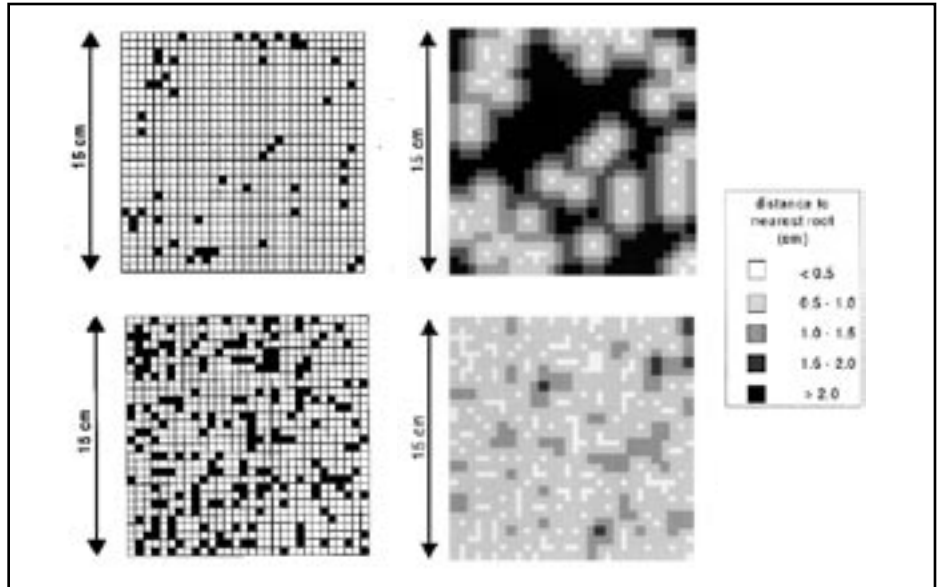


# Aan bodems met hoog organisch stofgehalte kleven risico's

Relatie tussen bedrijfsvoering, bodemstructuur en gewasopbrengst onderzocht

*In de kringloop van het agrarisch bedrijf staat de bodem centraal. De bodem is de plaats waar organisch materiaal, zoals mest en gewasresten, via een ingewikkeld voedselweb wordt omgezet in humus en minerale voedingsstoffen. De voedingsstoffen worden door gewassen via de wortels weer opgenomen waardoor de kringloop gesloten wordt. Zowel de afbraak van de organische stof als de activiteit van wortels vereisen water en zuurstof. De belangrijkste bodemeigenschap die het aanbod hiervan beïnvloedt is de bodemstructuur.*



Figuur 1. Wortelpatronen van twee verschillende BD-bedrijven uit de Flevopolder, beide horizontaal genomen op tien cm diepte na graanteelt. In ieder vakje geeft een stip (links) de aanwezigheid aan van minstens één wortel, in de rechtse figuur is dat vertaald naar afstand tot de dichtstbijzijnde wortel. Hoe donkerder de kleur, hoe verder geïsoleerd dat vakje is van wortels. Duidelijk is dat de bovenste bodem veel slechter beworteld is, dus veel meer dood volume bezit. De reden is de sterke verdichting van de bodem ter plekke. (Figuur LUW/AB-DLO)

BODEM EN BEMESTING

Bodemstructuur is kwetsbaar en aan verandering onderhevig. Er treden van seizoen tot seizoen snelle veranderingen op door weersfactoren, biologische activiteit (zowel door plantenwortels als door het bodemleven) en grondbewerkingen. Daarnaast is er een (indirecte) invloed van de bedrijfsvoering, bijvoorbeeld door de toediening van organische meststoffen en door gewaskeuze, waardoor het bodemvoedselweb en de organische stofvoorraad beïnvloed worden. Naarmate een bodem humusrijker wordt, wordt de bodemstructuur beter, maar ook kwetsbaarder. Hoe moet het biologische bedrijf hiermee omgaan?

## Eisen van het gewas

De eisen die het gewas aan de bodem stelt zijn eigenlijk tegenstrijdig: water bevindt zich vooral in kleine poriën, voor zuurstof en 'groei'-ruimte zoeken wortels juist grotere holtes. De poriegrootte neemt toe met de grootte van bodemdeeltjes variërend van klei (kleiner dan 2 µm), silt (2-50 µm), zand (50 µm-2 mm) tot grind (groter dan 2 mm). Als de bodem alleen uit losse kleideeltjes zou bestaan, dan is er veel water en nauwelijks zuurstof. In zo'n bodem wordt de wortelgroei bovendien geremd door het te kleine formaat poriën. In grof zand is er wel veel zuurstof maar nauwelijks water. Bovendien is de totale porieruimte wel groot, maar de

wortelgroei wordt toch geremd doordat ze om de zandkorrels heen moeten kronkelen. In de meeste bodems klonteren primaire deeltjes onder invloed van allerlei processen samen tot bodemstructurelementen. Deze hebben kleine poriën in hun binnenste en grote ertussen. Ook zijn in een goede bodemstructuur macro-poriën aanwezig die ver in de diepte doorlopen, bijvoorbeeld gangen van wormen en afgestorven wortels en in zwaardere bodems ook scheuren. Zo komt een gevarieerd poriëstelsel tot stand dat de wortels ruimte, water en zuurstof tegelijk kan leveren, en ook het bodemleven in staat stelt het organisch materiaal om te zetten en zo de voedingsstoffen weer vrij te maken.

## Eisen van de boer

Voor bouwland zijn er nog meer eisen waaraan een bodem moet voldoen. De bodem moet ook goed bewerkbaar en berijdbaar zijn bij grondbewerking, zaai en oogst. In het algemeen vergt dit een droge en, voor berijding, een enigszins compacte bodem. Deze eisen staan dus helaas vaak haaks op die van het gewas. Een voor de plant gunstige, luchtige en vochthoudende bodemstructuur

is ook heel gevoelig voor structuurbederf. Of dat ook echt optreedt hangt af van de weerstand van de bodem en de vochttoestand. Bodems die rijk zijn aan organische stof hebben meestal een hoge weerstand, maar altijd geldt: hoe natter de bodem des te kwetsbaarder voor verdichting en versmering. Dus de voor planten gunstige eigenschap van een bodemstructuur om veel vocht vast te kunnen houden, kan negatieve gevolgen hebben voor de berijdbaarheid en de bewerkbaarheid.

## Herstellend vermogen

Als er bodemverdichting heeft plaats gevonden, kan de bodem zich dan weer herstellen? Herstel van structuurbederf kan optreden door weersfactoren zoals de inwerking van vorst en de afwisseling van droog en nat (via zwel en krimp). De bodem moet dan wel voldoende klei bevatten om van deze factoren te kunnen profiteren. Ook het bodemleven is belangrijk voor het herstel van de bodemstructuur. Regenwormen kunnen ploegzolen doorboren en zo de ondergrond voor wortels bereikbaar maken en houden. Door de invloed op het bodemleven heeft de

bedrijfsvoering dus ook gevolgen voor het herstellend vermogen van de grond. Maar hoewel er dus wel herstellmogelijkheden zijn voor een aangetaste bodemstructuur werken negatieve effecten van structuurbederf altijd lang door (minstens één seizoen) omdat het herstel veel tijd vergt. Ook kunnen de omstandigheden voor fysisch herstel langdurig ongunstig zijn (combinatie van zachte winters en natte zomers).

### Rol organische stof

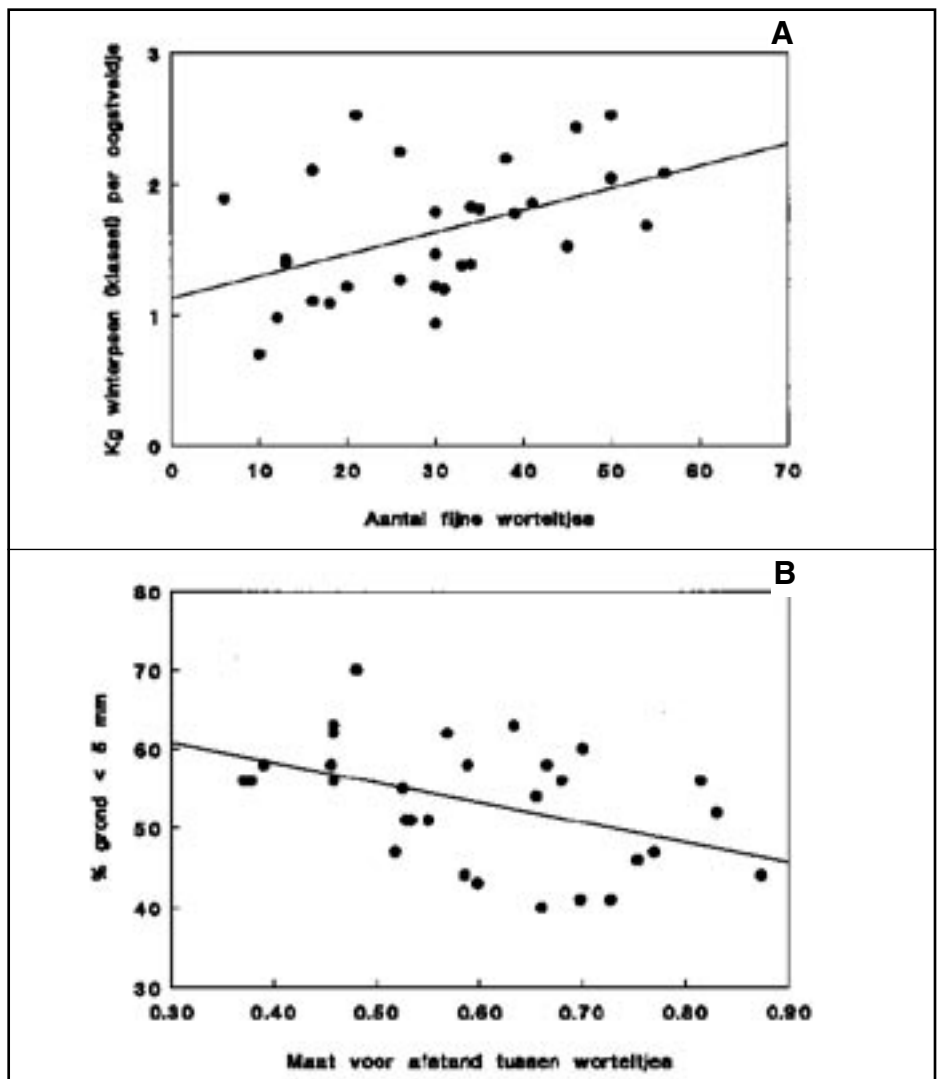
Organische stof in de bodem is van doorslaggevend belang voor de bodemstructuur. Uit het onderzoek van Peter Droogers van de Landbouw Universiteit Wageningen blijkt dat organische stof zorgt voor een voor het gewas optimale bodemstructuur, met name door meer water te leveren in droge perioden. Droogers onderzocht op één en hetzelfde bodemtype de verschillen in bodemstructuur die het gevolg waren van uiteenlopende soorten bedrijfsvoering: gangbaar en biologisch bouwland en permanent grasland. Door zijn structuurmetingen in een bodemfysisch model in te passen, kon Droogers met 30 jaars weersgegevens uitrekenen wat het verschil in vochtleverend vermogen van deze drie bodemstructuurtypen is. Ook kon hij de invloed van verschillen in bodemstructuur op de aardappelopbrengst in die 30 jaar schatten. De waterlevering bleek steeds beter met oplopend organisch stofgehalte en dat leidde ook tot hogere berekende aardappelopbrengsten. Maar de bodemstructuur heeft meer invloed dan alleen de waterlevering. Uit onderzoek op de Lovinkhoeve (Marknesse, NOP) is gebleken dat een bodemstructuur met een hoog organisch stofgehalte over het groeiseizoen een hogere N-mineralisatie heeft dan een veld met een lager organisch stofgehalte. Organische stof in de bodem zorgt dus voor een optimale bodemstructuur wat betreft water, zuurstof en voedingsstoffen voor het gewas. Maar hoe zit het met de eisen van de boer inzake bewerkbaarheid en berijdbaarheid?

We hadden al vermeld dat de schade door bewerkingen afhangt van de weerstand en het vochtgehalte van de bodem. Nattere bodems vervormen makkelijker dan drogere, en weerstand wordt in de bodemkunde dan ook uitgedrukt als het vochtgehalte waarbij de bodem niet meer versmeert, maar breekt. In het onderzoek van Droogers had het grasland de hoogste weerstand (kan dus nog bewerkt worden bij een hoger vochtgehalte) en het gangbaar bouwland de laagste. Maar omdat een bodemstructuur met veel organische stof ook meestal meer vocht bevat, wordt de grenswaarde voor bewerkbaarheid en berijdbaarheid in zowel het grasland als het BD-bouwland toch veel vaker overschreden dan in het gangbaar bouwland. Er is dus zowel een positief als een negatief effect van organische stof op de gevoeligheid van de bodem voor bewerking. Uit berekeningen met 30 jaar weersgegevens bleek het netto resultaat een grotere gevoeligheid van bodemstructuren met een hoog organisch stofgehalte. De problemen spelen vooral in het voorjaar en najaar, want dan is de grond nat en vinden de bewerkingen plaats. Door deze risico's zijn er veel meer jaren met een beperkte gewasperiode als er een organische stofrijke bodemstructuur is dan in conventioneel beheerde bodems.

gen van verdichting niet onderschat mogen worden, ook al is er weinig aan de bodem te zien. In een tarweveld waarin in het voorjaar onder erg natte omstandigheden mest was ondergeploegd, waren in augustus op ongeveer 20 cm diep nog veel onverteerde mestresten te vinden, zelfs terwijl de bovengrond behoorlijk los was door wormactiviteit. Dit betekent dat veel voedingsstoffen uit de mest niet beschikbaar zijn gekomen voor het gewas. Op de Lovinkhoeve (Marknesse) vond Van Delden (AB-DLO) in 1997 dat het gewas zelfs helemaal niets van de stikstof uit de organische mest had kunnen opnemen die onder ongunstige omstandigheden in het voorjaar was ondergewerkt. De remming van de omzetting van organische stof is vooral een gevolg van het verdwijnen van grote poriën, waardoor er snel zuurstoftekort in de bodem optreedt. De macroporiën gaan zelfs al bij lichte verdichting verloren. Dit heeft direct gevolgen voor de stikstofvoorziening

### Gevolgen van verdichting

Wat betekent verdichting nu voor de bedrijfsresultaten? Onderzoek op de biologische bedrijven in het AB-DLO innovatie project in Flevoland, toont aan dat de gevol-



Figuur 2. Correlaties tussen wortelbeeld, peenopbrengst en aggregaatstructuur. In figuur 2a is een positieve trend te zien tussen peengewichten in klasse I en het aantal wortels op 20 cm diep vanaf de top van de rug. In figuur 2b is te zien dat een kleinere wortelafstand (dus kleiner dood volume) samenhangt met een fijne bodemstructuur (veel aggregaten kleiner dan 5 mm). (Figuur LUW/AB-DLO)



Voor bouwland zijn er nog meer eisen waaraan een bodem moet voldoen dan voor grasland. De bodem moet ook goed bewerkbaar en berijdbaar zijn bij grondbewerking, zaai en oogst. In het algemeen vergt dit een droge en, voor berijding, een enigszins compacte bodem. Deze eisen staan vaak haaks op die van het gewas. (Foto Ekoland)

van het gewas.

#### **Dode volume**

Het verdwijnen van macroporiën heeft ook meer indirecte gevolgen via de beworteling. Als er als gevolg van verdichting grote kluiten ontstaan met alleen maar heel fijne poriën, dan kunnen de wortels daar niet in doordringen. Daardoor wordt het water en de voedingsstoffen die in dat deel van de bodem zitten voor de plant onbereikbaar. Droogers noemt dit deel van de bouwvoor het dode volume. Uiteraard zijn hierin voedingsstoffen aanwezig, maar de plant kan ze niet bereiken. En binnen in de kluiten is de microbiële activiteit ook erg laag wegens zuurstoftekorten, zodat er geen omzetting is van organische stof. Door het maken van 'wortelbeelden', doorsneden van de bodem waarbij de wortelverdeling wordt ingetekend, kan de gemiddelde afstand tussen wortels vastgesteld worden. Een voorbeeld van twee zeer uiteenlopende wortelbeelden aangetroffen bij BD-boeren in Flevoland zijn weergegeven in figuur 1. Bij het slechtste beeld hoort een dood volume van wel 30%, wat een grote reductie in beschikbaarheid van water en voedingsstoffen tot gevolg heeft.

#### **Winterpeen**

Binnen het project 'Innovatie voor Eko-landbouw' van het AB-DLO wordt al een aantal jaren de bodemstructuur (uitgedrukt als

aggregaatgrootteverdeling van de peenruggen) vergeleken met de peenopbrengst, met name de opbrengst aan klasse 1 en 2 peen. Voor winterpeen is het belangrijk dat in het voorjaar de penwortel gemakkelijk, zonder veel weerstand, en dus recht, de grond in kan groeien. Hiervoor is een fijne, losse bodemstructuur belangrijk. Overigens kan het streven naar een erg fijne bodemstructuur voor andere gewassen weleens nadelig uitpakken, bijvoorbeeld de slempgevoeligheid is bij een fijne structuur groter. Over de jaren heen is gebleken dat er wel een verband is tussen de fijnheid van de bodemstructuur en een goede peenopbrengst, maar dat andere factoren, zoals bijvoorbeeld ziektes, ook een rol spelen. In 1997 werd naast de aggregaatgrootte ook het wortelbeeld geanalyseerd, want voor de peengroei zijn kleine wortels belangrijk in verband met de water en nutriëntenvoorziening. In 1997 bleken alleen de aantallen penen (kwaliteitsklasse I) samen te hangen met de aggregaatgrootte, terwijl de peengewichten samenhangen met de wortelbeelden op 20 cm diep (figuur 2a). Er was ook een onderlinge samenhang tussen aggregaatpatronen en wortelbeelden (figuur 2b). Dit wijst erop dat de bodemstructuur niet alleen bepaalt hoeveel en hoe makkelijk rechte penwortels gevormd worden, maar ook in welke mate zijworteltjes kunnen groeien voor de opname van water

en voedingsstoffen.

#### **Bedrijfsvoering en bodemstructuur**

In hoeverre de bedrijfsvoering invloed heeft gehad op de bodemstructuur van de peenvelden kan uit onze gegevens moeilijk worden gezegd, omdat de bedrijven een sterk uiteenlopende bodemtextuur hebben, die ook een deel van de variatie in bodemstructuur en wortelbeeld bepaalt. Maar onderzoek van de vakgroep Bodemkunde en Geologie wijst wel uit dat er grote verschillen in bodemstructuur kunnen optreden als gevolg van verschillen in bedrijfsvoering, zelfs op volkomen hetzelfde bodemtype (een zware zavelgrond in Zeeland). Bij een gemengd bedrijf met (tijdelijk) intensieve begrazing bestaan er grote gevaren voor verdichting. Zo zijn er biologisch-dynamische percelen gevonden waarin de bodemstructuur behoorlijk verdicht was. Maar er zijn ook biologisch-dynamische bedrijven aangetroffen met een prachtige, organische stofrijke bodem, waarin verdichting geheel afwezig was. Daaruit blijkt dat het mogelijk is met de risico's verbonden aan de hoge organische stofgehalten te leven.

#### **Onderzoek gewenst**

Uit het onderzoek naar de relatie tussen bedrijfsvoering, bodemstructuur en gewasopbrengst blijkt dat organische mest de bodemstructuur voor het gewas gunstig beïnvloed. Maar het is duidelijk dat er naast grote kansen ook grote risico's kleven aan bodems met een hoog gehalte aan organische stof. De potentiële meeropbrengst door de gunstige bodemstructuur is goed in geld uit te drukken, maar voor de nadelen is dat moeilijker omdat het hier om risico's gaat. Deze zijn met name in de biologische landbouw erg hoog, omdat de mineralisatie als eerste wordt aangetast en het langer dan één seizoen duurt voor het bederf weer is hersteld. Daarom is meer inzicht en kennis bij zowel de boer als het onderzoek van belang. Dit moet het mogelijk maken beter om te gaan met de risico's verbonden aan verlenging van het groei- en oogstseizoen, of aan contractteelt, waarbij de oogst op een van tevoren gepland tijdstip plaatsvindt met soms desastreuze gevolgen. Er is nog weinig specifiek onderzoek gedaan naar de risico's en effecten van specifieke teeltmaatregelen, al wordt momenteel onderzoek naar aangepaste grondbewerkingsmaatregelen of zelfs -machines opgestart.

Het wordt tijd dat de biologische landbouw net zulke strenge randvoorwaarden gaat stellen aan de grondbewerking en het onderhoud van de bodemstructuur als nu al gebeurt op het terrein van bemesting en bestrijding van plagen.