



***Van schraal naar rijk zand***  
*Beoordeling van en maatregelen voor verbetering  
van zandgrond op melkveebedrijven*

## Verantwoording

Deze brochure is een resultaat van het project *Zorg voor Zand* gefinancierd door het productschap Zuivel (PZ). In dit project is gewerkt aan de beoordeling van bodemkwaliteit en maatregelen voor verbetering van de bodemkwaliteit op zandgronden in gebruik door de melkveehouderij. Deze thema's vormen ook de rode draad van deze brochure.

Onze dank gaat uit naar Bert Philipsen (ASG-WUR) en Herman van Schooten (ASG-WUR) voor hun commentaar op eerdere versies van deze brochure.



ANIMAL SCIENCES GROUP  
WAGENINGEN UR



*Nick van Eekeren, Jan Bokhorst, Herman de Boer, Marjoleine Hanegraaf* **Van schraal naar rijk zand**

www.louisbolk.nl  
info@louisbolk.nl  
T 0343 523 860  
F 0343 515 611  
Hoofdstraat 24  
3972 LA Driebergen

© Louis Bolk Instituut 2008

Nick van Eekeren en Jan Bokhorst, Louis Bolk Instituut  
Herman de Boer, Animal Sciences Group Wageningen UR  
Marjoleine Hanegraaf, NMI

Foto's: Jan Bokhorst, Anna de Weerd, Coen ter Berg,  
Durk Oosterhof, Alterra (voorkant) en GAW

Ontwerp: Fingerprint Druk: Drukkerij Kerkebosch

Deze uitgave is te downloaden of te bestellen via de  
website onder nummer LV69

## Inhoud

1. *Aanleiding* - 5
2. *Achtergrond bodemkwaliteit* - 6
3. *Beoordeling bodemkwaliteit* - 12
4. *Maatregelen voor behoud en verbetering bodemkwaliteit* - 26

de natuurlijke kennisbron

LOUIS BOLK  
I N S T I T U U T





## 1. Aanleiding

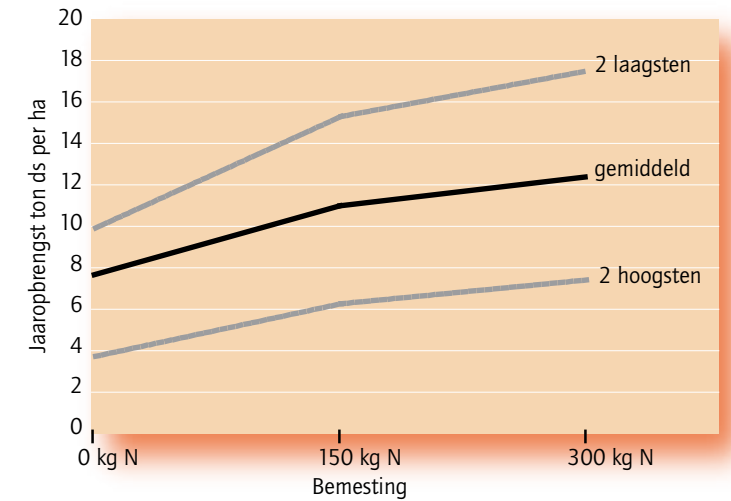
De grondprijzen blijven stijgen. Om grond betaalbaar te houden voor de melkveehouderij is een goed rendement van het land noodzakelijk. Gezien de steeds aanscherpende mestwetgeving moet dit rendement gehaald worden bij lagere bemestingsniveaus van organische mest en kunstmest. Dit gegeven stelt steeds hogere eisen aan de bodemkwaliteit.

### Belang van bodemkwaliteit

Aan de hand van productiecijfers uit het project *Zorg voor Zand* wordt het belang van bodemkwaliteit geïllustreerd. In 2006 is op 20 verschillende percelen grasland verspreid over Nederland de productie gemeten. Alle percelen waren gelegen op zandgrond en hadden in het meetjaar een vergelijkbaar bemestings- en maaischema.

Zonder bemesting werd er gemiddeld 7,6 ton ds per ha geproduceerd. Het verschil in opbrengst tussen de twee laagst producerende percelen en de twee hoogst producerende percelen was 6,2 ton ds per ha bij 0 kg N per ha. Bij een bemesting met 300 kg N per ha uit KAS was de gemiddelde opbrengst 12,3 ton ds per ha en nam het verschil tussen de twee hoogste en twee laagste percelen toe tot 10,1 ton ds per ha. Op de hoogst producerende percelen leverde elke kg N (tot 300 kg N) 25 kg ds op, terwijl op de laagst producerende percelen dit maar 12 kg ds per kg N was. Dit verschil in opbrengsten en rendement van bemesting wordt voor een groot gedeelte bepaald door de bodemkwaliteit.

<Kijk ook eens in de grond voor een beter resultaat boven de grond.



Variatie van droge stof opbrengst op 20 percelen grasland op zandgrond bij de bemestingsniveaus 0, 150 en 300 kg N per ha. De twee laagst producerende percelen halen met 300 kg N per ha nog niet de opbrengst van het gemiddelde van de 20 percelen bij 0 kg N per ha. De twee hoogst producerende percelen reageren beter op bemesting dan de andere percelen.

### Bodemkwaliteit beoordelen en verbeteren

De variatie van deze opbrengsten geeft aan dat er voor de meeste bedrijven nog veel te verbeteren valt. Niet alleen door verbetering van bodemkwaliteit op de individuele percelen maar ook door een meer strategische inzet van bemesting op die percelen waar het meer rendement geeft. In deze brochure wordt in hoofdstuk 2 stil gestaan bij enkele achtergronden van bodemkwaliteit. In hoofdstuk 3 worden handvatten gegeven voor de beoordeling van bodemkwaliteit. Hoofdstuk 4 bespreekt maatregelen om bodemkwaliteit te verbeteren.



## 2. Achtergrond bodemkwaliteit

De kwaliteit van zandgrond kan niet los worden gezien van de geschiedenis. Een deel daarvan gaat terug naar de ijstijden en een deel wordt bepaald door de landbouwhistorie van de laatste 1000 jaar. In het geheel van bodemkwaliteit speelt organische stof een belangrijke rol. Daarnaast wordt de kwaliteit van de bodem mede bepaald door de gewasgroei.

### 2.1 Bodemkwaliteit is geschiedenis

#### IJstijd

De zandgronden in Noord-, Oost- en Zuid-Nederland zijn grotendeels gevormd tijdens de ijstijden, zo'n 10.000-70.000 jaar geleden. In deze periode was het te koud voor plantengroei en bovendien extreem droog. De kale zandvlakte op de plaats waar nu de Noordzee ligt maakte grote zandaanvoer met de wind mogelijk. Het zand bedekte een groot deel van de oppervlakte van Nederland. De ontstaanswijze is in de verschillende delen van Nederland overeenkomstig. Regionale verschillen hangen samen met verschillen in zandsamenstelling (van fijn en lemig tot grof) en met de ondergrond (van grof zand tot klei). Podzolgronden, beekerdgronden en enkeerdgronden zijn de belangrijkste bodemtypen op zandgrond.

Overzicht van kwaliteiten van de drie verschillende type zandgrond

	Organische stof	Vochthoudend vermogen	Productie potentieel
Podzolgronden	—	—	—
Beekeerdgronden	+	++	++
Enkeerdgronden	++	++	++

#### Podzolgronden

Podzolgronden komen met name voor op de jonge heideontginningen. Vooral onder heide ontstaat er een zure zwarte humus. Deze humus spoelt naar beneden en hoopt zich daar op in een laag. In deze laag raakt de grond verdicht en wortels kunnen hierin niet meer doordringen. Daarnaast heeft deze zwarte humus onder natte omstandigheden een wat smerend karakter. Onder droge omstandigheden kan juist verstuiwing optreden. De zwarte humus heeft een hoog percentage koolstof en kan zeer lang in de bodem aanwezig blijven zonder te worden omgezet. Podzolgronden zijn vaak wat dieper geploegd waardoor de inspoelingslaag verdwenen is. Het zijn dan officieel geen podzolgronden meer, maar de eigenschappen, veel zwarte humus en een verdichte ondergrond, zijn overeenkomstig.



De roodbruine inspoelingslaag van deze podzolgrond (heideontginning) is moeilijk doordringbaar door wortels.

#### Beekeerdgronden

Beekeerdgronden liggen langs beken. Ze zijn ontstaan door ontginning van elzenbroekbos. De bodem heeft twee lagen: een donkere bovengrond, met een scherpe overgang naar een organische stofarme ondergrond. De ondergrond heeft roestvlekken, vrijwel alleen rond voormalige wortelgangen. In de zomer is vaak vochtlevering vanuit de ondergrond mogelijk.



Deze beekerdgrond combineert een humushoudende bovengrond met een humusarme ondergrond. De ondergrond heeft roestvlekken en is vaak goed doorwortelbaar.

#### Enkeerdgronden

Enkeerdgronden liggen op de plaats waar vroeger de akkers lagen. Afhankelijk van de streek werden die enken, engen, essen of velden genoemd. Door eeuwenlange ophoping met plaggenmest is een dikke organische stofhoudende laag ontstaan, tot zo'n meter dik. Globaal bedroeg die ophoping circa 1 mm per jaar. Enkeerdgronden hebben zwarte of bruine organische stof. Werden de plaggen van de heide gehaald dan bevat de bodem zwarte, onder vochtige omstandigheden smerende, heidehumus. Deze humus is eenzijdig van samenstelling en heeft een hoog percentage koolstof. Zijn de plaggen uit een wat rijker bos of beekdal gehaald dan is de humus bruiner, ruller, soms lemiger en de bodemstructuur is vaak beter dan die van de zwarte enkeerdgronden.



Bij deze enkeerdgrond geeft de donkere kleur aan dat van heideplaggen gebruik is gemaakt bij de bereiding van de mest. Onder de donkere laag nog een restant van een podzolprofiel.

## 2.2 Organische stof

Organische stof is belangrijk voor de gewasgroei. Organische stof beïnvloedt vele bodemeigenschappen: de nutriëntenvoorziening, de doorwortelbaarheid, de bodemdichtheid, het vochtleverend vermogen, het waterbergend vermogen, de beluchting, de draagkracht, de stuifgevoeligheid, de verkruiembaarheid, de slempgevoeligheid en de erosiegevoeligheid. Ook de ontwikkeling van het bodemleven is afhankelijk van organische stof. Naast de hoeveelheid organische stof speelt ook de kwaliteit een belangrijke rol.

### Organische stofkwaliteit

Organische stof is een verzamelterm voor verschillende organische bestanddelen in de bodem. Er kan onderscheid worden gemaakt tussen organische stof en humus. Onder organische stof wordt al het organische materiaal in de grond verstaan. Humus is dat deel van de organische stof dat zover is omgezet, dat de plantaardige en dierlijke resten waaruit het is ontstaan niet meer te onderscheiden zijn. Het deel van de organische stof dat binnen een jaar wordt afgebroken draagt niet bij aan de opbouw en instandhouding van humus, maar wel aan de voeding van het bodemleven en via mineralisatie aan voeding van het gewas.

Bij het onderscheidt tussen organische stof en humus komt het verschil in afbraaksnelheid al tot uiting. Er kan onderscheid worden gemaakt in oude stabiele organische stof en jonge makkelijk afbreekbare organische stof. Een oude vuistregel voor de afbraaksnelheid van organische stof is 2% per jaar (1600-2000 kilo per ha per jaar), maar hogere snelheden (rond 4%) worden tegenwoordig ook gemeten. De afbraaksnelheid heeft direct invloed op de stikstofmineralisatie en is daarmee voor de praktijk van groot belang. Zo levert een oude stabiele organische stof, minder stikstof dan op basis van alleen het organische stofgehalte en het totale stikstofgehalte te verwachten zou zijn.

### Eigenschappen van organische stof

#### Jonge makkelijk afbreekbare organische stof

- Levert snel voedingsstoffen voor het gewas
- Draagt bij aan de ontwikkeling van het bodemleven
- Verbetert de bodemstructuur door bijvoorbeeld slijmstoffen van bacteriën en gangen van wormen
- Bij veel gemakkelijk verteerbaar organisch materiaal in een dichte grond kans op luchtgebrek

#### Matig stabiele organische stof

- Geleidelijke voeding voor bodemleven en plant door het hele groeiseizoen
- Leidt tot een gevarieerd bodemleven
- Weinig kans op anaerobe plekken (luchtgebrek)
- Verbetert de bodemstructuur door samenhang van organische stof met minerale delen

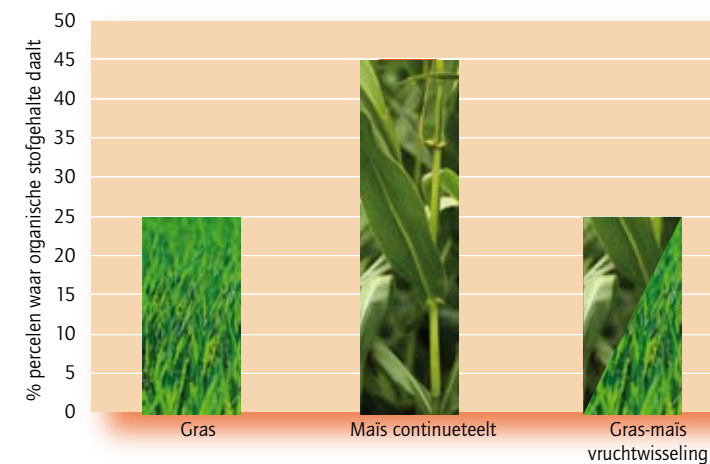
#### Oude stabiele organische stof

- Houdt vocht vast
- Houdt voedingsstoffen vast, vooral kalium en sporenelementen
- Verbetert de bodemstructuur door een stabiele samenhang van organische stof met minerale delen

### Organische stofkwantiteit

Zandgronden kunnen sterk verschillen in organische stofgehalten. Er zijn regionale verschillen die verband houden met de rijkdom van het zand, de grondwaterstanden en historisch en huidig landgebruik. De regionale verschillen zijn een reden waarom algemene streefwaarden voor het organische stofgehalte niet te geven zijn.

Het organische stofgehalte wordt sterk beïnvloed door bewerking, gewaskeuze en bemesting. Bewerken van de grond leidt tot een snellere afbraak van organische stof. Hierdoor, en door de geringere aanvoer van organische stof is het organische stofgehalte in een bodem onder maïs lager dan onder grasland. Proeven in België laten zien dat bij 36 jaar grasland de laag 0-10 cm gemiddeld 6% organische stof bevatte. Bij continueelt snijmaïs op hetzelfde perceel bevatte de laag 0-10 cm enkel 2% organische stof. Dit verschil van 4% organische stof betekent een verschil van 100 kg NLV en 24 mm vocht meer of minder beschikbaar. Maïs in rotatie met gras telen is dus wenselijk. Het hangt van het bedrijfssysteem af of dit mogelijk is. Tot slot wordt het organische stofgehalte beïnvloed door de hoeveelheid organische stof die met mest wordt aangevoerd. Door veranderingen in bewerking, gewaskeuze en bemesting daalt het organische stof gehalte op veel zandgronden.



Vooraf bij continueelt van maïs daalt op veel percelen het organische stofgehalte.

### Organische stofbalans

Met een organische stofbalans is eenvoudig na te gaan of er sprake is van een dalende of stijgende trend in organisch stofgehalte. Het balanstotaal wordt berekend als het verschil tussen de aanvoer van effectieve organische stof en de afbraak van bodemorganische stof. Aanvoerposten zijn gewasresten, groenbemesters en organische bemesting (zie kengetallen op [www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)). De afbraak van organische stof kan worden geschat uit de genoemde range (1600-2000 kg per ha per jaar). Hogere afbraaksnelheden worden gevonden in rijkere gronden die vaker worden geploegd. Een andere manier is om de afbraaksnelheid in het lab te laten bepalen. Bij een negatief verschil tussen aanvoer en afbraak zijn maatregelen gewenst. Gedacht kan worden aan de volgende:

- Minder frequente en minder diepe grondbewerking;
- Aanvoeren van (extra) organische mest;
- Achterlaten van een grotere hoeveelheid gewasresten, zoals stro.



Extra gewasresten bij de teelt van CCM hebben een positief effect op de organische stofbalans.



## 2.3 Interactie plant en bodem

Planten kunnen niet zonder een bodem om te groeien, maar de ontwikkeling van bodemkwaliteit wordt gedeeltelijk ook weer bepaald door plantengroei. Een graszode met een goed wortelstelsel is voor een veehouder eigenlijk de belangrijkste maatregel om de bodem te verbeteren. Niet voor niets dat akkerbouwers graag gras of grasklaver in hun bouwplan willen opnemen.

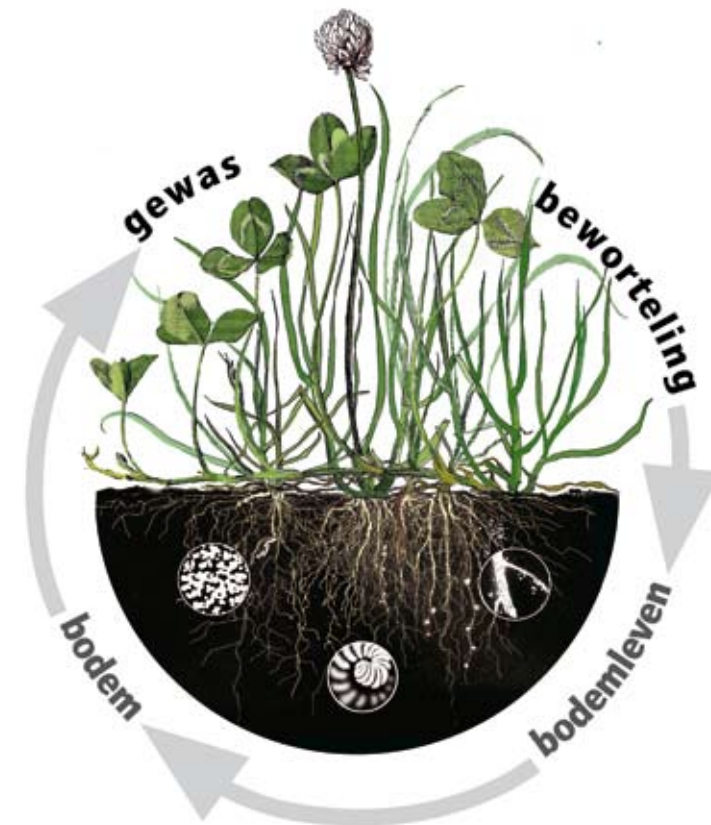
### Wortels maken de grond

Er is een onlosmakelijk verband tussen gewas, beworteling, bodemleven en bodem. Wortels groeien en sterven weer af. Dit is een continu proces, waarbij veel organische stof in de bodem terecht komt. Het bodemleven zet dit materiaal om in voeding voor de plantengroei en maakt ruimte voor de wortels om te groeien. In een goede graszode kan jaarlijks wel 4.500 kg droge stof per ha aan wortelmasa groeien. Stimuleer je de beworteling dan heeft dit een positief effect op het bodemleven en de bodemstructuur. Dit is op zijn beurt weer gunstig voor der beworteling. Zo kan het gras beter groeien en kan de beworteling zich beter ontwikkelen.

Gras, beworteling, bodemleven en bodem vormen een zichzelf versterkende cyclus. Een goed gewas met een flinke beworteling geeft meer voedsel en leefruimte voor het bodemleven. Dit bodemleven zorgt op haar beurt weer voor een betere bodemstructuur, nutriëntenvoorziening en wateropname. Resultaat meer gewasproductie en beworteling. Het is als een vliegwiel in een motor die het systeem draaiende houdt. Zorgen voor een goede beworteling vanaf inzaai is één van de belangrijkste onderdelen van graslandbeheer. Hiermee gaat het vliegwiel achter de cyclus draaien. Als veehouder is het zaak om deze cyclus na herinzaai weer optimaal te laten functioneren.

### Gras versus maïs

Aangezien gras een méérjarige gewas is en maïs een éénjarig gewas hebben ze een ander effect op de bodem. Een meerjarig gewas als gras investeert meer in de wortelmasa in de bodem om te overleven. Daarnaast wordt er voor de teelt van een meerjarig gewas niet elk jaar geploegd. Ploegen leidt tot afbraak van organische stof door het bodemleven, door toevoer van lucht en het toegankelijk maken van de organische stof voor afbraak. Bij een meerjarig gewas als gras wordt dus organische stof opgebouwd terwijl bij een éénjarig gewas de organische stof vaak wordt afgebouwd. Naast het effect van ploegen op organische stof worden door ploegen ook de leefomstandigheden en de voedselvoorziening van

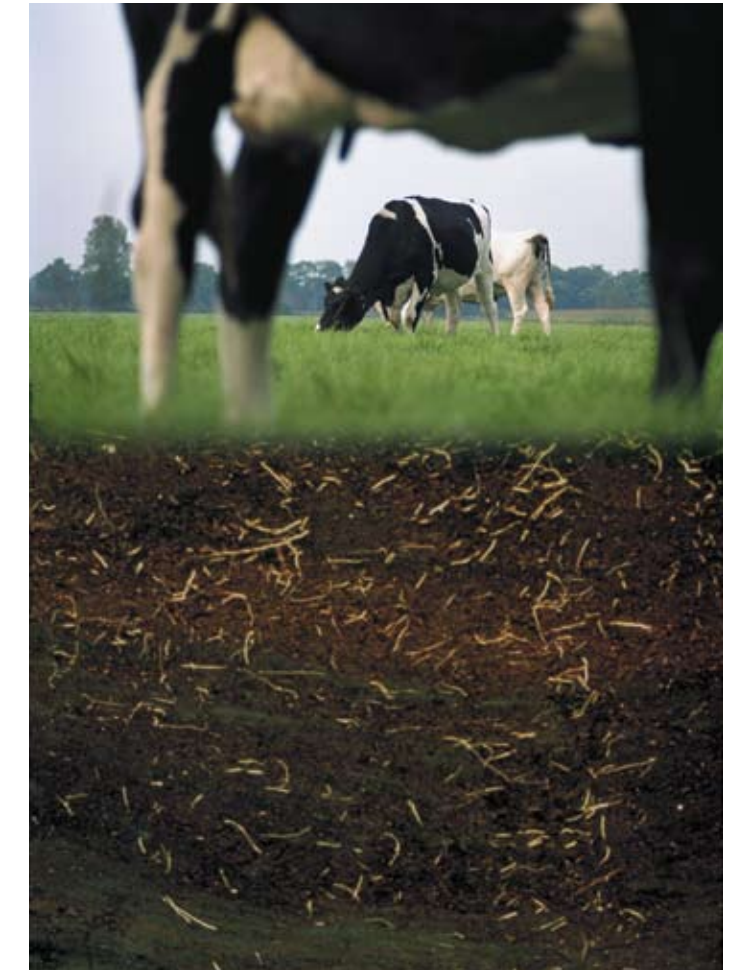


het bodemleven overhoop gegooid. Micro-organismen en nematoden lijken zich hier redelijk snel van te herstellen. Grondbewerking is echter funest voor regenwormen. De aantallen nemen snel af in bouwland en herstel in jong grasland tot het niveau van oud grasland duurt minimaal 5 jaar. Dit alles heeft zijn effect op de cyclus gras → wortels → bodemleven → bodem (zie kader).



Overal waar zandgrond zwart kleurt is in principe het effect van organische stof ingebracht door planten. Op deze foto duidelijk ook te zien door sporen van wortels die wormengangen volgen.

Met name de functies die regenwormen vervullen in de bodem hebben hier onder te lijden; structuurverbetering en watervoorziening van de plant door een betere waterinfiltratie en ontsluiting van diepere bodemlagen voor beworteling. Deze functies van het bodemleven zijn met name belangrijk voor blijvend grasland omdat dit niet ieder jaar wordt geploegd.



Een graszode met een goed wortelstelsel is voor een veehouder eigenlijk de belangrijkste maatregel om de bodem te verbeteren.

### 3. Beoordeling bodemkwaliteit

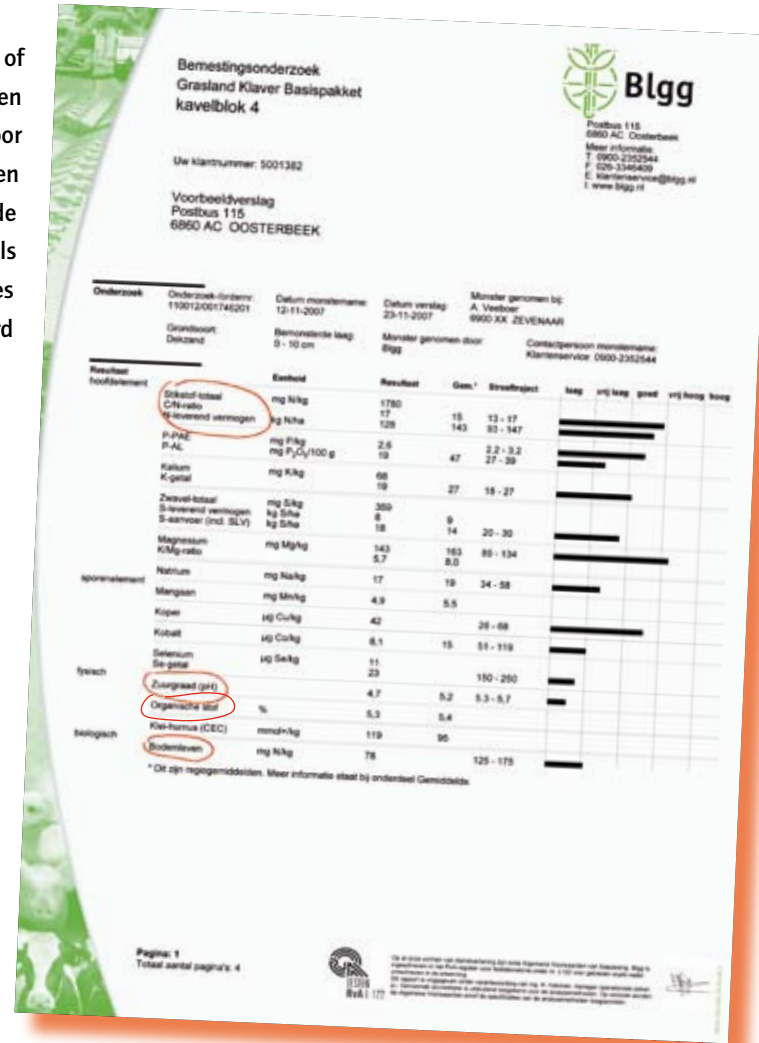
Voordat gericht maatregelen kunnen worden genomen voor behoud of verbetering van bodemkwaliteit, is het belangrijk eerst de beoordelen wat de huidige toestand is. Een uitslag van een bodemanalyse door een laboratorium moet bij voorkeur gecombineerd worden met een beoordeling in het veld. Nutriënten kunnen namelijk chemisch wel in de grond zitten, maar dat wil nog niet zeggen dat ze door plantenwortels opgenomen kunnen worden. In dit hoofdstuk worden vijf analyses besproken, gevolgd door zeven analyses die in het veld uitgevoerd kunnen worden.

#### 3.1 Onderzoek in het laboratorium

Het bodemonderzoek in het laboratorium maakt een duidelijke ontwikkeling door. Lange tijd was het vooral gericht op de beschikbaarheid van een aantal voedingsstoffen en de zuurgraad. Een belangrijk element als stikstof werd niet bij de beoordeling betrokken. De laatste jaren gebeurt dit wel door het stikstofleverend vermogen (NLV) te bepalen. Met analyse van de BFI is door het Blgg een eerste stap gezet om ook het bodemleven bij de beoordeling te betrekken.

De volgende analyses worden besproken:

- pH (§ 3.1.1)
- Organische stof en C-totaal (§ 3.1.2)
- Stikstofleverend vermogen (NLV) en N-totaal (§ 3.1.3)
- BFI (§3.1.4)
- Nematoden (§3.1.5)



#### 3.1.1 Zuurgraad (pH-KCl)

De zuurgraad is naast het organische stofgehalte een onderdeel van de standaardbodemanalyse. De zuurgraad wordt in het lab bepaald door de concentratie van de H<sup>+</sup>-ionen te meten in een KCl- of CaCl<sub>2</sub>-extract

#### Wat is het belang van de zuurgraad?

Een te lage pH-waarde geeft een verdichte grond, beperkt de biologische activiteit en de levering van nutriënten. De pH is daarom een belangrijke indicator voor bodemkwaliteit.

#### Streefwaarde en bandbreedte

Streeftraject	pH (KCl en CaCl <sub>2</sub> )
Gras	4,8 - 5,5
Grasklaver	5,2 - 5,5
Bouwland	5,2 - 5,7

Zie ook [www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl)

#### Beïnvloeding door maatregelen

De zuurgraad is direct te beïnvloeden door bekalken (zie § 4.2). Regelmatig bemesten met organische mest vertraagt het zuur worden van de grond en kan bij ruime gift de zuurgraad zelfs op peil houden. Vaste mest werkt in deze nog beter dan drijfmest.



Zuurtegraad kan in het lab maar ook in het veld bepaald worden.



### 3.1.2 Organische stof- en C-totaalgehalte

Het organische stofgehalte kan worden bepaald door de grond sterk te verhitten en het gewichtsverlies te meten. Een deel van de organische stof bestaat uit koolstof (50-60%). Des te hoger het percentage koolstof, des te zwarter wordt de organische stof. Koolstofrijke organische stof is vaak van hogere ouderdom en stabiel. Deze draagt wel bij aan bodemstructuur en vochthoudend vermogen van de grond, maar is voor het bodemleven geen voedingsbron van betekenis.

#### Wat is het belang van organische stof en C-totaal?

Organische stof in de bodem beïnvloedt de beschikbaarheid van vocht, voedingsstoffen en lucht voor de plant. Per 1% organische stof kan worden gerekend op 25 kg stikstoflevering en 6 mm meer beschikbaar bodemvocht. Het C-totaalgehalte zegt iets over de kwaliteit van de organische stof. Is dit gehalte hoog, dan is de grond vaak zwart en smerend en is het moeilijker om een goede bodemstructuur te krijgen.

#### Streefwaarde en bandbreedte

Op zandgrond zijn er grote verschillen in hoogte van het organische stofgehalte (2,5-8 %). In het algemeen geldt: des te hoger het organische stofgehalte, des te beter. Bij een zeer hoog organische stofgehalte wordt echter de draagkracht minder en treedt snel vertrapping op. Een laag percentage organische koolstof, dus in de buurt van de 50%, is gunstig, 60% is te hoog.

#### Beïnvloeding door maatregelen

Zo weinig mogelijk ploegen door herinzaai te beperken (§ 4.5) en direct maïs in de graszode zaaien (§ 4.11) zijn de belangrijkste maatregelen om het organische stofgehalte te behouden of te verhogen. Om overmatige afbraak van organische stof te voorkomen, is het wenselijk niet boven de streefwaarde van de pH uit te komen (§ 4.2).

Het gehalte aan koolstof in de organische stof is door managementmaatregelen moeilijk te beïnvloeden. Regelmatige bemesting met dierlijke mest en het onderhouden van een goede bodemstructuur bevordert de vorming van een wat "rijkere" organische stof (§ 4.8).



Organische stof die de handen zwart kleurt (foto boven) heeft zijn oorsprong in heideplaggen. Deze organische stof is onder natte omstandigheden smerend. Bij bruine organische stof (foto onder) is de oorsprong van plaggen een rijker bos geweest. De grond is hierdoor ruller en beter bewerkbaar.

### 3.1.3 NLV en N-totaalgehalte

NLV is het stikstofleverend vermogen van de grond wanneer niet met stikstof bemest wordt. Deze hoeveelheid wordt geschat op basis van de totale hoeveelheid organische stikstof in de grond in combinatie met de leeftijd van de graszode.

#### Wat is het belang van stikstofleverend vermogen?

Het stikstofleverend vermogen is onderdeel van de natuurlijke vruchtbaarheid van een bodem. Door rekening te houden met de hoeveelheid stikstof die de grond zelf levert, kan er efficiënter bemest worden. Dit geeft een betere gewaskwaliteit, lagere bemestingskosten en minder verliezen naar het milieu.

#### Streefwaarde en bandbreedte

Op zandgrond zijn er grote verschillen in hoogte van het stikstofleverend vermogen (50-200 kg N per hectare). Net zoals bij organische stof geldt: des te hoger het stikstofleverend vermogen, des te beter. Let wel:

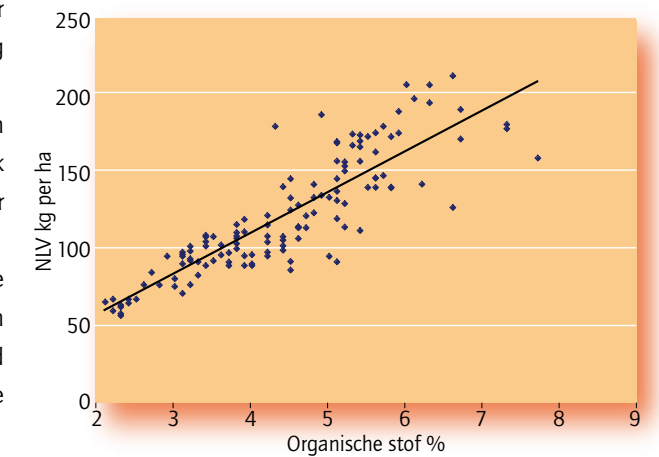
- Met de huidige bemonsteringsdiepte (0-10 cm) wordt er vanuit gegaan dat er enkel stikstof uit die laag benut wordt, terwijl dit bij een diepere worteling meer kan zijn.
- Naast de hoeveelheid gemeten organische stikstof in de bodem hebben bodemstructuur en bodemleven invloed op de hoeveelheid stikstof die uiteindelijk vrijkomt. Hierdoor kan de hoeveelheid daadwerkelijk opgenomen stikstof hoger of lager liggen dan het getal op de analyse-uitslag.
- NLV zegt niets over het moment in het jaar waarop het vrijkomt. Op een hoge droge zandgrond (snelle opwarming) zal dit eerder in het jaar zijn dan op een lage vochtige zandgrond (trage opwarming). Vertaling van het stikstofleverend vermogen naar een bemestingsplan moet dus altijd in relatie tot de omstandigheden (o.a. bodemtemperatuur) gebeuren.

#### Beïnvloeding door maatregelen

Door intensieve grondbewerking te minimaliseren, blijft organische stof en daarmee het stikstofleverend vermogen behouden. Beperken van herinzaai (§ 4.5) en het direct zaaien van maïs in de graszode (§ 4.11) zijn daarom de belangrijkste maatregelen.



Op bouwland is organische stof overgeleverd aan de weergoden. Verspoelde zwarte organische stof op een perceel bouwland.



Voor het begrip is het belangrijk te weten dat het stikstofleverend vermogen samenhangt met het gehalte aan organische stof (1% org stof in de laag 0-10 cm is grofweg 25 kg NLV). Oude, meest zwarte organische stof met een laag stikstofgehalte draagt echter weinig bij aan de stikstoflevering.



### 3.1.4 Bodemleven Indicator (BFI)

De BFI (Bodemleven Indicator) is door het Blgg in Oosterbeek ontwikkeld. De BFI geeft de hoeveelheid stikstof aan die aanwezig is in bodemorganismen zoals bacteriën en schimmels. Bij het afsterven van deze micro-organismen kan stikstof vrijkomen.

#### Wat is het belang van de BFI?

De methode wordt ook wel de potentieel mineraliseerbare hoeveelheid stikstof genoemd. BFI geeft als maat voor het bodemleven informatie over de biologische bodemkwaliteit, bijvoorbeeld in hoeverre organische stof kan worden omgezet. Met ingang van 2008 wordt de BFI ook gebruikt bij het stikstofadvies. Het stikstofadvies voor grasland kwam voorheen tot stand op basis van alleen het NLV. In het nieuwe advies voor grasland wordt van beide parameters gebruik gemaakt. Bij een hoog bodemleven wordt voor de eerste snede meer stikstof geadviseerd. Die extra stikstof is een stimulans om het bodemleven 'wakker te schudden' na de winterperiode. Dit vertaalt zich aan het einde van het seizoen terug. De stikstofgiften kunnen dan omlaag en het ruw eiwitgehalte gedurende het seizoen blijft hiermee constant.

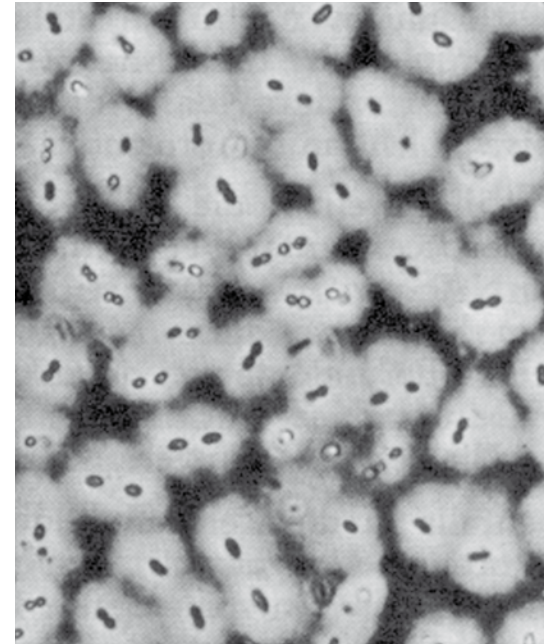
#### Streefwaarde en bandbreedte

Op zandgronden worden waarde tussen de 20 en 140 gemeten. Het streeftraject voor zand- en kleigrond is 125-175, waarbij de volgende indeling wordt gemaakt:

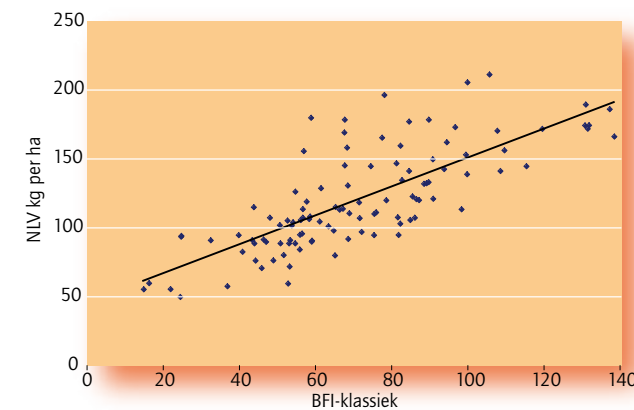
Streefwaarde	Bodemlevenindicator (BFI)
Laag	0-74
Vrij laag	75-124
Goed	125-174
Vrij hoog	175-224
Hoog	>225

#### Beïnvloeding door management

Specifieke maatregelen stimuleren het bodemleven en verhogen daarmee de BFI-waarde. Regelmatige aanvoer van organisch materiaal zoals plantenresten, mest en compost is belangrijk als voedsel voor het bodemleven. Om juist het zuurstofminnende bodemleven te stimuleren zijn een goede vocht- en zuurstofhuishouding van belang. Ook de pH is belangrijk voor een actief bodemleven. Wordt een lage pH gecombineerd met een lage BFI dan is het nog meer zaak om te bekijken (§ 4.2).



Bacteriën leveren een belangrijke bijdrage aan de N-mineralisatie.



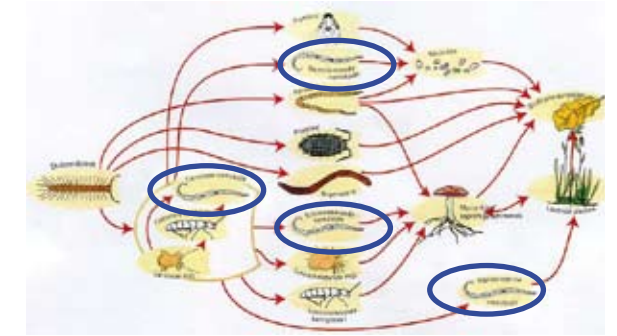
Relatie tussen BFI en stikstofleverend vermogen op zandgrond. Er is veel samenhang tussen de indicatoren organische stof, N-totaal en BFI. Samen hebben zij een belangrijke voorspellende waarde voor het stikstofleverend vermogen van de grond.

### 3.1.5 Nematoden

Nematoden (aaltjes) zijn kleine wormpjes (0,2 - 2 mm lang) die in hoge aantallen en veel soorten voorkomen. Ze hebben een negatieve naam vanwege de schade die ze in de landbouw kunnen berokkenen door wortelaantasting van de gewassen. Gedeeltelijk is dit onterecht, omdat er veel soorten zeer nuttig zijn. Nematoden voeden zich met bacteriën, schimmels of planten. Met name wanneer ze bacteriën als voedsel hebben, maken ze voedingsstoffen vrij waar planten van kunnen groeien.

#### Wat is het belang van nematoden?

Een analyse van de soorten nematoden en de indeling in voedselgroepen geeft inzicht in de opbouw van het bodemvoedselweb. Op basis van type voedselbron kan onderscheid worden gemaakt tussen bacterie-etters, schimmeleters, plantenetters, alleseters en roofnematoden. Nematoden spelen een belangrijke rol bij het beschikbaar maken van voedingsstoffen.



Nematoden zitten op verschillende plaatsen in het bodemvoedselweb waardoor ze een belangrijke regulerende functie in de bodem hebben.

#### Streefwaarde en bandbreedte

Onderzoek op de Nederlandse zandgronden onder grasland (laag 0-10 cm) geeft de volgende indicaties:

	Aantal per 100 g grond	Bacterie-etters %	Schimmeleters %	Planteters %
Laag	2000	30	2	30
Hoog	10000	70	10	70

Wanneer bacterie-etters en schimmeleters beide voorkomen, wijst dit op een evenwichtig bodemleven. Veel plantenetters (> 70%) zijn in principe ongunstig.

#### Beïnvloeding door maatregelen

De aanvoer van makkelijk verteerbaar materiaal, zoals mest en plantenresten, en een goede bodemstructuur, stimuleren de ontwikkeling van nematoden.



Nematoden of aaltjes zien er uit als een soort miniatuurpaling.

## 3.2 Onderzoek in het veld

De beoordeling van de bodem in het veld is een belangrijke aanvulling op het laboratoriumonderzoek. Bij een meer gedetailleerde beoordeling kan de ene aanpak niet zonder de andere.

Stap 1. Graaf een kuil en steek een kluit van 20x20x20 cm

Stap 2. Beoordeel wormen en wormengangen (§ 3.2.1)

Stap 3. Beoordeel de beworteling (§ 3.2.2)

Stap 4. Beoordeel de bodemstructuur (§ 3.2.3)

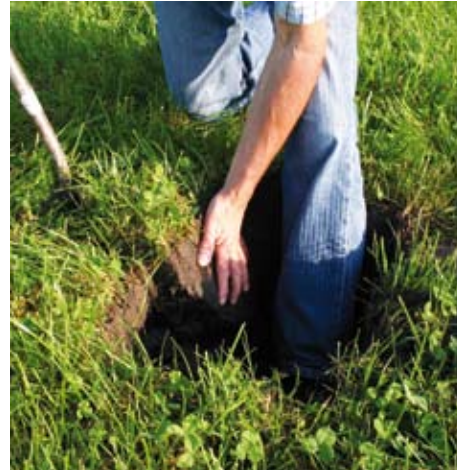
Naast deze stappen kan er gekeken worden naar:

- Dichtheid (§ 3.2.4)
- Weerstand (§ 3.2.5)
- Waterinfiltratie (§ 3.2.6)
- Koolzuurproductie (§ 3.2.7)

Graaf een kuil



en steek een kluit



van 20x20x20 cm.



### 3.2.1 Regenwormen en wormengangen

Hoewel regenwormen in biomassa maar  $\pm 20\%$  van het bodemleven uitmaken, zijn ze het meest zichtbaar. Niet alleen in levende lijve maar ook door de gangen die ze maken. In grasland komen drie groepen wormen voor: rode wormen die vooral in de strooisellaag leven, grauwe wormen die wat dieper in de bodem leven en pendelaars die verticaal heen en weer 'pendelen'.

#### Wat is het belang van regenwormen en gangen?

Regenwormen maken voedingsstoffen vrij bij de vertering van organisch materiaal en hebben een positieve invloed op de bodemstructuur en waterinfiltratie (per 100 g regenwormen per m<sup>2</sup> neemt de waterinfiltratie met 150 mm per uur toe). Daarnaast geven wormengangen wortels de kans om dieper in de bodem door te dringen.

#### Streefwaarde en bandbreedte

##### 1. Aantal regenwormen

Het aantal regenwormen varieert afhankelijk van de temperatuur en bodemvochtigheid. In het voorjaar en herfst is het aantal het grootst. Regenwormen kunnen in de bovenste 20 cm geheel afwezig zijn, maar aantallen tot 250 per m<sup>2</sup> zijn ook mogelijk. Gemiddeld komen er op zandgrond 80 wormen per m<sup>2</sup> voor. Dit komt overeen met 3 tot 4 wormen in een kluit van 20x20x20 cm.

##### 2. Aantal wormengangen onder een kluit

Wormengangen in de grond (poriën met een diameter van meer dan 2 mm) kunnen aan de onderkant van een kluit geteld worden. Op 20 cm diepte zijn tot 18 wormengangen op een kluit van 20x20 cm aangetroffen. Gemiddeld worden er 4 op een kluit van 20x20 cm geteld.

#### Beïnvloeding door management

De aanvoer van makkelijk afbreekbare organische mest kan een gunstige invloed op het aantal wormen hebben. Regenwormen houden van vocht, maar teveel vocht en zuurstofarme omstandigheden zijn ongunstig. Daarnaast zijn regenwormen heel gevoelig voor grondbewerkingen als frezen en ploegen. Gunstige maatregelen voor wormen zijn dan ook het beperken van herinzaai, inzaai van grasklaver, bemesten met organische mest, bekalken en een goede ontwatering.



Rode wormen zitten boven in de graszode en voorkomen vervilting van de graszode door plantenresten.



Deze gaten onderaan een grasplag zijn wormengangen. De wormengangen geven wortels de gelegenheid om in diepere bodemlagen door te dringen, wat vooral bij een verdichte bodem erg belangrijk kan zijn.



### 3.2.2 Beworteling

De beworteling kan aan een uitgestoken kluit beoordeeld worden, maar ook aan de wand van een profielkuil. Hierbij wordt zowel het aantal levende als dode wortels geteld. Een groot aantal dode en weinig levende wortels geeft aan dat de beworteling aan het verslechteren is (neergaande lijn), terwijl veel jonge en weinig dode wortels aangeven dat de beworteling aan het verbeteren is (opgaande lijn). Levende wortels zijn wit en 'sappig', dode wortels zijn bruin en 'uitgedroogd'.

#### Wat is het belang van beworteling?

De intensiteit en diepte van beworteling bepalen in belangrijke mate de mineralen- en vochtvoorziening van het gewas, vooral wanneer weinig bemest wordt.

#### Streefwaarde en bandbreedte

De diepte van de beworteling kan het best in de kuil beoordeeld worden. Hoewel jong gras de neiging heeft om diep te wortelen, en ouder gras zich meer terugtrekt in de bovenste 5 cm, is ook bij oud gras een goede beworteling tot ca 50 cm diepte mogelijk. Of oud gras ook werkelijk voldoende diep wortelt, is sterk afhankelijk van een goede bodemstructuur, de afwezigheid van storende lagen en de aanwezigheid van wormen.

Het aantal wortels kan het best op een kluit geteld worden. Het aantal wortels op 10 en 20 cm diepte kan in de praktijk zeer sterk variëren, van vrijwel geen wortels tot 700 wortels op 10 cm diepte en 400 wortels op 20 cm diepte (kluit 20x20 cm). De streefwaarden voor het aantal wortels op een kluit van 20x20 cm zijn; >200 op 10 cm diepte en >100 op 20 cm diepte.

#### Beïnvloeding door management

Omdat de beworteling afhankelijk is van de bodemstructuur, hebben maatregelen die de bodemstructuur beïnvloeden dus ook invloed op de beworteling. Berijden en intensief beweiden onder natte omstandigheden zijn ongunstig. Wormengangen kunnen de belangrijkste verbinding tussen boven- en ondergrond zijn bij de aanwezigheid van een storende laag. In dat geval is het stimuleren van de wormaantallen zeer gunstig. Ploegen vernielt de gangenstructuur volledig en de beworteling onder ploegdiepte is dan soms beter dan erboven.



Tel het aantal wortels op een kluit op 20 en 10 cm diepte. Hier zijn veel levende wortels te zien op 20 cm diepte, met één afstervende wortel op de voorgrond.

### 3.2.3 Bodemstructuur

De bodemstructuur in het veld wordt beoordeeld aan een uitgestoken kluit van 20x20x20 cm. Breek de kluit open en schat het percentage kruimels, afgerond-blokkige en scherpblokkige elementen.

#### Wat is het belang van een goede bodemstructuur?

Bij een bodemstructuur met veel kruimels en afgerond-blokkige elementen kan er voldoende lucht in de grond komen. Hierdoor is het bodemleven veel actiever. Daarnaast kunnen wortels makkelijker de grond in. Een goede structuur heeft daarmee invloed op de opbrengst en de benutting van nutriënten.

#### Streefwaarde en bandbreedte

In de laag 0-10 cm is het wenselijk dat er minimaal 50% kruimelstructuur is, 30% afgerond-blokkige elementen en maximaal 20% scherpblokkige elementen. De laag van 10 tot 20 cm is vaak verdicht, en valt bij openbreken in vooral scherpblokkige elementen uit elkaar. Het is wenselijk dat ook in deze laag kruimels en afgerond-blokkige elementen voorkomen; tenminste 25 %.

#### Beïnvloeding door maatregelen

Om een goede bodemstructuur te krijgen en te houden, zijn de volgende maatregelen belangrijk: een goede ontwatering (§ 4.1), een goede pH (§ 4.2), de bodem ontlasten (§ 4.3), herinzaai beperken (§ 4.5) en voldoende organische mest gebruiken (§ 4.8).



Deze kluit met veel scherpblokkige elementen laat door deze structuur weinig beworteling in diepere bodemlagen zien.



kruimel



afgrond



scherpblokkig

Een kruimelstructuur is makkelijk doorwortelbaar, terwijl scherpblokkige elementen een barrière vormen voor wortels.



### 3.2.4 Weerstand

De bodemweerstand geeft de kracht weer die nodig is om een pin met een bepaald type punt de grond in te dringen. Het is een relatief eenvoudige methode, die tijdens het lopen door een perceel regelmatig uitgevoerd kan worden. Er zijn verschillende soorten weerstandsmeters (penetrometers) in de handel.

#### Wat is het belang van de bodemweerstand?

De bodemweerstand geeft aan in hoeverre de grond verdicht is en vooral ook op welke diepte de verdichting zit. Wortels kunnen moeilijk door een verdichte laag komen en zuurstof komt nauwelijks de grond in. Een geconstateerde verdichting kan het best nog even gecontroleerd worden door een beoordeling van het bodemprofiel in een kuil. Eventueel gaan wormengangen door de verdichting heen en gaat zo de beworteling toch dieper.

#### Streefwaarde en bandbreedte

De bodemweerstand wordt beïnvloed door het vochtgehalte van de grond. Als de grond in het voorjaar helemaal verzadigd is met vocht, moet een penetrometer met een conus van 1 cm<sup>2</sup> met een duim naar beneden kunnen worden geduwd. In de praktijk aangetroffen waarden zijn:

Bodemweerstand (MPa, conus 1 cm <sup>2</sup> )	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm
Laag	1,00	1,25	1,50
Hoog	2,25	3,00	4,00

#### Beïnvloeding door maatregelen

De belangrijkste oorzaak van een verdichte grond is het frequent berijden met zware machines. Dit kan voorkomen worden door de bodem te ontlasten (§ 4.3). Bij een oppervlakkige verdichting op 10-20 cm diepte kan graslandbeluchting mogelijk de verdichting opheffen (§ 4.10).



Er zijn verschillende penetrometers in de handel (zie foto). Door een schop langzaam de grond in te steken kan een verdichting in de bovengrond ook worden opgespoord.

### 3.2.5 Dichtheid

Met een metalen ring of PVC-buis met een vaste inhoud wordt een ongestoord monster uit de grond genomen en gedroogd. Gebruikelijk is om de laag 5-10 cm diepte te bemonsteren, om de strooisellaag te vermijden. De dichtheid wordt uitgedrukt in gram droge grond per cm<sup>3</sup>. Wanneer de grond voor 100% uit zand zou bestaan, zou er ongeveer 2,7 gram per cm<sup>3</sup> aanwezig zijn. De gevonden waarde is altijd lager omdat er ook lucht in de grond zit. De dichtheid is daarmee ook een maat voor het luchtgehalte. Naast minerale delen zit er ook organische stof in de grond met een dichtheid van ca. 1 g per cm<sup>3</sup>. Veel organische stof betekent dus automatisch een lagere dichtheid.

#### Wat is het belang van de dichtheid?

Een lage dichtheid betekent voldoende ruimte voor de wortels om de grond in te dringen, maar ook voldoende beschikbaarheid van zuurstof. Zuurstof is erg belangrijk voor de wortelgroei, opname van voedingsstoffen, en voor de aanwezigheid van bodemleven. Een deel van het bodemleven kan onder zuurstofarme omstandigheden leven, maar vormt daarbij stoffen die voor de plant giftig kunnen zijn.

#### Streefwaarde

De dichtheid moet steeds in relatie tot het organische stofgehalte beoordeeld worden. De volgende streefwaarden kunnen voor grasland worden gehanteerd:

% organische stof 0-10 cm	Streefwaarde dichtheid 5-10 cm diepte in g per cm <sup>3</sup>
2	lager dan 1,43
4	lager dan 1,33
6	lager dan 1,25
8	lager dan 1,16

#### Beïnvloeding door management

Voor een lage dichtheid is het belangrijk om de bodem te ontlasten (§ 4.3), goed te ontwateren (§ 4.1), een goede pH te handhaven (§ 4.2) en voldoende organische mest te gebruiken (§ 4.8).



Met een metalen ring of PVC-buis met een vaste inhoud wordt een ongestoord monster uit de grond genomen en gedroogd. Gebruikelijk is om de laag 5-10 cm diepte te bemonsteren, om de strooisellaag te vermijden.



### 3.2.6 Waterinfiltratietijd

Bij het bepalen van de waterinfiltratie wordt de tijd gemeten die een hoeveelheid water nodig heeft om de grond in te trekken. Hierbij wordt een PVC-buis met een diameter van 15 cm ongeveer 10 cm de grond ingeslagen, en wordt in de buis 0,5 liter water gegoten.

#### Wat is het belang van waterinfiltratietijd?

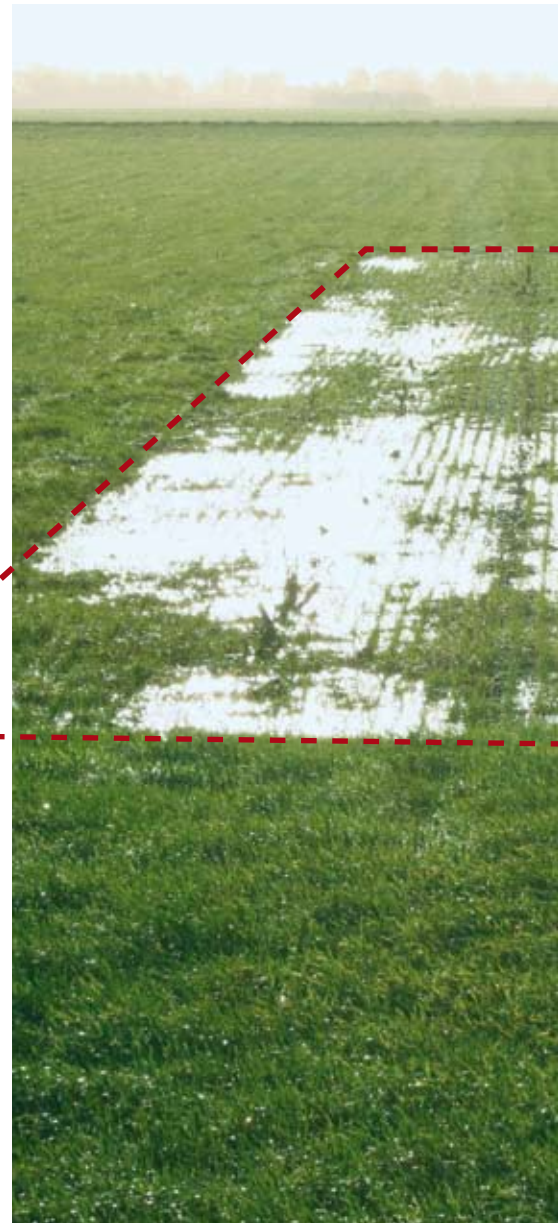
De test geeft aan in hoeverre er doorgaande poriën naar diepere lagen zijn. Hoe langer het duurt voordat het water de grond ingetrokken is, hoe kleiner dit aantal. Voldoende doorgaande poriën zijn niet alleen van belang voor een goede afvoer van water, maar ook voor voldoende aanvoer van zuurstof.

#### Streefwaarde en bandbreedte

Een vuistregel is dat bij goede ontwatering de plassen binnen een dag van het land verdwenen moeten zijn. De waterinfiltratietijd is kort als 0,5 liter water er minder dan 2 minuten over doet om de grond in te trekken, en lang wanneer dit meer dan 15 minuten duurt.

#### Beïnvloeding door maatregelen

Maatregelen die de bodemstructuur beïnvloeden hebben ook effect op de waterinfiltratie. Grondbewerking zal in eerste instantie de waterinfiltratie versnellen, maar op langere termijn de infiltratie vertragen. Dit komt onder andere door verstoring van doorgaande wormengangen naar de ondergrond. Het beperken van de herinzaai van blijvend grasland (§ 4.5) en het direct inzaaien van snijmaïs in de graszode (§ 4.11) zijn maatregelen die een goede waterinfiltratie kunnen bevorderen.



Het natte stuk is nieuw grasland ingezaaid op gespit maïsland (binnen de stippellijn). De grond is ingezakt en wormengangen zijn verstoord. Op het omliggende land is maïs direct gezaaid in de graszode en zijn wormengangen in stand gebleven.

### 3.3.7 Koolzuurproductie

De koolzuurproductie in het veld is een indicatie voor de ademhaling van het bodemleven. Bij de bepaling wordt een PVC-buis met een hoogte van 20 cm en een diameter van 15 cm 10 cm de grond in geslagen. De buis wordt afgedekt met een kap. Na 30 minuten wordt met een injectiespuit lucht onder de kap weggezogen en door een zogenaamd drägerbuisje gespoten. De mate van blauwkleuring van de kristallen in het drägerbuisje geeft de hoeveelheid koolzuur aan die de grond in 30 minuten heeft gevormd.

#### Wat is het belang van koolzuurproductie?

De koolzuurproductie geeft de activiteit van het bodemleven aan.

#### Streefwaarde en bandbreedte

Een koolzuurproductie van 10 kg C uit CO<sub>2</sub> per hectare per dag is hierbij laag, en 50 kg is hoog.

#### Beïnvloeding door maatregelen

Het bodemleven kan door een aantal maatregelen gestimuleerd worden, waaronder de aanvoer van makkelijk verteerbaar organisch materiaal zoals mest en plantenresten, het ontzien van de bodemstructuur en de teelt van klaver (§ 4.7).

Na 30 minuten wordt met een injectiespuit lucht onder de kap weggezogen en door een zogenaamd drägerbuisje gespoten. De mate van blauwkleuring van de kristallen in het drägerbuisje geeft de hoeveelheid koolzuur aan die de grond in 30 minuten heeft gevormd.





## 4. Maatregelen voor behoud en verbetering bodemkwaliteit

Naast de beoordeling van bodemkwaliteit is het belangrijk te kijken welke maatregelen genomen kunnen worden om de bodemkwaliteit te behouden en te verbeteren. In dit hoofdstuk worden twaalf maatregelen systematisch besproken. Naast een beschrijving van de maatregel wordt ingegaan op de voordelen en de beperkingen. Daarnaast worden enkele praktijktips voor de uitvoering gegeven. In onderstaande tabel zijn de maatregelen gescoord op praktijkrijpheid, inpasbaarheid en rendement.

Maatregelen voor behoud en verbetering bodemkwaliteit

Maatregel	Praktijkrijp	Inpasbaar	Rendement
1. Zorg voor een goede ontwatering	+++	++	+++
2. Bekalk regelmatig	+++	+++	+++
3. Ontlast de bodem	++	+	+++
4. Vervang continueelt snijmaïs door vruchtw.	+++	++	+++
5. Beperk herinzaai van blijvend grasland	+++	++	+++
6. Zaai een groenbemester na snijmaïs	+++	+	-/+
7. Zaai grasklaver op voormalig bouwland	+++	++	+++
8. Bemest voldoende organische mest	+++	+++	+++
9. Stimuleer het bodemleven	+	++	-/+
10. Belucht een verdichte bodem	-/+	++	-/+
11. Zaai snijmaïs direct in de graszode	-/+	+	-/+
12. Laat eens een bodemscan maken	+	+++	-/+



Een natte plek wordt steeds erger. Doordat er water blijft staan verzakt en verslemt de grond verder. Doordat er geen zuurstof is, is er geen bodemlevenactiviteit of worteling om de natuurlijk waterinfiltratie te herstellen. Maatregelen moeten worden genomen om de situatie te verbeteren.

### 4.1 Zorg voor goede ontwatering

Bij een goede ontwatering zijn binnen een dag de plassen van het land. Een goed ontwaterde zandgrond heeft een gemiddeld laagste grondwaterstand van -120 cm in de zomer en -80 cm in de winter (Gt IV). Naast goed ontwaterd moet een bodem ook voldoende opdrachtig zijn. Hierbij is de afstand tussen de diepste wortels en de grondwaterstand niet meer dan 80 cm. Een slechte ontwatering kan, naast natuurlijke oorzaken (ligging), ook veroorzaakt worden door storende lagen in de bodem. Het doorbreken van deze lagen is dan nodig om de waterafvoer te herstellen.

#### Wat zijn de voordelen?

- Een goede berijdbaarheid en draagkracht en een groter aantal weidbare en werkbare dagen.
- Kleinere kans op structuurschade, betere worteling, betere nutriëntenlevering en daardoor een hogere opbrengst en betere kwaliteit van het gewas.
- Natschade kan oplopen tot meer dan €200 per hectare per jaar. Drainage (éénmalig €1200 per hectare) kan daardoor al snel een winstgevende investering zijn.
- Actiever bodemleven, vooral soorten die sterk reageren op zuurstoftekort. De pendelaar (regenworm die diepe verticale gangen graaft) komt niet voor op percelen met een te hoge grondwaterstand.

#### Wat zijn beperkingen?

Een te sterke ontwatering kan nadelig zijn in de zomer, omdat dan juist een goede vochtanvoer gewenst is. Probeer een optimum na te streven, door in de zomer desgewenst het waterpeil in de sloten op te zetten (drains afdoppen, drainmondverhoging of balkstuw in sloten).

#### Praktijktips

- Bestaande drainagebuizen moeten jaarlijks gecontroleerd worden op doorlopen. Drainage heeft weinig zin als de buizen verstopt zijn.
- Storende lagen kunnen worden opgeheven door grondbewerking bij herinzaai. Een ploegzool kan relatief eenvoudig worden doorbroken door kouters te monteren.
- Ook op zandgrond kan het frezen of graven van greppels tegen lage kosten de ontwatering al flink verbeteren. Een ander alternatief is 'rondploegen' van een perceel.



Controleer elk jaar of de drainagebuizen nog goed lopen.



## 4.2 Bekalk regelmatig

Het is verstandig om minimaal eens per vier jaar de bodem te analyseren, onder andere op de zuurgraad (pH). Als de pH lager is dan het gewenste niveau, is bekalking nodig. De streefwaarde voor de pH is tussen de 4,8 en 5,5 voor grasland en tussen de 5,2 en 5,7 voor maïsland.

### Wat zijn de voordelen?

- Een voldoende hoge pH heeft een gunstige invloed op de bodemstructuur en het bodemleven en daarmee op worteling en nutriëntenlevering. Daarom heeft regelmatig bekalken een positief effect op gewasopbrengst en -kwaliteit.
- Op grasland kan een pH-daling van 5,5 tot 4,3 een opbrengstdaling van 10% geven. Dit komt overeen met een opbrengstderving tussen de €180 en €280 per hectare per jaar. Daarmee is bekalking al snel een winstgevende maatregel.
- Bij snijmaïs kan een daling van de pH van 5,2 tot 4,4 al 6% opbrengst kosten. Bij een verdere daling tot 4,2 is dit 15%, en bij een pH van 4 zelfs 25%. Dit komt overeen met opbrengstdervingen oplopend van €180 tot €750 per hectare per jaar.

### Wat zijn de beperkingen?

Een te hoge kalkgift in één keer kan leiden tot een tijdelijke extra afbraak van organische stof waarbij extra stikstof vrijkomt.

### Praktijktips

- Poederkalk is goedkoop, maar de werking kan te snel zijn. Uit korrels komt de kalk geleidelijker vrij. Daarnaast kunnen korrels ook beter gedoseerd worden.
- Bekalk bij voorkeur in het najaar; dat geeft voldoende tijd voor een goede werking.
- Regelmatige bemesting met organische mest (drijfmest, stalmest en compost) levert een bijdrage aan het op peil houden van de pH.



Een kalkmeststof inzetten kan, behalve om de pH te beïnvloeden, ook gewenst zijn in verband met de bodemstructuur. Op slempgevoelige gronden hebben de bodemdeeltjes weinig binding. Grotere calciumionen in de oplossing en gebonden aan het adsorptiecomplex beperken deze slempgevoeligheid. Kleinere magnesiumionen werken verslemping juist in de hand.

## 4.3 Ontlast de bodem

Het doel van bodemontlasting is om de bodemstructuur zoveel mogelijk te sparen door aanpassingen in het bedrijfsmanagement en aan machines.

### Wat zijn de voordelen?

- Bij een goede bodemstructuur is het opbrengstniveau, de kwaliteit en de nutriëntenbenutting van grasland en snijmaïs beter.
- Bij snijmaïs kan de opbrengstderving als gevolg van verdichting al snel 2 tot 3 ton drogestof bedragen. Dit komt overeen met een financiële opbrengstderving van €370 tot €560 per hectare. In een droog seizoen kan de opbrengstderving zelf oplopen tot 6 ton per hectare.
- Op grasland kan de opbrengst als gevolg van een dichtgereden grond met 1,5 ton per jaar dalen, wat overeenkomt met een financiële schade van €280 per hectare.
- Door ontlasting van de bodem hoeft grasland minder vaak heringezaaid te worden, wat kostenbesparing en behoud van organische stof met zich mee brengt. Een reductie van de herinzaaifrequentie van eens in de vijf jaar tot eens in de acht jaar scheelt per jaar € 60 tot €110 aan directe kosten per hectare.

### Wat zijn de beperkingen?

- Preventie van bodemverdichting vraagt zorg en toewijding, en vooral geduld.
- Sommige maatregelen (speciale banden) kunnen op korte termijn kostenverhogend zijn.

### Praktijktips

- Wees in het voorjaar geduldig en berijdt de grond alleen als de omstandigheden het toelaten.
- Kies voor een lage bandenspanning (0,8 bar in het voorjaar en 1,0 in de zomer) en gebruik wanneer nodig brede banden of dubbellucht.
- Maak duidelijke afspraken met de loonwerker.
- Dien op kwetsbare bodems drijfmest toe met sleepslangen.
- Hou de koeien binnen als een weideperceel te nat is, of zet ze op een perceel dat minder gevoelig is voor vertrapping.
- Kies voor een tijdig afrijpend ras snijmaïs; dit kan voorkomen dat de maïs onder ongunstige omstandigheden geogst moet worden.



Rijschade voorkomen is beter dan genezen.



#### 4.4 Vervang continueelt snijmaïs door vruchtwisseling

Bij continueelt wordt snijmaïs meerdere jaren achtereen op hetzelfde perceel geteeld. Hierdoor kunnen ziekten ontstaan en kan het organische stofgehalte snel dalen. Bij vruchtwisseling wordt continueelt snijmaïs en continueelt grasland op afzonderlijke percelen vervangen door een afwisseling van deze teelten op één perceel.

##### Wat zijn de voordelen?

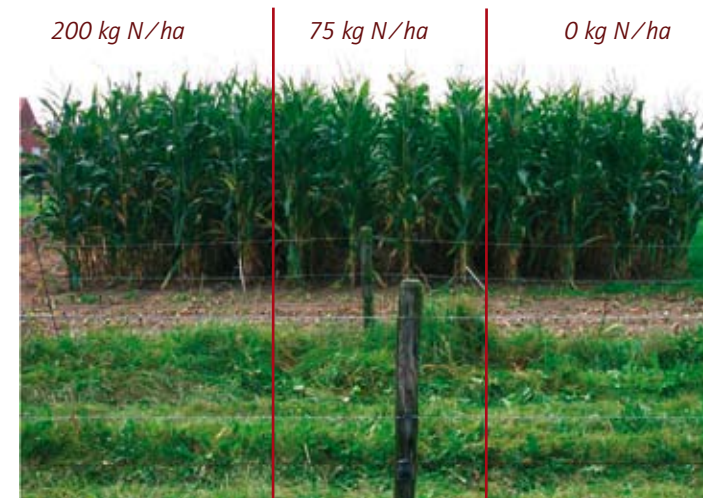
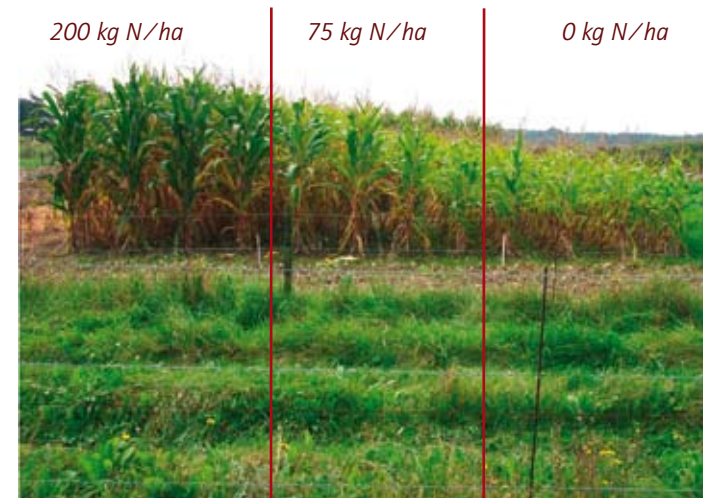
- Toename van het gehalte organische stof van een perceel met continueelt snijmaïs van 2,0-2,5% tot 3,0-3,5%.
- Toename van het bodemleven en herstel van het aantal regenwormen in de graslandfase.
- De extra kosten van vruchtwisseling worden goedge maakt door een 1,5 ton drogestof hogere snijmaïsofbrengst en een 0,5 ton drogestof hogere grasopbrengst per hectare. Daarmee is vruchtwisseling op een grasperceel kostendekkend, en kan het op een snijmaïspereel een meeropbrengst van €160 tot €180 geven vergeleken met continueelt.

##### Wat zijn de beperkingen?

- Grasland moet vaker gescheurd worden, waardoor het gehalte organische stof op deze percelen daalt.
- Kans op meer problemen met ritnaalden en engerlingen tijdens snijmaïsteelt.

##### Praktijktips

- Op percelen met voorheen continueelt van snijmaïs kan vruchtwisseling het best worden toegepast in dienst van de maïsteelt. Een graslandperiode van twee tot drie jaar is voldoende. Vanwege het vaak lage stikstofleverend vermogen van de percelen met voorheen continueelt is de teelt van een maaibeide met gras en rode of witte klaver het overwegen waard.
- In plaats van gras kan bij continueelt van snijmaïs ook af en toe een graangewas voor silage of krachtvoer geteeld worden. Evenals gras hebben granen door hun intensieve en diepe beworteling een gunstig effect op bodemstructuur, organische stof en bodemleven.



De teelt van snijmaïs in vruchtwisseling hoeft in het eerste jaar na scheuren geen stikstofbemesting (foto onder). Dit is anders dan bij continueelt snijmaïs (foto boven)(Universiteit van Gent).

#### 4.5 Beperk herinzaai van blijvend grasland

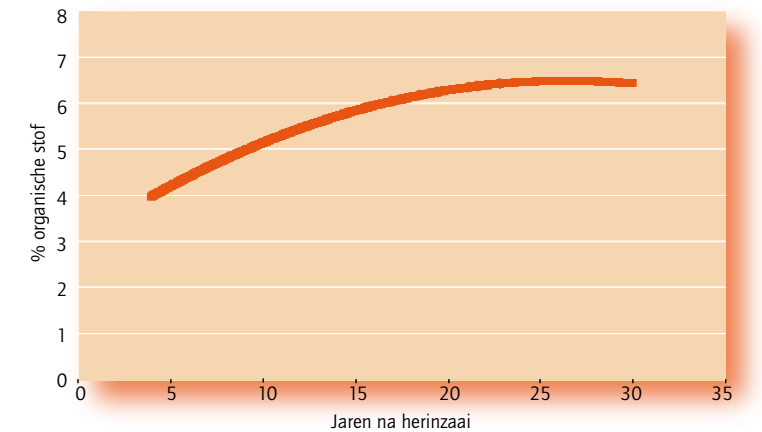
Bij de grondbewerking bij herinzaai komt veel van de organische stof uit de toplaag onder in de bouwvoor terecht en wordt de aanwezige organische stof versneld afgebroken. Hierdoor neemt het stikstofleverend vermogen van een perceel af. Intensieve grondbewerking heeft verder een negatief effect op het bodemleven, en dan vooral op regenwormen.

##### Wat zijn voordelen?

- Een beperking van herinzaai voorkomt een sterke daling van het organische stofgehalte in de toplaag, hetzij door onderwerken of door afbraak. Ter illustratie: om 1% organische stof in de laag 0-10 cm op te bouwen, dient 400 m<sup>3</sup> runderdrijfmest per hectare aangevoerd te worden.
- Minimale herinzaai spaart het bodemleven en hun leefomgeving. Intensieve grondbewerking leidt tot een sterke afname van het aantal regenwormen en regenwormgangen, en de netwerken van schimmeldraden worden vernietigd.
- Bij een afname van de frequentie van herinzaai van eens in de vijf naar eens in de acht jaar, kan een besparing van €60 tot €110 aan directe kosten per hectare per jaar gerealiseerd worden.

##### Praktijktips

- Beoordeel eerst de bodemstructuur. Is deze slecht, kies dan voor herinzaai met grondbewerking. Is deze goed, kies dan voor doorzaai van het bestaande grasland.
- Een slechte vochtanvoer naar de graszaden is vaak de oorzaak van het mislukken van doorzaai. Let er daarom op dat de bodem voldoende vochtig is, en houdt de weersvoorspelling in de gaten.
- Om het verlies van organische stof als gevolg van herinzaai met ploegen goed in kaart te krijgen, is bemonstering tot de ploegdiepte nodig.



Afhankelijk van de vochttoestand duurt het 10-100 jaar voordat het organische stofgehalte onder grasland een evenwichtstoestand heeft bereikt. Op dit graslandperceel bouwt het organische stofgehalte in de laag 0-5 cm tot 30 jaar na herinzaai nog op.





## 4.6 Zaai een groenbemester na snijmaïs

Een groenbemester is een gewas dat ingezaaid wordt tijdens de teelt van snijmaïs (Italiaans raaigras) of na de oogst (bijvoorbeeld bladrogge). De groenbemester wordt vervolgens in het voorjaar klein gemaakt en ondergewerkt.

### Wat zijn de voordelen?

- Opname van stikstof aan het eind van het groeiseizoen, waardoor minder stikstof uitspoelt naar het grondwater.
- Aanvoer van jonge organische stof.
- Door mineralisatie van vastgelegde stikstof uit de groenbemester in het volgende voorjaar hoeft dit minder op het volggewas bemest te worden (10-40 kg N/ha).
- Betere structuur van de grond in het voorjaar, vanwege doorworteling tijdens de winter.
- Bij een eenvoudige aanpak is het inzaaien van een groenbemester na snijmaïs op de langere termijn ongeveer kostenneutraal. De extra kosten (€70-€150) worden hierbij goedgemaakt door een hogere snijmaïs opbrengst (€85-€115).

### Wat zijn de beperkingen?

- Een groenbemester voert vooral jonge organische stof aan, die in het jaar van onderploegen afbreekt, en heeft daarmee weinig effect op de opbouw van stabiele organische stof.
- Een groenbemester kan de aaltjesdruk verhogen voor akkerbouwgewassen, wat ongunstig is als de snijmaïsteelt onderdeel is van een vruchtwisseling met akkerbouwgewassen.

### Praktijktips

- Neem bij voorkeur een groenbemester die winterhard is. Als een groenbemester doodvriest, gaat een deel van de voordelen verloren, waaronder nutriënten.
- Groenbemers kunnen zich in het voorjaar explosief ontwikkelen, waardoor te veel vocht aan de bodem wordt onttrokken. Op tijd onderwerken is dan een must.
- Overweeg om gras als groenbemester onder te zaaien in snijmaïs als het gewas kniehoog is. Hierdoor kan de groenbemester zich sneller ontwikkelen na de oogst van de maïs en kunnen de voordelen groter zijn.



Het uitgebreide wortelstelsel van Italiaans raaigras levert als groenbemester een belangrijke bijdrage aan de bodemstructuur.

## 4.7 Zaai grasklaver op voormalig bouwland

Een mengsel van gras met rode en/of witte klaver zorgt voor stikstofbinding uit de lucht door de klaver. Per ton drogestof klaver kan 50 kg N per hectare worden vastgelegd. Bij 10 ton drogestof en 40% klaver is dit 200 kg N.

### Wat zijn de voordelen?

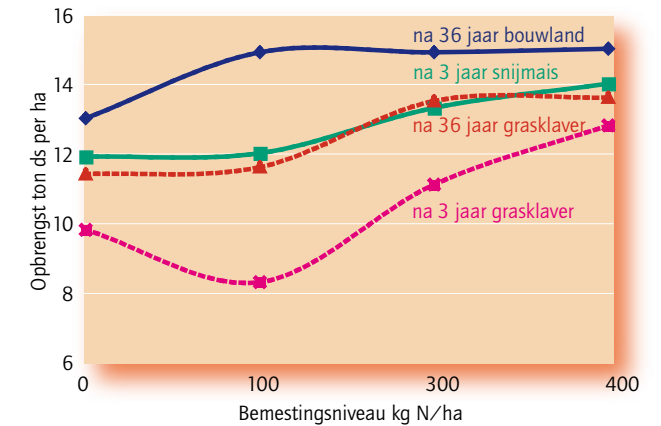
- Op een perceel met een laag stikstofleverend vermogen kan de opbrengst van gras met witte klaver hoger zijn dan de opbrengst van gras bemest met 300 kg stikstof uit kunstmest en drijfmest.
- Een mengsel van gras met rode en witte klaver heeft onder alle omstandigheden een vergelijkbare of hogere opbrengst dan gras bemest met 300 kg stikstof uit kunstmest en drijfmest.
- De biologische stikstofbinding door de klaver heeft extra positieve effecten op de opbouw van het stikstofleverend vermogen en de activiteit van het bodemleven.

### Wat zijn de beperkingen?

- Het is niet altijd eenvoudig om het klavergehalte op een goed niveau (40% bedekking) te handhaven.
- Het beheer van grasklaver vereist aanpassingen in het management, op het gebied van bemesting, voederwinning etc.
- Onkruidbestrijding is lastiger, omdat klaver weinig bestrijdingsmiddelen verdraagt.

### Praktijktips

- Teel zeker grasklaver op percelen met een NLV lager dan 100.
- Zorg voor een goede pH.
- Zaai grasklaver altijd na een stikstofarme stoppel van een voedergewas.



Maïs of een ander voedergewas is de beste voorvrucht van grasklaver. Grasklaver is een pioniersgewas wat het beste gedijt in een stikstof-arme stoppel met geen of een geringe voorgeschiedenis van grasklaver. Resultaten van een vruchtwisselingproef van de Universiteit van Gent geeft duidelijk aan dat grasklaver het meest productief is na een voorgewas van 36 jaar bouwland gevolgd door een voorgewas van 3 jaar bouwland en 36 jaar grasklaver, en daarna pas na 3 jaar grasklaver. Dit heeft aan de ene kant met stikstof te maken maar ook bodemgebonden klaverziektes die het de kiemplantjes van klaver moeilijk maken.



## 4.8 Bemest voldoende organische mest

Bij lage drijfmestgiften kan het organische stofgehalte dalen, ook op grasland. Een totaalgift van 50 tot 60 m<sup>3</sup> organische mest (drijfmest en weidemest) is nodig om het gehalte op een gebruikelijk niveau te handhaven. Bij snijmaïs is een gift tot 35 m<sup>3</sup> aan te bevelen.

### Wat zijn de voordelen?

- Organische mest draagt bij aan opbouw of behoud van organische stofgehalte. In onderzoek nam bij bemesting met drijfmest het gehalte over zes jaar toe met 0,3-0,7% ten opzichte van kunstmest. Bij bemesting met compost nam het gehalte met 1% toe.
- Organische mest draagt bij aan opbouw of behoud van het NLV. In onderzoek was na zes jaar bemesting met drijfmest het NLV 11 tot 15 kg hoger vergeleken met alleen kunstmest.
- De snel afbreekbare organische stof in drijfmest geeft het bodemleven een 'boost', wat gunstig is voor bodemstructuur en nutriëntenlevering.
- Bij snijmaïs in continueelt kan voldoende aanvoer van organische mest de negatieve effecten van continueelt op organische stof en het NLV afremmen.
- Bemesting met organische mest houdt de pH op peil. In onderzoek op grasland daalde de pH bij bemesting met alleen kunstmest gedurende zes jaar van 6,1 tot 5,2. Bij drijfmest bleef de pH op 6,1 gehandhaafd. Door dit effect hoeft minder vaak bekalkt te worden.

### Wat zijn de beperkingen?

- Te hoge giften drijfmest ineens (meer dan 35 m<sup>3</sup>) kunnen leiden tot relatief veel stikstofverlies en fosfaatophoping.

### Praktijktips

- Bij een drijfmestgift kleiner dan 20 m<sup>3</sup> per hectare wordt relatief veel stikstof in de bodem vastgelegd en is de directe werking minder.
- Rijd stalmest uit met een goede strooier en zorg dat het stro voldoende kort is. Dit voorkomt dat een deel van de stalmest ingekuild wordt met het gras.
- Bij een nat en koud voorjaar is het te overwegen om vaste mest na oogst van de eerste snede uit te rijden. Meestal is de stalmest dan eerder verdwenen dan wanneer deze voor de eerste snede gegeven wordt.



Organische mest draagt bij aan behoud van het NLV.



In het voorjaar drijfmest uitrijden met een sleepslang kan schade voorkomen.

## 4.9 Stimuleer het bodemleven

Door maatregelen te nemen waardoor het aantal, het aantal soorten en de activiteit van bodemorganismen toeneemt kunnen de bodemstructuur, de gewasopbrengst en de nutriëntenbenutting verbeterd worden.

### Wat zijn de voordelen?

- Voldoende actief bodemleven zorgt voor goede bodemstructuur, goede ontwatering en voldoende levering van nutriënten. Zo is de beschikbaarheid van stikstof en fosfaat in wormuitwerpselen aanzienlijk beter dan in de omliggende grond.
- Op een gemiddeld gangbaar bedrijf is de bijdrage van wormen aan de stikstofmineralisatie 40-50 kg stikstof per hectare per jaar. Stimulering van de wormactiviteit kan dit verder verhogen.
- Bij een voldoende actief bodemleven is het bodemsysteem stabiel en minder afhankelijk van kunstmest.
- Bij een weinig actief bodemleven wordt organische stof uit stalmest of compost nauwelijks omgezet, waardoor het werkelijke stikstofleverende vermogen sterk kan achterblijven bij de berekende NLV (labuitslag).

### Wat zijn de beperkingen?

- Stimulering van het bodemleven is niet eenvoudig, en vereist een geïntegreerde aanpak en toewijding.
- De effecten worden meestal pas zichtbaar op de wat langere termijn.
- Het is soms lastig om er achter te komen waardoor het bodemleven weinig actief is.

### Praktijktips

- Zorg altijd eerst voor goede randvoorwaarden, zoals een goede (detail) ontwatering, een goede bodemstructuur en een voldoende hoge pH.
- Teel grasklaver in de vruchtwisseling. Klaver kan een positief effect op het aantal wormen hebben.
- Regelmatige aanvoer van drijfmest kan een 'luie' bodem een stimulans geven door de aanvoer van makkelijk afbreekbare energie. Hierdoor neemt de bacteriële activiteit toe en kunnen ook andere bodemorganismen actiever kunnen worden.
- Bemest zowel makkelijk afbreekbare organische stof (drijfmest, groenbemester) als ook moeilijk afbreekbare organische stof (stalmest, compost). Beide mestsoorten voeden verschillende soorten bodemorganismen.

Leven onder de graszode	Gewicht kg/ha	Koeien 600 kg
Bacteriën	3000	5
Schimmels	300	0,5
Protozoën	100	0,2
Nematoden	10	
Springstaarten	20	
Potwormen	200	0,3
Regenwormen	700	1,2
Totaal 0-10 cm	4330	7

Onder grasland zit het gewicht van 7 koeien aan bodemleven.



(Illustratie: Loet van Moll)



## 4.10 Belucht een verdichte bodem

Bij bodembeluchting wordt geprobeerd bodemverdichting op te heffen door een oppervlakkige of diepe bodembewerking, waarbij de graszode zoveel mogelijk intact blijft. Beluchting wordt bijvoorbeeld uitgevoerd door penbeluchters, schudbeluchters of graslandwoelers.

### Wat zijn de voordelen?

- Beluchten van diepere bodemlagen (tot 30 cm) kan verdichting verminderen en worteling verbeteren. Daarnaast kan ook het bodemleven gestimuleerd worden door toename van de zuurstofconcentratie.
- Als gevolg van een betere worteling en actiever bodemleven kan de productiviteit van grasland toenemen. Beluchting met een eenvoudige machine kost in loonwerk €40-60 per hectare, waardoor deze maatregel bij een opbrengststijging vanaf 0,4 ton drogestof per hectare per jaar uitkan. Bij meer gecompliceerde machines met lage werksnelheid kunnen de kosten oplopen tot €450 per hectare, waardoor er een opbrengststijging van minstens 2,4 ton per hectare gehaald moet worden.
- Door beluchting hoeft grasland minder vaak heringezaaid te worden, wat kostenbesparing en behoud van organische stof met zich mee brengt. Bij een afname van de frequentie van eens in de vijf naar eens in de acht jaar, kan een besparing van €60 tot €110 aan directe kosten per hectare gerealiseerd worden.

### Wat zijn de beperkingen?

- De effectiviteit van diverse beluchters is nog niet voldoende bekend.
- Oppervlakkige beluchting geeft meestal niet het gewenste resultaat, beluchting moet voldoende diep (tot 30 cm) uitgevoerd worden.
- Beluchting kan door schade aan de graszode in de eerste snede leiden tot een opbrengstdaling van de eerste snede na de beluchting.

### Praktijktips

- Pas beluchting alleen toe na beoordeling bodemstructuur en worteling via een kuil. Wanneer de worteling goed is, zal beluchting minder effect hebben.
- Omstandigheden voor beluchting zijn ideaal wanneer de bodem voldoende droog is, en wortels meteen in de gecreëerde ruimte kunnen kruipen.
- Kijk waar de storende laag in de bodem zit, en controleer tijdens de bewerking of ook op die diepte gewerkt wordt



Er zijn verschillende beluchtingsmachines of graslandwoelers in de handel. Een omgebouwde mestinjecteur kan ook het werk doen.

## 4.11 Zaaï snijmaïs direct in de graszode

Snijmaïs wordt hierbij niet gezaaid na het scheuren en ploegen van grasland, maar wordt direct in het grasland ingezaaid.

### Wat zijn de voordelen?

- Directe inzaai voorkomt verlies van organische stof en bodemleven door een minimale grondbewerking.
- De draagkracht bij inzaai en/of oogst is beter.
- De stikstofmineralisatie kan lager zijn dan na frezen en ploegen, waardoor minder stikstof verloren gaat.
- Er kan worden bespaard op de kosten voor een intensieve grondbewerking.

### Wat zijn de beperkingen?

- De zode kan zoveel concurrentie geven, dat de opbrengst van snijmaïs halveert. Voor een goede opbrengst dient de zode doodgespoten te worden.
- In de oude zode kan nog een flinke onkruidontwikkeling plaatsvinden, wat een negatief effect kan hebben op de opbrengst.

### Praktijktips

- Voor een goede maïsopbrengst is het nodig om de oude zode dood te spuiten. Doodspuiten van de zode twee weken voor de inzaai van maïs lijkt daarbij het meest succesvol
- In geval van zaaien met de Hunter van Evers-Agro is een zodenbemesting van 20-30 m<sup>3</sup> vlak voor zaai gewenst. Met de rijenfrees van Pol moet 20-30 m<sup>3</sup> bij inzaai bemest worden.
- Bij inzaai is 150 kg per hectare KAS met rijenbemesting wenselijk.
- De normale maïsbespuiting dient in het 5-blad stadium uitgevoerd te worden.



De Hunter van Evers-Agro met een schijfkouter en woelpoot gevolgd door een monosem zaaimachine. In combinatie met een bespuiting van de graszode vooraf aan inzaai en de normale maïsbespuiting levert dit een werkzaam systeem op.



## 4.12 Laat eens een bodemscan maken

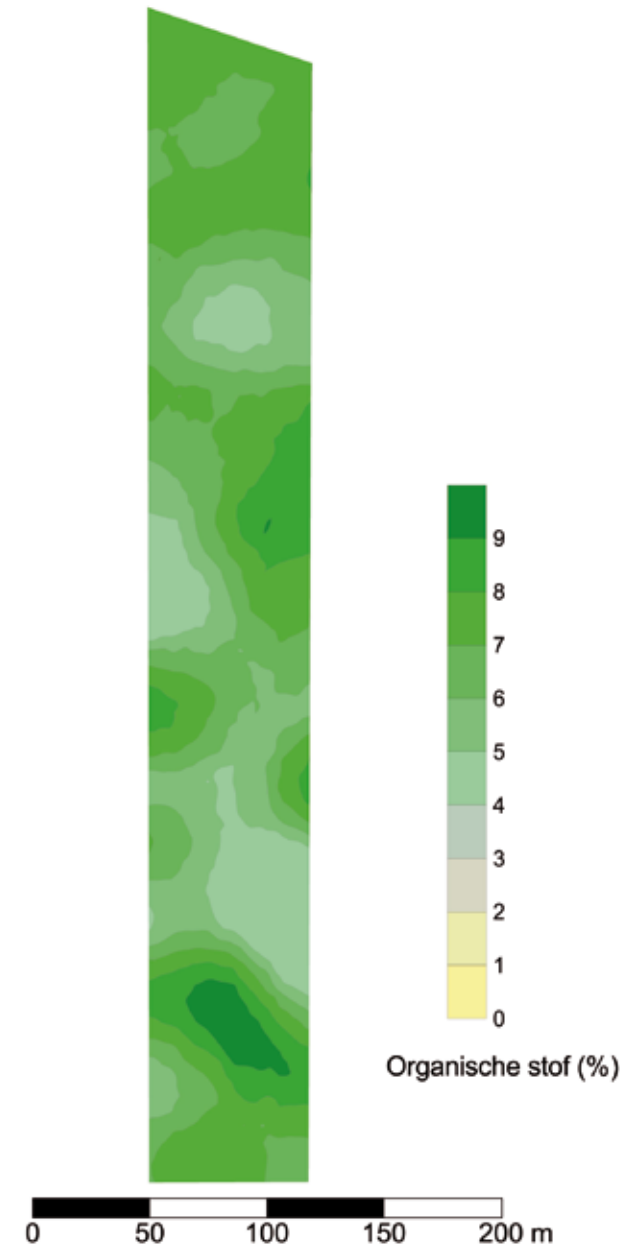
Met een bodemscan wordt op basis van zwak radioactieve achtergrondstraling uit de bodem de samenstelling van de bouwvoor op perceelsniveau in kaart gebracht. Hierdoor wordt een ruimtelijk overzicht gekregen van eventuele 'zwakke' plekken in een perceel met betrekking tot pH, organische stofgehalte, fosfaatgehalte, kaligehalte of bijvoorbeeld bulkdichtheid.

### Wat zijn de voordelen?

- Een bodemscan geeft een nieuwe dimensie aan het begrip 'ken uw bodem'. Met een aantal overzichtelijke kaartjes kan snel een goede indruk worden gekregen van de sterke en zwakke plekken op een perceel.
- Een bodemscan geeft meer informatie dan de gebruikelijke bemonstering van de bovenste 10 cm, vanwege de ruimtelijke component. De gebruikelijke bemonstering geeft alleen een perceelsgemiddelde
- De data uit de scan kan gekoppeld worden aan GPS-geleide apparatuur, waardoor plaatsspecifiek bemest, bekalkt of mogelijk zelfs belucht of doorgezaaid kan worden. Hierdoor kunnen besparingen gerealiseerd worden, en kunnen zwakke plekken versneld gerepareerd worden
- Een bodemscan kost €10-15 per hectare per jaar extra vergeleken met een normale bemonstering eens per vier jaar. Als met plaats specifieke bemesting jaarlijks een kunstmestreductie van 5-10% per jaar gehaald kan worden (€8-16), zijn deze kosten al grotendeels terugverdiend.

### Wat zijn de beperkingen?

- Plaats specifieke bemesting is in het ontwikkelstadium, en wordt nog nauwelijks door loonwerkers uitgevoerd.



Een perceel is nooit homogeen wat betreft bodemkwaliteit. Een bodemscan brengt dit in beeld (The Soil Company, Groningen).

LOUIS BOLK  
I N S T I T U U T

## Meer info

### Analyse laboratoria

Agrarisch Lab Noord Nederland

Blgg Oosterbeek

Altic Dronten

Koch Bodemtechniek

Grond-, Gewas- & Milieulaboratorium Zeeuws-Vlaanderen

[www.alnn.nl](http://www.alnn.nl)

[www.blgg.nl](http://www.blgg.nl)

[www.altic.nl](http://www.altic.nl)

[www.eurolab.nl](http://www.eurolab.nl)

[www.labzvl.nl](http://www.labzvl.nl)

### Cursussen

Bodem in Zicht

Bodembeoordeling

Individueel leertraject bodem

Compost en organische stof

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

[www.coenterberg.nl](http://www.coenterberg.nl)

[www.pgot.nl](http://www.pgot.nl)

[www.rundveeadvies.nl](http://www.rundveeadvies.nl)

### Instrumenten

Stikstof en organische stof planner NDICEA

Bodem in Zicht, beoordelen en verbeteren van de bodemkwaliteit

Testkit bodemkwaliteit

Handboek Mest & compost.

Bodembeheer algemeen

Management Instrument voor Bemesting en Bedrijfsvoering

Adviesmodule REgras

Meststoffenkaart

Praktijk gids Bemesting

Adviesbasis bemesting grasland en voedergewassen

Nutrinorm online bemestingsadviesing

Bodemkaarten

[www.ndicea.nl](http://www.ndicea.nl)

[www.bodemacademie.nl](http://www.bodemacademie.nl)

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

[www.louisbolk.nl](http://www.louisbolk.nl)

[www.bodemacademie.nl](http://www.bodemacademie.nl)

[www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)

[www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)

[www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)

[www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)

[www.bemestingsadvies.nl](http://www.bemestingsadvies.nl)

[www.nutrinorm.nl](http://www.nutrinorm.nl)

[www.bodemdata.nl](http://www.bodemdata.nl)



[info.asg@wur.nl](mailto:info.asg@wur.nl)

[www.asg.wur.nl](http://www.asg.wur.nl)



[nmi@nmi-agro.nl](mailto:nmi@nmi-agro.nl)

[www.nmi-agro.nl](http://www.nmi-agro.nl)





## Van schraal naar rijk zand

De bodemkwaliteit van een perceel is sterk bepalend voor de benutting van meststoffen en uiteindelijk de gras- en maïsproductie. Een schrale of een rijke zandgrond is dus ook bepalend voor de portemonnee. Voor een veehouder is het belangrijk de bodemkwaliteit van zijn percelen op waarde te kunnen beoordelen. Dit om aan de ene kant de bemesting strategisch te kunnen inzetten maar ook met gerichte maatregelen de bodemkwaliteit te kunnen verbeteren. Deze brochure geeft handvatten in het beoordelen van bodemkwaliteit en draagt maatregelen aan voor verbetering.