt een database

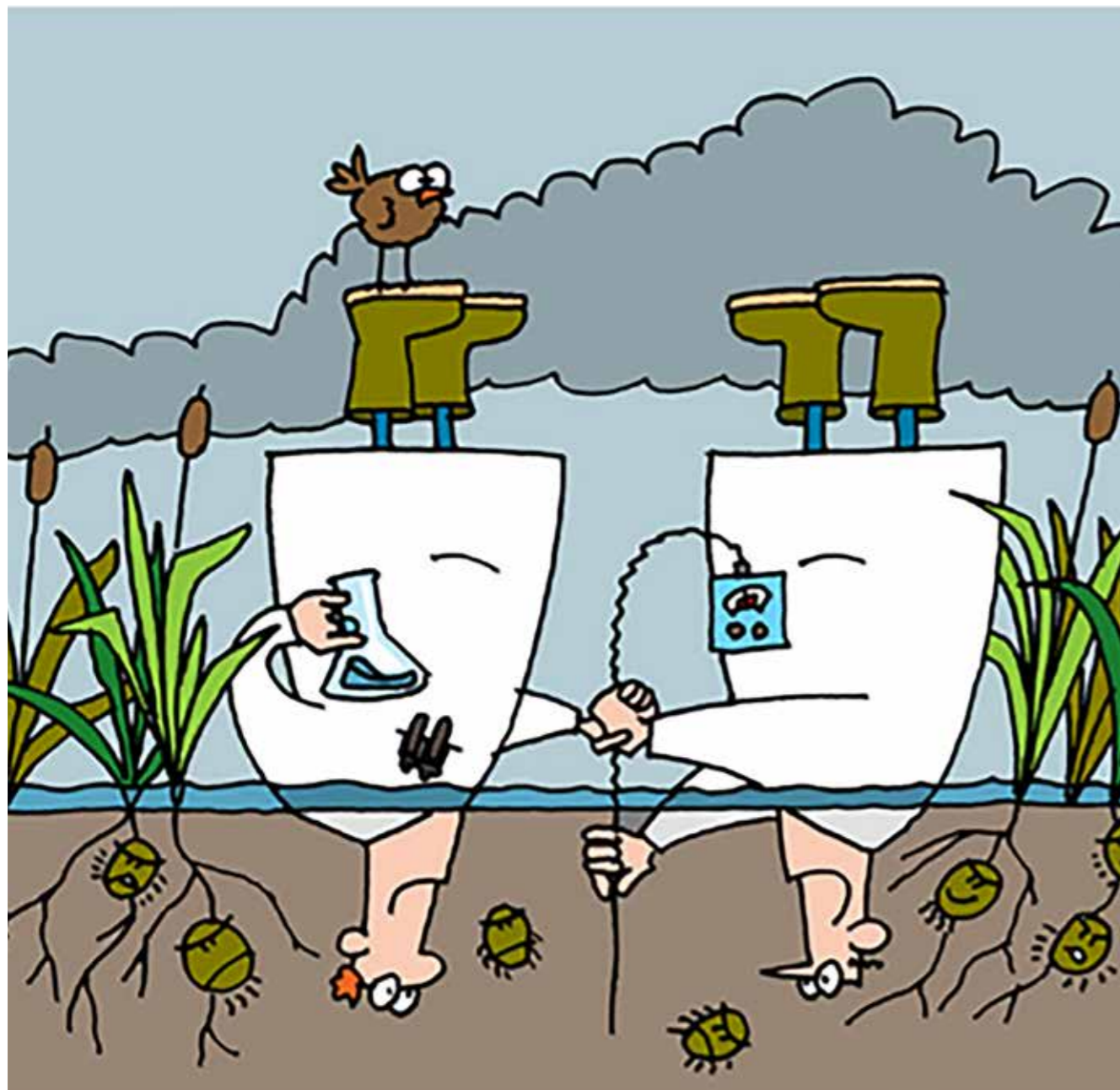
op en zorgt voor analyse en conclusies op grote lijnen over de praktijknetwerken en over de jaren heen.

Dit onderzoek zal worden uitgevoerd door studenten, docenten en onderzoekers en gaat vorm krijgen door een structurele koppeling van het Bodemprofiel (leerlijn) aan ondernemersnetwerken. In diverse lesmodules zullen de studenten opdracht krijgen om de geleerde vaardigheden, zoals het meten van bodemindicatoren, toe te passen bij ondernemersnetwerken van bijvoorbeeld Stichting Veldleeuwrik en in projecten zoals 'Zicht op de Bodemstructuur'. Naast de periodieke monitoring kunnen studenten diverse nieuwe (digitale) tools demonstreren en toepassen en ook moet er ruimte zijn om te werken aan netwerk specifieke onderzoeksvragen.



### 6. Graan is een diep wortelend gewas. De financiële opbrengst is laag, maar teelt is goed voor de bodemstructuur. Zit er graan in je teeltplan?

- A. Nee, want het brengt onvoldoende op
- B. Ja, ik leg er wellicht geld op toe, maar dat verdien ik op de lange termijn weer terug door de verbeterde bodemkwaliteit



In veel praktijknetwerken zitten ondernemers die zich realiseren dat er iets in de bedrijfsvoering moet veranderen om in de toekomst nog te kunnen boeren en die daar ook iets aan willen doen, maar niet precies weten hoe. De bijeenkomsten van zo'n netwerk worden gebruikt om hierover te discussiëren, maatregelen uit te proberen en ervaringen uit te wisselen, vaak onder begeleiding van een teeltadviseur, toeleverancier of onderzoeker. Het bijwonen van dit soort bijeenkomsten kan voor studenten een eye-opener zijn, een authentieke leeromgeving rond de kantine van de deelnemende bedrijven. Dit is een ervaring die je iedere student gunt, niet alleen in het laatste leerjaar als ze op stage gaan, maar bijvoorbeeld in elk studiejaar. En als de studenten dan ook nog een constructieve bijdrage kunnen leveren, door metingen te verrichten of onderzoek te doen, dan wordt duidelijk hoe de op school gedoemde kennis en vaardigheden van meerwaarde zijn voor de praktijk. Docenten zullen de rode draad zijn in deze koppeling tussen 'het Bodemprofiel' en de praktijknetwerken. Zij onderhouden de contacten met de ondernemers en borgen de kwaliteit van de resultaten. De docenten zullen zelf ook netwerkbijeenkomsten bijwonen. Niet persé om toe te zien op het werk van de studenten, maar vooral om zelf feeling te houden met de praktijk, inspirerende gastsprekers te ontmoeten, interessante bedrijven te vinden voor excursies en actuele voorbeelden om in de les te bespreken. Zo kan een structurele kruisbestuiving ontstaan tussen de school en de ondernemers, die voor beide partijen iets oplevert.



Studenten bestuderen het bodemleven in een grondmonster.

Kortom, deze constructie dient diverse doelen die zowel de Provincie als de Aeres Hogeschool aan het hart gaan, waaronder het structureel verbinden van het onderwijs aan het regionale bedrijfsleven en aan innovatietrajecten in het bijzonder, het leren in een authentieke omgeving, het stimuleren van onderzoeksmatig denken, het verhogen van het kennisniveau bij docenten en de implementatie van nieuwe kennis in het onderwijs.



7. **Waarop baseer je je keuze voor een groenbemester?**
- A. Wat je gewend bent of waar je subsidie voor krijgt
  - B. De waardplantstatus voor aanwezige aaltjes



***“Het financiële rendement in de akkerbouw is volledig afhankelijk van goed bodembeheer.”***

Jo Vanhommerig, akkerbouwer in Simpelveld, Goed Doorgrond 2007

## Bronnen

- Akker, J.J.H. van den, F. de Vries, G.D Vermeulen, M.J.D. Hack-ten Broeke en T. Schouten, 2013. Risico op ondergrondverdichting in het landelijk gebied in kaart. Alterra-rapport 2409, Wageningen UR
- Akker, J.J.H. van den, A. Visser, D. Brus, W.J.M. de Groot, M. Pleijter, L. Schlebés, F. de Vries en M.J.D. Hack-ten Broeke, 2014. Bodemverdichting kwetsbare gebieden. Alterra Wageningen UR; CLM Onderzoek en Advies
- Akker J.J.H. van den, Hendriks R.F.A. (2015). Hoe erg is ondergrondverdichting in de landbouw? Een samenvatting en conclusies uit onderzoek naar ondergrondverdichting. Bodem 3-2015, p. 42-44.
- Berge, H. ten en J. Postma, 2010. Duurzaam bodembeheer in de Nederlandse landbouw - Visie en bouwstenen voor een kennisagenda. Plant Research International, Wageningen UR. 203 pp.
- CLM, 2015. Brochure Ondergrondverdichting. CLM, Wageningen UR, Interprovinciaal Overleg, Ministerie Infrastructuur en Milieu. 4 pp.
- Colombijn, K., 2016. Nieuwsbrief Stichting Veldleeuwerik, 1 juli 2016
- Conijn, J.G., 2016. Beheer bodem-organische stof is belangrijk. Wageningen UR [www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Beheer-bodem-organische-stof-is-belangrijk-.htm](http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Beheer-bodem-organische-stof-is-belangrijk-.htm)
- Conijn, J.G. and J.P. Lesschen, 2015. Soil organic matter in the Netherlands Quantification of stocks and flows in the top soil. Wageningen UR, PRI rapport 619, Alterra rapport 2663
- Dam, A.M. van, H.C. de Boer, M. de Beuze, A. van der Klooster, L.J.M Kater, W. van Geel en P. van der Steeg, 2006. Duurzaam bodemgebruik in de landbouw - advies uit de praktijk. Wageningen UR, PPO nr. 340101
- Derks, T., B. Aasman, A. Evers en J. de Wit, 2012. Resultaten berekeningen bedrijfsmaatregelen Melkveehouderij en Akkerbouw. Stichting Duinboeren, ZLTO en PION. 25 pp.
- Eekeren, N. van, en J. Zaneveld-Reijnders, 2011. Bewust herstel van de natuurlijke buffercapaciteit van de bodem. LBI en ZLTO, 48 pp.



- Eekeren, N. van, G. Iepema en B. Domhof, 2016. Goud van Oud Grasland - Bodemkwaliteit onder jong en oud grasland op klei. LBI 2016-011 LbD
- Essen, E. van, M. Arts, K. Lamberink, M. Pleijter, J. van Bakel, J.R. van der Schoot, K. Brolsma en A. Reijneveld, 2016. Gevolgen bodemtrends voor waterbeheer Flevoland, Plan van aanpak. Aequator Groen & Ruimte BV. 30 pp.
- Gerbrandy, A., 2016a. Grondcoalities: toekomst of utopie? Akker 5: 18-21.
- Gerbrandy, A., 2016b. Samenwerken maakt flexibel. Akker 6: 26-29.
- Haan, J. de, 2016. Bemestingsplan noodzakelijk bij krappe gebruiksnormen. Beter Bodembeheer [www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer/show/Bemestingsplan-noodzakelijk-bij-krappe-gebruiksnormen.htm](http://www.beterbodembeheer.nl/nl/beterbodembeheer/show/Bemestingsplan-noodzakelijk-bij-krappe-gebruiksnormen.htm)
- Holm, L.H.J. van, R. Merckx, J. van Orshoven, J. Diels en A. Elsen, 2011. Bodemverdichting op landbouwgrond. Interreg project BodemBreed, 166 pp.
- Jeffery, S., C. Gardi, A. Jones, L. Montanarella, L. Marmo, L. Miko, K. Ritz, G. Peres, J. Römbke and W. H. van der Putten (eds.), 2010. European Atlas of Soil Biodiversity. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg. Published by the Publications Office of the European Union, L-2995 Luxembourg. ISBN 978-92-79-15806-3 - 128 pp.
- Kuhlman, T., R. Michels en B. Groot, 2010. Kosten en baten van bodembeheer. Wageningen UR, LEI-rapport 2010-058
- Lenderink G., G.J. van Oldenborgh, E. van Meijgaard en J. Attema, 2011. Intensiteit van extreme neerslag in een veranderend klimaat. *Meteorologica* 2: 17-20.
- Mommer, L., 2016. Hoe plantenwortels en schimmels v erstoppertje spelen. [www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Hoe-plantenwortels-en-schimmels-verstoppertje-spelen.htm](http://www.wageningenur.nl/nl/nieuws/Hoe-plantenwortels-en-schimmels-verstoppertje-spelen.htm)
- Poppe, K., 2015. Boer en bodem: is er een economisch probleem? Wageningen UR. [www.wageningenur.nl/nl/artikel/Boer-en-bodem-is-er-een-economisch-probleem.htm](http://www.wageningenur.nl/nl/artikel/Boer-en-bodem-is-er-een-economisch-probleem.htm)
- Raaijmakers, J., 2015. Boer, omarm toch de microbe. *De Volkskrant*, 12 november 2015
- Reubens, B., K. D'Haene, T. D'Hose en G. Ruyschaert, 2010. Bodemkwaliteit en landbouw: een literatuurstudie. Activiteit 1 van het Interregproject BodemBreed. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke-Lemberge, België. 203 p.
- Reubens, B., G. Ruyschaert, T. D'Hose en K. D'Haene, 2012. Eindrapport BodemBreed Interreg: overzicht van resultaten, inzichten en aanbevelingen. Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Merelbeke, België. 147 p.
- Roekel, A. van en L. Molendijk 2015. Kom van die trekker af. Kennislink [www.kennislink.nl/publicaties/kom-van-die-trekker-af](http://www.kennislink.nl/publicaties/kom-van-die-trekker-af)
- Rottink, A., 2007. De bodem doorgrond. *Imagro*, ISBN 978-90-812265-1-6.
- Schils, R., 2012. 30 vragen en antwoorden over bodemvruchtbaarheid. Wageningen UR, 145 pp.
- Schipper et al, 2015. Goede grond voor een duurzaam watersysteem - verdere verkenningen in de relatie tussen agrarisch bodembeheer, bodemkwaliteit en waterhuishouding. STOWA 2015-19, ISBN 978-90-5773-688-9.
- Simon, J., C. Gardi, A. Jones, L. Montanarella, L. Marmo, L. Miko, K. Ritz, G. Pérès, J. Römbke and W.H. van der Putten, 2010. European Atlas of Soil Biodiversity. Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-15806-3, 128 pp.
- Smit, H., 2015. Van intuïtie naar informatie. Rabobank Industry Note # 513
- Staps, J.J.M., C. ter Berg, A. van Vilsteren, E.T. Lammerts van Bueren en T.H. Jetten, 2015. Van bodemdilemma's naar integrale verduurzaming – Casus: Vruchtbaar Flevoland, van bodemdegradatie en diepploegen naar integrale duurzame productie in Flevoland [www.ridlv.nl](http://www.ridlv.nl), 58 pagina's
- STOWA, 2012. Klimaatadaptief waterbeheer: wat biedt de bodem. Rapport 24.
- STOWA, 2015a. Goede grond voor een duurzaam watersysteem. Rapport 19.
- STOWA, 2015b. Brochure Goede Grond – goed voor landbouw, natuur en waterbeheer. Rapport 19A.
- STOWA, 2015c. Schiet de boer de waterbeheerder te hulp? Nieuwsbrief 61.
- Sukkel, W., 2016. Op zoek naar nieuwe weerbare productie-systemen. [www.biokennis.org/nl/biokennis/shownieuws/Op-zoek-naar-nieuwe-weerbare-productiesystemen-.htm](http://www.biokennis.org/nl/biokennis/shownieuws/Op-zoek-naar-nieuwe-weerbare-productiesystemen-.htm)
- Tolk, L., 2012. Zoetwater verhelderd: Maatregelen voor zoetwater zelfvoorzienendheid in beeld. *Acaciawater*
- Viscarra Rossel, R.A., and J. Bouma, 2016. Soil sensing: A new paradigm for agriculture. *Agricultural Systems* 148: 71–74.
- Vries, G. de, 2015. Duurzaamheid: gewoon fout! Vakblad voor de Voedingsindustrie 1. [www.vakbladvoedingsindustrie.nl/archief/duurzaamheid-gewoon-fout](http://www.vakbladvoedingsindustrie.nl/archief/duurzaamheid-gewoon-fout)
- Vries, H. de, B. Kort en B. Teunis, 2015. Landelijk draaiboek waterverdeling en droogte. Watermanagementcentrum Nederland (WMCN), Landelijke Coördinatiecommissie Waterverdeling (WMCN-LCW). 54 pp.
- Wit, J. de en J.P. Wagenaar, 2013. De waarde van agrobiodiversiteit - Vijf maatregelen voor een beter gebruik
- Woerkom, M. van, 2015. Voorzichtig met de grond – lage bemestingsnormen en hoge lasten geven druk op de bodem. *Grondig* 6: 10-12.
- Zanen, M., P. Belder, W. Cuijpers en M. Bos, 2011. Duurzaam bodembeheer & Functionele Agrobiodiversiteit in de bodem. Interregproject BodemBreed, 37 pp.
- Zanen M., Belder P., Bos M. & ter Berg C. 2012. Veldmetingen aan niet-kerende grondbewerking: het effect op bodemleven en bodemfuncties. Interregproject BodemBreed, 50 pp.
- Zanen, M., 2015. Sturen op bodemkwaliteit en bodembiodiversiteit. *Bodem* 23(2013)1: 11-13

## Websites

- AgriHolland: Nieuwsbrief 7 juni 2016. Aansprakelijkheidsstelling waterschap na waterschade. [www.agriholland.nl/nieuws/](http://www.agriholland.nl/nieuws/)
- Boerderij Vandaag, 2 feb 2016. Akkerbouwers ontvingen 227 miljoen door gebruik van dierlijke mest in 2015. [www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2016/2/Akkerbouw-verdient-227-miljoen-met-mest-in-2015-2754748W/](http://www.boerderij.nl/Home/Achtergrond/2016/2/Akkerbouw-verdient-227-miljoen-met-mest-in-2015-2754748W/)
- De Groene Musketier, 2015. [www.degroenemusketier.nl/2015-is-het-jaar-van-de-bodem/](http://www.degroenemusketier.nl/2015-is-het-jaar-van-de-bodem/)
- FAO Year of Soils, 2015. [www.fao.org/soils-2015/about/en/](http://www.fao.org/soils-2015/about/en/)
- Groen Kennisnet, 2016. Mineralenconcentraat als kunstmestvervanger. [www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Mineralenconcentraat-als-kunstmestvervanger.htm](http://www.groenkennisnet.nl/nl/groenkennisnet/show/Mineralenconcentraat-als-kunstmestvervanger.htm)
- IUSS proclaims the International Decade of Soils 2015-2024. [www.iuss.org/index.php?article\\_id=588](http://www.iuss.org/index.php?article_id=588)
- Innovatie Veenkolonien: [www.innovatieveenkolonien.nl/bodemverbetering-door-meer-organische-stof/578-ontwikkeling-metho-diek-voor-beter-bodembeheer.html](http://www.innovatieveenkolonien.nl/bodemverbetering-door-meer-organische-stof/578-ontwikkeling-metho-diek-voor-beter-bodembeheer.html)
- LTO Noord, 2016. Blik melkveehouders op bodem. <https://www.ltonoord.nl/provincie/regio-oost/overijssel/nieuws/2016/04/19/blik-melkveehouders-op-bodem>
- Platform Duurzaamheid: [www.platformduurzaamheid.net/index.php?/Wat-is-Duurzaamheid/achtergrond-duurzaamheid/wat-is-duurzaamheid.html](http://www.platformduurzaamheid.net/index.php?/Wat-is-Duurzaamheid/achtergrond-duurzaamheid/wat-is-duurzaamheid.html)
- Soilpedia: Bodem-ecosysteemdiensten. [www.soilpedia.nl](http://www.soilpedia.nl)
- Spaarwater: [www.spaarwater.com/pg-27227-7-102412/pagina/friesland\\_herbaaijum.html](http://www.spaarwater.com/pg-27227-7-102412/pagina/friesland_herbaaijum.html)
- Stichting Waterbuffer, Zoet water in de Landbouw. [www.waterbuffer.net/themas/zoetwater-voor-landbouw](http://www.waterbuffer.net/themas/zoetwater-voor-landbouw)
- Technische Commissie Bodem: [www.tcboodem.nl](http://www.tcboodem.nl)
- The Milk Story, 2015. Een melkveehoudersbelang van een duurzame bodem. [www.milkstory.nl/artikel/een-melkveehoudersbelang-van-een-duurzame-bodem](http://www.milkstory.nl/artikel/een-melkveehoudersbelang-van-een-duurzame-bodem)

## Bronvermelding fotografie

- Cover: Thomas Alföldi, FiBL
- Pagina 4: Hein de Kort, FD 2015
- Pagina 14: [www.vastgereden.nl](http://www.vastgereden.nl)
- Pagina 23: Van Essen et al, 2016
- Pagina 27: Jannes Wiersema
- Pagina 27: ANP
- Pagina 42: DMS Advies
- Pagina 46: Mischa Massink, 2016
- Pagina 66: Matheijs Pleijter, Wageningen UR

## Met dank aan

Kees Westerdijk, Karin Blok, Martin Duijkers, Sylvan Nysten, Linda Nol, Floortje Cornelissen en Siegrid van Dijk.



**Antwoord A** is de optie waar boeren vaak voor kiezen, omdat dit voor de korte termijn (financieel) gunstiger uitpakt. **Antwoord B** ligt minder voor de hand, maar is beter voor de bodemkwaliteit. Het is vaak ingewikkelder, vraagt extra inspanning of kost geld, terwijl het voordeel pas op de langere termijn merkbaar wordt.

Quiz antwoorden