BODEM IN ZICHT

Beoordelen en verbeteren van de bodemkwaliteit

Jan Bokhorst en Ellen Heeres (red.)

Bijdragen van Coen ter Berg, Jan Bokhorst,
Nick van Eekeren, Ellen Heeres en Chris Koopmans

duurzaam bodem beheer

LOUIS BOLK INSTITUUT

Inhoud

1. Beoordeling van de bodemstructuur *3*
2. Bodemleven en bodemvoedselweb *7*
3. Wormenactiviteit *13*
4. Beworteling *17*
5. Organische stof *19*
6. Meststoffen keuze akkerbouw *23*
7. Meststoffen keuze veehouderij *27*
8. Vruchtwisseling *31*
9. Groenbemesters *33*
10. Bodembewerking *37*
11. Bodembewerking grasland/veehouderij *41*
12. Bodembewerking maïsland/veehouderij *45*
13. Bodem beoordelen *49*
14. Economische aspecten van duurzaam bodembeheer *53*
15. Overzicht van de Nederlandse bodems *57*

Intro

Voor een goede ontwikkeling van het gewas en beperking van de inzet van meststoffen is een goede bodemkwaliteit van essentieel belang. Door nieuwe teelttechnieken staat de bodemkwaliteit onder druk.
In een samenwerking van Louis Bolk Instituut (LBI), Centrum voor Landbouw en Milieu (CLM) en Nutriënten Management Instituut (NMI) is een cursus ontwikkeld waarbij de bodemkwaliteit centraal staat. Het doel van deze cursus is in het veld bodemstructuur, bodemleven en beworteling te beoordelen. Vervolgens kunnen maatregelen gekozen worden om eventuele tekortkomingen op te heffen.

Een onderdeel van het cursusmateriaal zijn meeneeminfo's waarin de verschillende aspecten van duurzaam bodembeheer worden behandeld. In deze syllabus zijn deze meeneeminfo's gebundeld. Ze zijn ook los verkrijgbaar zodat ze afzonderlijk bij cursussen gebruikt kunnen worden.

De eerste meeneeminfo's leggen de nadruk op de beoordeling van de bodem in het veld. Bodemstructuur, bodemleven, beworteling en organische stof passeren de revue. Is de bodemkwaliteit beoordeeld dan is het zaak de passende maatregelen te kiezen. Meststoffen, vruchtopvolging, groenbemesters en bodembewerking zijn alle middelen om aan bodemkwaliteit te werken. In Meeneeminfo 13 wordt een en ander samengevat. Dit onderdeel is ook een handvat om tot een snelle beoordeling en maatregelenkeuze te komen.
Bodembeheer heeft ook economische kanten. Info 14 is bedoelt om de economische consequenties van een maatregel te beoordelen.
Tenslotte worden voor de belangrijkste Nederlandse bodemtypen de eigenschappen van de gronden en het beheer samengevat.

Naast de meeneeminfo's zijn er ook andere producten zoals een handleiding voor cursusleiders, achtergrondmateriaal voor cursusleiders, een bodemtestkit met handleiding, infowaaiers over organische stof, bodemleven en groenbemesters en een CD rom rond de stikstofdynamiek (NDICEA). Voor meer informatie hierover zie www.louisbolk.nl.

1 Beoordeling van de bodemstructuur

Bodemstructuur

Voor de plant is het van belang dat er voldoende vocht en lucht in de bodem zit en dat voedingsstoffen goed bereikbaar zijn. De bodemstructuur speelt hierbij een belangrijke rol. Bij een verdichte grond blijft de groei van de gewassen al snel achter. Wanneer dit alleen plaatselijk is valt het op. Wanneer het gehele perceel geen optimale structuur heeft valt dit vaak minder op. Een structuurbepaling kan dan meer duidelijkheid geven. Om de bodemstructuur te beoordelen is een visuele beoordeling het beste. U heeft hier alleen een spade voor nodig. In het volgende wordt aangegeven hoe ieder dit zelf kan doen.

Structuurelementen

Belangrijke structuurelementen in de grond zijn

1. Kruimels
Kruimels zijn van 0,3 tot 1 cm groot. Wortels kunnen gemakkelijk in deze kruimels en tussen deze kruimels doorgroeien.

2. Afgerond blokkige structuurelementen
Deze zijn wisselend van grootte, van 1 tot wel 10 cm groot. De zijkanten zijn niet vlak, de hoeken zijn rond. Bij doorbreken heeft het breukvlak vaak een andere glans of kleur dan de buitenkant. Bij een enigszins ruwe behandeling kunnen ze vaak makkelijk in kruimels overgaan. Let er goed op of dit in de grond ook zo was of dat het werkelijk grotere elementen zijn.

3. Scherpblokkige structuurelementen
Deze zijn hoekig en compact. De wanden zijn glad.

Het is mogelijk de gewichts- of volumeverdeling van de verschillende soorten structuurelementen in te schatten. Verschillende percelen kunnen dan vergeleken worden.

Het verkrijgen van een kluit op een spade

Om de bodemstructuur te beoordelen is het nodig om een ongestoorde kluit van de laag 0-25 cm diepte en van de laag 25-50 cm diepte vrij te krijgen. Dit kan met een normale spade gebeuren. Wel moet zo gewerkt worden dat de te beoordelen grond niet verstoord wordt. De kluit wordt uit de grond gehaald en bij voorkeur op een verhoging voor verdere beoordeling gelegd. Wanneer er op de kluit een plant staat kan ook de beworteling beoordeeld worden.

Om een ongestoorde kluit te krijgen wordt eerst een kleine kuil gegraven.

Zonder de grond te verstoren wordt een te beoordelen kluit, dikte ca 10 cm, aan alle kanten vrijgemaakt en zorgvuldig naar boven gehaald. Bij het naar boven halen moet de kluit goed ondersteund worden. Een plankje tegen de voorkant kan bij sommige grondsoorten goed helpen.

Bij de beoordeling van de kluit is het wenselijk van beneden naar boven de grond los te breken. Een mes kan hierbij helpen.

Beoordeling van de structuur

De bodemstructuur is goed wanneer er met lucht gevulde gangen in de grond zijn die zorgen voor:

- luchttransport,
- doorworteling.

Deze gangen zijn gedeeltelijk met het blote oog te zien.
Kruimels hebben voldoende gangen en zijn altijd goed doorwortelbaar.
Afgerond blokkige elementen vaak ook. Een uitzondering vormen organische stofrijke gronden. Deze kunnen soms na bodembewerking voor de wortels niet doordringbare afgerond blokkige elementen bevatten.
Scherpblokkige elementen zijn in het algemeen niet doorwortelbaar. Ook hier komen uitzonderingen voor. Zandgronden met een weinig stabiele structuur kunnen na bodembewerking goed doorwortelbaar zijn en tijdens het groeiseizoen verdichten tot scherpblokkige elementen. Deze scherpblokkige elementen zijn dan toch doorworteld.

Goede structuur

De bodemstructuur is redelijk tot goed als aan-de volgende eisen wordt voldaan:

- 0-25 cm diepte (of bouwvoordiepte): kruimels nemen tenminste 25% van het volume van de grond in. De rest is doorwortelbare afgerond blokkige elementen. Scherp blokkige elementen komen niet voor.
- 25-50 cm diepte: tenminste 25% van het volume van de grond bestaat uit kruimels of doorwortelbare afgerond blokkige elementen, de rest is niet doorwortelbare afgeronde of scherpblokkige elementen.

Omdat afgerond blokkige elementen na aanraking vaak makkelijk uiteenvallen in kruimels kan het onderscheid tussen kruimels en afgerond blokkige elementen tot problemen leiden. Om dit te voorkomen kan ook alleen op de scherpblokkige elementen gelet worden. Deze zijn voor de beluchting en beworteling het meest belemmerend.

Uitgaande van de scherpblokkige elementen kan gesteld worden voor een goede bodemstructuur bij geploegd land:

- 0-25 cm diepte (of bouwvoordiepte): geen-scherpblokkige elementen
- 25-50 cm diepte: minder dan 75% van het-volume scherpblokkig.

Bij grasland is het onderscheid tussen kruimels, afgerond- en scherpblokkige elementen vaak lastig. Juist bij grasland dat niet of weinig geploegd wordt en regelmatig bereden en belopen door het vee laat vaak een vrij compacte bovengrond zien. Uitsluitend de kruimelstructuur beoordelen is dan beter uit te voeren. Uitgaande van kruimels kan gesteld worden voor een goede bodemstructuur bij grasland:

- 0-5 cm diepte: 100% kruimels
- 5-10 cm diepte: 50% kruimels van het volume van de grond
- 10-30 cm diepte: 10% kruimels van het volume van de grond

De bouwvoor van een gras/klaver weide in zeeklei. De bovenlaag bestaat uit afgerond blokkige elementen en kruimels. Meer onder in de bouwvoor overheersen de scherpblokkige elementen. Deze belemmeren onder meer de wortelontwikkeling

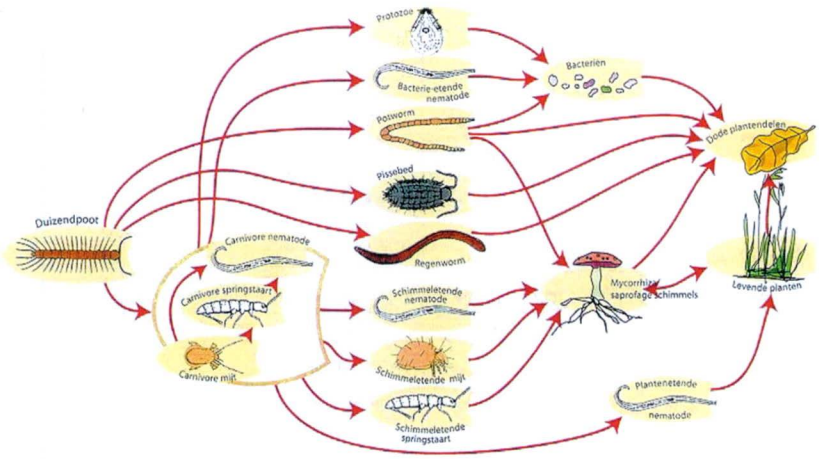
Structuurelementen bij verschillende-grondsoorten

kruimels	afgerond blokkig	scherpblokkig
rivierklei ooivaaggrond		
rivierklei brikgrond		
dekzand zwarte enkeerdgrond		
flevopolder poldervaaggrond		

2 Bodemleven en bodemvoedselweb

Wat is het bodemleven en het bodemvoedselweb?
Alle levende organismen in de bodem vormen samen het bodemleven. Een deel leeft van dode planten- of dierenresten, maar een belangrijk deel leeft van levende organismen. Het geheel vormt een ingewikkeld patroon en dat heet het bodemvoedselweb. Elke soort heeft daarin zijn eigen plaats. De ene soort kan overleven en groeien ten koste van andere soorten. Het bodemleven is zeer omvangrijk. Om een idee te geven: één kubieke meter grasland kan honderden miljoenen bacteriën, duizenden protozoa en honderden meters schimmeldraden, honderden nematoden, mijten, en andere insecten en ook grote hoeveelheden aan andere microben en grotere organismen bevatten. Het gewicht per hektare kan op een vruchtbare grond zo'n 20.000 kg bedragen. Bacteriën en schimmels vormen ongeveer 80% van dit gewicht.

Informatie verzamelen over het gehele bodemvoedselweb zou veel meer inzicht geven in het leven onder de grond dan onderzoek naar een enkel bodemorganisme. Gezien de enorme complexiteit is het onmogelijk om alle soorten afzonderlijk te bestuderen. Het is dus noodzakelijk de aandacht te richten op groepen die een specifieke rol in de bodem vervullen.



Bron: Ron de Goede, WUR

Een indeling is:
Microben – bacteriën en schimmels
Mesofauna – nematoden, mijten en springstaarten
Macrofauna – kevers, duizendpoten, miljoenpoten en wormen

Wat doet het bodemleven in de bodem?

Het bodemleven bestaat uit zeer veel soorten en heeft invloed op veel processen in de bodem. Veel van de activiteiten van het bodemleven zijn van belang voor de landbouw:

- Vrijkomen en vastleggen van voedingsstoffen voor het gewas door het afbreken van dood organisch materiaal.
- Opbouw en afbraak van organische stof, met positieve effecten op levering van voedingstoffen, vochtvasthoudende vermogen, bufferend vermogen en stabiliteit van de bodem.
- Opbouw en onderhoud van een goede bodemstructuur. Door middel van:
  - Losmaken van een verdichte grond door het graven van gangen.
  - Vorming van slijmstoffen die de bodemdeeltjes aan elkaar kitten.
  - Het mengen en transport van organisch en anorganische materiaal en bodemdeeltjes.
  - Het maken van poriën in de bodem (poriën zijn belangrijk voor het water- en luchthuishouding in de bodem).
- Beperken van te grote aantallen ziekteverwekkende organismen. Omdat alle organismen in het bodemvoedselweb met een bepaalde plek hebben, spelen vrijwel alle organismen hierbij een rol.
- Beperken van ondergrondse en bovengrondse plagen. Loopkevers en spinnen zijn luizenbestrijders, dit als voorbeeld van bovengrondse plagen beperking.
- Afbraak van giftige stoffen. Dit gebeurt vooral door de microben.

Bodemorganismen onder de loupe

Bacteriën

Bacteriën zijn eencellige organismen die in grote getale voorkomen in de grond. Bacteriën leven van makkelijk afbreekbaar materiaal en gedijen het beste bij een pH-water van 6 tot 8.

Functies van bacteriën:

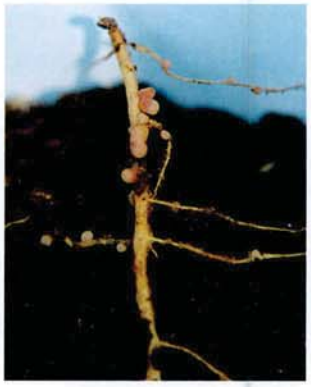
- Afbraak van organische stof en vrijmaken van nutriënten (vooral stikstof, fosfor en sporenelementen);
- Bodemstructuurvorming door slijmvorming. Het slijm fungeert als een soort plakmiddel waardoor de stabiliteit van bodemdeeltjes verhoogd wordt;
- Stikstofbinding. Door in symbiose (samenwerking) met plantenwortels te leven;
- Vasthouden van nutriënten. Door de grote aantallen waarin bacteriën voorkomen en hun hoge eiwitconcentratie kan er grote hoeveelheden nutriënten vast gelegd worden en beschermd worden tegen uitspoeling;
- Ziektewerendheid. Bacteriën die zorgen voor beschermen tegen aanwezigheid van ziektekiemen worden door uitscheiding van wortelexudaten door de plant gestimuleerd. Bijvoorbeeld Pseudomonas fluorescens die de groei van kiemschimmels kan remmen bij granen.

Consequenties voor de praktijk

Er zal een hogere bacterieactiviteit zijn wanneer de grond zwak zuur tot neutraal is. Een kleine groep bacteriën leeft onder meer zure omstandigheden. Door bekalken worden de bacteriën gestimuleerd. Daarmee ook de afbraak van de organische stof, hierbij komen voedingsstoffen vrij. Naast de zuurgraad is ook de aangevoerde soort organische stof van belang. Makkelijk verteerbaar eiwitrijk materiaal stimuleert bacteriën. In intensievere systemen komt meer bacterieactiviteit voor dan in extensievere systemen. In extensievere systemen worden meer koolhydraten aangevoerd en gaan schimmels overheersen.

Stikstofbindende bacteriën

Een speciale groep bacteriën zijn de stikstofbindende. Uit vrije luchtstikstof (N_2) maken ze ammonium, dat weer wordt omgezet in aminozuren en eiwit. Er wordt meer luchtstikstof vastgelegd dan de bacteriën zelf nodig hebben. Het overschot is beschikbaar voor het gewas. Rhizobiumbacteriën leveren de grootste bijdrage. Deze bacteriën leven in kleine knolletjes aan de wortels van vlinderbloemigen.



Wortelknolletjes bij rode klaver

De wortelknolletjes binden stikstof wanneer ze bij doorsnijden **roodachtig** van kleur zijn.

Stikstofbinding is voor de landbouw van groot belang. Of een gewas ook werkelijk stikstof bindt wordt vooral bepaald door:

- Zuurgraad. Op zure grond ontwikkelen de knolletjes zich slecht. Per vlinderbloemige kan dit enigszins verschillen. Voor rode klaver is een hogere pH-waarde belangrijker dan voor witte klaver. In het algemeen is een pH-KCl van 5,5 of hoger wenselijk.
- Organische mest. Toediening van stalmest verhoogt de stikstofbinding door vlinderbloemigen. Dit is mogelijk een effect van de kooldioxide die tijdens de afbraak van stalmest ontwijkt.
- Enten van deze bacteriën. In Nederland heeft enten in het algemeen geen zin. Er zijn vrijwel steeds voldoende bacteriën aanwezig. Bij luzerne op zandgrond is gebleken dat enten wel van belang is.
- Kooldioxide (CO_2). CO_2 is van groot belang voor de stikstofbinding. Bij een lage pH-waarde is de stikstofbinding beter wanneer er voldoende CO_2 in de grond is. CO_2 is te bepalen met behulp van de testkit. Als uit de test blijkt dat het CO_2 gehalte laag is, kan toedienen van stalmest mogelijk helpen.
- Stikstof. Naarmate het minerale stikstofgehalte in de grond hoger is wordt er minder stikstof gebonden. Een grasklaver zal bijvoorbeeld bij een hoog bemestingsniveau meer stikstof binden dan bij een laag bemestingsniveau.
- Sporenelementen. Voldoende borium en molybdeen zijn belangrijk. Borium voor de groei van de wortelknolletjes en molybdeen voor de binding van stikstof.

Schimmels

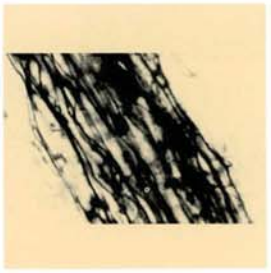
Schimmels zijn naast bacteriën de belangrijkste bodemorganismen. Schimmels groeien in draden. Deze kunnen enkele centimeters tot enkele meters lang worden. Schimmels leven graag onder zure omstandigheden, sommige zelfs bij een pH-water van 2. Belangrijk is dat schimmels, in tegenstelling tot veel bacteriesoorten, alleen leven in een zuurstofrijk milieu.

Vrijwel alle schimmels leven van dood organisch materiaal, vooral dode planten. Er zijn enkele uitzonderingen. Pythium, Fusarium, Verticillium e.d groeien de plant in en vertragen hierdoor de groei of doden de plant. Ook zijn er schimmels die de planten ingroeien en daarmee de groei stimuleren door het wortelstelsel als het ware uit te breiden: de mycorrhiza

Functies van schimmels:

- Afbraak van organische stof. Ze breken voornamelijk plantaardig organisch materiaal af. Organisch materiaal is rijk aan lignine. Dit kan alleen door schimmels aangetast worden.
- Opbouw stabiele humus. Lignine is een belangrijke grondstof voor stabiele humus. Schimmels leveren een belangrijke bijdrage aan de humusopbouw.
- Ziektewerendheid. Er zijn schimmels die parasitaire nematoden vangen in hun net van schimmeldraden;
- Vasthouden van voedingsstoffen en beschermen tegen uitspoeling.
- Structuurverbetering. Schimmels verbinden met hun draden bodemdeeltjes tot grotere deeltjes.

Consequenties voor de praktijk
Wanneer de grond zuurder is worden schimmels gestimuleerd en daarmee de humusopbouw. Wanneer de grond meer neutraal is (pH-water ca 7) worden bacteriën gestimuleerd en daarmee de humusafbraak en de vrijmaking van voedingsstoffen. Voor schimmels is een luchtige grond een voorwaarde voor een goede ontwikkeling. Voor bacteriën hoeft dit niet te gelden: veel soorten bacteriën kunnen ook bij minder of geen zuurstof leven.

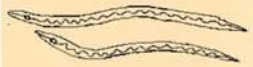


Sterk vergroot stukje wortel geïnfecteerd met mycorrhiza schimmel

Mycorrhiza

Mycorrhiza is een schimmel die gedeeltelijk in de plantewortel en gedeeltelijk in de bodem leeft. De plant voorziet de schimmel van koolhydraten. De schimmel helpt de plant bij de opname van water en voedingsstoffen, vooral fosfor. Verder neemt de ziektewerendheid van de wortel toe. Het wortelstelsel wordt als het ware groter. Bij veel landbouwgewassen komen mycorrhiza schimmels voor, maar niet bij de kruisbloemigen (kool, mosterd, bladrammenas) en bij de ganzevoetfamilie (boekweit, akkermelde). Onkruiden die goed kunnen groeien zonder mycorrhiza, groeien het beste op opgespoten terreinen en pas aangelegde bermen en dijken. Klaver en margriet zijn gewassen die juist de mycorrhiza aantrekken. Mycorrhiza schimmels zijn bij granen en uien te zien doordat de wortels er geel van worden.

Consequenties voor de praktijk
Bij hogere gehaltes aan beschikbare stikstof en fosfor neemt de activiteit van de mycorrhiza schimmels af. Om deze reden speelt bij de intensieve teelten mycorrhiza waarschijnlijk geen grote rol. Bij lagere bemestingsniveaus ligt dit anders.



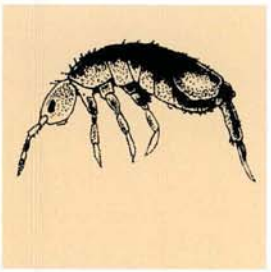
Nematoden

Deze bodemdieren komen in grote getale voor. Van de nematoden (aaltjes) zijn vooral de voor de plant schadelijke parasitaire bekend. Denk hierbij aan aardappel- en bietencystenaaltjes, wortelknobbelaaltjes en vrijlevende aaltjes. Het merendeel van de nematoden in de grond zijn niet schadelijk maar juist heel nuttig. Aaltjes zijn klein, meestal niet langer dan 1 mm lang en leven vooral boven in de grond. Voor hun voortbeweging zijn aaltjes aangewezen op het bodemwater. Het voedsel van aaltjes varieert sterk dit komt mede door de grote verscheidenheid aan soorten. Ze eten verschillende voedselgroepen in het voedselweb; zoals bacteriën, schimmels, aaltjes en zetten ook dood plantaardig materiaal om.

Functie van nematoden:
- Regulatie van andere bodemorganismen met name bacteriën en schimmels;
- Beschikbaar maken van voedingsstoffen door het eten van bacteriën, schimmels, protozoa en andere bodemorganismen en plantenwortels;
- Voedingsbron voor andere bodembewoners;
- Ze eten ziekteverwekkers.

Actinomyceten

Actinomyceten zijn micro-organismen gerelateerd aan bacteriën maar lijken ook op schimmels omdat ze net als schimmels draden vormen. Ze komen vooral voor in goede luchtige en niet te zure (boven)lagen van de bodem. De typische aarde geur wordt (met name na een regenbui goed te ruiken) door deze organismen geproduceerd. Kenmerk van deze organismen is het afbreken van ongewone verbinden. Dit is bijvoorbeeld chitine, dat als energiebron wordt gebruikt.



Springstaarten en mijten

Springstaarten zijn kleine zijn vleugelloze insectachtige organismen met 6 poten en een lengte van 1 tot 3 mm. De grote zijn met het blote oog zichtbaar. De meeste hebben een springvork. Wanneer ze aangevallen worden laten ze razendsnel lichaamsvocht in de springvork lopen waardoor deze met een vaart uitklapt. Sommige soorten kunnen zo sprongen van wel een meter hoog maken. Vandaar de naam springstaart. De meest opvallende is de springstaart die in bloempotten bij het water geven opspringt. Ze leven vooral onder vochtige omstandigheden. Springstaarten voeden zich met plantenresten en mest, maar leven ook van schimmels, bacteriën en nematoden.
Mijten zijn er ook in allerlei soorten. Sommigen eten aaltjes, andere eten mijten, springstaarten of schimmels. Weer andere eten dood voedsel. Op zich dragen mijten niet al te veel bij aan het beschikbaar maken van voedingsstoffen.
Springstaarten en mijten maken zelden eigen gangen, maar kunnen wel bestaande gangen groter maken. Ze zijn erg gevoelig voor grondbewerking.

Functies van springstaarten en mijten:

- Verkleinen van organische stof waardoor het makkelijker toegankelijk wordt voor afbraak door micro-organismen.
- De uitwerpselen van deze dieren vormen stabiele aggregaten in de bodem.
- Doordat een deel van de springstaarten en mijten rovers zijn reguleren ze het bodemleven. Ook reguleren ze de schimmel- en bacteriegroei.

Hoe stimuleer je het bodemleven?

Veel managementfactoren hebben invloed op het bodemleven niet alleen op de hoeveelheid maar ook op de soortensamenstelling. Het bodemleven zal er anders uit zien op een extensief melkveebedrijf dan op een intensief groente bedrijf. Met welke management factoren kan het bodemleven gestimuleerd worden?

Mestsoort

Het bodemleven wordt gestimuleerd door regelmatig aanvoer van organisch materiaal. Bij mestsoorten met een hoge organische stof bijdrage wordt het bodemleven sterker gestimuleerd. Bijvoorbeeld bij bemesten met een hoge C/N verhouding (zoals vaste mest, compost) worden de schimmels gestimuleerd.

Bekalken

Bij een goede pH zal het bodemleven gestimuleerd worden. Bekalken zorgt voor een basische omstandigheden waar bacteriën goed gedijen.

Gewaskeuze en vruchtopvolging

Bij permanente bedekking van de bodem (zoals grasland) neemt het bodemleven toe. Als een gewas een grote ondergrondse massa (organisch materiaal) achterlaat of als er gewasresten worden ondergewerkt stimuleert dat het aantal bodemleven. Elke soort gewas stimuleert een soort bodemorganismen. Bijvoorbeeld stro stimuleert juist schimmels terwijl stikstofrijk gras juist bacteriën stimuleert.

Grondbewerking

In het algemeen neemt bij verminderde grondbewerking het bodemleven toe.

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen kan een risico met zich meebrengen voor het bodemleven. Minimaliseren in het gebruik van bestrijdingsmiddelen zal het bodemleven ten goede komen

Enten

Door enten van schimmels of bacteriën op zaad kunnen bepaalde bodemorganismen gestimuleerd worden. Daarnaast kan geënt worden doormiddel van het steken van plaggen op plekken met bijvoorbeeld veel wormen en deze plag op het te enten perceel te brengen.

3 Wormenactiviteit

Wormenactiviteit is te zien aan:

• **Gangen**

Wanneer wormen door een verdichte bodem graven ontstaan gangen. Er zijn wormen, de pendelaars, die vrijwel alleen verticale gangen maken en in bijvoorbeeld een ploegzool zijn deze gangen duidelijk te zien en is ook te zien hoe wortels van deze gangen gebruik maken.
Andere wormen leven meer in de bouwvoor en graven gangen door verdichte structuurelementen. Hiervoor is vooral de grauwe worm verantwoordelijk.

Een verticale wormengang die gebruikt wordt door wortels om de ondergrond te bereiken

• **Uitwerpselen**

Wormen eten zich door de grond heen en mengen het organische materiaal met de gronddelen, waarbij voedingsstoffen voor het gewas vrijkomen. Door het mengen van de grond binden wormen humus aan klei en bevorderen daarmee stabiele humus en zo de bodemvruchtbaarheid op lange termijn. Hiervoor zorgen vooral de grauwe wormen.

• **Homogenisatie**

Lagen die van nature in de grond voorkomen en lagen die door landbouwkundige activiteit zijn ontstaan kunnen door wormen doorbroken worden en de beworteling van deze lagen verbeterd hierdoor vaak sterk.

Worm met uitwerpsel

Wat is een gewenste wormenactiviteit?

Bij aanwezigheid van een verdichte laag onder de bouwvoor moeten er zoveel gangen zijn dat alle planten via deze gangen de ondergrond kunnen bereiken. Dit is veel belangrijker op zand- en zavelgronden dan op zwaardere kleigronden. Op zwaardere kleigronden kunnen wortels gebruik maken van natuurlijke scheuren die ontstaan door zwellen en krimpen.

In grasland zal in het algemeen meer wormenactiviteit aanwezig zijn dan in bouwland. Bij grasland is er weinig of geen grondbewerking en er wordt continu voedsel in de vorm van organisch materiaal aangeleverd. De grondsoort heeft grote invloed op de wormenactiviteit. In het algemeen ligt het aantal wormen iets lager op zandgronden dan op klei- en zavelgronden.

Grond met 1300 wormen per m^2 en een mooie bodemstructuur dankzij de wormenactiviteit

In grasland is bij een aantal van 200 wormen per m^2 in de bouwvoor (25 cm) voldoende wormenactiviteit.
In bouwland is het gewenst om te streven naar meer dan 20 wormen per m^2 in de bouwvoor (25 cm) om optimaal gebruik te kunnen maken van de positieve invloed die wormen hebben op de bodemstructuur en bodemvruchtbaarheid. Naast het aantal is het ook van belang dat de goede soorten wormen er zijn. Er zijn niet gauw teveel wormen. Hoge aantallen wormen betekenen wel dat er zeer veel voedsel wordt omgezet en er ook teveel voedingsstoffen voor de plant vrij kunnen komen.

De belangrijkste wormen in de grond

In Nederland zijn er zo'n 18 verschillende soorten regenwormen. Alleen onder de microscoop zijn ze goed te determineren. Met het blote oog zijn evenwel makkelijk drie groepen te onderscheiden en de verschillen tussen de groepen zijn voor de landbouw van belang. Te onderscheiden zijn de grauwe, de rode en pendelende regenwormen. Deze laatste kunnen zowel rood als grauw zijn.

Rode

Kenmerken

- 6 tot 15 cm lang
- leeft veel in de strooisellaag, maar ook in de grond
- roodbruin tot violet van kleur
- onderzijde lichter van kleur dan de bovenzijde

Grauwe

Kenmerken

- 8 tot 14 cm lang
- leeft in de bovenste 40 cm
- maakt een kriskras netwerk aan gangen in de bovenste laag van de grond
- variabel grauw, soms wat blauw of roze van kleur
- boven- en onderzijde hebben dezelfde kleur
- in de hand beweegt deze worm niet of nauwelijks

Pendelaars

Kenmerken

- 9 tot 30 cm lang
- leeft en verplaatst zich in een verticale gang.
- De belangrijkste pendelaar: lumbricus terrestris, heeft een platte staart

Soorten wormen

Mestwormen

Deze wormen zijn voornamelijk fel diepdonker rood gekleurd, richting purper met gele ringen en ongeveer 3 tot 13 cm lang. Op de hand zijn ze zeer beweeglijk. Mestwormen eten dierlijke mest en verse plantenresten en bevinden zich voornamelijk in mest- en composthopen. In de bodem kunnen mestwormen zich niet vermeerderen.

Rode worm

De rode wormen leven in de bouwvoor en in de strooisellaag. Ze eten voornamelijk vers organisch materiaal zoals plantenresten en mest. De rode wormen voorkomen ophoping van organisch materiaal waardoor bijvoorbeeld vervilting van de graszode niet zal voorkomen. Ze sterven snel bij slechte omstandigheden als kou, droogte, voedselgebrek, maar ze vermenigvuldigen zich ook relatief snel. Ze kunnen slecht tegen grondbewerkingen omdat ze in de bovenste laag van de bodem zitten.

Grauwe worm

De grauwe wormen leven wat dieper in de grond dan de rode worm, meest binnen 40 centimeter diepte. Ze zijn iets minder actief dan de rode strooiselbewoners; ze blijven vaak stil in de hand liggen. De grauwe wormen kunnen bij ongunstige omstandigheden overgaan in een soort slaaptoestand (diapauze) en wachten op gunstiger omstandigheden. Ze vermenigvuldigen zich traag. Deze wormen zijn vooral belangrijk voor de bodemstructuur.

Pendelaars

Pendelaars graven verticale diepe gangen en pendelen daarin van beneden naar boven om plantenresten en mest mee naar beneden te nemen. Ze zijn in staat om gangen door ploegzolen heen te graven. Door deze gangen kunnen plantenwortels de onderlaag bereiken. Regenwater kan er snel door afgevoerd worden zodat er weer lucht in de bodem kan komen en er minder voedingsstoffen uitspoelen. Pendelaars leven in één gang. Tijdens het beoordelen van de bovenste laag van de bodem zijn deze wormen niet vaak te zien omdat ze dieper in de grond kunnen zitten. Hun gangen zijn wel duidelijk te zien.

Problemen en maatregelen

Vervilting van grasmat

Door vervilting van de grasmat neemt de grasproductie af doordat de mat verstikt (te weinig zuurstof). Ook komen er minder nutriënten uit organisch materiaal vrij. Rode wormen breken mest en verse plantenresten af. Hierdoor wordt er ophoping van organisch materiaal, zoals bij vervilting, voorkomen. Wanneer er sprake is van vervilting van de grasmat in graslandpercelen is het raadzaam om te kijken of er wormen uit de groep rode strooiselbewoners voorkomen op dat perceel.

Ploegzool of een dichte structuur van de bovengrond

Wanneer (delen van) een grond verdicht zijn zal de plantengroei hierop vaak achterblijven door een slechte beworteling en ook kunnen er vaak plassen op het land blijven staan na regenval. De wormen uit de groep pendelaars kunnen een gang maken door de storende laag waardoor de afwatering verbetert. Deze gangen kunnen ook gebruikt worden door wortels om naar de onderlaag door te groeien. Dit is van belang wanneer in de onderlaag voedingsstoffen en vocht te halen zijn voor de plant. De grauwe wormen zorgen voor de vorming van een goede bodemstructuur in de bovengrond.

Maatregelen

- **Gewas en groenbemesters**

Wormen moeten gevoerd worden. Gewassen en groenbemesters leveren dit voer. Wanneer de bodem bedekt is en weinig verstoord wordt, bijvoorbeeld bij een tweejarige groenbemester, kunnen wormen zich het beste ontwikkelen. Als een gewas een grote ondergrondse massa (organisch materiaal) achterlaat, stimuleert dat het aantal wormen. Aardappel- en bietenloof geven ook veel wormenvoedsel.

- **Bemesting**

Ook via de bemesting worden wormen gestimuleerd. Organische mest is voer voor de worm: meer eten, meer wormen. Vaste mest heeft een gunstiger effect op wormen dan drijfmest, vanwege het hoger gehalte aan organisch materiaal. Kunstmest heeft door het ontbreken van organisch materiaal juist geen gunstig effect op wormen. Bij het bemesten met drijfmest kunnen te hoge gehalte aan ammoniumstikstof gecreëerd worden die wormen niet meer aan kunnen. Dan verdwijnen ze. Verschillende soorten wormen hebben een voorkeur voor verschillende soorten voer: vers of licht verteerd materiaal is voer voor de rode worm; terwijl verder verteerd organisch materiaal voer voor de grauwe worm is.

- **Grondbewerking**

Grondbewerking doodt een deel van de wormen. Naast het direct doden van de wormen zal er ook schade zijn aan het gangenstelsel van de wormen. Het herstellen van de gangen kost wormen energie, die niet meer beschikbaar is voor de voortplanting.

- **Het gebruik van bestrijdingsmiddelen**

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen kan een risico met zich meebrengen voor regenwormen. In de toelatingstests van bestrijdingsmiddelen wordt wel gekeken naar het effect op regenwormen. Als het aantal regenwormen dat doodgaat binnen een bepaalde norm valt dan wordt het bestrijdingsmiddel toegelaten. Voor meer info CTB tel. 0317-471810.

- **Zuurgraad**

Wormen prefereren een wat hogere pH waarde. Optimaal is pH-KCl van 6-7. Voor veel bodemtypen is deze pH te hoog, maar ook bij lagere pH waarden kunnen wormen zich goed ontwikkelen. Alleen onder een pH van 4-nemen de mogelijkheden snel af.

- **Vochtgehalte**

In erg natte, zuurstofloze omstandigheden kunnen wormen niet overleven. De oorzaak moet dan worden opgeheven: een stagnerende laag onder de bouwvoor of te hoge grondwaterstanden.

Wormen planten zich met name voort in het late voorjaar

4 Beworteling

De wortels van planten nemen water en voedingsstoffen op en zorgen voor een goede verankering van de plant in de grond. De opname van voedingsstoffen kost veel energie. Deze wordt geleverd door de koolhydraten uit het bovengrondse deel van de plant. Er is een koolhydratentransport van de bovengrondse delen naar de wortel. Voor de verbranding van de koolhydraten is zuurstof nodig. Belangrijk is dat deze zuurstof uit de bodem moet komen. Een luchtige zuurstofrijke bodem is essentieel voor een goede groei. Alleen het jongste deel van de wortel neemt water en voedingsstoffen op. Jonge actieve wortels zijn te herkennen aan hun witte kleur.

Voor de ontwikkeling van het wortelstelsel is van belang een goed doorwortelbare bodem, met voldoende vocht, voedingsstoffen en zuurstof. Deze drie eigenschappen zullen achtereenvolgens behandeld worden.

Wortels maken gebruik van wormengangen

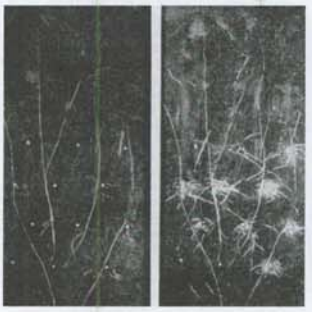
Doorwortelbaarheid

De poriën in de bodem geven wortels de ruimte om te groeien. Bij de meeste planten moeten deze poriën groter zijn dan 0,2 mm. Sommige plantenwortels (zonnebloemen, vlas, klaver) hebben poriën van 0,3 tot 0,5 mm nodig. Wortels kunnen kleine poriën (0,2 mm) ingroeien en deze vergroten. Hierbij kan een druk ontstaan van 5 tot 24 atmosfeer. Aan kronkelige vormen of afwisseling van dikkere en dunnere zones bij de wortel kan men zien dat de wortel bodemweerstand heeft ondervonden. Het is niet zo dat wortels een verdichte kluit of een storende laag kunnen binnen dringen. De porie moet er eerst zijn voordat de wortel de dichte laag in kan. Bodemdieren of mechanische bewerking moeten helpen om verdichte lagen toegankelijk te maken.

Vocht en voedingsstoffen

Wanneer de grond droger wordt, wordt niet alleen de wateropname moeilijker maar ook de opname van voedingsstoffen. De voedingsstoffen bevinden zich in de vochtige kluiten. Wortels groeien in kluiten die met het blote oog te zien zijn, water bevindt zich vooral in de poriën die niet meer met het blote oog te zien zijn. Bij droogte neemt de verkurking van de wortels toe waardoor het deel van de wortels dat water en voedingsstoffen opneemt ook kleiner wordt.

Stikstof, fosfor en de zuurgraad hebben veel invloed op de wortelontwikkeling. Wortels groeien vaak heel gericht naar bepaalde concentraties aan stikstof of fosfor toe. Wanneer in diepere lagen van de bodem meer stikstof, fosfor of kalk aanwezig is, bijvoorbeeld stikstof in de veenlaag bij klei op veen, dan hebben de wortels de neiging om zich daar te ontwikkelen mits er zich geen storende laag boven deze laag bevindt.



Haverwortels: links na het toevoegen van fosfaatkorrels. Rechts laat de wortelontwikkeling zien na 30 dagen

Organische stof

Organische stof heeft een sterke invloed op de wortelontwikkeling, doordat organische stof een bron van voedingsstoffen is. Een bouwvoor met een hoog organische stofgehalte laat een intensievere beworteling zien dan een bouwvoor met een lager gehalte aan organische stof. Wortels gaan zich ook meer vertakken en vormen meer wortelharen bij meer organische stof.

Zuurstof

De wortel heeft zuurstof nodig voor de verbranding van de koolhydraten. De koolzuur die hierbij gevormd wordt, moet worden afgevoerd. Het gehalte aan zuurstof van de grond is niet alleen belangrijk, van groter belang is de snelheid van aanvoer. Deze is groter wanneer de poriën in verbinding staan met de bovengrond. Slempgevoelige gronden moeten daarom vaak open geschoffeld worden. Wormen die zichtbare poriën in de bovengrond maken dragen bij aan de aanvoer van zuurstof.

Door slemp kan er zuurstofgebrek optreden

Een grond met een kruimelige structuur en voldoende hoog organische stofgehalte levert de beste voorwaarde voor een goede wortelontwikkeling. Snel opwarmen in het voorjaar is van belang. Dit gaat sneller wanneer de grond minder water en meer organische stof en lucht bevat.

Maatregelen

Voeding

Bij bodems met een lage voedingstoestand is de invloed van voedingsstoffen op de beworteling goed merkbaar. Van de voedingsstoffen is fosfor degene die de wortelgroei het meest stimuleert. In mindere mate geldt dit voor stikstof. Bij weinig stikstof stimuleert een stikstofbemesting de wortelgroei. Bij een ruime stikstofvoorzienig neemt de wortelgroei af met een extra stikstofbemesting. Kalium daarentegen heeft geen invloed op de beworteling. Bekalking kan de wortelgroei ook stimuleren bij een lage pH-waarde. Stalmest en compost stimuleren de beworteling. Verhoging van het organische stofgehalte heeft een positieve invloed op het poriënvolume en het vochtvasthoudend vermogen van de bodem en zo een positief effect op de beworteling.

Bodembewerking

Bij storende lagen kan een diepe bodembewerking de beworteling stimuleren. Deze bewerking moet dan onder droge omstandigheden van de ondergrond plaats vinden. Niet altijd is een bewerking van de ondergrond succesvol. Vooral bij zavel- en kleigronden is zo'n diepe bewerking vaak niet wenselijk. Informeer naar de ervaringen in de streek. Na een diepe bewerking moet een diepwortelend gewas met zijn wortels de ontstane ruimte in de bodem innemen. Verslempte gronden moeten tijdens de teelt mechanisch open geschoffeld worden.

Waterhuishouding

Een goede waterafvoer zorgt voor een bodem waarin beworteling kan plaatsvinden. Met uitzondering van droogtegevoelige gronden moet de grondwaterstand laag gehouden worden.

Keuze gewas en vruchtopvolging

Elk gewas heeft een andere soort beworteling. Intensief wortelende gewassen zijn granen en grassen. Bladgewassen als sla en spinazie laten juist een heel zwakke beworteling zien.

Graan: intensief wortelend gewas.
Spinazie: licht wortelend gewas

Afhankelijk van de situatie kan specifiek voor een bepaald gewas gekozen worden. Op zandgronden kan bijvoorbeeld ter afwisseling van blijvend grasland een jaar graan telen een sterk bodemverbeterend effect hebben.

Het telen van verschillende gewassen in een vruchtopvolging heeft door de verschillende bewortelingstypen een positief effect op de bodemkwaliteit.

5 Organische stof

De bodem bestaat slechts voor een klein deel uit organisch materiaal. Dit zijn voor het grootste gedeelte afgestorven planten en dieren en voor gemiddeld 15% levende organismen zoals bacteriën, schimmels en andere bodemdieren..

Afbraak van organische stof is een continu proces. Een deel van de organische stof wordt omgezet in koolzuur, water en voedingsstoffen en een deel in stabielere, moeilijker afbreekbare verbindingen. Omwille van de eenvoud is het gebruikelijk om drie soorten organische stof in de bodem te onderscheiden. Het onderscheid wordt gemaakt naar mate van afbreekbaarheid, wat een gevolg is van de verschillen in C-verbindingen en C/N-verhoudingen. Alle drie soorten organische stof zijn voor een vruchtbare bodem van belang:

Makkelijk afbreekbaar
- draagt bij aan ontwikkeling van het bodemleven, dat soms een eenzijdige bodemlevensamenstelling veroorzaakt,
- levert plantenvoedingsstoffen,
- verbetert bodemstructuur door bijvoorbeeld slijmstoffen van bacteriën en gangen van wormen,
- bij sterke activiteit van het bodemleven en een dichte grond kans op luchtgebrek.

Matig stabiel
- geleidelijke voeding van het bodemleven en plant door het hele groeiseizoen,
- veroorzaakt vaak een gevarieerd bodemleven,
- weinig kans op anaërobe plekken,
- verbetert bodemstructuur door samenhang van organische stof met minerale delen in stand te houden.

Zeer stabiel
- houdt vocht vast,
- houdt voedingsstoffen vast, vooral kalium en sporenelementen,
- verbetert de bodemstructuur.

Organische stofgehalte

Als indicatie voor een wenselijk organische stofgehalte kan 3% aangehouden worden. Veel van het aangevoerde materiaal wordt al binnen een jaar afgebroken. Jaarlijks wordt tussen 2 en 4% van de oude organische stof uit vorige jaren afgebroken. Tijdens dit afbraakproces komen er voedingsstoffen vrij.

De organische stof die binnen een jaar verteert levert wel voedingsstoffen en voedt het bodemleven, maar draagt niet bij aan de opbouw van organische stof. Effectief voor het organische stof gehalte is alleen die organische stof die langer dan een jaar in de bodem aanwezig is. Het deel van de aangevoerde organische stof dat na een jaar nog aanwezig is wordt de effectieve organische stof genoemd.

Als vuistregel geldt, dat bij een ploegdiepte van 25 cm voor het handhaven van 2% organische stof aan effectieve organische stof nodig is:
- 1400 kg effectieve organische stof per ha per jaar bij een jaarlijkse afbraak van 2%. Deze afbraak geldt voor de wat zwaardere kalkloze gronden met relatief weinig bewerking,
- 2800 kg effectieve organische stof per ha per jaar bij een jaarlijkse afbraak van 4%. Deze afbraak geldt voor lichtere kalkrijke gronden met een hogere pH-waarde en met veel en intensieve bewerkingen.

Opstellen organische stofbalans

Voor een gedetailleerd inzicht in het op peil houden of verhogen van het organische stofgehalte is het zinvol om een organische stofbalans op te stellen.

Stap 1. Bepaal de aanvoer van effectieve organische stof

Bepaal op hoeveel effectieve organische stof (e.o.s.) wordt aangevoerd met gewasresten, groenbemesters en organische mest. Deze informatie is te halen uit tabel 1.

Tabel 1. Aanvoer van effectieve organische stof, uitgaande van normale opbrengstniveaus.

Gewasresten	Aanvoer e.o.s.	Dierlijke mest kg/ha	Aanvoer e.o.s.,	Groen-bemesters kg/1000 kg product	Aanvoer e.o.s., kg/ha	
					onder dekvrucht	in de stoppel
aardappelen	875	**dunne mest**		italiaans/wester-		
suikerbieten	1.275	rundvee	33	wolds raaigras	1.255	1.080
wintertarwe	2.630	vleesvarkens	20	engels raaigras	1.155	
w.tarwe, ex. stro	1.640	zeugen	12	rode klaver	1.165	
zomergerst	1.940	kippen	31	witte klaver	850	
z.gerst, ex. stro	1.310			bladrammenas gele mosterd		850
uien	300			wikke		645
peen	700	**vaste mest**				
kunstweide 2e jr	2.575	rundvee	77			
koolzaad	975	kippen(strooisel)	143			
bladgewassen	300-400	vleeskuikens	183			
koolsoorten	1.150	compost/champost	89			
knolgewassen	400-600	GFT-compost	183			

Bron: Praktijkgids bemesting, 2000. NMI, Wageningen

Stap 2. Bepaal de afvoer van organische stof

De afvoer van organische stof wordt alleen bepaald door de afbraak ervan. De-eerder genoemde bekende vuistregel zegt dat jaarlijks 2 tot 4 % van de organische stof in de bouwvoor afbreekt. Dit komt gemiddeld overeen met ongeveer 1.500 tot 3.000 kg organische stof. Het percentage afbraak wisselt afhankelijk van de hoeveelheid en soort organische stof die in het recente verleden op het perceel is aangevoerd. Ook hebben bodembewerking en zuurgraad invloed. Percelen waarop recent grote hoeveelheden dierlijke mest of groenbemesters zijn aangevoerd, hebben in het algemeen een grotere afbraak. Op zandgronden met 2% organische stof en lage mestgiften in het verleden, kan de afbraak beperkt zijn tot ca. 750 kg organische stof per ha; bij een historie van hoge mestgiften kan de afbraak van organische stof op deze grond oplopen tot wel 3.000 kg per ha.

Stap 3. Stel de organische stofbalans op

De organische stofbalans is het verschil tussen aanvoer en afvoer van effectieve organische stof. Als de balans op nul uitkomt, blijft de toestand van de bodem gelijk. Maar als de balans negatief is, teert de bodem op haar voorraden in. Wordt het organische stofgehalte te laag dan is het raadzaam om de aanvoer te verhogen.

Maatregelen

Maatregelen om het organische stofgehalte te verhogen zijn bijvoorbeeld het telen van een groenbemester of het aanvoeren van een (grotere) hoeveelheid organische mest met een hoog gehalte aan effectieve organische stof.

Een graanstoppel zal relatief lang in de bodem aanwezig zijn vanwege de hoge C/N verhouding en draagt hierdoor sterk bij aan de bodemstructuur

Organische mestsoorten

Organisch materiaal met een relatief hoge koolstof /stikstof verhouding zal in de regel langer in de bodem aanwezig blijven. Voorbeelden hiervan zijn: wortelresten van graan, gras en kool.

Organisch materiaal met een relatief lage koolstof/stikstof verhouding zal in de regel makkelijk verteren. Voorbeelden hiervan zijn: kippenmest, groenbemesters en drijfmest. Bij composteren gaat de C/N verhouding omlaag. Het materiaal wordt door het composteren stabieler en is daarom ondanks de lage C/N verhouding toch sterk organische stof opbouwend. Verse materialen met een hoge C/N verhouding (>30) kunnen sterk stikstof binden na uitbrengen.

Sterk structuurverbeterende organische materialen zijn: de wortels van landbouwgewassen, groenbemesters en vaste mest. Doordat wortels van planten belangrijk zijn dragen intensief wortelende gewassen sterk aan de bodemstructuur bij. Dit zijn vooral granen en grassen.

Vaste mest en boomschorscompost zijn organische stof opbouwende mestsoorten

Toedienen

Menging door de grond is bij toediening van organisch materiaal belangrijk, omdat bodemorganismen de organische meststof snel kunnen omzetten en de plantenwortels goed bij de mineralen kunnen komen. Geen grote plakken, maar een fijne verdeling met een maximale diepte van zo'n 20 cm is gewenst.

Bodembewerking

Een verhoging van het organisch stofgehalte betekent voor de bodem een verbeterd vermogen tot het vasthouden van vocht. Voor de plant is dit gunstig. Voor de berijdbaarheid, de bewerkbaarheid en de onkruiddruk van de bodem kan dit echter negatieve gevolgen hebben. Het onder te natte omstandigheden bewerken van de bodem kan leiden tot verdichting en versmering.

Bodembewerking heeft een ongunstige invloed op het organische stofgehalte. Het blootstellen van de in de bodem aanwezige organische stof aan zuurstof versnelt de afbraak en het organische stofgehalte neemt dus af.

Ondiep ploegen zorgt voor relatief hoge concentraties organische stof in de bouwvoor. De organische stof wordt minder verdund en een hoger organische stofgehalte zal het gevolg zijn.

6 Meststoffen keuze akkerbouw

Bij de keuze van een meststof in de akkerbouw spelen een rol:

- levering van voedingsstoffen,
- bijdrage aan organische stof opbouw,
- bijdrage onderhoud bodemleven, bodemstructuur en ziektewerendheid,
- aanvullende bijdrage die gewassen en groenbemesters al aan bovengenoemde bodemeigenschappen geven.

Bij het maken van een keuze moet op al deze eigenschappen gelet worden. Wordt maar op een enkel aspect gelet dan kan het zijn dat een ander aspect te weinig of juist teveel aandacht krijgt. Wordt bijvoorbeeld veel groencompost gebruikt dan is de organische stofvoorziening mogelijk wel goed verzorgd, maar de voedingsstoffen voorziening niet. Bij drijfmest kan dit net andersom zijn.

Maïs met fosfaatgebrek

Voedingsstoffen

Meststoffen verschillen wat betreft de levering van voedingsstoffen. Het totaal gehalte is vooral bij stikstof geen goede maat voor de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen. Als voorbeeld bij toepassing in het voorjaar op bouwland: zie tabel 1.

Tabel 1. Beschikbaarheid aan voedingsstoffen in het eerste jaar als percentage van de totale hoeveelheid

Meststoffen	N	P	K
Rundvee drijfmest	70	60	100
Rundvee vaste mest	45	<60	100
GFT compost	10	55	100
Vleesvarkensdrijfmest	65	100	100
Kunstmest	100	100	100
Kippenmest strooisel	65	70	100

Bijdrage aan organische stofopbouw

Organische mest kan een belangrijke factor zijn bij de aanvoer van organische mest. In tabel 2 zijn voorbeelden gegeven. Naast de organische stoftoevoer moet ook gelet worden op de andere eigenschappen van mest en compost. Tabel 2 geeft bijvoorbeeld de indruk dat kippenstrooiselmest belangrijk kan zijn voor organische stof toevoer. Door de zeer hoge gehalten aan fosfaat en kali is dit toch niet het geval.

Tabel 2. Effectieve organische stof van meststoffen

Meststoffen	Aanvoer effectieve organische stof per 1000 kg vers product
Rundvee drijfmest	33
Rundvee vaste mest	77
GFT compost	183
Vleesvarkensdrijfmest	20
Kunstmest	0
Kippenmest strooisel	143

Bron tabel 1 en 2: Bokhorst, J en C. ter Berg (eds). 2001. Mest en compost. Louis Bolk Instituut, Driebergen; Praktijkgids Bemesting, 2000. NMI, Wageningen

Bijdrage meststof aan het bodemleven

Blauwe plekken komen door zuurstofloze omstandigheden

Over de invloed van een meststof op bodemleven is nog weinig bekend. Bovendien is dit per bodem of gewas wisselend en speelt ook de methode van toediening een rol. Tendensen zijn:

1. Gecomposteerde producten, vooral die van plantaardige oorsprong, beïnvloeden het bodemleven in beperkte mate.
2. Verse producten vragen veel zuurstof bij omzetting. Hierdoor kunnen er anaërobe (zuurstofloze) plekken in de grond komen, vooral als ze dieper in de grond worden ingewerkt. Het bodemleven gaat zich massaal en eenzijdig ontwikkelen. Dit is zichtbaar door blauwe plekken in het bodemprofiel.
3. Een meststof die gedurende het gehele seizoen geleidelijk aan voedsel voor het bodemleven levert en tevens geleidelijk aan voedingsstoffen voor de gewassen, vooral stikstof levert, heeft vaak de meest gunstige invloed op de bodem. Bijvoorbeeld: een licht gecomposteerde vaste rundveemest.
4. Kunstmest zorgt voor een groot voedselaanbod en een sterke vegetatieve ontwikkeling van het gewas. Kunstmest draagt weinig bij aan bodemopbouw tenzij de beworteling ook gestimuleerd wordt. Sommige kunstmestsoorten kunnen de pH sterk verlagen.

Beoordeling van gewassen en groenbemesters in keuze meststof

Bij de keuze van de meststof moet altijd gekeken worden naar wat gewassen en groenbemesters al aan bodemverzorging bijdragen. In een extensieve akkerbouw met veel groenbemesters kunnen de gewassen en de groenbemesters de bodemverzorging vaak geheel op zich nemen. Terwijl in de intensieve vollegrondsgroenteteelt en kasteelt de rol van de meststof veel belangrijker is. Een maat voor de verhouding kan de hoeveelheid effectieve organische stof zijn. Voor een goed onderhoud van bodemleven en organische stofgehalte moet afhankelijk van de situatie tussen de 1500 en 2500 kg/ha effectieve organische stof worden gegeven. Wat doen de gewassen al, wat moeten mest en compost aanvullend doen?

Onderstaande tabel geeft een voorbeeld.

	Jaar	Effectieve organische stof (kg/ha)
1.	30 ton geitenmest	2730
1.	Aardappel	875
2.	Grasklaver	1175
2.	30 ton geitenmest	2730
3.	Knolselderie	375
3.	20 ton geitenmest	1820
4.	Zomertarwe	1630
4.	Klaver onderzaai	850
5.	Winterpeen	375
6.	Doperwt	470
6.	Gras groenbemester	1080
Totaal		14110
Per jaar (6-jarige vruchtopvolging)		**2350**

Karakterisering van enkele meststoffen

Runderdrijfmest

Runderdrijfmest bevat relatief veel voedingsstoffen en weinig organische stof, maar nog altijd meer dan bijvoorbeeld varkensdrijfmest. Wanneer je veel organische stof met drijfmest wilt geven worden er al snel te veel voedingsstoffen toegediend. Bodemonderhoud en opbouw met drijfmest is daarom niet goed mogelijk. Drijfmest kan onderling erg verschillen. De samenstelling wordt beïnvloed door veevoer; eiwitarm voeren resulteert in een lager stikstofgehalte en dus een – als gunstig gewaardeerde – hogere C/N verhouding.

Vaste rundermest

Vaste rundermest bevat weinig minerale stikstof en overwegend organisch gebonden stikstof. Daarom zal er weinig stikstofwerking zijn kort na het toedienen. Wel is er een goede bijdrage aan de organische stof voorziening. Composteren is niet nodig wanneer de grond voldoende luchtig is en de mest goed kan verteren. Op zandgronden met een goede structuur is dat het geval. Vaak komen evenwel anaërobe plekken in de grond voor bij gebruik van vaste mest of zijn kluiten mest na jaren nog terug te vinden. In dat geval, en dat is vooral op zavel- en kleigronden, is (licht) composteren belangrijk.

GFT en groencompost

In het algemeen dragen beide compostsoorten beperkt bij aan plantenvoeding, onderhoud bodemleven, bodemstructuur en ziektewerendheid. Van belang is wel dat bij jaarlijks gebruik de nawerking van vorige jaren steeds groter wordt. Na langere tijd zal de compost geheel verteren en de voedingsstoffen komen daarbij vrij. Verder kunnen de eigenschappen per product sterk verschillen. Groencompost (gemaakt uit bijvoorbeeld bermmaaisel, snoeihout) uit gebieden met kalkrijke klei is geheel anders dan groencompost uit zandgebieden. De eerste heeft een betere structuur en levert meer voedingsstoffen. Ook binnen GFT zijn er verschillen in verteerbaarheid van de composten.

Varkensdrijfmest

Varkensdrijfmest staat bekend als een minder goede leverancier van organische stof, maar het heeft wel een hoog stikstofleverend vermogen. Ten opzichte van runderdrijfmest is de C/N verhouding lager. Varkensdrijfmest levert geen bijdrage aan de structuurverbetering van de grond.

Strooiselmest van leghennen

Strooiselmest van leghennen heeft een hoog aandeel minerale stikstof en een relatief hoge mineralisatie van de organisch gebonden stikstof. Daarom laat deze meststof de stikstof snel beschikbaar komen voor het gewas. De mest is erg fosfaatrijk, heeft een basische werking en draagt weinig bij aan de effectieve organische stof omdat er met kleine doseringen gewerkt wordt.

7 Meststoffen keuze veehouderij

Bij de keuze van een meststof in de veehouderij spelen een rol:

- levering van voedingsstoffen,
- bijdrage aan organische stof opbouw en structuur,
- bijdrage aan onderhoud bodemleven,
- aanwezigheid van klaver in het grasland.

De keuze van de meststof op het veebedrijf wordt sterk bepaald door het bedrijfssysteem. De veebezetting en het beweidingssysteem bepalen hoeveel dierlijke mest beschikbaar is.

Zelfs koeien vinden de bodem interessant!

Levering van voedingsstoffen

Meststoffen verschillen wat betreft de levering van voedingsstoffen. Het totaal gehalte is vooral bij stikstof geen goede maat voor de beschikbare hoeveelheid voedingsstoffen. Als voorbeeld bij toepassing in het voorjaar op grasland:

Tabel 1. Beschikbaarheid aan voedingsstoffen in het eerste jaar als percentage van de totale hoeveelheid:

Meststoffen	N	P	K
Rundvee drijfmest	70	60	100
Rundvee vaste mest	45	<60	100
GFT compost	10	55	100
Vleesvarkensdrijfmest	65	100	100
Kunstmest	100	100	100
Kippenmest strooisel	65	70	100

Bron: Bokhorst, J en C. ter Berg (eds). 2001. Mest en compost. Louis Bolk Instituut, Driebergen.; Praktijkgids Bemesting, 2000. NMI. Wageningen

Bijdrage aan organische stof opbouw en structuur

De toevoer van organische stof door grasresten en wortels is voldoende om een ruim organische stofgehalte te handhaven. De aanvoer van organische mest betekent een extra bijdrage. Toch is de bodemstructuur onder gras vaak matig. Berijden en inscharen van vee onder nattere omstandigheden zijn hier o.a. de oorzaak van. Het is niet mogelijk om met bijvoorbeeld ploegen de bouwvoor 'op te schudden'. Om de bodemstructuur te sparen moet onder natte omstandigheden zo min mogelijk bereden of beweid worden.

In een graszode is de beworteling vaak ondiep

Bijdrage onderhoud bodemleven

De invloed van een meststof op bodemleven, speelt enerzijds dat er nog weinig over bekend is en anderzijds dat de invloed per bodem kan wisselen. Tendensen zijn:

- gecomposteerde producten, vooral die van plantaardige oorsprong beïnvloeden bodemleven en daarmee bodemstructuur in beperkte mate,
- verse producten vragen veel zuurstof bij omzetting. Hierdoor kunnen er bij onderwerken anaërobe plekken in de grond komen, mede doordat het bodemleven zich massaal en eenzijdig ontwikkelt,
- bemesten met vaste mest geeft een hogere wormenactiviteit dan bemesting met drijfmest.

Aanwezigheid van klaver in het grasland

Witte klaver is de belangrijkste vlinderbloemige in cultuurgrasland. Witte klaver komt veel voor in bestaand grasland en wordt ook in grasland meegezaaid. Het bijzondere van klaver is de binding van luchtstikstof. Hierdoor kan op stikstof uit organische mest en kunstmest bespaard worden. Grasklaver heeft in de vruchtopvolging behalve de rol als voerleverancier ook een rol als grondverbeteraar. Grasklaver laat een hoeveelheid stikstof achter voor het vervolggewas.

Karakterisering van enkele meststoffen

Runderdrijfmest

Runderdrijfmest bevat relatief veel voedingsstoffen en weinig organische stof. Wanneer je veel organische stof uit drijfmest wilt geven worden er al snel te veel voedingsstoffen toegediend. Bodemonderhoud en -opbouw met drijfmest is daarom niet goed mogelijk. Drijfmest kan sterk verschillen in samenstelling. De samenstelling wordt beïnvloed door veevoer; eiwitarm voeren resulteert in een lager sikstofgehalte en dus een – als gunstig gewaardeerde – hogere C/N verhouding. In het grasland is het wenselijk de mest zo ondiep mogelijk in te werken.

GFT en groencompost

In het algemeen dragen beide compostsoorten beperkt bij aan plantenvoeding, onderhoud bodemleven, bodemstructuur en ziektewerendheid. Van belang is wel dat bij jaarlijks gebruik de nawerking van vorige jaren steeds groter wordt. Na langere tijd zal alle compost geheel verteren en de voedingsstoffen komen daarbij alle vrij. Verder kunnen de eigenschappen per product sterk verschillen. Groencompost uit gebieden met kalkrijke klei is geheel anders dan groencompost uit zandgebieden. De eerste heeft een betere structuur en levert meer voedingsstoffen. Ook binnen GFT zijn er verschillen. Dit betreft gehalten aan zware metalen maar er is ook GFT die nogal wat makkelijk verteerbaar organisch materiaal levert.

Vaste rundermest

Vaste rundermest bevat weinig minerale stikstof en overwegend organisch gebonden stikstof. Daarom zal er weinig stikstofwerking zijn kort na het toedienen. Wel is er een goede bijdrage aan de organische stof voorziening. De mest heeft een basische werking.

Varkensdrijfmest

Varkensdrijfmest staat bekend als een minder goede leverancier van organische stof, maar het heeft wel een hoog stikstofleverend vermogen. In vergelijking met runderdrijfmest heeft het een veel lagere C/N verhouding en levert het geen bijdrage aan de structuurverbetering van de grond.

Strooiselmest van leghennen

Strooiselmest van leghennen heeft een hoog aandeel minerale stikstof en een relatief hoge mineralisatie van de organisch gebonden stikstof. Daarom laat deze meststof de stikstof snel beschikbaar komen voor het gewas. De mest is erg fosfaatrijk, heeft een basische werking en draagt weinig bij aan de effectieve organische stof omdat er met kleine doseringen gewerkt wordt.

Bemesting van grasklaver

Het bemesten van grasklaver is een ander verhaal dan het bemesten van grasland zonder klaver. Bemesting heeft invloed op de klaverontwikkeling. Zo kunnen te hoge N-giften leiden tot verlaging van het percentage klaver of zelfs verdwijning van klaver uit het grasland. De hoeveelheid stikstof die jaarlijks door een grasklaver perceel gebonden kan worden is afhankelijk van het klaveraandeel. Recente cijfers laten een spreiding zien van 20 tot 530 kg stikstof per ha per jaar. Op grasklaverland kan de bemesting beperkt worden tot 50-70 kg N per ha. Liefst in de vorm van drijfmest in het voorjaar om de groei te stimuleren, omdat stikstof op korte termijn beschikbaar moet zijn voor de grasklaver. Verder in het seizoen neemt klaver de zorg over voor de stikstofvoorziening. Bij een klaverpercentage van 25-30% bij de eerste snede (in het tweede jaar na klaverinzaai) zal bij een bemesting van 60 kg N/ha de N-voorziening voldoende zijn. Wel moet het klaverpercentage op jaarbasis 30-40% zijn. Wel is het goed om de drijfmestgift in het voorjaar aan te vullen met een vaste organische mestgift later in het seizoen.

Fosfaat en kalium

Een voldoende hoge kalium- en fosfaatbeschikbaarheid zijn belangrijk voor een goede klaverontwikkeling.

Zuurgraad

De pH is heel belangrijk voor het grasklaver management. De optimale pH-KCl ligt boven de 5,5 maar ook in het pH traject van 4 tot 5,5 kan een goede witte klaver ontwikkeling voorkomen, mits calcium niet beperkend is.

Bacteriën

Essentieel voor de stikstofbinding is de aanwezigheid van de geschikte *Rhizobium*-bacteriën in de bodem. In zand- en kleigronden zijn meestal voldoende *Rhizobium*-bacteriën aanwezig, maar in bodems met een pakket zuur veen ontbreken deze mogelijk en is enting van klaverzaad aan te raden.

Structuur

Klaver voelt zich beter thuis naarmate de ontwatering beter is. Klaver kan slecht tegen langdurige droogte of frequente wateroverlast. Zwaar aanrijden en vertrapping kan een ingrijpende invloed hebben op de structuur. Klaver is vanwege de relatief dikke wortels gevoeliger voor bodemverdichting dan Engels raaigras. Het beheer van grasklaver (maaien en weiden) heeft echter de meeste invloed op de ontwikkeling van grasklaver. Bijvoorbeeld een korte stoppellengte (4 cm) stimuleert de klavergroei terwijl bij een lange stoppellengte (8 cm) de klavergroei juist terugloopt. Uit laboratorium bodem observaties blijkt dat klaver de bodemstructuur voor een korte tijd kan verbeteren, door het uitscheiden van polysachariden die als bindend middel werken. Deze structuurverbetering is echter niet zo stabiel als de verbetering van de bodemstructuur door humusopbouw.

Grasklaver kan doorgezaaid worden met de strokenfrees. De zode wordt met deze techniek fors beschadigd. Vooral in een dichte zode werkt deze techniek goed.

8 Vruchtopvolging

Bij de keuze van gewassen in een vruchtopvolging spelen gewenste bodemeigenschappen een belangrijke rol. Te onderscheiden zijn:

- verminderen van bodemgebonden ziekten,
- bevorderen voeding bodemleven,
- aanvoer van organische stof,
- stimuleren doorwortelbaarheid van de bodem.

Verminderen van bodemgebonden ziekten

Een ruime afwisseling van gewassen is nodig om te voorkomen dat bodemgebonden ziekten zich kunnen ontwikkelen.

Toepassing

- In een ideale situatie zouden gewassen uit dezelfde familie niet vaker dan 1 keer in de 6 jaar geteeld moeten worden. Bijvoorbeeld 1 keer per 6 jaar aardappelen.
- Een aantal gewassen kan wel zonder problemen voor bodemziektes vaker dan 1 keer per 6 aar geteeld worden. Dit zijn: granen, grassen, klavers, prei en bloemkool.

Bevorderen voeding bodemleven

Gewasresten zijn een belangrijke aanvoer van voedsel voor het bodemleven. Schimmels ontwikkelen zich meer op koolstofrijke gewasresten en bacteriën meer op stikstofrijke gewasresten. Een evenwicht tussen schimmels en bacteriën is wenselijk.
Wormen eten diverse vormen van organisch materiaal.

Toepassing

- Koolstofrijke gewasresten die het aantal schimmels in de bodem bevorderen: granen, grassen en kool.
- Stikstofrijke gewasresten die het aantal bacteriën in de bodem bevorderen: erwten, bonen, klaver, luzerne en groenbemesters.

Aanvoer organische stof

Gewasresten zorgen voor de aanvoer van organische stof in de bouwvoor.

Toepassing

- Kiezen voor gewassen in de vruchtwisseling die een hoog aandeel gewasresten hebben: gras, graan en kool.
- Kiezen voor de teelt van groenbemesters.

Stimuleren doorworteling

Wortels leveren een grote bijdrage aan de bodemvorming. Wortelresten verzorgen een aanzienlijk deel van de organische stof voorziening. Ook in lagen onder de bouwvoor kunnen, mits de bodemstructuur dat toelaat, wortels komen en zo het poriënvolume en het bodemleven positief beïnvloeden.

Toepassing

- Kiezen voor intensief wortelende gewassen: granen, grassen, luzerne, rode biet, witlof, andijvie en schorseneer.

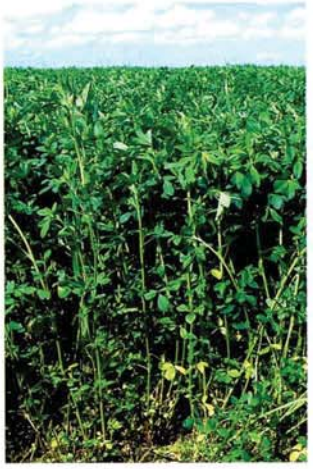
Teelt groenbemesters

Als grote leverancier van organische stof betekenen groenbemesters veel voor de opbouw van de bodemstructuur en de voeding van het bodemleven. Groenbemesters houden voedingsstoffen vast en leveren voedingsstoffen.

Toepassing

- Telen van vroeg ruimende gewassen biedt gelegenheid voor de teelt van groenbemesters: erwten, plantuien, vroege aardappelen en vroege groentegewassen.
- Telen van gewassen die geschikt zijn als dekvrucht (dekvrucht: gewas dat geschikt is voor doorzaai van een ander gewas): granen (met doorzaai klaver), vlas, erwten en veldbonen.

Bodembewerking en bemesting



Met name op kleigronden is het belangrijk dat er momenten in de vruchtwisseling zijn waarop men kan bemesten en de bodem onder droge omstandigheden goed kan bewerken. Voor diepere grondbewerking moet de ondergrond droog genoeg zijn en dat is op kleigronden in de maanden juli en augustus.

Toepassing

- Kiezen voor vroeg ruimende gewassen: erwten, plantuien, vroege aardappelen en vroege groentegewassen.
- Kiezen voor een diepere bodembewerking voordat een groenbemester wordt gezaaid.

9 Groenbemesters

Waarom groenbemesters?

De teelt van groenbemesters draagt bij aan zorgvuldig mineralenbeheer en de instandhouding van goede bodemcondities vanwege de volgende factoren:

Luzerne als onderzaai bij graan

Nutriëntenbeheer

- Behoud van stikstof die anders mogelijk door uitspoeling verloren zou zijn gegaan.
- Vastleggen van stikstof uit de lucht in geval van vlinderbloemigen.
- Stikstofnalevering aan volggewassen.

Bodemstructuur

- Instandhouding of verdere opbouw van organische stof, gunstig voor bewerkbaarheid en vochtvoorziening.
- Tegengaan van verslemping.
- Vermindering van erosie.

Bodemleven

- Het inbrengen van vers organisch materiaal stimuleert het bodemleven.

Waterhuishouding

- Door verdamping van de groeiende groenbemester is de grond in het voorjaar sneller bewerkbaar. Betere ontwatering door intensievere beworteling van de ondergrond.

De teelt van groenbemesters

Om groenbemesters te kunnen telen is teeltruimte nodig in de vruchtwisseling. Deze ruimte ontstaat door:

- het benutten van mogelijkheden van onderzaai in bepaalde gewassen,
- inzaai na vroegruimende gewassen (stoppelzaai),
- de braaklegging hiervoor te benutten.

Onderzaai

Onder het hoofdgewas wordt de groenbemester ingezaaid. Bij zomergranen kan Engels raaigras of witte klaver gelijk met de hoofdgewas gezaaid worden. Bij wintergranen kan rietzwenkgras gedurende de winter gezaaid worden.

Onderzaai geeft na de oogst van het hoofdgewas een snelle grondbedekking en kan tijdens het seizoen al een aandeel leveren in ziekte- en onkruidonderdrukking. Wanneer niet gelijktijdig wordt gezaaid kan men na of tijdens de laatste keer schoffelen of eggen zaaien. Dit is doorgaans twee weken vóór het sluiten van het hoofdgewas. Bij een onjuiste afstemming tussen hoofdgewas en groenbemester kan de opbrengst van het hoofdgewas achteruit gaan. Uit de praktijk zijn weinig geluiden over een opbrengstvermindering door onderzaai. Dit kan te maken hebben met het positief effect van een (te) goed ontwikkelde groenbemester op nutriëntenbeheer, bodemstructuur, bodemleven en waterhuishouding. Bij groenbemester die hoog opgroeien, zoals rode klaversoorten, kunnen er problemen ontstaat bij het dorsen van een hoofdgewas. Doorgaans worden Engels of Italiaans Raaigras, Rietzwenkgras, Rode-, Witte-, Hopperups- en Perzische klaver gebruikt.

Teelttabel 1. Groenbemesters in onderzaai hoofdgewas

Hoofdgewas	Groenbemester in onderzaai	Zaaitijd groenbemester
Wintergraan	Rietzwenk	December - februari
Zomergraan	Engels raaigras	Half februari - half april bij zeer bladrijke tarwerassen: begin februari - eind maart
	Rode/Witte klaver	Begin maart - half mei
	Perzische klaver	Tot half mei
	Italiaans raaigras	Half maart – half mei
Vlas	Engels raaigras Rietzwenk Witte cultuurklaver	Gelijk met het vlas
Erwten en veldbonen	Engels raaigras	Bij de laatste keer schoffelen of eggen
	Rietzwenk Witte cultuurklaver	
(Suiker)maïs	Engels raaigras, Italiaans raaigras Rode klaver, Witte klaver, Rogge	Wanneer de maïs kniehoog is

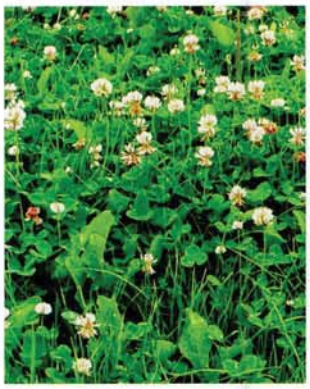
Stoppelzaai

Na de oogst van het hoofdgewas wordt de groenbemester ingezaaid. Het voordeel is dat na de oogst van het hoofdgewas de bodem bewerkt en bemest kan worden. Nadelen zijn (zeker bij een laatruimend gewas) dat de grondbedekking en de ontwikkeling van de groenbemester tegen kunnen vallen.
Wellicht kan het handig zijn de stoppels (en zeker het stro) eerst iets in te werken. De groenbemester kan dan makkelijker gezaaid worden en bovendien is de kans dat de groenbemester verstikt onder het stro ook wat kleiner.

Teelttabel 2. Groenbemesters bij stoppelzaai

Zaaidatum groenbemester							
Begin juli	Eind juli	Begin aug.	Eind aug.	Begin sept.	Eind sept.	Begin okt.	
■	■	■					Alexandrijnse klaver
■	■	■					Serradelle
■	■	■					Lupinen
■	■	■					Voederwikken
■	■	■	■				Bladkool
■	■	■	■				Italiaans raaigras
■	■	■	■				Facelia
■	■	■	■				Kanariezaad
■	■	■	■				Westerwolds raaigras
■	■	■	■				Stoppelknollen
		■	■				Zomerkoolzaad
		■	■				Bladrammenas
		■	■	■			Gele mosterd
		■	■				Spurrie
				■	■		Zomerrogge
				■	■		Winterrogge

Stikstofbijdrage van groenbemesters



Klaver bindt stikstof

Als globale richtlijn geldt dat een op tijd gezaaide en goed geslaagde groenbemester maximaal ongeveer 80 kg N kan opnemen uit de grond. Om dit te bereiken moet wel op 1 september gezaaid worden. Elke dag later zaaien betekent een 2 kg lagere N-opname. De hoeveelheid N die vervolgens weer beschikbaar komt voor het volgende hoofdgewas hangt af van het moment van inwerken en het type groenbemester. Onderstaande tabel geeft een idee van de nalevering.

Tabel 3. Schatting N-nalevering van groenbemesters

Groenbemester	Inwerktijdstip	N-levering (kg/ha)
Niet vlinderbloemige	Voor winter	15
	Na winter	30
Vlinderbloemige	Voor winter	20
	Na winter	40
Vlinderbloemige in gras of graanstoppel	Voor winter	40
	Na winter	40

Bron: Wijnands, F. en W. van Leeuwen. 2000. Plannen van bemesting is moeilijke klus. Ekoland 2000, 9: 22-23

Bepalend voor de hoeveelheid N die voor een gewas weer beschikbaar komt is het zogenoemde C/N-quotiënt. Groenbemesters die ten opzichte van hun massa veel stikstof bevatten (laag C/N-quotiënt) verteren snel en daar komt de N snel beschikbaar. Ongunstig dus bij groenbemesters die voor de winter worden ondergeploegd. Vlinderbloemigen en kruisbloemigen (o.a. gele mosterd) zijn voorbeelden van dergelijke gewassen. Door groenbemesters te kiezen met een hoger C/N-quotiënt (gras/klaver, of bijvoorbeeld Italiaans raaigras) wordt uitspoeling beter tegengegaan. Hetzelfde geldt voor het inzaaien van een groenbemester met een laag C/N-quotiënt in een stoppel of gras. Tarwestro en tarwestoppels hebben een hoog C/N-quotiënt en houden de stikstof dus goed vast. Van de 80 kg N die maximaal wordt opgenomen uit de grond blijkt zelden meer dan 50% in het volgende jaar beschikbaar te komen van het gewas. Afhankelijk van het C/N-quotiënt kan het zijn dat het jaar erop nog wat vrijkomt, maar waarschijnlijk is de rest uitgespoeld.

Bemesting van groenbemesters

Pas op met bemesting van groenbemesters. Een kleine startgift van zo'n 20-25 kg N per ha kan handig zijn om het gewas op gang te krijgen. Zeker na een graangewas waarbij het stro niet is afgevoerd kan dit helpen, stro legt immers zo'n 7 kg N per ton vast in de grond. Deze stikstof is dus niet beschikbaar voor het gewas. Het netto effect van een groenbemester is echter wel beperkt bij een startgift, zeker als de groenbemester voor de winter wordt ondergewerkt.

Italiaans raaigras Rode klaver Haver wikke Haver

Aanvoer van organische stof door groenbemesters kan enorm verschillen. Rogge levert veel meer dan bladrammenas door de intensieve beworteling

Onderwerken

Vóór de inzaai van het volgende hoofdgewas moet de groenbemester worden ondergewerkt.
Het inwerken gebeurt op zwaardere gronden doorgaans in het najaar. Op zandgronden kan het vaak nog in het voorjaar, waardoor de stikstofbenutting toeneemt en de kans op stuiven afneemt, zelfs als het gewas gedurende de winter afsterft. Voor de mineralenbenutting is een groenbemester die doodvriest gedurende de winter niet optimaal maar nog altijd veel efficiënter dan geen groenbemester. Voor weinig kans op opslag en een makkelijke grondbewerking in het voorjaar is het beter om vorstgevoelige groenbemesters te hebben.

Groenbemesters niet te diep onderwerken

Niet diep genoeg onderwerken geeft problemen met opslag en/of gewasresten. Bij te diep onderploegen verloopt de vertering traag. Zeker bij bladrijke groenbemesters in een natte situatie (zwaardere grond) geeft te diep wegploegen (>20 cm) risico op het 'inkuilen' van de gewasresten, en de daarbij horende problemen, zoals zuurstofloze omstandigheden in de grond (grond wordt blauw).

Kleigrond

Groenbemesters goed onderploegen op kleigrond betekent zorg dragen voor een goede kerende werking van de ploeg en het gebruik van een voorschaar. Om inkuilen te voorkomen en een betere verdeling in de bouwvoor te verkrijgen kan vóórdat geploegd wordt eerst gestoppelploegd of geschijvenegd worden. Dit is in 1 werkgang mogelijk door aan de fronthef een schijveneg te plaatsen. Klepelen en/of hakselen is interessant bij een zwaar gewas.

Zandgrond

In het voorjaar moet het gewas op zand voor het ploegen eerst één of twee keer bewerkt worden met een schijveneg, messeneg of cultivator.

10 Bodembewerking

Het doel van bodembewerking is naast het onderwerken van bijvoorbeeld gewasresten of mest het aandeel holten of poriën in de bodem te vergroten. Deze holten en poriën zijn nodig voor het water- en luchttransport en voor de wortels om in te kunnen groeien. Door mechanische bodembewerking ontstaat in het algemeen alleen tijdelijk een structuurverbetering. Door regen, bezakking, berijden of beweiding kan deze weer snel teniet worden gedaan.

Bij een meer duurzame stabiele structuur van de bouwvoor spelen een rol:
- grondsoort,
- organische stofgehalte,
- bodemleven.

Bij de grondsoort zijn een goede zuurgraad en de aanwezigheid van kalk van belang. Verder moet er een ruim organische stofgehalte zijn. Tenslotte heeft een bodem met een stabiele bodemstructuur een actief bodemleven door een ruime aanvoer van vers organisch materiaal.

De grond moet in het voorjaar vroeg opdrogen en makkelijk bewerkbaar en berijdbaar zijn. Bodems met hoge organische stofgehalten zijn later droog dus de kans op versmering en structuurbederf in de ondergrond neemt toe. Naarmate de kwaliteit van de bodemstructuur toeneemt voor de plantengroei zal er met meer geduld en behoedzamer gewerkt moeten worden.

Bij alle bodembewerkingen is het van belang dat deze de bodemstructuur onderhouden of zo min mogelijk schade toebrengen. Deze aspecten van ploegen en woelen zullen in het volgende behandeld worden en er zal op bandendruk en tijdstip van grondbewerking worden ingegaan.

Ploegen

De voordelen van ploegen zijn vooral te vinden in de kerende bewerking. De gewasresten en mest worden ondergewerkt waardoor "schone" grond bovenkomt. Daarnaast is het openleggen van de bouwvoor voor verwering gedurende de winter voor kleigronden van belang. Er zijn ook nadelen aan ploegen verbonden:

Nadelen ploegen
- Verstoren van het bodemleven. In de toplaag van de bouwvoor (10 cm) vindt de meeste bodemactiviteit plaats. Het bodemleven komt door ploegen in een laag waar het zich niet goed kan ontwikkelen.
- Verstoren van de gelaagdheid in de grond. Door niet te ploegen blijft al het organisch materiaal van oogstresten, groenbemesters en organische mest in de bovenste 10-15 cm. In deze laag zal het organische stofgehalte eerder stijgen waardoor de voordelen van vochtvasthoudend vermogen, zuurstofrijkdom en mineralisatie hier vooral aanwezig zijn.

Voor opbouw van een vruchtbare bodem is ondiep ploegen wenselijk. Bij diepploegen vermindert de bodemvruchtbaarheid door. Gedurende een korte periode ontstaat dan een luchtige grond die met minerale mest en eventueel beregening wel een hoge opbrengst van het gewas kan leveren, maar geen stabiel systeem geeft.

Er zijn teeltsystemen waarbij niet of ondiep wordt geploegd:

- een speciale cultivator (Actisol),
- aanaarders (Kemink),
- oppervlaktecompostering (Ruseh Müller),
- teeltbedden (Gantry).

De meeste systemen passen niet goed op de Nederlandse bodems omdat er vele werkgangen nodig zijn om de gewenste structuur te verkrijgen. Op kleine schaal zijn wel goede resultaten geboekt waarbij het teeltbeddensysteem het meest voor de praktijk geschikt is.

Teeltbedden systeem waarbij niet geploegd wordt

Ecoploeg

Een tussenvorm tussen niet en wel ploegen is het ondiep ploegen. Hierbij worden de voordelen van de kerende bewerking gecombineerd met de voordelen van het organisch materiaal in de bovenste 15 –20 cm houden.

Wanneer de ondergrond toch nog te veel verdicht is, dan kunnen onder de ploegscharen woelpootjes gemonteerd worden. Dit noemt men in Duitsland de zgn. "zwei schichten pflug". De trekker rijdt bij deze ploeg niet in de voor maar boven op het net geploegde land waardoor brede en lagedrukbanden gebruikt kunnen worden. Door de ondiepe bewerking is de benodigde trekkracht ook minder waardoor een lichtere trekker gebruikt of de capaciteit verhoogd kan worden.

De ecolploeg: met name geschikt voor de jonge zavel gronden

Diepe grondbewerking (woelen)

Plantenwortels groeien dieper dan de bouwvoor. Een verdichte laag in de ondergrond kan naast de beperking voor wortelgroei ook storend werken op het waterbergend en afvoerend vermogen van de grond.

Verdichtingen in de ondergrond kunnen ontstaan door de natuurlijke gelaagdheid van de grond bij b.v. plaatgronden. De meeste verdichtingen in de ondergrond zijn evenwel ontstaan door langdurig gebruik van zware machines onder ongunstige omstandigheden. Voor Nederlandse landbouw gronden is het opmerkelijk wanneer er geen verdichting in de ondergrond aanwezig is.

Op natuurlijke wijze worden verdichtingen opgeheven door krimp bij droogte op kleigronden en door pendelende wormen die de verdichte laag perforeren.
Mechanisch kan door een diepe grondbewerking, woelen, de verdichte laag worden doorbroken. De resultaten bij deze bewerkingen zijn in de praktijk sterk wisselend. Bij kleigronden zijn in proeven eerder negatieve dan positieve effecten waargenomen.

Enkele negatieve effecten:
- door verzakking is het effect tijdelijk,
- de natuurlijke poriën van wormen en wortels worden kapot gemaakt,
- versmering treedt op bij te natte omstandigheden.

Wanneer wel woelen:
- op podzolgronden waar sprake is van een inspoelingslaag,
- bij relatief droge grond,
- in combinatie met de inzaai van een groenbemester of gras.

Welke werktuigen?
- woelpoten met beitels met een brede woelplaat,
- spitmachine.

Diepe grondbewerking vraagt in iedere situatie om een zorgvuldig onderzoek naar de verdichte lagen en de te verwachte effecten van de bewerking.

Ondiep woelen (30 cm) op zand voor veeleisende tuinbouwgewassen

Woelen met beitels met een brede woelplaat om verzakking te voorkomen

20 jaar geleden is op deze grond gediepwoeld. Nog steeds zijn de schuin gelegde plakken donker en licht te zien. Wat heeft dit opgeleverd?

Bandendruk

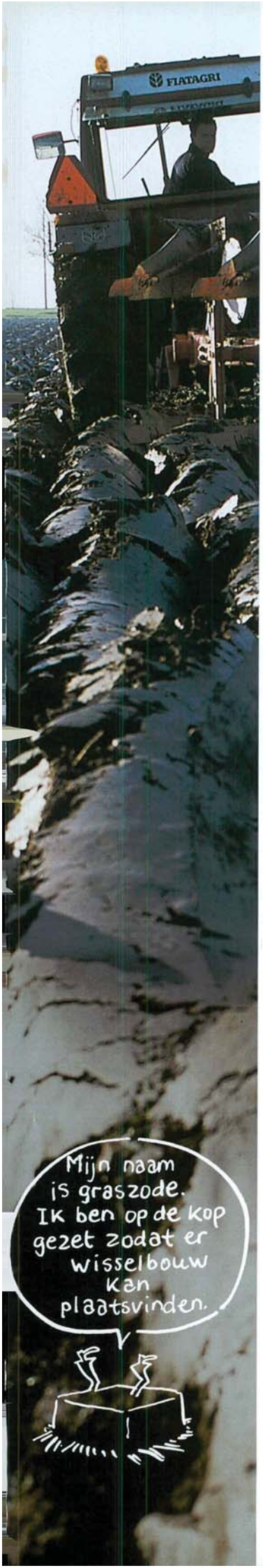
De machines worden steeds zwaarder en daardoor de druk op de grond hoger. Een veilige bodemdruk is normaal 1 bar en in het voorjaar 0,5 bar. Een gemiddelde bodemdruk van 1 bar komt overeen met 10 ton op een contactvlak van 1 m^2. De grootste landbouwband met een breedte van 110 cm heeft een contactvlak van 0,5 m^2. Deze kan dus niet meer dan 5 ton dragen onder normale omstandigheden. Een groot aantal voertuigen (met name de transportvoertuigen voor de oogst of mest) geeft een te hoge belasting van de bodem.

Maatregelen kunnen zijn:

- bredere banden,
- meer banden gebruiken om zo het contactoppervlak te vergroten,
- verlagen van de bandenspanning op het land naar 0,4 tot 0,8 bar (dit is niet zonder gevolgen voor last en snelheid),
- drukwisselsysteem waarbij de druk in de band op het land laag is en op de weg hoog,
- meerassers moeten gestuurd zijn waardoor het wringen in de bochten niet meer plaats vindt,
- rubberrupsen vergroten het contactoppervlak,
- letten op juiste bandendruk bij de machines van de loonwerker.

Wanneer grondbewerking?

Voorkom het berijden te vroeg in het voorjaar en te laat in het najaar wanneer de bodem nat is en daardoor de draagkracht beperkt. In het voorjaar wordt er vaak te vroeg gereden; in het najaar kan de bovenlaag al wel nat zijn, maar de onderlaag kan dan nog veel hebben.



11 Bodembewerking grasland / veehouderij

Bij bodembewerking van grasland zijn de volgende aspecten van belang:

- Worteldiepte
- Draagkracht van de grond
- Mechanisatie
- Graslandvernieuwing
- Gewasbeschermingsmiddelengebruik

Deze aspecten bespreken we hier achtereenvolgens.

Bron: PV, Lelystad

Worteldiepte

Voor grasland is de effectieve bewortelsdiepte (d.w.z. het profielgedeelte waarin zich meer dan 80-90% van het totaal aantal wortels bevindt) veelal zo'n 20 tot 30 cm. Beperkende factoren voor de wortelgroei zijn de zuurgraad, de beluchting en de indringingsweerstand. Een intensief gebruik van grasland (hoge N-bemesting, intensief beweiden, hoog maaipercentage) beperkt de bewortelingsdiepte (tot zo'n 10-15 cm). Hierdoor neemt de gevoeligheid voor droogte toe, wat mogelijk tot gevolg heeft dat graslandvernieuwing noodzakelijk is. Grasland van een jaar oud kan in vergelijking met ouder grasland zeer diep wortelen.

Een graszode met een beperkte worteldiepte van 5 cm

Draagkracht van de grond

Onder draagkracht of draagvermogen wordt de weerstand verstaan die de toplaag kan bieden aan een uitgeoefende druk zonder insporing of vervorming te ondergaan.
Met name op veengronden speelt het probleem van trapgevoelige, weinig draagkrachtige gronden.

De draagkracht van de grond is afhankelijk van de dichtheid van de grond (het volumegewicht neemt af naarmate het organische stofgehalte toeneemt), de vochttoestand en de aard van de zode. Als de grondwaterstand lager is, neemt de draagkracht toe. In het voorjaar is, bij overigens gelijke grondwaterstand, de draagkracht kleiner dan in het najaar. Dit komt omdat in het voorjaar de dichtheid van de grond lager is. Grasland heeft een grotere draagkracht dan grasklaverland; bij een groter klaveraandeel neemt de draagkracht af.

De draagkracht van de bovengrond kan men verbeteren door:

- Een dichtere zode. Beweiding stimuleert het gras tot uitstoelen, waardoor een dichtere zode onstaat. Standweiden heeft een groter effect dan omweiden.
- Beheersing van de vochttoestand (d.w.z. diepere ontwatering) gedurende het groeiseizoen. De norm is dat er gemiddeld slechts 1 dag per jaar voorkomt waarop de grondwaterstand ondieper is dan 15 cm - mv voor blijvend grasland, en 25 cm - mv voor snijmaïs. Door een juiste keuze van de drain- of slootafstand kan in de meeste gronden de gewenste ontwateringsintensiteit worden bereikt.

- Verlagen van het organische stof gehalte van een venige toplaag kan vooral bij diepe ontwatering de draagkracht aanzienlijk versterken. Dit kan worden gerealiseerd door diepploegen, mengwoelen en bezanding. Dit werken we hieronder uit per grondsoort:
  - Ondiepe veengronden en humeuze tot venige zandgronden. Verlaging van het organische stofgehalte tot minder dan 8% door kerend te diepploegen of mengwoelen. Ploegdiepte bedraagt circa 1,5 maal de dikte van de humeuze of venige laag.
  - Diepere veengronden. Bezanden met 7 - 10 cm zanddek (alleen als de ontwaterings-situatie bijzonder ongunstig is). Het zand mag niet met de oude zodelaag worden gemengd.

Mechanisatie

Om structuurschade door insporing zoveel mogelijk te voorkomen, is het van belang dat de bandenspanning niet te hoog is. Hogere drukken dan 1-0,5 bar zijn eigenlijk niet toelaatbaar, maar de soort grond, de stevigheid van de grond en de mate van droogte spelen hierbij een rol. Bij overwegend gebruik op het veld is een bandenspanning van maximaal 1 bar gewenst.

Veel boeren rollen in het voorjaar hun grasland. Hierdoor zal de bodem iets verdichten. Rollen lijkt niet nodig als dieren bij regenachtig weer op tijd worden opgestald. De vertrapping wordt dan beperkt.

Als onder te natte omstandigheden op het land wordt gereden, geeft dit structuurschade en verdichting van de bodem. Dit kan zorgen voor grote hoeveelheden paardebloemen, soms met concentraties in de sporen van de trekker.

Aandachtspunten om natschade te beperken of zelfs te voorkomen, zijn:
- Voldoende mestopslagcapaciteit: zodat het uitrijden van mest eventueel kan worden uitgesteld.
- Gewaskeuze: maïs is gevoeliger voor natschade dan gras, terwijl op droogtegevoelige gronden triticale een goed alternatief is voor maïs.

Als bewerking van natte grond toch noodzakelijk is, zijn er de volgende aandachtspunten:
- Rijsnelheid: naarmate de rijsnelheid toeneemt, neemt het draagvermogen van een band af. Een algemene vuistregel is dat met een 5 km per uur lagere rijsnelheid het draagvermogen 5 tot 10% toeneemt.
- Bandenprofiel: voor grasland heeft een vlakke band met ronde schouders en een laagnokkig profiel de voorkeur.

Paardebloem kan aangeven dat er structuurschade is

Graslandvernieuwing

Een open zode, teveel onkruiden of slechte grassoorten in het perceel zijn enkele redenen voor graslandvernieuwing. Graslandvernieuwing heeft voor- en nadelen:

- Een nadeel is dat de bodem 'op de kop' gezet wordt.
- Een voordeel is dat wisselbouw toegepast kan worden met andere gewassen. Onderzoek op proefbedrijf De Marke (op droge zandgrond) laat zien dat wisselbouw van gras en maïs een 11% hogere droge stof opbrengst geeft.

Graslandvernieuwing kan via herinzaai of doorzaaien.

Doorzaaien:

Doorzaaien kan gewenst zijn in de volgende situaties:

- Zware kleigrond en natte veengrond leveren bij ploegen of spitten vaak problemen op. Doorzaaien heeft dan de voorkeur
- Een erg holle zode of kale plekken. Weiden of maaien in een jong stadium bevordert het uitstoelen van het gras, waardoor de noodzaak om door te zaaien mogelijk verdwijnt. Als doorzaai toch nodig is, doe dit dan zo vroeg mogelijk in het voorjaar.

Graslandvernieuwing op zand is nodig om weer lucht in de bodem te krijgen

Herinzaaien:

Kapot snijden of frezen van de oude zode beperkt de vorming van storende lagen na het ploegen. Nadat de oude zode kapot gemaakt is, kan geploegd of gespit worden. Ploegen heeft de voorkeur als de grond goed bewerkbaar is en egaliseren noodzakelijk is. Meestal is een ploegdiepte van 25 cm voldoende. Dieper ploegen veroorzaakt sneller een verschraling van de bovengrond. Ploegen heeft als nadeel dat het bodemleven verstoord wordt.

Zaaibedbereiding:	op lichte en slempgevoelige grond mag de grond niet te fijn verkruimeld worden om dichtslaan van de toplaag te vermijden.
Voor zandgrond:	cultivatorcombinaties
Voor kleigrond:	een aangedreven rotorkopeg of schudeg

Gebruik van brede lagedrukbanden of dubbellucht is noodzakelijk om insporing te vermijden.

Gewasbeschermingsmiddelengebruik

Veel gewasbeschermingsmiddelen zijn bedoeld om bodemorganismen te doden, zoals aaltjes, insecten en onkruiden. Hiernaast zijn er echter onbedoelde effecten voor het bodemleven. Zo kunnen regenwormen worden gedood door gewasbeschermingsmiddelen. Verder is het niet wenselijk dat gewasbeschermingsmiddelen langer dan nodig in de bodem achterblijven. Middelen kunnen in de bodem accumuleren. De onderstaande milieumeetlat beoordeelt gewasb eschermingsmiddelen o.a. op het risico voor bodemleven, waarbij zowel met de korte als met de lange termijneffecten rekening wordt gehouden. Hiernaast beoordeelt de milieumeetlat ook de gevolgen voor slootleven en grondwater. Uitgangspunt hierbij is dat de risico's voor het milieu verwaarloosbaar zijn als er minder dan 100 milieubelastingpunten zijn toegekend.

Tabel 1. Milieubelastingpunten van de middelen die zijn toegestaan voor grasland.

Werkzame stof	Max. dosering (kg/ha of l/ha)	kg werkzame stof (kg/ha)	MBP Water	MBP	MBP Grondwater in voorjaar
Doodspuitmiddel met risico voor het milieu (100-1000 mbp)					
paraquat-dichloride	3	0,6	0	450	0
rbiciden met verwaarloosbaar risico voor het milieu (0-100 mbp)					
2,4-d	2,5	1,25	2,5	10	0
glyfosaat-trimesium	6	2,88	6	6	0
fluroxypyr	1	0,2	4	11	1
glyfosaat	6	2,16	6	18	0
glyfosaat	5,5	2,31	5,5	16,5	0
bentazon	3	1,44	0	0	87
Herbiciden met risico voor het milieu (100-1000 mbp)					
glufosinaat-ammonium	5	0,75	0	10	145
glufosinaat-ammonium	5	1	0	15	195
bifenox; mecoprop-p	3	1,674	6	0	276
bentazon; mecoprop-p	3	1,749	0	0	285
glyfosaat	3	1,2	330	9	0
mcpa	6	3	42	0	300
mecoprop-p	3	1,8	0	0	540
ethofumesaat	10	2	0	90	800
ethofumesaat	4	2	4	84	800
Insecticiden met verwaarloosbaar risico voor het milieu (0-100 mbp)					
deltamethrin	0,3	0,0075	51	0,3	0
deltamethrin	0,12	0,0075	51,6	0,24	0
Insecticiden met risico voor het milieu (100-1000 mbp)					
esfenvaleraat	0,3	0,0075	300	39	0
parathion-methyl	2	0,48	400	14	0

- geen risico: 0 mbp
- verwaarloosbaar risico: 0 -10 mbp
- gering risico: 10 -100 mbp
- Risico: 100 -1000 mbp
- Groot risico: meer dan 1000 mbp

Bron: CLM, milieulat, 2002

12 Bodembewerking maïsland / veehouderij

Bij bodembewerking van maïsland zijn de volgende aspecten van belang:
1. Grondsoort
2. Doel van de bodembewerking
3. Bewerking van het maïsland
4. Gebruik van een vanggewas
5. Gewasbeschermingsmiddelengebruik

Grondsoort

Maïs is een zuidelijk gewas en verlangt een relatief warme, niet te natte bodem. Ideaal is een grondwaterstand op 70 cm diepte. Het best gedijt maïs in een luchtige grond rijk aan humus.

Maïs houdt van luchtige, humusrijke grond

Maïsteelt op klei-op-veengrond komt steeds meer voor in Nederland. Voorwaarden hierbij zijn een goede ontwatering, een kleidek van minimaal 25 cm en een aangepaste grondbewerking om maaivelddaling te voorkomen.
Veengrond is niet geschikt voor maïsverbouw. Maïs op veengrond heeft een snelle afbraak van het ontwaterde veen tot gevolg, vooral in combinatie met (diep)ploegen. Er zijn voorbeelden van hoger gelegen venen waar in een tijdsperiode van enkele generaties op die manier meer dan drie meter veen verdween.

Doel van bodembewerking

Het doel van bodembewerking is het aandeel holten of poriën in de bodem te vergroten en het vormen van een goed zaaibed. Deze holten en poriën zijn noodzakelijk voor het water- en luchttransport en voor de wortelgroei. Door mechanische bodembewerking ontstaat slechts een tijdelijke structuurverbetering die bijvoorbeeld door berijding weer teniet wordt gedaan. Organische stof, grondsoort en bodemleven zijn belangrijk voor de meer stabielere bodemstructuur. Het waterleverend vermogen en de mineralisatie van stikstof neemt toe bij oplopende organische stofgehaltes.

Ploegen
Ploegen heeft als voordeel dat gewasresten ondergewerkt worden waardoor 'schone' grond bovenkomt. Daarnaast is het openleggen van de bouwvoor voor verwering gedurende de winter voor kleigrond van belang. Nadelen van ploegen zijn:
- Het verstoort het bodemleven
- Het verstoort de gelaagdheid van de grond
- De onkruiddruk kan toenemen

Ondiep ploegen
Een tussenvorm tussen wel en niet ploegen is het ondiep ploegen. De voordelen van de kerende bewerking gaan hierbij samen met het voordeel dat het organisch materiaal in de bovenste 15 tot 20 cm behouden blijft.

Woelen
Maïswortels groeien dieper dan de bouwvoor. Een verdichte laag in de ondergrond kan de wortelgroei beperken en hiernaast storend werken op het waterbergend en afvoerend vermogen van de grond. Verdichtingen zijn soms het gevolg van natuurlijke gelaagdheid van de grond. Meestal zijn ze echter ontstaan door langdurig gebruik van zware machines onder ongunstige omstandigheden.
Door een diepe grondbewerking (woelen) kan de verdichte laag worden doorbroken. De resultaten hiervan zijn sterk wisselend. Negatief is dat door verzakking het effect meestal slechts tijdelijk is, de natuurlijke poriën van wormen en wortels vernield worden en versmering optreedt bij te natte omstandigheden. Woelen wordt wel aangeraden op podzolgronden waar sprake is van een inspoelingslaag, bij een voldoende laag vochtgehalte en in combinatie met de inzaai van een groenbemester of gras.

Bewerking van het maïsland

Maïs is een diepwortelend gewas. Er moeten dan ook geen storende lagen of hoge grondwaterstanden in de bodem voorkomen. Bewerk bij storende lagen de grond met een vastetandcultivator of woeler. De grond moet in de bouwvoor licht aangedrukt zijn (op lichte grond aandrukken met een vorenpakker) voor een goede waterhuishouding en tot op zaaidiepte los en kruimelig zijn voor een regelmatige zaaidiepte en gelijkmatige opkomst.

Zware gronden kunnen het beste voor de winter worden geploegd. Het ploegen van lichte gronden gebeurt soms tot zes weken voor het zaaien. Ploegen vlak voor het zaaien op lichte gronden is af te raden, omdat voor een goede vochtvoorziening (erg belangrijk bij maïs) een goed bezakt zaaibed nodig is. Het zaaiklaar maken van de bodem kan goed met combinatiewerktuigen met dubbellucht of brede lagedrukbanden op de tractor om het aantal werkgangen en structuurbederf en spoorvorming te vermijden.

Beworteling jonge maïs

Beworteling volgroeide maïs

Gebruik van een vanggewas

Maïs houdt de grond slechts vijf maanden per jaar bedekt. Juist op percelen waar twee jaar of meer achter elkaar snijmaïs wordt geteeld is het goed om hier een vanggewas tussen te telen. Om de waardevolle mineralen vaste te leggen. Ook is de grond hierdoor minder stuif- en erosiegevoelig.

De meest gebruikte vanggewassen in snijmaïsteelt zijn inzaai van bladrogge en onderzaai van Italiaans raaigras. Rogge beperkt de nitraatuitspoeling minder dan gras. Na het zaaien duurt het enkele weken voordat de stikstofopname op gang komt, terwijl gras deze onttrekking naadloos van de maïs overneemt.

Onderzaai in mais komt de bodemkwaliteit ten goede

Bron: PV, Lelystad

Bij een maïsoogst onder (te) natte omstandigheden is het risico van structuurschade aanzienlijk. De teelt van vanggewas onder de maïs vermindert dit risico, zonder dat dit ten koste gaat van de maïsopbrengst. Hiernaast heeft een vanggewas onder snijmaïs andere voordelen voor de bodem:

- Stikstofvastleggen: door de inzaai van een vanggewas onder maïs wordt de grootste stikstofopname behaald. Het vanggewas kan tijdens de afrijping van de maïs al mineralen opnemen. In deze periode neemt de maïs zelf geen mineralen meer op terwijl de mineralisatie door de hoge bodemtemperaturen dan maximaal is.
- Structuurverbetering: de teelt van een vanggewas onder maïs heeft positieve effecten op de kwaliteit van de bodem (o.a. door de goede beworteling van het gras).
- Bodemvruchtbaarheid: onderploegen van een vanggewas verbetert de structuur van de bodem en verhoogt het gehalte aan organische stof.
- Een waterhuishouding: een vanggewas zorgt voor een verbetering van de waterhuishouding.

Het zaaitijdstip bepaalt het succes van de teelt. Het vanggewas moet op tijd worden ingezaaid om zich voldoende te kunnen ontwikkelen. Als het te vroeg wordt gezaaid concurreert het met de jonge maïsplantjes om vocht en voedingsstoffen. Advies is daarom vanggewas te zaaien als de maïs 40 tot 50 cm hoog en bijna gesloten is.

Bron: Folder. Gras zaaien onder maïs. Praktijk veehouderij, Lelystad www.pv.wageningen-ur.nl

Gewasbeschermingsmiddelengebruik

Gewasbeschermingsmiddelen zijn bedoeld om bodemorganismen of onkruiden te doden. Hiernaast zijn er echter veel onbedoelde effecten voor het bodemleven. Tevens is het niet wenselijk dat gewasbeschermingsmiddelen langer dan nodig in de bodem achterblijven. Middelen kunnen in de bodem accumuleren. De onderstaande milieumeetlat beoordeelt gewasbeschermingsmiddelen o.a. op het risico voor bodemleven, waarbij zowel met de korte als de lange termijneffecten rekening wordt gehouden. Hiernaast beoordeelt de milieumeetlat ook de gevolgen voor slootleven en grondwater. Uitgangspunt hierbij is dat de risico's voor het milieu verwaarloosbaar zijn als er minder dan 100 milieubelastingpunten (MBP) zijn toegekend.

Tabel 1. Milieubelastingpunten van de middelen die zijn toegestaan voor maïsland.

Werkzame stof	Max. dosering (kg/ha of l/ha)	kg werkzame stof (kg/ha)	MBP Water	MBP Bodem	MBP Grondwater in voorjaar
sulcotrion	1	0,3	2	1	0
2,4-d	2	1	2	8	0
mesotrione	1,5	0,15	7,5	1,5	0
bromoxynil	1,25	0,2813	17,5	0	0
bromoxynil	2,4	0,6	38,4	0	0
fluroxypyr	1	0,2	4	11	1
nicosulfuron	1	0,04	0	0	24
bentazon	3	1,44	0	0	87
isoxaflutool	0,1	0,075	2,5	0,2	0,8
glyfosaat	6	2,16	6	18	0
dicam ba	0,6	0,288	22,8	6	3
s-metolachloor	1,6	1,536	80	9,6	1,6
Herbiciden met risico voor het milieu (100-1000 mbp)					
dimethenamid-p	0,9	0,648	153	6,3	0
glufosinaat-ammonium	5	1	0	15	195
bromoxynil; pyridaat	2	0,8	36	4	180
aclonifen	3	1,8	225	36	0
dimethenamide	1,6	1,44	288	27,2	0
pendimethalin	4	1,6	236	140	0
pyridaat	2	0,9	36	8	260
rimsulfuron	0,04	0,01	0,04	0,16	232
pyridaat; terbutylazin	2	0,82	118	1740	110
terbutylazin	1,5	0,75	165	2550	22,5
bentazon; terbutylazin	4	1,6	168	2760	72
Insecticiden met verwaarloosbaar risico voor het milieu (0-100 mbp)					
dimethoaat	0,5	0,2	0,5	31,5	0
dimethoaat	0,5	0,2085	0,5	32,5	0

geen risico: 0 mbp

verwaarloosbaar risico: 0-10 mbp

gering risico: 10-100 mbp

Risico: 100 -1000 mbp

Groot risico: meer dan 1000 mbp

13 Bodem beoordelen

Deze meeneeminfo is een handleiding om in een situatie in te schatten welke maatregelen op korte termijn wenselijk zijn.

Gewas

1. Welke gewassen en groenbemesters worden er geteeld?
2. Wat is de vruchtwisseling?
3. Welke gewassen hebben een goed teeltverloop en welke minder?
4. Wat zijn de opbrengsten?
5. Welke ziekten komen het meest voor?

Goed

Tuinbouw/akkerbouw

Diepwortelende gewassen/groenbemesters

Vlinderbloemigen

Langdurige bodembedekking

Gewassen die vroeg het veld ruimen

Vruchtwisseling van 1: 6 of meer

Afwisseling maai en rooivruchten

Gemiddeld redelijke opbrengsten van alle gewassen

Weidebouw

Variatie in soorten gras, kruiden en vlinderbloemigen

Gesloten grasmat

Maaien onder droge omstandigheden

Regelmatig maaien en beweiden

Minstens 1 keer maaien in een seizoen

Beweiden wanneer de bodem dat toelaat

Niet goed

Tuinbouw/akkerbouw

Eenzijdig ondiep wortelende gewassen

Gewassen die een zware mechanisatie-behoefte hebben

Gewassen die laat worden geoogst

Vruchtwisseling met alleen rooivruchten

Wisselende resultaten in gewasopbrengst

Weidebouw

Eenzijdig grasbestand

Holle stand

Maaien onder natte omstandigheden van de bodem

Maaien van te zware sneden

Alleen beweiden

Te hoge veebezetting per ha

Bemesting

1. Hoe wordt er door de gehele vruchtwisseling heen bemest?
2. Welke meststoffen worden gebruikt en hoeveel?
3. Wanneer worden deze meststoffen toegediend?

Goed	Niet goed
Vaste stalmest- en compostsoorten	Drijfmest
Toediening kort voor of in een groeiend gewas	Eenzijdig koolstofrijke meststoffen
	Eenzijdig stikstofrijke meststoffen
Toediening onder luchtige omstandigheden in de bodem	Toedienen onder te natte omstandigheden
Regelmatig bemesten	Onregelmatig terug kerende bemesting
Bemesten combineren of afwisselen met onderwerken van vers organisch materiaal (groenbemesters)	
Groenbemesters onderwerken in het voorjaar, ondiep en onder luchtige omstandigheden	Geen groenbemesters

Bodem

1. Zijn er bijzonderheden te vinden in de bodemanalyse?
2. Hoe is de structuur in de bovenste teeltlaag en hoe daaronder?
3. Is er sprake van sterke horizontale gelaagdheid?
4. Hoe is de bodemweerstand?
5. Hoe is de beworteling?
6. Is het een voedselrijke situatie (omzetting door rode wormen)
7. Is het een voedselarme situatie (geen teken van omzetting)
8. Hoe is de vochtvoorziening en ontwatering?

Goed	Niet goed
Goede gehaltes van alle elementen	Te hoge of te lage pH
Kruimelige structuur	Te lage gehaltes organische stof, N, P en K
Geen storende lagen	Te vaste structuur
Vrije doorworteling met regelmatige vertakkingen en actieve haarwortels	Gestoorde beworteling
Wormenactiviteit zowel in de bovenste 40 cm van de bouwvoor als in de diepere lagen (verticale gangen)	Geen enkel teken van bodemleven
	Stagnerende waterafvoer
	Beperkt watervasthoudend vermogen of opstijgend vermogen

Bodembewerking

1. Komt het regelmatig voor dat juist op het verkeerde moment de bodem wordt bewerkt (zichtbaar aan rijsporen, matig zaaibed, onregelmatigheden in het gewas door structuurproblemen)?
2. Is de grond makkelijk bewerkbaar? (ervaring teler)
3. Met welke machines wordt gewerkt?
4. Is er een bewerkingsstrategie?
5 Wordt het door de teler zelf gedaan of door een loonwerker?
6. Zijn er veel tussentijdse bewerkingen?
7. Wordt er met lagedrukbanden en gestuurde assen gewerkt? (ook loonwerker)

Goed

Zo min mogelijk berijden

Voor de bewerking eerst de grond en ondergrond zorgvuldig beoordelen op draagkracht en bewerkbaarheid

Rijden wanneer de grond draagkrachtig genoeg is

Brede werkbreedte

Werken met lagedrukbanden (0,4 tot 0,8 bar op het veld)

Meerassige voertuigen zijn gestuurd

Bewerking met instandhouding van de organische structuurelementen

Niet goed

Niet het juiste tijdstip kiezen

Bewerken zonder eerst ook de ondergrond op draagkracht te beoordelen

Te intensief bewerken waarbij de organische structuurelementen mechanisch worden verkleind

Werken met zware machines op hoge drukbanden

Werken onder te natte omstandigheden

Woelen zonder een duidelijke beoordeling en plan van aanpak

14 Economische aspecten van duurzaam bodembeheer

De conditie van de bodem is bepalend voor het economisch resultaat. Een goede conditie van de bodem staat garant voor een goede doorwortelbaarheid, waterhuishouding en voedingsstoffen leverend vermogen. Door het stijgende stikstofgebruik, van de laatste 40 jaar, in zowel de akker- tuinbouw als in de melkveehouderij is het mogelijk geworden om op minder goede gronden en slecht beheerde gronden toch redelijke opbrengsten te realiseren. De mestwetgeving heeft hier verandering in gebracht. Door de schade aan het milieu van het overmatig gebruik van stikstof en fosfaat is iedereen in Europa verplicht om terug te gaan in het niveau van bemesting.

In de veehouderij is de afgelopen jaren sprake van een ware stikstof revolutie. Waar 10 jaar geleden nog 400 tot 600 kg N op grasland werd gebruikt naast de drijfmest (die niet werd meegerekend), gebruikt men nu 200 tot 350 kg N op grasland met mederekening van de drijfmestgift. De betere benutting van de drijfmest door uitrijregels en vermindering in het gebruik van stikstof betekent economisch gezien een vergelijkbare opbrengst bij lagere kosten. 200 kg N in de vorm van KAS minder, betekent € 111 per ha besparing (740 kg KAS à € 15/100 kg).

Bij veel bedrijven blijkt het mogelijk om redelijk op productie te blijven met een halvering van de kunstmestgift van 10 jaar geleden. Zij komen evenwel nieuwe vragen tegen die ze voorheen niet hadden. Gronden en percelen die een slechte bodemconditie hebben laten dit bij een lagere stikstofbemesting sneller zien. Tabel 1 laat zien dat berijden met een te hoge bandendruk altijd opbrengst kost en het belang van een goede bandenspanning toeneemt naarmate de N-gift lager is. 15% verlaging van de droge stof opbrengst door vermindering van de bodemconditie betekent op jaarbasis bij een gemiddelde droge stof opbrengst van 12.000 kg per ha een verlies van € 153 per ha (1.800 kg ds à € 0,085 per kg ds).

Tabel 1. Verband tussen N-gift en berijding op graslandopbrengst (kg ds per ha)

N-niveau	Berijding		
	Geen	0,9 bar	1,5 bar
200	2000 (100 %)	1875 (94 %)	1700 (85 %)
400	2900 (100 %)	2850 (98 %)	2825 (97 %)

Bron: DLV

De conditie van de bodem is dus van economisch belang.
Enkele andere voorbeelden

- Percelen met een slechte oppervlakteafwatering warmen later op en laten zich eerder vertrappen of door machines in elkaar rijden. Dit heeft directe gevolgen voor de productiviteit omdat de mineralisatie van N trager gaat of gedeeltelijk niet plaats vindt en de uitspoeling van N sterker is.
- Percelen op zandgrond met een laag gehalte aan organische stof hebben een beperkte bewortelingsruimte omdat het poriënvolume gering is. Het gebrek aan stabiele aggregaten en het doorgaans afwezig zijn van wormen tot 40 cm diepte zorgen vaak voor een scherpblokkige structuur vanaf 5-10 cm diepte en daaronder. Uitspoeling en verminderde opnamecapaciteit van N door een beperkte bewortelingsruimte zorgen voor verlaging van de productiviteit.

Maatregelen

Maatregelen dienen niet alleen gebaseerd te zijn op de gedachte dat er met een bepaalde hoeveelheid input aan N een gegarandeerde optimale opbrengst gehaald kan worden. Evenveel aandacht verdient de conditie van de bodem bij diverse maatregelen in het bedrijf als weidebeheer, bemesting, berijden van de grond en graslandvernieuwing. De veehouderij heeft het grote voordeel dat ze beschikken over een graszode die jaarlijks organische stof produceert. Naarmate dat beter gebeurt (dat hangt samen met de diepte en intensiteit van de beworteling), zorgt de zode voor het instandhouden van een goede bodemconditie. Grasland met een slechte bodemconditie reageert snel op perioden van droogte of gebrek aan voedingsstoffen.

Er is al snel wat te verdienen met een verbetering van de bodemconditie. Meestal is het niet direct te zien wat de maatregelen opleveren omdat ze in algemene zin de productiecapaciteit en de stabiliteit van de productie van de bodem bevorderen. 5 tot 10% meeropbrengst is vaak met het blote oog niet waarneembaar.

Biologische veehouderij
In de biologische rundveehouderij is het vakmanschap van de grasklaverteelt direct gerelateerd aan een goed bodembeheer. Percelen die een goede bodemconditie hebben houden het klaverbestand op peil en hoeven derhalve minder vaak opnieuw ingezaaid te worden. Grasklaverland vernieuwen kost circa € 400,-/ha. Bij een matige tot slechte bodemconditie betekent dat er iedere 3 jaar opnieuw wordt ingezaaid. De kosten zijn dan € 133,-/ha/ jaar (€ 400,-: 3). Bij een goede bodemconditie is herinzaai pas na 6 jaar nodig om het klaverbestand op peil te houden. Dit betekent een gemiddelde kostenpost van € 67 per hectare (€ 400 : 6). Op een bedrijf met 50 hectare grasland betekent dat een verschil aan kosten € 3.300 per jaar (€ 66/ha x 50).

Akkerbouw en vollegronds groenteteelt.
In deze sectoren van de landbouw is het op peil houden van de bodemconditie moeilijker omdat ze de graszode missen als constante bron van organische stof aanvoer. Bodembewerking kan de structuur tijdelijk verbeteren. Voor een structurele verbetering zijn naast de bodembewerking, gewaskeuze, groenbemesters en mestkeuze van belang.

In de praktijk is de zwaarte van de grond vaak bepalend voor de aandacht die de boer heeft voor de conditie van de grond. Op een lichte zavel (tot 12% afslibbaar) of zandgrond kan je het hele jaar de bodem bewerken, bemesten en oogstwerkzaamheden uitvoeren. Omdat de grond dat toelaat ontstaan vaak nauwe rotaties met gewassen die midden in de winter nog geoogst moeten worden als onderdekkerspeen, schorseneren of prei. De bemesting is alleen gewasgericht en wordt vaak in delen uitgevoerd. Groenbemesters worden nauwelijks geteeld. Naarmate gronden zwaarder worden is de rol van de bodemconditie groter en de gewaskeuze minder groot. Op de zware gronden in Noord Groningen kom je dan alleen gewassen als graan en luzerne tegen. Deze verbeteren de bodemconditie.

Tussen deze twee uitersten bevindt zich de grote groep gronden waar de meeste akkerbouw en vollegrondsgroenteteelt plaats vinden. De lichte zavel en kleigronden. Deze gronden produceren beter bij een goede conditie. Dit laat zich zien in een betere opkomst in het voorjaar, een betere mineralisatie en benutting van de voedingsstoffen en een betere beworteling. Al deze eigenschappen zorgen voor een stabielere groei en daardoor minder ziekten en betere productie. Om de conditie te verbeteren zijn er een aantal extra maatregelen nodig die extra geld kosten. De vraag is, hoeveel meer opbrengst is er nodig om deze extra kosten te vergoeden.

Aan de hand van een vruchtopvolging in een biologisch akkerbouwbedrijf met groenteteelt op een zavelgrond in Flevoland wordt duidelijk wat de economische consequenties zijn van een bodemgerichte benadering

Variant 1. Met aandacht voor een goede bodemconditie
7 jarige vruchtopvolging met aandacht voor een goede bodemconditie.
Zoveel mogelijk groenbemesters en bemesting in het najaar met mest die zowel bodem als gewas voedt.

Gewas	*Groenbemesting*	*Bemesting*	*Saldo*
1. Luzerne		35 t. potstalmest	€ 790
2. Aardappelen	Bladrammenas		€ 2.316
3. Z. tarwe	witte klaver+stro	35 t. potstalmest	€ 1.667
4. Rode biet			€ 2.336
5. Z. tarwe	witte klaver+stro	35 t. potstalmest	€ 1.667
6. Zaaiui	Mosterd		€ 6.969
7. Witlofpennen		1 t. Vinasse	€ 4.432
Gemiddeld saldo per ha			€2.882 (€ 20.177 : 7)

Bron: KWIN, 2002

Totale kosten groenbemesters incl. zaaien € 510
Totale kosten bemesting incl. uitrijden € 1.430
Organische stofgehalte stijgt in 7 jaar van 2% naar 2,1%

Variant 2. Gericht op voeding van het gewas.
Dezelfde vruchtopvolging met hoofdzakelijk aandacht voor de voeding van het gewas.
Luzerne wordt vervangen door tarwe en stikstofrijke meststoffen worden hoofdzakelijk in het voorjaar gewasgericht toegediend.

Gewas	*Groenbemesting*	*Bemesting*	*Saldo*
1. Luzerne		35 t. potstalmest	€ 790
1. Z. tarwe		25 kub rdm	€ 1.832
2. Aardappelen		8 t. Kippenmest	€ 2.802
3. Z. tarwe		25 kub rdm	€ 1.832
4. Rode biet		4 t. Vinasse	€ 2.455
5. Z. tarwe		25 kub rdm	€ 1.832
6. Zaaiui		4 t. Vinasse	€ 7.197
7. Witlofpennen		1 t. Vinasse	€ 4.432
Gemiddeld saldo per ha			€ 3.197 (€ 22.382 : 7)

Bron: KWIN, 2002

Totale kosten groenbemesters incl. zaaien € 0
Totale kosten bemesting incl. uitrijden € 1.123
Organische stofgehalte daalt in 7 jaar van 2% naar 1,9%

In de eerste vruchtopvolging wordt zoveel mogelijk groenbemesters gezaaid en het stro van de tarwe blijft op het land. De bemesting is met vaste potstalmest in de herfst. De afwisseling van maaivrucht met rooivrucht zorgt voor een goede bodemstructuur. Stikstofbindende groenbemesters zorgen voor een groot deel de stikstofvoorziening van de volggewassen. Gezien de mogelijke stijging van het organische stofgehalte van 2% naar 2,1% in 7 jaar zal de bodemstructuur en de mineralisatie van voedingsstoffen uit organische stof optimaal zijn. In de tweede variant is meer gewasgericht gewerkt op basis van een gezonde 7 jarige vruchtopvolging. De bemesting vindt plaats in het voorjaar met stikstofrijke meststoffen. Groenbemesters worden niet geteeld en het tarwestro wordt afgevoerd. Het organische stofgehalte zal bij deze werkwijze in 7 jaar dalen van 2% naar 1,9%. De daling van het organische stofgehalte onder de 2% kan leiden tot minder makkelijk bewerkbare grond, meer verslemping in het voorjaar en minder mineralisatie uit de organische stof.

Financieel
Bij gelijk opbrengstniveau is het financieel resultaat € 315 of 10% hoger in de variant 2. Het verschil ontstaat door de opbrengst van het tarwestro, de aankoop van verschillende soorten mest incl. uitrijden en de inzaai van groenbemesters.

Verschillen tussen de varianten

Hoe stabiel zal het opbrengstniveau in variant 2 blijven wanneer het organische stofgehalte daalt? Verschillen zullen vooral optreden bij de regelmaat van opkomst van de gewassen in het voorjaar en een regelmatige doorgroei in de zomer. Bij tarwe hoeft dat niet snel tot opbrengstderving te leiden. Bij rode biet, uien en witlofpennen is een regelmatige en snelle opkomst in het voorjaar bepalend voor de sortering en financieel resultaat. Wanneer 10% van de witlofpennen later opkomen dan is de kans groot dat ze niet meer tot een volledige pen uitgroeien. Deze 10% kan 13.000 pennen meer of minder oogst betekenen € 650 per ha (à € 0,05). Bij aardappelen, rode biet en uien zijn de netto af te leveren kilo's in de juiste sortering bepalend voor het financieel resultaat. Dan is 10% verschil voor deze gewassen € 350, € 750 en € 800 per hectare het verschil. Stel dat de hoog salderende gewassen bij variant 1, 10% hoger resultaat hebben dan betekent dat voor de totale vruchtopvolging € 364 per hectare (€ 2.550 : 7).

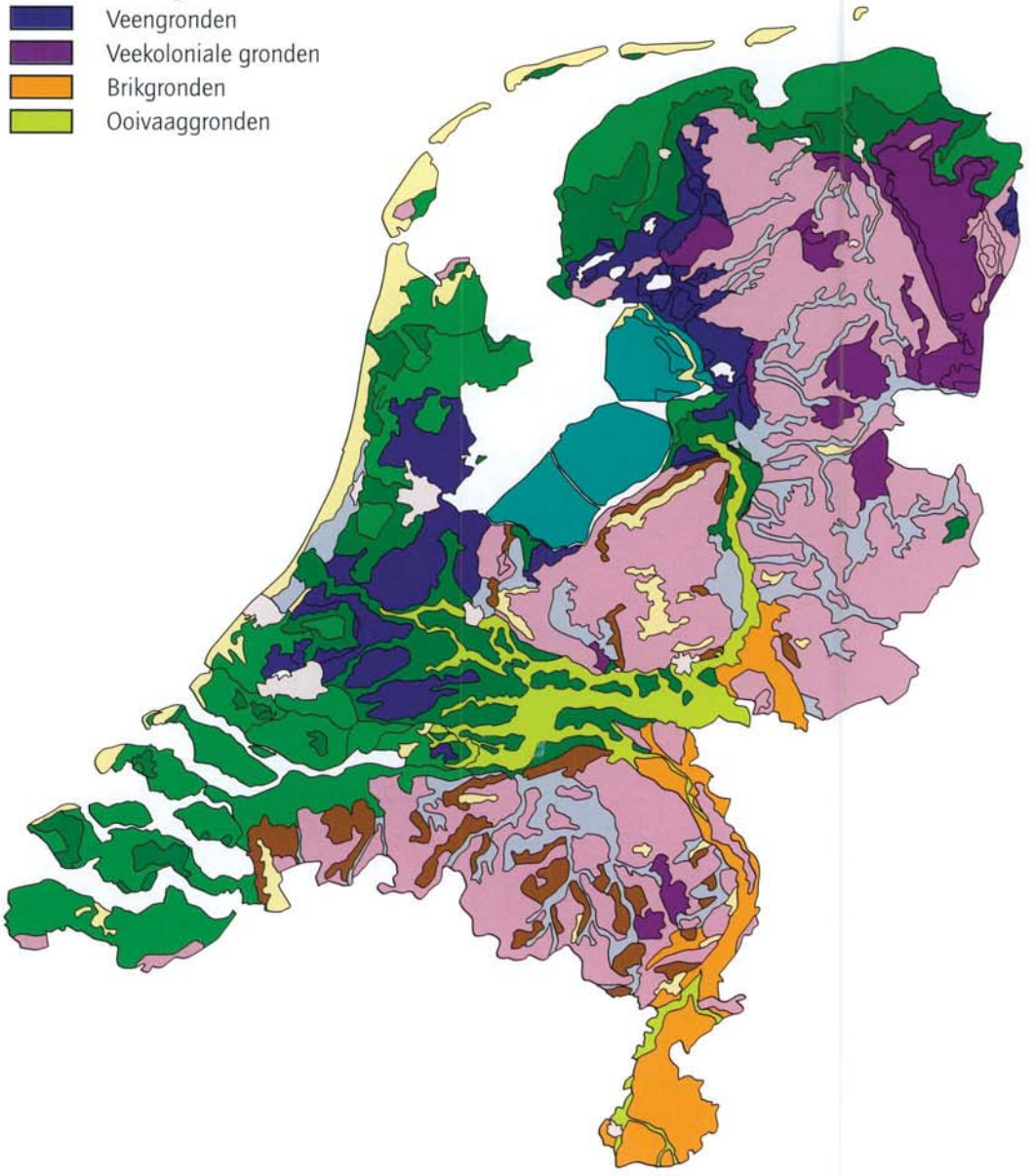
Over 25 jaar?

Financieel is variant 2 in theorie het meest aantrekkelijk maar zal in de praktijk dichtbij het resultaat van variant 1 blijven omdat bij variant 1 de resultaten beter zullen zijn door een beter bodemconditie.
De verschillen tussen deze varianten zijn na b.v. 25 jaar veel groter: variant 1 heeft dan een organische stofgehalte van circa 2,35% en variant 2 heeft na 25 jaar een organische stofgehalte van 1,65%.
De kwaliteitsverschillen zullen zich in de loop van de tijd alleen maar versterken waardoor variant 1 als strategie voor een economisch stabiel resultaat te verkiezen is boven de strategie van variant 2.

15 Overzicht van de Nederlandse bodems

De Nederlandse gronden zijn globaal in te delen in een tiental bodemtypen die vaak sterk uiteenlopende eigenschappen hebben. Het bodembeheer van een bodemtype is samen te vatten in een aantal algemene richtlijnen.
Voor de volgende bodemtypen zijn deze richtlijnen samengevat:

- Beekeerdgronden
- Enkeerdgronden
- Poldervaaggronden in Flevopolders
- Poldervaaggronden in de zeekleigronden
- Poldervaaggronden in kalkloze klei
- Podzolgronden
- Veengronden
- Veekoloniale gronden
- Brikgronden
- Ooivaaggronden



Beekeerdgronden

Verspreid over het gehele zandgebied van Noord, Oost en Zuid-Nederland liggen langs beken en middelgrote rivieren de beekeerdgronden. Ze zijn ontstaan door ontginning van elzenbroekbos. De bodem kent twee lagen: Een donkere bovengrond met een scherpe overgang naar een organische stofarme ondergrond.

De bovengrond kan bruin of zwart zijn. De zwarte heeft minder gunstige eigenschappen dan de bruine; is meer smerend bij bewerking onder nattere omstandigheden.

De ondergrond heeft roestvlekken, vrijwel alleen rond voormalige wortelgangen.

De zwarte beekeerdgronden hebben bij hogere organische stofgehalten een minder goede bewerkbaarheid. Vooral de bruine zijn bij een goede ontwatering voor veel teelten te gebruiken. Gunstig is vaak de vochtlevering vanuit de ondergrond in de zomer.

Beheer van de beekeerdgronden

Gewassen

Deze bodems stellen geen specifieke eisen aan de te telen gewassen.

Groenbemesters

Onderploegen van makkelijk verteerbare resten van groenbemesters is niet goed vanwege de kans op anaërobie in de grond.

Mest en compost

Gebruik van verse mest is minder gunstig omdat dan luchtgebrek kan optreden. Een rulle gecomposteerde vaste mest is hier beter op zijn plaats. Groencompost en GFT zijn hier vaak niet nodig omdat het organische stofgehalte voldoende hoog is.

Bodembewerking

De laag onder de bouwvoor bevat weinig organische stof en kan door gebruik van machines verdichten. Losmaken is vaak niet wenselijk omdat de van nature aanwezige poriën verstoord worden en het effect uiteindelijk negatief is. Losmaken van de ondergrond alleen bij extreme problemen die niet op andere wijze (bijvoorbeeld door stimulering regenwormen) opgelost kunnen worden.

Enkeerdgronden

Enkeerdgronden zijn ontstaan door eeuwenlange ophoging met plaggenmest. Bij de bruine enkeerdgronden is strooisel uit bossen of plaggen uit beekdalen in potstallen gebruikt. Bij de zwarte is met heideplaggen gewerkt.

De bruine enkeerdgronden hebben een organische stof die betere eigenschappen heeft dan de zwarte. Hierdoor is de bewerkbaarheid beter en de ondergrond minder vaak verdicht. Vooral in het zuiden van het land komen de bruine enkeerdgronden voor, deze worden vaak gebruikt voor de groenteteelt.

Beheer van de enkeerdgronden

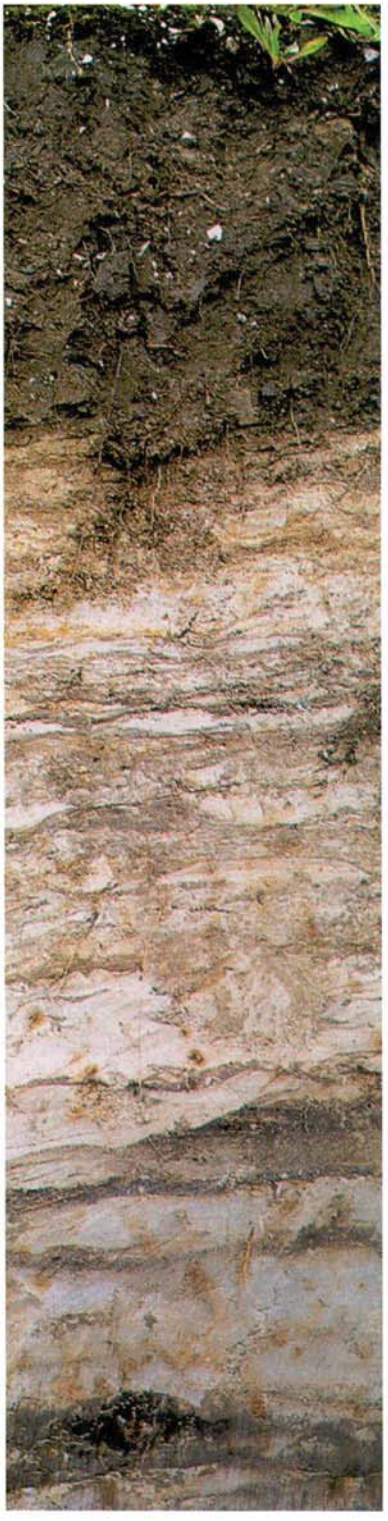
Gewassen
Omdat de organische stofgehalten vaak laag zijn, zijn organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) van groot belang.

Groenbemesters
Klavers en andere stikstofrijke groenbemesters dragen bij aan het onderhouden van de bodemstructuur. Daarnaast zijn ook de organische stof opbouwende groenbemesters van belang.

Mest en compost
Bij een zeer slechte structuur kan het wenselijk zijn om gecomposteerde mest of humusopbouwende compost te gebruiken.

Bodembewerking
Bodembewerking alleen uitvoeren na een profielbeoordeling want vaak zijn deze gronden onder in voldoende los. Is er onder in de grond toch verdichting opgetreden dan is het noodzakelijk om de ondergrond los te maken.

Poldervaaggronden in de Flevopolders



De bodemstructuur is op deze jonge gronden vaak beter dan op oudere zeekleigronden. Deze gronden hebben een bouwvoor die nog vrij arm is aan organische stof. Hieronder bevindt zich een laag die vaak zeer arm is aan organische stof. Toch bevat de ondergrond van nature genoeg poriën, waardoor wortels goed naar diepere lagen en naar het grondwater toe kunnen groeien.

Door mechanisatie ontwikkelt zich onder de bouwvoor vaak een verdichte laag die sterk remmend voor de wortelontwikkeling kan zijn. In de poldervaagronden kunnen plaatselijk veenresten voorkomen.

Beheer van de poldervaaggronden in de Flevopolders

Gewassen

Organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) zijn van groot belang. Ook diepwortelende gewassen (zoals granen) zijn gewenst om meer organische stof en bodemleven in de ondergrond te krijgen.

Groenbemesters

De humusopbouwende groenbemesters hebben op deze gronden de voorkeur. Klavers en andere stikstofrijke groenbemesters kunnen aanvullend werken voor het onderhouden van de bodemstructuur.

Mest en compost

Gecomposteerde vaste mest verdient de voorkeur boven verse mest, vanwege de grote kans op zuurstofloze omstandigheden (anaërobe plekken) bij gebruik van verse mest. Humusopbouwende compostsoorten zijn ook wenselijk op deze gronden.

Bodembewerking

Losmaken van de verdichte ondergrond is in het algemeen alleen bij zeer grote structuurproblemen wenselijk. Losmaken van een eventuele verdichte laag onder de bouwvoor verergert vaak structuurproblemen. Verticaal levende regenwormen kunnen van groot belang zijn bij structuurproblemen. In alle gevallen is het belangrijk om aandachtig elke situatie op structuurproblemen te beoordelen.

Poldervaaggronden in de zeekleigronden

Dit bodemtype komt veel voor in West- en Noord-Nederland. De zwaarte van de bovengrond wisselt. Naar beneden toe wordt de grond lichter. De organische stofgehalten zijn in het algemeen laag. Vrijwel altijd onder de 3 %.

Onder de bouwvoor is de bodem vaak verdicht. Deze laag belemmert dan de bewortteling van de ondergrond. De ondergrond is vaak rijk aan poriën en goed doorwortelbaar. De wortels kunnen het grondwater goed bereiken wanneer ze eenmaal voldoende diep, op zo'n 60 cm van het grondwater, zijn gekomen.

Een geringe 'oude kracht', slechte bodemstructuur en vastlegging van fosfaat en eenzijdige 'waterige' groei zijn veel voorkomende problemen op deze gronden.

Beheer van de poldervaaggronden in de zeekleigronden

Gewassen

Organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) zijn van groot belang. Ook diepwortelende gewassen (zoals granen) zijn gewenst om meer organische stof en bodemleven in de ondergrond te krijgen.

Groenbemesters

Klavers en andere stikstofrijke groenbemesters zijn hier van belang. Daarnaast zijn ook organische stof opbouwende groenbemesters gewenst voor het onderhouden van de bodemstructuur.

Mest en compost

Gecomposteerde vaste mest verdient de voorkeur boven verse mest, vanwege de grote kans op zuurstofloze omstandigheden (anaërobe plekken) bij gebruik van verse mest. Humusopbouwende compostsoorten zijn ook wenselijk op deze gronden.

Bodembewerking

Losmaken van de verdichte ondergrond is in het algemeen alleen bij zeer grote structuurproblemen wenselijk. Losmaken van een eventuele verdichte laag onder de bouwvoor verergert vaak structuurproblemen. Verticaal levende regenwormen kunnen van groot belang zijn bij structuurproblemen. Dus is het voeden van het bodemleven door middel van gewasresten, groenbemesters, mest en compost een aandachtspunt. In alle gevallen is het belangrijk om aandachtig elke situatie op structuurproblemen te beoordelen.

Poldervaaggronden in kalkloze klei

Dit bodemtype komt in zee- en rivierkleigronden voor. In het algemeen zijn het zware gronden en kalkloze gronden. Deze combinatie maakt ze moeilijk bewerkbaar en is grasland het meest voorkomende gebruik.

Wanneer de vorming onder brakke omstandigheden heeft plaatsgevonden worden de structuurproblemen extra groot zoals bij de afgebeelde knipkleigrond. In de zomer krijgen deze gronden krimpscheuren: eventuele verdichte lagen worden hierdoor doorbroken. Doordat in de krimpscheuren grond kan vallen kunnen de kluiten tussen de scheuren extra verdicht worden bij het dichtzwellen in de herfst en winter.

Beheer van de poldervaaggronden in kalkloze klei

Gewassen

Naast gras wordt soms ook maïs verbouwd. Indien de bodembewerking zorgvuldig gebeurt kan dit een positieve invloed op de bodemstructuur hebben.

Groenbemesters

Bij een goed beheer van pH, fosfor- en kaliumvoorziening kan een redelijke klavergroei plaatsvinden.

Mest en compost

Gecomposteerde vaste mest verdient de voorkeur boven verse mest. Dunne mest zo oppervlakkig mogelijk inbrengen om anaërobe omstandigheden te voorkomen. Het gebruik van humusopbouwende compostsoorten is niet nodig.

Bodembewerking

De gronden zijn zeer gevoelig onder natte omstandigheden. Hierdoor kan inscharen van vee of berijden tijdens te natte omstandigheden een duidelijke negatieve invloed op de bodemstructuur hebben.

Podzolgronden*

In het zandgebied van Noord-, Oost-en Zuid-Nederland zijn podzolgronden het overheersende bodemtype. Binnen de podzolgronden is er variatie in dikte van de donkere bovengrond, mate van verdichting van de laag onder de bouwvoor en aard van de ondergrond. Verder kan de grondwaterstand wisselen en kunnen er afwijkende lagen voorkomen, zoals keileem in het afgebeelde profiel. De bovenlaag bevat meestal een zwarte soort organische stof afkomstig van heide (aangevoerd met plaggenmest of ter plekke ontstaan).

De bodemstructuur is vanwege deze organische stofsoort vaak een probleem. De ondergrond is van nature verdicht en moet mechanisch losgemaakt worden. Het kan zijn dat wortels of wormen deze laag blijvend los kunnen houden.

Aandacht voor een goede pH op deze van oorsprong zure en steeds weer verzurende gronden is van groot belang.

Beheer van de podzolgronden

Gewassen

Omdat de organische stofgehalten vaak laag zijn, zijn organische stof opbouwende gewassen (grassen en granen) van groot belang. Ook bij hogere organische stofgehalten kan het zijn dat de zwarte organische stof overheerst en toch aanvoer van omzetbare organische stof nodig is.

Groenbemesters

Klavers en andere stikstofrijke groenbemesters zijn hier gewenst. Daarnaast zijn ook organische stof opbouwende groenbemesters van belang voor het onderhoud van de bodemstructuur.

Mest en compost

Alleen bij een zeer slechte structuur is het wenselijk om gecomposteerde mest of humusopbouwende compost te gebruiken.

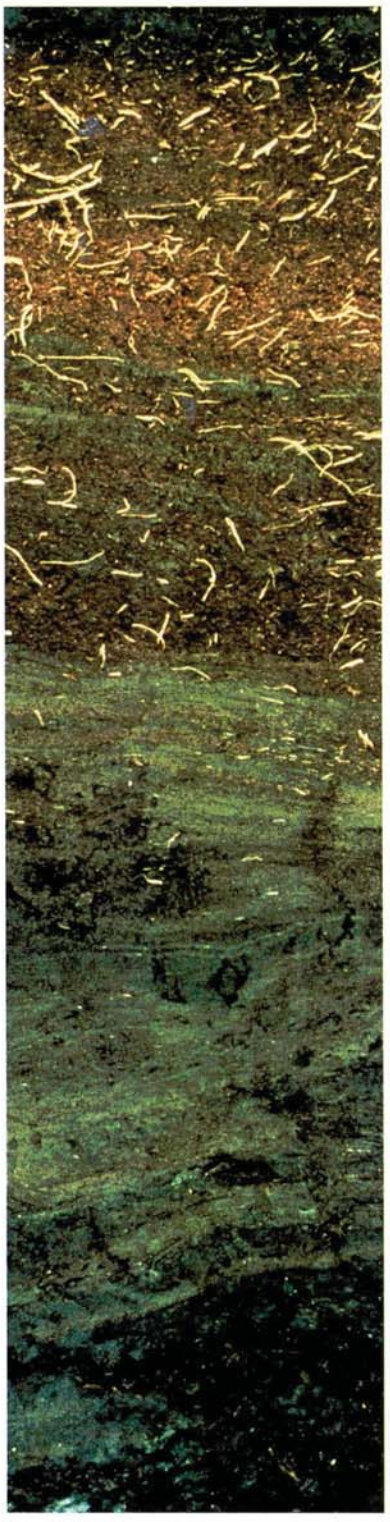
Bodembewerking

Losmaken van de ondergrond is vaak nodig. Herhaling alleen uitvoeren na een profielbeoordeling.

*Binnen het gebied van de podzolgronden komen in de lagere gedeelten ook beekeerdgronden en in de hogere gedeelten enkeerdgronden voor. Deze zijn apart beschreven.

Veengronden

Veengronden komen in veel soorten voor. Alle hebben in de laag 0-80 cm tenminste over 40 cm diepte een laag met meer dan 25% organische stof. Veengronden kunnen verschillen op het gebied van wel of niet gerijpt in de ondergrond, een kleidek, een zandondergrond enz. Grasland is het overheersende landbouwkundige gebruik. Een geringe draagkracht is een belangrijk kenmerk. Bezanden is in het verleden vaak toegepast om de draagkracht te vergroten. Hierbij is belangrijk de dikte van de laag die veraard is. Veraard wil zeggen dat de oorspronkelijke plantenresten niet meer zichtbaar zijn. Deze laag is 'potgrondachtig'.



Beheer van de veengronden

Gewassen

Vaak wordt op een deel van de gronden maïs verbouwd, dit betekent versnelde afbraak van het veen. Een alternatief is grasland doorzaaien met graan. Het graan wordt geoogst als GPS (Gehele Plant Silage). De zode blijft gedeeltelijk in tact waardoor er geen sterke mineralisatie (afbraak) van het veen optreedt.

Groenbemesters

Klavers kunnen zich redelijk ontwikkelen. De pH-KCl moet dan niet teveel onder de 4,8 liggen.

Mest en compost

Gebruik van gecomposteerde vaste mest is wenselijk op deze gronden.

Bodembewerking

De enige bodembewerking die mogelijk is en soms zinvol kan zijn is ploegen voor herinzaai of teelt van maïs.

Veenkoloniale gronden

(Meerveengronden en veldpodzolgronden)

Deze gronden liggen in de afgegraven hoogveengebieden. Er is veel variatie in bodemopbouw. Een donkere bovenlaag op dekzand (soms met een veen tussen laag) met een veldpodzol is het overheersende type. De gronden zijn vaak rijk aan organische stof, maar deze zwarte organische stof heeft minder gunstige eigenschappen: versmeert snel en is niet kruimelig. Deze geringe stabiliteit uit zich ook in de gevoeligheid voor verstuiven in het voorjaar. Bij een hoger organische stofgehalte is de draagkracht minder goed. De ondergrond neigt tot verdichting en moet om de ca. 7 jaar losgewoeld worden tenzij beworteling of wormen dit voldoende doen.

Beheer van de veenkoloniale gronden

Gewassen

Hoewel de bodem vaak veel organische stof bevat ontbreekt het aan makkelijk verteerbare organische stof die bodemleven en bodemstructuur ondersteunen. Verbouw van organische stof opbouwende gewassen zoals granen en grassen is wenselijk.

Groenbemesters

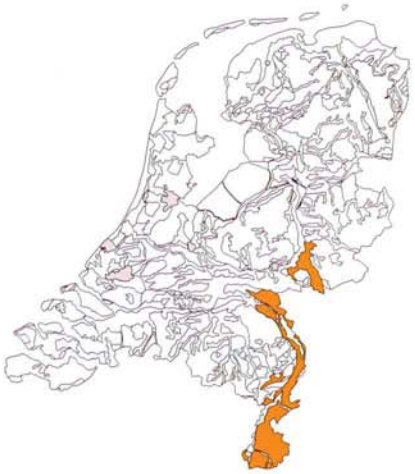
Organische stofopbouwende en stikstofrijke vlinderbloemige groenbemesters zijn beide van belang. Een intensief wortelstelsel zal de bodemstructuur ondersteunen.

Mest en compost

Dierlijke mest is hier van belang. Groencompost en GFT zijn hier minder op hun plaats. De mest is bij voorkeur vast en kan vrij vers worden toegediend, tenzij de bodem sterk verdicht is.

Bodembewerking

Losmaken van de ondergrond moet periodiek gebeuren tenzij een profielbeoordeling uitwijst dat dit niet nodig is.



Brikgronden

Wanneer rivierkleigronden of lössgronden na langere tijd ontkalkt raken en daardoor zeer zuur worden verdwijnt de stabiliteit uit de grond en gaan de kleideeltjes uitspoelen. De bovenlaag wordt zanderig en de laag op 40 tot 80 cm diepte kleiig. De verminderde stabiliteit uit zich in toenemende gevoeligheid voor erosie. Verder zakt de bouwvoor makkelijk in en komen hierdoor structuurproblemen vaak voor. De laag onder de bouwvoor kan makkelijk zo dicht worden dat ontwatering een probleem wordt en de beworteling zich beperkt tot de bouwvoor.

Beheer van de brikgronden

Gewassen

Gewassen die humus opbouwen en een intensief wortelstelsel hebben zijn op deze gronden van belang. Dit zijn bijvoorbeeld grassen en granen.

Groenbemesters4

Vooral humusopbouwende groenbemesters horen hier thuis, zoals granen en grassen.

Mest en compost

Bodemleven en bodemstructuur kunnen hier met gecomposteerde vaste mest het beste onderhouden of verbeterd worden. Plantaardige composten kunnen aanvullend van belang zijn.

Bodembewerking

Bodembewerking onder te natte omstandigheden moet zoveel mogelijk vermeden worden. Losmaken van de ondergrond is vaak nodig. Voordat hier aan begonnen wordt moet eerst goed de profielopbouw beoordeeld worden.

Ooivaaggronden

De beter ontwaterde gronden in het rivierkleigebied zijn al lange tijd in cultuur. Wanneer fruitteelt met grasondergroei langdurig heeft plaatsgevonden zijn deze gronden tot op grotere diepte gehomogeniseerd door het bodemleven (vooral de regenwormen). De bodems zijn over het algemeen licht kalkhoudend, waardoor de pH laag blijft en de humusafbraak niet zo sterk is als op de kalkrijke gronden (jonge zeeklei).

Beheer van de Ooivaaggronden

Gewassen
Bijzondere maatregelen om eenzijdigheden op te heffen zijn hier niet nodig.

Groenbemesters
Ook wat betreft groenbemesters zijn geen bijzondere maatregelen nodig.

Mest en compost
Wanneer de bodemstructuur door bijvoorbeeld te intensieve mechanische bewerking minder goed is, is het van belang geen verse, maar gecomposteerde mest te gebruiken. In het algemeen is plantaardige compost hier niet op zijn plaats.

Bodembewerking
Losmaken van de ondergrond maakt structuurproblemen in het algemeen erger. Stimuleren van wormen is een belangrijk aandachtspunt.

Colofon

©Louis Bolk Instituut, 2006
Coen ter Berg, Jan Bokhorst, Nick van Eekeren,
Ellen Heeres en Chris Koopmans

Deze publicatie is te bestellen onder nummer LB13 bij het
Louis Bolk Instituut
Hoofdstraat 24
3972 LA Driebergen
Tel. 0343 523860
www.louisbolk.nl

Deze publicatie bevat de gebundelde meeneeminfo's die zijn vervaardigd door het Louis Bolk Instituut in het kader van het project Duurzaam Bodembeheer dat door LBI, CLM en NMI in opdracht van de ministeries LNV en VROM van 2001 tot 2003 is uitgevoerd.

Foto's: GAW, Coen ter Berg, Jan Bokhorst,
Nick van Eekeren en Ellen Heeres

Illustraties: Lucy Keijser

Ontwerp: Fingerprint, Driebergen