

3. Bodem



3.1 Inleiding

Begrip voor de bodem

Boeren weten als geen ander dat de grond waarmee ze werken de basis is van hun bestaan. De ene bodem is de andere niet, het kan zware of lichte grond zijn, het kan wel of niet vruchtbaar zijn, meer of minder draagkracht hebben, makkelijke grond zijn of juist moeilijk te bewerken, het kan een 'bonte grond' zijn of uniform van samenstelling. Tal van fysische, chemische en biologische eigenschappen spelen een rol en het maakt dan ook nog uit hoe er in het verleden mee is omgegaan.

Bodemkwaliteit behouden

Onder de bodem wordt verstaan: de bovenste laag van de aardkorst die door planten beworteld kan worden. Het op peil houden of verbeteren van de bodemkwaliteit is een belangrijk uitgangspunt voor natuurinclusieve landbouw. Er is een definitie voor wat we onder bodemkwaliteit verstaan. Deze lange zin zetten we voor de helderheid in een opsomming:

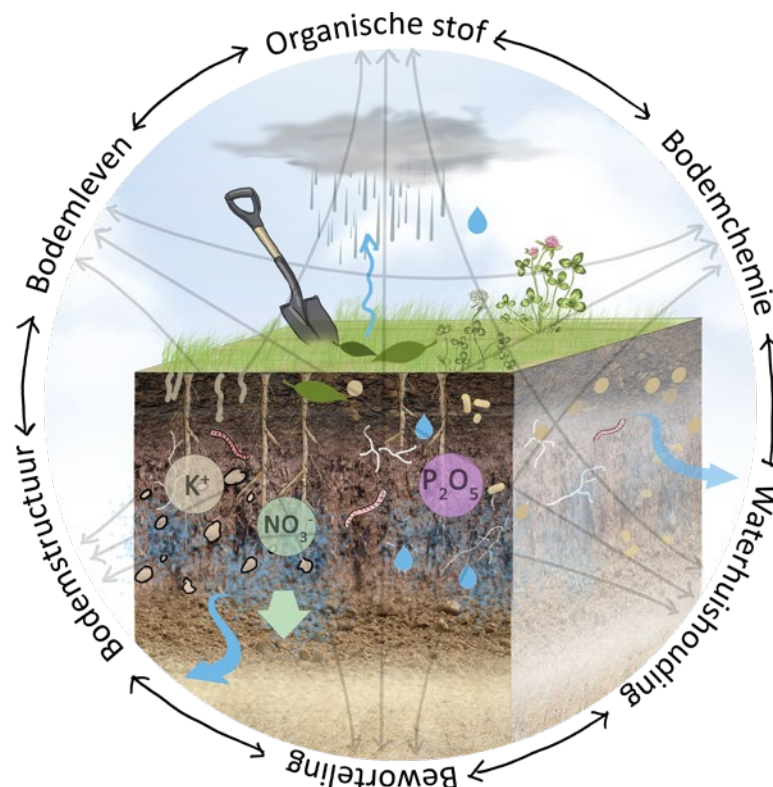
- 'de capaciteit van de bodem om te functioneren als een vitaal levend systeem,
- binnen de grenzen van het ecosysteem en het landgebruik,
- om de productiviteit van planten en dieren in stand te houden of te verbeteren,

- de water- en luchtkwaliteit te verbeteren,
- en de gezondheid van planten en dieren te bevorderen' (Bonfante et al., 2020).

De bodem reguleert het vrijkomen van nutriënten voor gewassen en beïnvloedt de beschikbaarheid van water en zuurstof en de mogelijkheid voor gewassen om te wortelen. De boer heeft dus veel baat bij een goede bodemkwaliteit.

Maatregelen voor betere bodemkwaliteit

De werkzaamheden van de boer hebben veel invloed op de bodemkwaliteit. In dit hoofdstuk komen verschillende maatregelen aan bod die een positief effect hebben op de bodemkwaliteit. Om de maatregelen te kunnen begrijpen is er eerst wat meer begrip nodig over hoe de bodemkwaliteit bepaald kan worden en hoe verschillend bodems in Nederland kunnen zijn. Daarom volgt hier eerst verdiepende informatie over bodemkwaliteit, bodemtextuur, bodemtypes, bodemleven en bodemorganische stof.

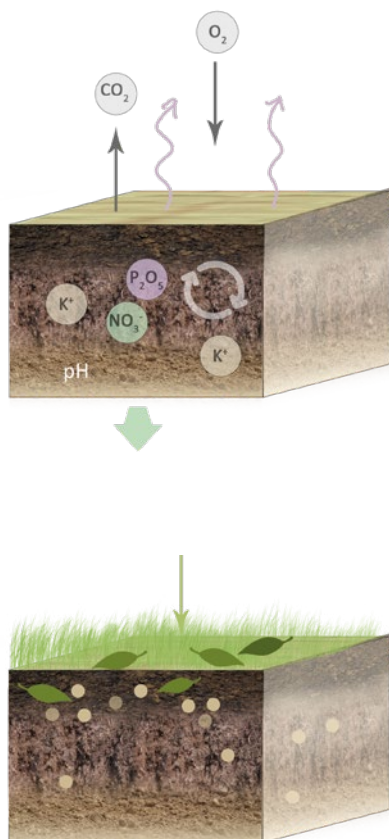


Figuur 3.1. Zes aspecten van bodemkwaliteit: bodemstructuur, bodemchemie, bodemleven, organischestofgehalte, beworteling en waterhuishouding.

Zes aspecten van bodemkwaliteit

Bodemkundigen redeneren vanuit de bodem en geven aan dat de bodemkwaliteit af te lezen is aan drie aspecten: de bodemstructuur, de bodemchemie en het bodemleven. Vanuit de boerenpraktijk zijn het organischestofgehalte van de bodem, de beworteling en de waterhuishouding ook zeer relevant. In dit boek hanteren we daarom zes aspecten van bodemkwaliteit.

Ieder aspect op zich zegt veel over een bodem, maar ze hangen onderling ook sterk samen. Uiteindelijk vertalen deze zes aspecten zich in de gewasgroei.



Bodemchemie

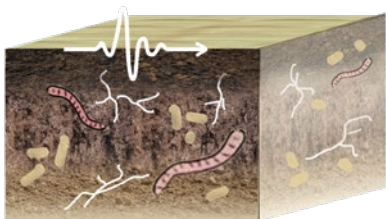
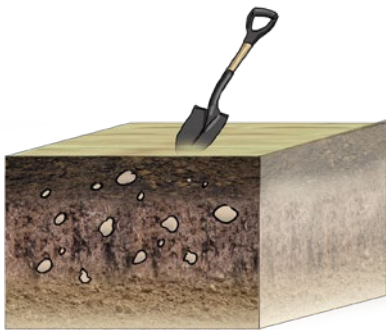
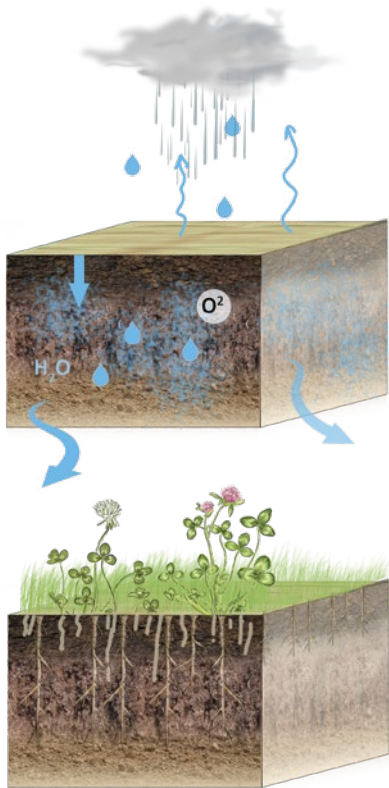
In de bodem spelen zich allerlei chemische processen af. Die zorgen voor het binden en vrijgeven van nutriënten (o.a. stikstof, fosfaat, kalium en magnesium). Welke processen zich afspelen en hoe die processen verlopen is dan weer erg afhankelijk van de zuurgraad (pH), de bodemtextuur, het organischestofgehalte en het bodemleven. De zuurgraad beïnvloedt bijvoorbeeld de beschikbaarheid van nutriënten, waaronder fosfaat. Bij aanwezigheid van klei en humus, worden stabiele klei-humuscomplexen gevormd. Deze kunnen nutriënten binden en loslaten. Ze vormen dus een natuurlijke buffer voor nutriënten en reguleren daarmee de beschikbaarheid van nutriënten voor het gewas.

Organische stof

Een bodem kan veel of weinig organische stof bevatten en dat geeft al veel informatie over de eigenschappen van die bodem. Maar wat is organische stof? Afgestorven plantenwortels, gewasresten, mest en micro-organismen, dat allemaal samen, noemen we de organische stof. Jonge organische stof is nog niet verteerd door het bodemleven en is makkelijk afbreekbaar. Humus is juist oude organische stof die al wel is omgezet en stabiel aanwezig is in de bodem. Een hoog organischestofgehalte verhoogt de natuurlijke productiviteit van de bodem.

Verschillende soorten organische stof

De laatste wetenschappelijk inzichten over bodemorganische stof nuanceren het verhaal van 'oude' en 'jonge' organische stof. Door nieuwe meettechnieken is duidelijk geworden dat sommige organische moleculen, vooral de kleine, kunnen vastplakken aan bodemdeeltjes en zo afbraak door micro-organismen vermijden. Dat deel wordt 'mineraal-geassocieerde organische stof' (MAOM) genoemd. Verse plantenresten, of 'particulaire organische stof' (POM), worden vaak snel afgebroken, maar kunnen ook door schimmeldraden ingepakt worden en door het slijm dat bacteriën uitscheiden, worden vastgeplakt. Zo kunnen ze de kern vormen van bodemaggregaten. Dat zijn kluitjes vastgeplakte bodemdeeltjes en organische stof die hen langdurig beschermen tegen afbraak.



Waterhuishouding

Voor de groei van planten moet er water en zuurstof in de bodem aanwezig zijn. Ook voor het bodemleven en de chemische processen die daar plaatsvinden is water nodig. Kleine poriën (< 0,03 mm) houden water vast. Grote poriën zorgen voor zuurstof. Bij veel regen in korte tijd is het belangrijk dat de bodem het water kan afvoeren. Wormengangen en een goede bodemstructuur helpen daarbij. Een diepe beworteling en een hoog gehalte organische stof kunnen bijdragen aan droogtetolerantie.

Beworteling

Wortels zijn de verbinding tussen bodem en gewas, en vormen de bodem. Met hun wortels nemen de planten water en nutriënten op uit de bodem. Ook ondersteunen wortels de bodemstructuur. Wortels groeien niet alleen, maar sterven ook af. Ze voeden zo het bodemleven met organische stof. Levende wortels scheiden ook stoffen af die het bodemleven kunnen voeden of chemische processen in de bodem beïnvloeden. Het gewas heeft dus invloed op de bodem en de bodem weer op het gewas.

Bodemstructuur

Een goede bodemstructuur zorgt ervoor dat er voldoende vocht en lucht in de bodem is en dat voedingsstoffen goed bereikbaar zijn voor de gewassen. Een verdichte bodemstructuur of een verdichte ploegzool (harde ondergrond net onder ploeg-/spitdiepte) belemmeren de groei van gewassen, omdat water niet goed naar beneden kan zakken, wortels niet meer goed kunnen groeien en/of er onvoldoende zuurstof beschikbaar is voor de wortels. Een goede bodemstructuur kenmerkt zich door kruimels en afgeronde structuurelementen en vertoont geen scherp-blokkige structuurelementen. Een goede bodemstructuur zorgt voor een goede waterhuishouding en voldoende zuurstof in de bodem. Dit is van belang voor de plantengroei.

Bodemleven

De bodem zit vol leven! In gewicht is de 'veestapel' onder de grond soms nog groter dan die erboven. Allerlei levende organismen als schimmels, bacteriën, aaltjes, insecten en wormen vormen samen het bodemleven. Dat ondergrondse leven heeft veel invloed op processen als het vrijkomen en vastleggen van voedingsstoffen, opbouw en afbraak van organische stof, opbouw en onderhoud van de bodemstructuur, reguleren van ziekteverwekkende organismen of plagen en afbraak van giftige stoffen. Belangrijk is dat het bodemleven wordt gevoed met voldoende organische stof. Dit kan met organische meststoffen (bijvoorbeeld vaste mest of compost), gewasresten of afstervende wortels van bijvoorbeeld gras, granen, of groenbemesters (jonge organische stof).

Bodemkwaliteit beoordelen

Er bestaan verschillende methodes om de bodemkwaliteit te beoordelen. Vaak geeft een combinatie van kijken en meten de meeste informatie. In Nederland wordt nu vaak de BLN bodemindicatorset gebruikt (figuur 3.2). De bodemstructuur, de beworteling en het bodemleven zijn visueel te beoordelen aan de hand van een profielkuil.

Een profielkuil is een kuil van 50 bij 50 cm van tenminste 40 cm diep. De dichtheid, bewortelingsdiepte en kleur van de

bodem zeggen veel over de bodem. En ook bijvoorbeeld de aan- of afwezigheid van wormen.

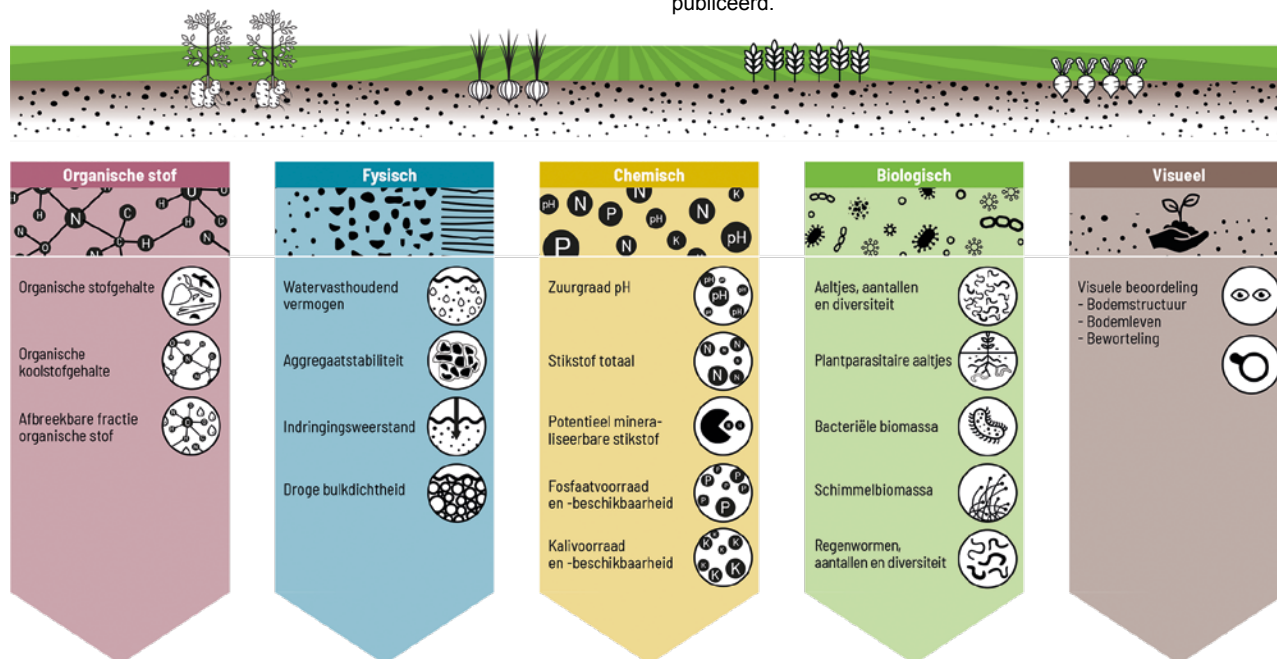
Het organischestofgehalte, de hoeveelheid nutriënten en zuurgraad van de bodem, en de aanwezigheid van schimmels, bacteriën en aaltjes, kunnen gemeten worden door een grondmonster te nemen en deze te laten analyseren bij een bodemkundig laboratorium. Vervolgens is interpretatie van de analyses belangrijk om daarmee de juiste maatregelen te nemen voor de bodem.

Onderzoek	Onderzoek-/ordernr:	Datum monstername:	Datum verslag:
	796411/005794968	22-07-2022	02-08-2022
Resultaat	Eenheid	Resultaat	
Chemisch	N-totale bodemvoorraad	kg N/ha	4550
	C/N-ratio		14
	N-leverend vermogen	kg N/ha	70
	S-plantbeschikbaar	kg S/ha	7
	S-totale bodemvoorraad	kg S/ha	835
	C/S-ratio		79
	S-leverend vermogen	kg S/ha	11
	P-plantbeschikbaar	kg P/ha	34,8
	P-bodemvoorraad	kg P/ha	1300
	K-plantbeschikbaar	kg K/ha	205
K-bodemvoorraad	kg K/ha	325	
Fysisch	Ca-plantbeschikbaar	kg Ca/ha	25
	Ca-bodemvoorraad	kg Ca/ha	2545
	Mg-plantbeschikbaar	kg Mg/ha	295
	Mg-bodemvoorraad	kg Mg/ha	165
	Na-plantbeschikbaar	kg Na/ha	40
	Na-bodemvoorraad	kg Na/ha	30
	Zuurgraad (pH)		5,6



Een laboratoriumanalyse van een grondmonster geeft informatie over o.a. het organischestofgehalte en de bodemchemie.

De visuele beoordeling van de bodem kan op basis van een profielkuil. Het Louis Bolk Instituut heeft hier een handleiding voor gepubliceerd.


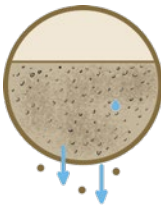

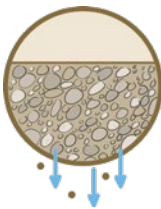


Figuur 3.2. De Bodemindicators voor Landbouwgronden in Nederland (BLN-indicatorset) is een wetenschappelijk verantwoorde indicatorset om de kwaliteit van de Nederlandse landbouw bodems integraal (fysisch, chemisch, biologisch), voor verschillende landgebruiksdoelen, vast te stellen.

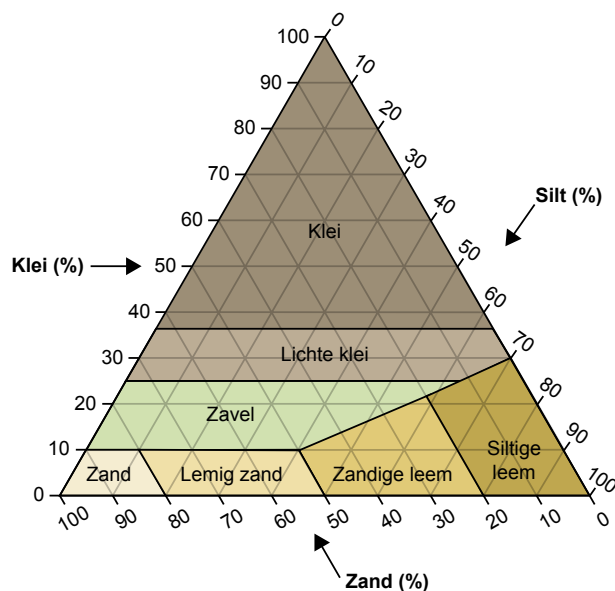
Deeltjes in de bodem

De deeltjes waaruit de bodem is opgebouwd bepalen voor een groot deel de eigenschappen van een bodem en die zijn niet zomaar veranderbaar. De bodemtextuur (korrelgroottesamenstelling) wordt bepaald door de grootte van de deeltjes waaruit een bodem bestaat en de onderlinge verhouding waarin die deeltjes voorkomen (figuur 3.3). Een textuurdriehoek is een hulpmiddel om bodems in te delen op basis van de verhouding van deeltjes van verschillende grootte (zand, klei en silt/leem). Via deze indeling wordt de grondsoort bepaald (figuur 3.4).

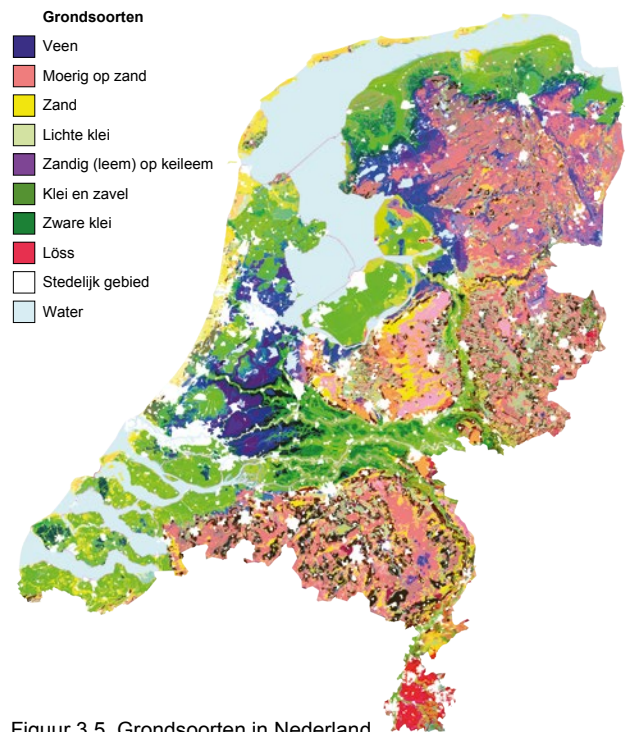
Grondsoorten zijn ontstaan uit moedergesteente. Vervolgens is er in de ijstijden en tussenijstijden door landijs, wind en water materiaal afgezet. Grond is echter nog geen bodem. Het verschil tussen grondsoort en bodem is vooral dat in de bodem de samenhang van belang is. Door bodemvormende processen zijn grondsoorten verder ontwikkeld tot diverse bodemtypes. Als je een kuil graaft kun je aan kleurverschillen en eigenschappen van de lagen in het bodemprofiel afleiden welk bodemtype het is. Tegenwoordig zijn er ook interactieve kaarten van bodemtypes in Nederland beschikbaar (bodemdata.nl/basiskaarten).

Bodem-deeltjes	Korrelgrootte	Eigenschappen	Bodem-deeltjes	Korrelgrootte	Eigenschappen
	Klei < 0,002 mm (niet zichtbaar met blote oog)	Houdt water en voedingsstoffen vast		Zand Tussen de 0,63 en 2 mm (goed zichtbaar met blote oog)	Houdt relatief weinig vocht vast door grote poriën, geeft stevigheid, maar houdt geen voedingsstoffen vast
	Silt tussen de 0,002 en 0,063 mm (niet zichtbaar met blote oog)	Kleine poriën in silt houden water vast en silt houdt zelf ook voedingsstoffen vast		Grind >2 mm	Houdt geen vocht of voedingsstoffen vast

Figuur 3.3. Korrelgrootte en eigenschappen van bodemdeeltjes.



Figuur 3.4. In de textuurdriehoek kun je de verhouding waarin deeltjes van verschillende grootte in de bodem voorkomen relateren aan de grondsoort. De pijlen geven de leesrichting aan. Veengrond valt buiten deze driehoek vanwege het hoge aandeel organische stof.



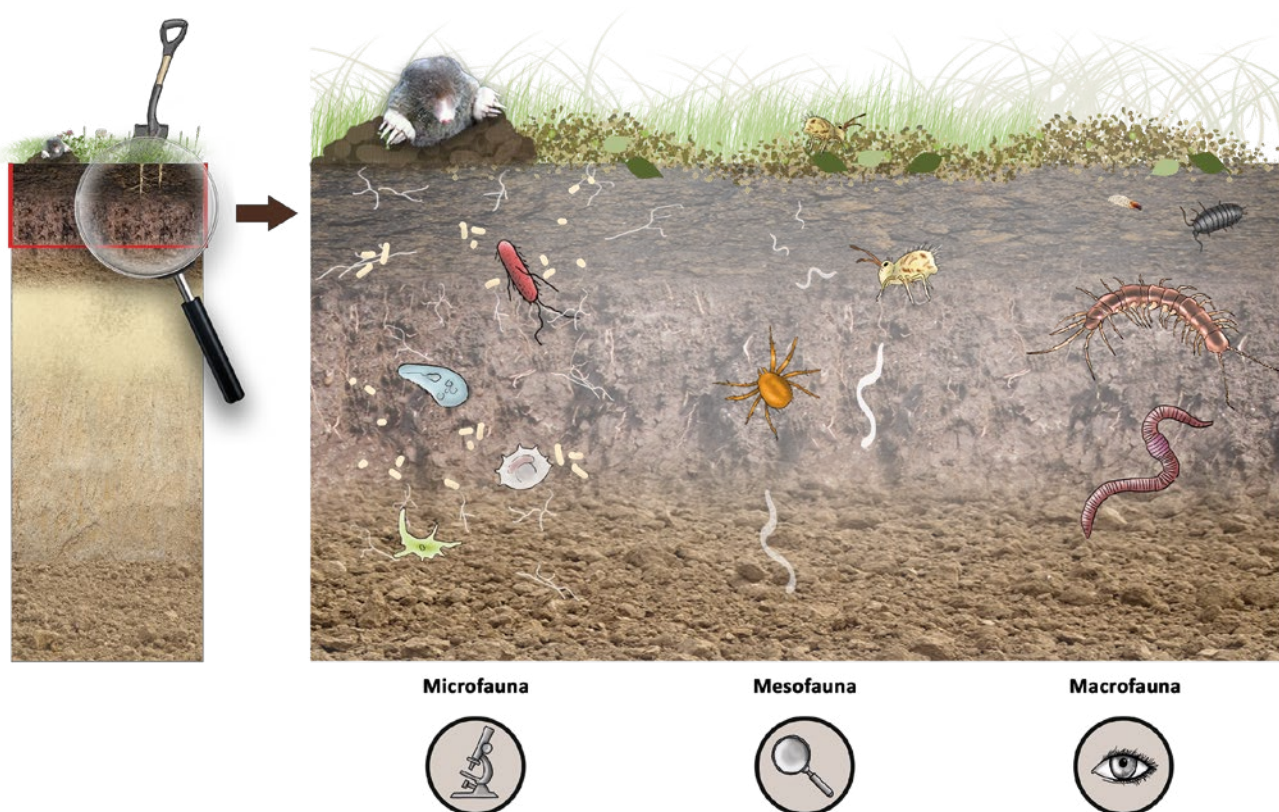
Figuur 3.5. Grondsoorten in Nederland.

Bodemorganische stof, motor van het bodemleven!

De elementen bodemchemie en waterhuishouding hebben in het verleden veel aandacht gekregen. Soms wat ten koste van organische stof en bodemleven. Dat is tegenwoordig wel anders en nu staan ze hoog op de agenda.

Een hoog organischestofgehalte verhoogt de natuurlijke productiviteit van de bodem. Dat werkt zo:

- Jonge bodemorganische stof is de voeding voor het bodemleven zoals schimmels, bacteriën en wormen. Bij het 'opeten' en verteren van de organische stof komen nutriënten beschikbaar voor planten en gewassen. Dit noemen we mineralisatie. Tevens ontstaat er humus (moeilijk verteerbare organische stof).
- Bodemorganische stof (vooral humus) kan nutriënten aan zich binden.
- Bodemorganische stof (vooral humus) werkt als een spons om water vast te houden en water los te laten.
- Bodemorganische stof (humus) kan bodemdeeltjes aan zich binden en draagt zo bij aan een goede bodemstructuur.
- Omdat jonge bodemorganische stof het bodemleven voedt, draagt het indirect bij aan de bodemstructuur, omdat bodemorganismen zorgen voor wormengangen en poriën, wat ook de wortelgroei bevordert.
- Ongeveer de helft van de bodemorganische stof bestaat uit koolstof. Meer bodemorganische stof zorgt dus voor koolstofopbouw in de bodem en die vastlegging is gunstig voor het klimaat.
- Een bodem met veel organische stof is beter bestand tegen extreme klimaatomstandigheden zoals zware regenval en droogte.



Figuur 3.6. Micro-, meso- en macrofauna in de bodem zorgt voor afbraak van bodemorganische stof.

Fascinerend levendige bodem

Onder bodemleven verstaan we een verzameling organismen zoals wormen, insecten, duizendpoten en miljoenpoten (de macrofauna), nematoden, mijten en springstaarten (de mesofauna) en bacteriën en schimmels (de microflora). Al dit leven in de bodem vormt een complex geheel van plantenetters, schimmeleters, bacterie-eters en carnivoren. Sommige soorten eten levende planten en andere juist organische stof. De precieze samenhang tussen alle soorten is nog niet helemaal onderzocht. Wat de belangrijkste soortgroepen zijn en wat hun invloed is op de bodemkwaliteit is echter wel bekend.

Wat bacteriën doen:

- Organisch materiaal afbreken waardoor nutriënten vrijkomen
- Slijm vormen waardoor bodemdeeltjes aan elkaar plakken
- Rhizobiumbacteriën binden stikstof in symbiose met vlinderbloemigen
- Nutriënten binden in de biomassa
- Sommige bacteriën beschermen planten tegen ziekten

Wat schimmels doen:

- Moeilijk afbreekbare organische stof afbreken (hout, bladeren)
- Stabiele humus opbouwen
- Bodemdeeltjes met schimmeldraden verbinden tot grotere deeltjes
- Sommige schimmels kunnen planten beschermen tegen ziekten
- Voedingsstoffen vasthouden
- Mycorrhiza-schimmels groeien in symbiose met planten en voorzien planten van voedingsstoffen in ruil voor suikers

Wat nematoden (aaltjes) doen:

- Andere bodemorganismen reguleren
- Bacteriën, schimmels, plantenwortels en andere aaltjes eten en verteren, en zo voedingsstoffen beschikbaar maken
- Ziekteverwekkers eten

Wat springstaarten doen:

- Organische stof verkleinen waardoor deze toegankelijker wordt voor bacteriën en schimmels
- Organische stof stabiliseren via de uitwerpselen
- Populaties van andere bodembewoners reguleren

Wat wormen doen:

- Verdichting tegengaan door wormengangen
- Klei-humuscomplexen vormen door het eten van organisch materiaal en grond
- Bodemlagen homogeniseren
- Beworteling stimuleren door wormengangen
- Waterinfiltratie faciliteren door verticale gangen (pendelaars)
- Concentreren van nutriënten in wormenpoep

Wat het bodemleven nodig heeft:

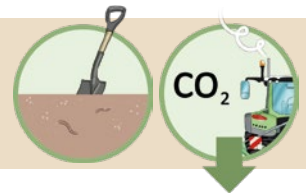
- Makkelijk afbreekbare organische stof (gewasresten, afstervende wortels, groenbemesters, mest)
- Voldoende zuurstof
- Leven in bovenste bodemlaag (voedselbronnen)
- Bodemvocht voor verplaatsing
- Rust/een stabiele omgeving (met name ten behoeve van schimmels en wormen)

Meer informatie

- Instructievideo bodemkwaliteit beoordelen: www.youtube.com/watch?v=6gb1Xp3FC34
- Informatieve website bodemkwaliteit: www.goedbodembeheer.nl/graaf-eeen-kuil
- Bodempodcast: mijnbodemconditie.nl
- 30 vragen over bodemvruchtbaarheid: kennisakker.nl/storage/2911/30_vragen_en_antwoorden_over_bodemvruchtbaarheid.PDF
- Bodemkaarten: bodemdata.nl/basiskaarten

3.2 Minimale grondbewerking

Gebruik het bodemleven als bodembewerker



Deze maatregel draagt bij aan:

verbetering bodem, klimaatadaptatie, minder dieselverbruik.

Minimale grondbewerking is een verzamelterm voor bewerkingen waarbij de bodem niet wordt geploegd tot 25-30 cm, maar alleen oppervlakkig wordt bewerkt. Ondiep ploegen en spitten vallen hieronder, maar ook combinaties van bewerkingen met cultivator en rotorkoepel of frees. Strokenfrozen in grasland voor het inzaaien van kruiden of mais, is ook een minimale grondbewerking. Tegenwoordig gebruiken boeren vaker een systeem van niet-kerende grondbewerking (NKG).

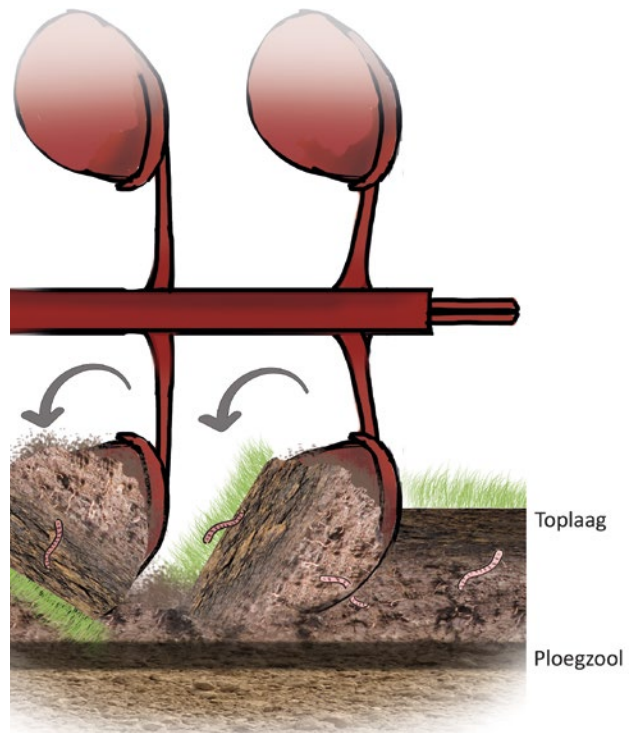
Door de bodem minder vaak en minder diep te bewerken krijgt de bodem meer rust. De bodemstructuur blijft beter intact en het bodemleven raakt minder beschadigd. Vooral diepgravende wormen, zogenoemde pendelaars, hebben baat bij minder intensieve (kerende) grondbewerking. Intact laten van hun gangenstelsels is gunstig voor de waterinfiltratie.

Ploegen, de bodem op zijn kop

Gebruikelijk is dat landbouwbodems voor akkerbouwmatige teelten worden geploegd op een diepte van 25-30 cm. Een ploeg keert de bovenlaag van de bodem volledig om. Het zorgt voor een losse bodemstructuur waarin een nieuw gewas makkelijk kiemt en wortelt en bovendien worden onkruidwortels en -zaden diep ondergewerkt. Voor het bodemleven is ploegen echter een drastische ingreep. Bodemleven is het meest actief in de toplaag en dit wordt verstoord door het opbreken en keren. Dat is de reden dat boeren intensieve bodembewerkingen willen minimaliseren.

Natuurlijke opbouw van het bodemprofiel

Bij niet-kerende grondbewerking is de afbraak van organische stof trager dan bij ploegen, omdat zuurstof minder diep in de bodem dringt. De meeste organische stof blijft in de toplaag zitten, terwijl die anders naar onder wordt geploegd. Zo krijgt het bodemprofiel een meer natuurlijke opbouw. Belangrijke voordelen hiervan zijn dat de bodem makkelijker water opneemt, geleidelijk doorlaat en meer vasthoudt, wat gunstig is bij extremere weersomstandigheden. Tevens spoelt er minder nitraat uit.



Figuur 3.7. Bij ploegen wordt de bovenste 25-30 cm omgekeerd. Dit geeft een schone en luchtige bovenlaag, maar vaak ontstaat er wel een ploegzool, dit is een verdichte laag vlak onder de regelmatig geploegde bodem.

Inpasbaarheid bedrijf

Telen met minimale grondbewerking (bijvoorbeeld zonder ploegen) kent een aantal uitdagingen. Het luistert nauwer met het weer en de bodemgesteldheid voor een goede uitvoering van de grondbewerking. Het inwerken van groenbemesters is lastiger en een ander effect is een hogere onkruiddruk. Dit vraagt vooral in fijnzadige gewassen als uien en wortelen extra aandacht en maatregelen. Op biologische bedrijven is meer arbeid nodig voor onkruidbestrijding. Bij gangbare bedrijven leidt het vaak tot meer inzet van herbiciden. Gewasresten die achterblijven op het veld zorgen soms in opvolgende gewassen voor bodem- en bladschimmels. Met extra klein maken en oppervlakkig inwerken van groenbemesters/gewassen is dit te voorkomen. Vooral in de eerste jaren van omschakeling moet



Met een spitmachine worden gewasresten ondergewerkt in de toplaag van de bodem en een zaaibed gemaakt.

veel ervaring worden opgedaan, terwijl de genoemde risico's hoger zijn. Daarna ontstaat een nieuwe stabiliteit in de bodem.

Kosten en baten

Bij hoge dieselprijzen is minimale grondbewerking een interessante maatregel die kosten bespaart en ook tot een lagere CO₂-uitstoot leidt. De alternatieve bewerkingen kosten minder tijd dan ploegen, wat een besparing op arbeidsuren meebrengt.

Aan de andere kant zijn investeringen in andere machinetyperen nodig en zorgt hogere onkruiddruk voor meer werk en kosten, soms ook iets lagere gewasopbrengsten. Per saldo blijft het financiële resultaat ongeveer gelijk.



Met een ecoploeg wordt slechts 8 tot 10 cm diep geploegd.



Met een biomulcher worden verse gewasresten met de toplaag van de bodem vermengd



Door te werken met begroeide vaste rijpaden wordt de bodem zoveel mogelijk ontzien.

NIESTEN HEEFT ERVARING MET NKG

‘Regelgeving moet ondersteunen in plaats van beperken’

Op de grens van Maastricht onderneemt de familie Niesten op de Poshoof, een biodynamisch akkerbouwbedrijf op lössgrond. Ze verbouwen onder meer uien, aardappelen, spelt, erwten, witlofpennen en asperges, en passen al jaren niet-kerende grondbewerking toe. In 2023 moest voor het eerst de ecoploeg worden ingezet om in het natte voorjaar het onkruid kwijt te raken.

Raymond Niesten ervaart dat ondiepe grondbewerking bijdraagt aan een gezondere, zuurstofrijkere en minder erosiegevoelige bodem met een betere waterhuishouding. Dit komt volgens hem door het hogere organischestofgehalte in de bodem en stabielere grondaggregaten.

Welke machines uit het rijtje rotorkoepel, cultivator, frees, klepelaar en schijvenzaaimachine worden ingezet is verschillend per gewas en hangt ook af van de noodzaak om onkruiddruk in de hand te houden. Extra belangrijk bij bijvoorbeeld de inzaai van uien. Niesten is overtuigd van de waarde van niet-kerende grondbewerking en gaat ermee door. Hij ervaart de regeldruk en administratie en onzekerheid over overheidsmaatregelen echter als belemmerend. In plaats van controlerend en belemmerend zou de overheid vertrouwen moeten hebben in het vakmanschap van de boer en ondersteunend moeten werken, vindt hij. Overigens: ‘Voor het grondwerk is een zwaardere trekker nodig. Ik heb niet de ervaring dat we nu minder diesel gebruiken dan bij traditioneel ploegen’, zegt Niesten.

**Meer informatie**

- Niet-kerende grondbewerking: groenkennisnet.nl/nieuwsitem/Niet-kerende-grondbewerking-verbetert-bodemkwaliteit-1

3.3 Toepassen van compost

Plantaardige meststof uit reststromen



Deze maatregel draagt bij aan:

verbetering bodem, korte kringloop, klimaatadaptatie, vermindering nutriëntenemissie.

Bij mest denk je eerst aan dierlijke mest. Maar daarnaast vormen ook gewasresten, groenbemesters en compost belangrijke organische meststoffen. Compost bestaat voor een groot deel uit organische stof waaruit voedingsstoffen langzaam vrijkomen voor de gewassen. Het zorgt ook voor een goede bodemstructuur. Vergeleken met dierlijke mest bevat compost een lager gehalte aan nutriënten als stikstof, fosfaat en kali.

De term compost wordt gebruikt voor de plantaardige meststof die ontstaat door plantenresten gecontroleerd te laten verteren. Dat kan op een composthoop op het bedrijf, maar de grote hoeveelheden die in de landbouw gebruikt worden, komen van composteringsinrichtingen. Compost wordt gemaakt van groente, fruit en tuinafval (GFT-compost) of van groencompost. Bij deze laatste worden groene delen zoals bladafval, gras en gewasresten met bruine delen (maaisel, hooi

en takken) verhakseld en vermengd met oude compost waardoor de compostering snel verloopt. Bij compostering ontstaat CO₂, en er komt warmte en waterdamp vrij. De warmte (65°C) is van belang om te voorkomen dat onkruidzaden gaan kiemen, en om veel ziektekiemen onschadelijk te maken. Wat overblijft is humusrijke compost.

Compostering maakt van afval, zoals groenafval of bermmaaisel, een waardevolle voedingsstof voor bodem en plant. Het draagt bij aan het sluiten van regionale kringlopen. Kenmerken die maken dat het past bij natuurinclusieve landbouw. Maar de ene compost is de andere niet. Benamingen zoals GFT-compost of groencompost zeggen iets over de herkomst van het materiaal en ook iets over de samenstelling. GFT-compost wordt gemaakt van Groente-, Fruit- en Tuinafval uit de groenbak. Deze is vaak rijk aan voedingsstoffen, maar kan ook vervuild zijn en moet dus ontdaan worden van verontreinigingen. Groencompost wordt vooral gemaakt van plantsoen-, berm-, en veilingafval en slootmaaisel. De samenstelling kan erg verschillen per regio. Goede compost moet voldoen aan kwaliteitseisen, onder andere voor verontreinigingen zoals plastic, glas, zware metalen.



GFT-compost



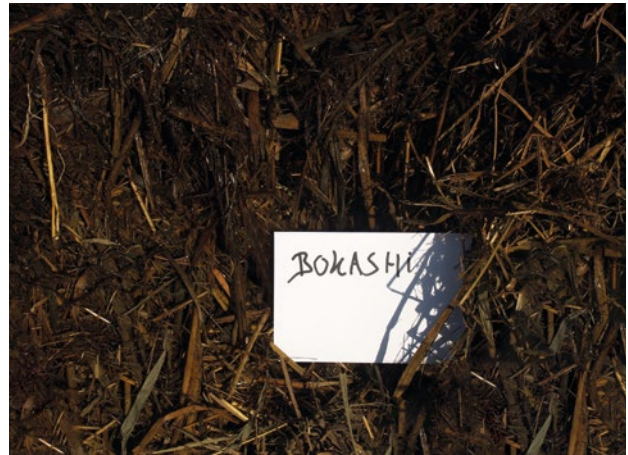
Wormencompost is feitelijk wormenpoep die ontstaat bij het verwerken van organisch materiaal.

Net even anders: bokashi

Bokashi lijkt op compost, maar is toch net even anders. Het maken van bokashi is een trend die is overgewaaid uit Japan en andere delen van de wereld. Het Japanse woord bokashi betekent letterlijk 'verzacht of vervaagd'. Het komt neer op 'goed gefermenteerd organisch materiaal'. Anaerobe of zuurstofloze bacteriën zorgen voor de fermentatie, net als bij het inkuilen van gras in de veehouderij. Voordat het materiaal luchtdicht met plastic wordt afgedekt, worden micro-organismen en kalkhoudend materiaal toegevoegd. Het kalkrijke materiaal zorgt ervoor dat de pH niet te laag wordt, zodat de organismen langer hun werk kunnen blijven doen.

Een bokashikuil fermenteert organisch materiaal onder zuurstofloze omstandigheden en daardoor ook bij lagere temperaturen dan bij compostering (zo'n 40°C ten opzichte van 65°C). Hierdoor breekt er minder materiaal af. In een experiment van Stichting Proefboerderijen Noordelijke Akkerbouw (SPNA) bleek van 20 ton vers organisch materiaal in een bokashi-proces nog 18 ton over te blijven, terwijl er bij compostering 8-9 ton materiaal overbleef. Bij compost is dus een groter deel van het organisch materiaal afgebroken en verwerkt dan bij bokashi.

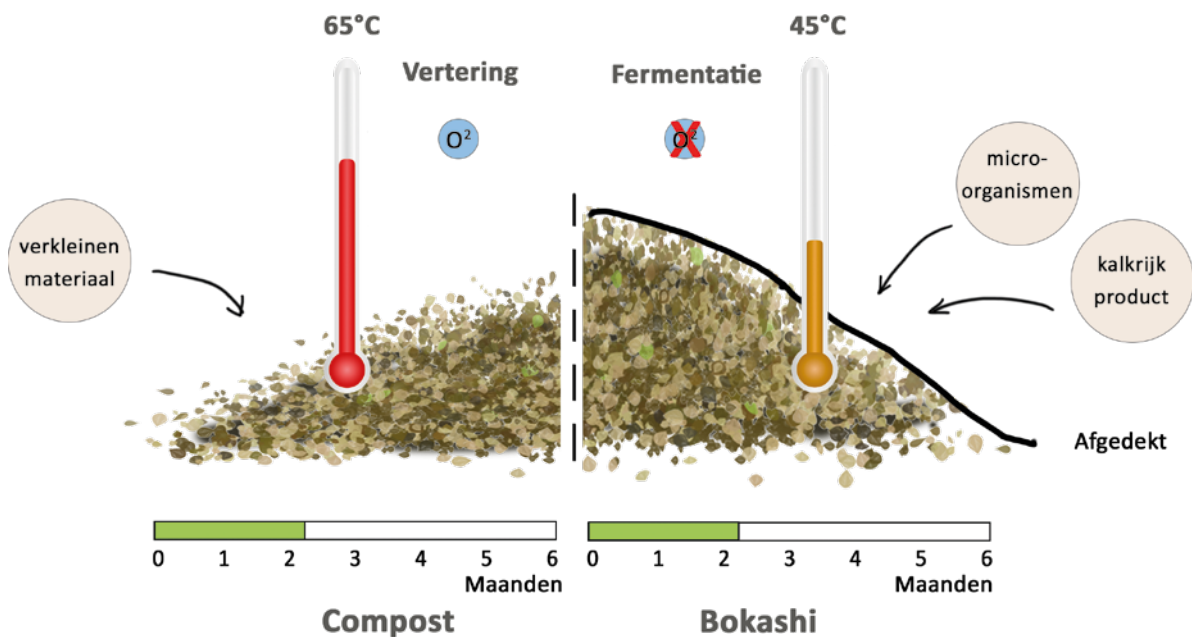
De lagere temperatuur brengt mee dat bokashi een groter risico heeft op verspreiding van onkruidzaden en wellicht ook ziektekiemen, wat nog niet uitgebreid is onderzocht. Het opzetten van een bokashikuil vergt een nauwkeurige aanpak, want als er bijvoorbeeld wel zuurstof bij de hoop komt verloopt het fermentatieproces niet goed.



Bokashi



Voor het fermentatieproces moet het materiaal luchtdicht worden afgedekt.



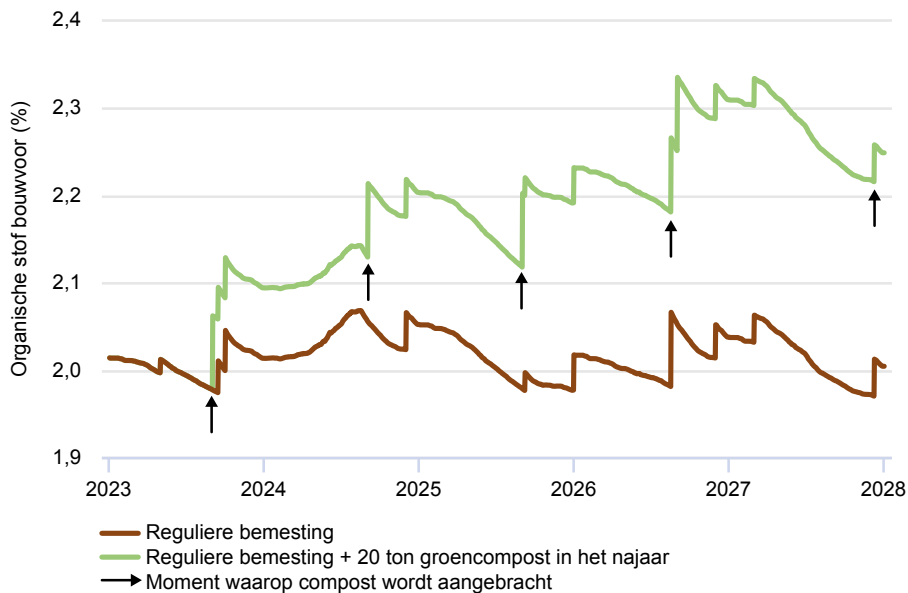
Figuur 3.8. Verschillen en overeenkomsten tussen het maken van compost en bokashi.

Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Compost of bokashi op het land brengen is het beste in het najaar, want beide moeten eerst nog door het bodemleven worden verteerd. In de herfst is dat niet altijd eenvoudig: de zware machines die gebruikt worden om het materiaal uit te rijden, kunnen voor structuurschade en verdichting zorgen als het land nat is. Daarom wordt compost vaak bij vorst over het land gereden. De kwaliteit en de inhoudsstoffen van compost variëren nogal, afhankelijk van het uitgangsmateriaal, waardoor het lastiger is om heel precies te sturen op bemesting. Over het algemeen is compost relatief rijk aan organisch gebonden stikstof en arm aan fosfaat, maar voor

zekerheid is een analyse-uitslag nodig. Een andere moeilijkheid kan de vervuiling met plastic, zware metalen en andere moeilijk afbreekbare stoffen zijn, die met het uitgangsmateriaal meekomen.

Als een boer zelf compost of bokashi wil maken, dan is het belangrijk de meest recente wetgeving te bekijken en zich goed in te lezen over hoe dat in zijn werk gaat. Niet alle organische reststromen zijn toegestaan als grondstof en vaak is er een maximum aan het aantal kilometers waarover de grondstoffen vervoerd mogen worden. In verschillende gemeenten worden uitzonderingen gemaakt op deze regels, omwille van het sluiten van regionale kringlopen.



Figuur 3.9. Gemodelleerd effect van groencompost op de bodemorganische stof in vruchtwisseling. Beide lijnen geven het organischestofgehalte weer in de bodem, maar bij additioneel gebruik van groencompost (groene lijn) is duidelijk het positieve effect te zien op bodemorganische stof (gebruikt model: NDICEA, www.louisbolk.nl/ndicea).

Kosten en baten

Een goede kwaliteit compost is niet altijd en overal gemakkelijk beschikbaar. Er zitten relatief hoge kosten aan. Boeren die in bodemkwaliteit willen investeren kopen meestal goede kwaliteit compost. Sommigen maken hun eigen compost of bokashi, al of niet in samenwerking met waterschappen of natuurorganisaties in de buurt. Op die manier kunnen lokale reststromen worden benut. Dat is een win-win situatie: de natuurbeheerder kan zijn maaisel kwijt tegen lage kosten en er ontstaat na bewerking een bodemverbeteraar. Zo worden kringlopen gesloten en transportkosten verlaagd. Kwaliteit blijft evenwel een aandachtspunt.

Meer informatie

- Compost en biomassa: bvor.nl/compost

CORNÉ DOGGEN GEBRUIKT JAARLIJKS COMPOST

‘De compostkwaliteit is beter geworden’

In het Brabantse Wouw verbouwt maatschap Doggen akkerbouwgewassen op ongeveer 70 hectare zwakleemige zandgrond. Naast aardappelen, bieten, zaaiuien en tarwe, maken ook cichorei en tuinbonen deel uit van het bouwplan.

Elk najaar laat Corné Doggen compost aanvoeren om er 20 tot 30 ton per hectare van uit te rijden. Corné vertelt dat hij dat belangrijk vindt om de organische stof in zijn grond op peil te houden en het bodemleven te voeden. Corné: ‘Om mijn organischestofgehalte op peil te houden probeer ik extra organische meststoffen te gebruiken.’ Is het najaar te nat, dan wijkt hij uit naar het vroege voorjaar. Verder gebruikt hij groenbemesters en aanvullend in het voorjaar ook drijfmest. Bij de bemesting houdt hij rekening met de nalevering van stikstof en fosfaat uit de compost.

Doggen betreft GFT-compost van AVR en heeft in de omgeving een aantal leveranciers van groencompost. In alle gevallen moet dat voldoen aan het keurmerk van Keurcompost. De aankoopkosten variëren afgelopen jaren tussen de vijf en tien euro per ton.

‘Vroeger moest ik wel eens partijen weigeren omdat er te veel ongerechtigden in zaten. De kwaliteit is gelukkig veel beter geworden’, zegt Doggen. Wel ziet hij met zorg dat er af en toe kleine stukjes glas en plastic opduiken.



3.4 Vaste mest toepassen

Goed voor het bodemleven



Deze maatregel draagt bij aan:

bodemstructuur, bodemleven, bodemvruchtbaarheid, biodiversiteit, korte kringloop.

Met vaste mest bedoelen we mest met veel strooisel. Ook termen als steekbare mest, ruige mest en stalmest worden hiervoor gebruikt. Vaste mest komt uit potstallen en hokken waar dieren op een dichte vloer worden gehouden die wordt ingestrooid met stro, droog natuurgas of riet. Omdat de mest is vermengd met stro, heeft het een hoog gehalte organische stof. Dit breekt langzamer af dan ondergewerkte groenbemesters. De samenstelling van mest hangt af van het type vee, het rantsoen en het gebruikte strooisel en ten slotte ook van de opslag (vooral opslagduur). Hoe langer in opslag, hoe verder het organische materiaal al verteerd is.

Vaste mest is door het hoge gehalte organische stof gunstig voor het bodemleven. Vooral regenwormen, bacteriën en schimmels profiteren ervan. De nutriënten komen langzaam beschikbaar voor het gewas.



Vaste mest.

Type vee en rantsoen

Of er op een veehouderijbedrijf vaste mest geproduceerd wordt, hangt in de eerste plaats af van het huisvestingssysteem. De afgelopen jaren is er in Nederland meer vaste mest geproduceerd met name omdat geïnvesteerd is in meer diervriendelijke huisvesting, zoals op melkveebedrijven en strohuisvesting bij dragende zeugen. Vaste mest komt ook op melkveebedrijven beschikbaar uit strohokken van jongvee en afkalfkoeien, uit potstallen van biologische melkveebedrijven, zoogkoeienbedrijven en schapen- en geitenbedrijven. En als resultaat van mestscheidingsystemen. Andere typen vaste mest zijn varkensmest en kippenmest. De kwaliteit van de mest hangt af van de diersoort, maar ook van het rantsoen. Het rantsoen van herkauwers bestaat uit een groot aandeel ruwvoer dat in het spijsverteringssysteem in de pens omgezet wordt tot benutbare voedingsstoffen. In het geval van een eiwitrijk rantsoen komt er meer stikstof in de mest terecht. Kippen en varkens hebben een ander spijsverteringsstelsel. Hun rantsoen bestaat uit een compleet geformuleerd mengvoer, eventueel aangevuld met granen en reststromen. De mest is meestal rijker aan N, P en K (stikstof, fosfaat, kalium) dan mest van herkauwers.

Effect op de bodem

Vaste mestsoorten – en dan met name vaste rundermest – dragen bij aan de opbouw van bodemorganische stof en het stikstofleverend vermogen van de bodem, maar bevatten minder direct plantbeschikbare nutriënten zoals minerale stikstof. Het gebruik van vaste mest heeft meer voordelen dan inwerken van veel stro, ook als wordt gecompenseerd voor stikstofvastlegging door stro.

Vaste mest leidt – vooral op zandgronden – tot een iets hogere pH (het heeft een licht neutraliserende/ alkalische werking), wat de activiteit van bacteriën en schimmels stimuleert en zorgt voor een betere bodemstructuur. De mineralen uit de dierlijke mest worden tijdelijk geïmmobiliseerd door een grote massa bacteriën. De mineralen komen daarna geleidelijk weer vrij. Het bodemleven, o.a. bacteriën, schimmels, protozoa en regenwormen, heeft profijt van vaste rundermest. Dit is goed voor een gezonde bodem. Aanwenden van vaste mest heeft (vooral op grasland) grote voordelen voor weidevogels. Het zorgt voor een toename van insecten en wormen in de bovengrond van het perceel. Daarbij maakt de betere bodemstructuur het de weidevogels gemakkelijker om met hun snavels de grond in te gaan om wormen te vangen.

Verschil met andere mestsoorten

Sinds het begin van de landbouw wordt vaste dierlijke mest toegepast om bodems vruchtbaar te maken en te houden. Vanaf de jaren 70 nam het aantal landbouwhuisdieren in Nederland toe en de stalsystemen veranderden. Er kwam meer dierlijke mest beschikbaar en het aandeel vaste mest nam af. Drijfmest is nu het meest beschikbare mesttype. Deze vloeibare mest bevat minder organische stof dan vaste mest, maar heeft als voordeel dat de nutriënten direct beschikbaar zijn voor gewassen, ook als de bodemtemperatuur nog laag is. Het is niet zo dat drijfmest slecht is voor het bodemleven (tabel 3.1). Het nadeel van drijfmest is de ammoniakemissie bij opslag en aanwending. Ammoniak is een gasvormige verbinding die via de lucht elders neer kan slaan en voor verzuring kan zorgen. Daarom wordt er veel onderzoek gedaan naar het verminderen van ammoniakemissie bij aanwending van drijfmest.

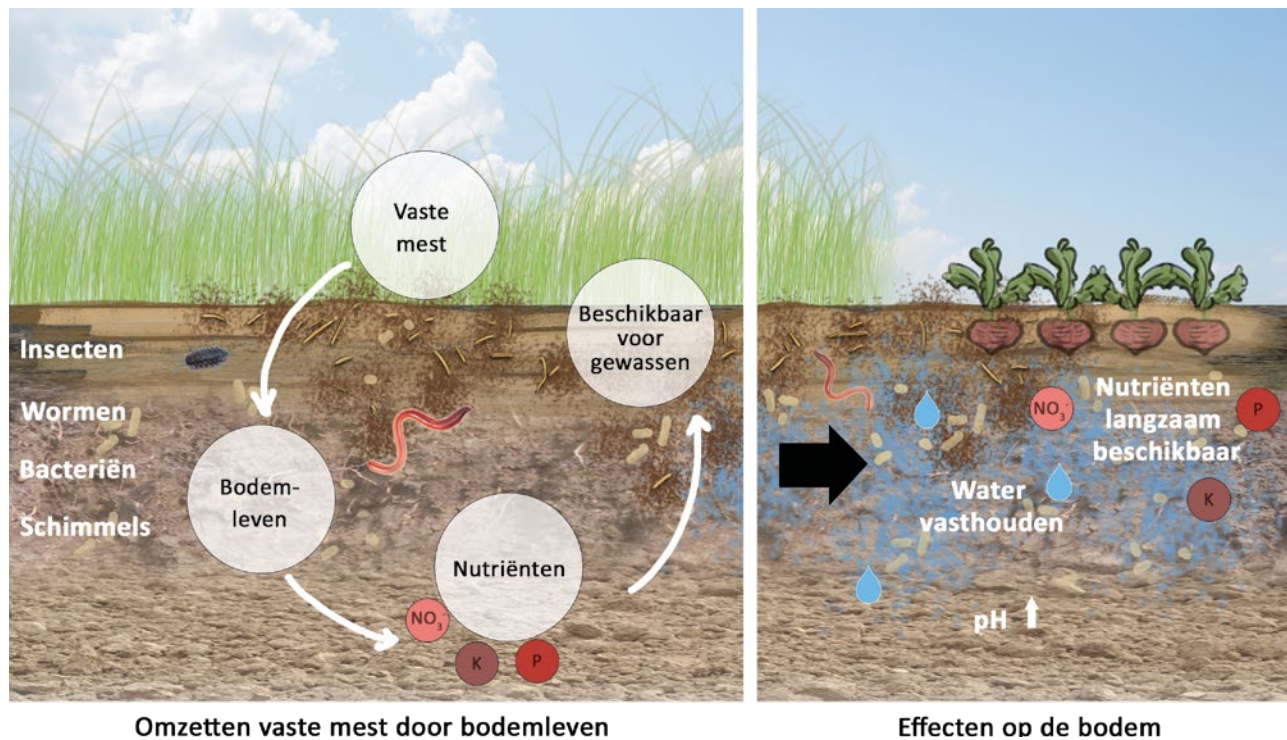
Tegenwoordig is er ook digestaat beschikbaar (afkomstig van mestvergistingsinstallaties), of dunne en dikke fractie van mest die na mestscheiding is ontstaan. En er zijn bedrijven die dierlijke mest verwerken tot concentraat. Concentraat bevat net als kunstmest nutriënten in minerale vorm en draagt

weinig bij aan het stimuleren van het bodemleven. De minerale nutriënten zijn wel direct opneembaar voor planten, maar kunnen ook gemakkelijk uitspoelen kort na toediening.

Al met al heeft iedere mestsoort zijn eigen kwaliteiten. Vast mest heeft als troef de positieve bijdrage aan het bodemleven. Boeren maken vaak een bemestingsplan waarin verschillende mestsoorten, compost, groenbemesters en de behoefte van de gewassen in het bouwplan zijn meegenomen.



Regenwormen doen het goed na toediening van vaste mest.



Figuur 3.10. Het bodemleven zorgt ervoor dat vaste mest wordt omgezet en nutriënten beschikbaar komen voor gewassen. Vaste mest heeft een gunstig effect op de pH en het watervasthoudend vermogen van de bodem.

Tabel 3.1. Kwalitatieve effecten van mestsoorten op bodemorganische stof en bodemleven (Bloem, Schils en Koopmans, 2017).

	Organische stof	Bacteriën	Schimmels	Bacterivore (bacterie-etende) nematoden	Fungivore (schimmel-etende) nematoden	Herbivore (planten-etende) nematoden	Regenwormen
Compost	+++	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0	+/0
Vaste rundermest	+++	++	++	++	-	+	+++
Vaste pluimveemest	+	0	0	0	0	0	+
Runderdrijfmest	++	++	+	++	-	-	++
Varkensdrijfmest	+	+	0	+	-	-	0
Dikke fractie	+	0	0	0	0	0	+
Dunne fractie	-	0	-	0	-	0	0
Digestaat	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
Concentraat	-	-	-	-	-	-	-

Plus wijst op een positief effect, min op een negatief effect. Meer plussen wijst op een sterker effect. Rood is ondersteund door literatuur. Zwart is 'expert judgement'.

Inpassing in de bedrijfsvoering

- Vaste mest wordt bovengronds uitgereden. Dit kan in voorjaar of najaar, maar het najaar geeft meer tijd voor omzetting door het bodemleven, waarbij nutriënten langzaam vrijkomen. Om in het groeiseizoen snel nutriënten beschikbaar te hebben, wordt vaak ook een kleine hoeveelheid drijfmest gegeven.
- De samenstelling van vaste mest kan erg verschillen. Een analyse van de mest geeft informatie over de samenstelling en of het nodig is om aanvullend met andere mestsoorten bij te bemesten.
- De beschikbaarheid van vaste mest varieert per regio. Samenwerking tussen akkerbouwers en veehouders, waarbij ruwvoer wordt uitgeruild tegen vaste mest heeft voordelen voor beide partijen.



Het uitrijden van vaste mest kan het beste in het najaar.

Kosten en baten

De vraag naar vaste mest is groter dan het aanbod. Daarom is het relatief duur. Vanwege het mestoverschot krijgen akkerbouwers vaak geld toe om drijfmest af te nemen. Dat geldt voor vaste mest niet vanwege het tekort. De kosten hangen sterk af van de lokale beschikbaarheid van vaste mest. Als meer veehouders natuurinclusief gaan werken, zal de beschikbaarheid van vaste mest toenemen.

Meer informatie

- Handboek bodem en bemesting: www.handboek-bodemenbemesting.nl
- Mest en compost: www.goedbodembeheer.nl/mest-en-compost



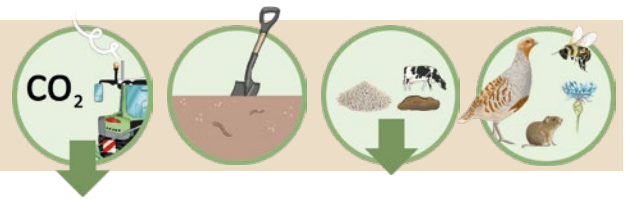
Een rijk bodemleven is ook positief voor de bovengrondse biodiversiteit.

3.5 Groenbemesters

De bodem bedekt houden

Deze maatregel draagt bij aan:

vastlegging CO_2 , gezonde bodem, organische stof, nutriënten vasthouden, minder uitspoeling, voeding en dekking voor akkervogels.



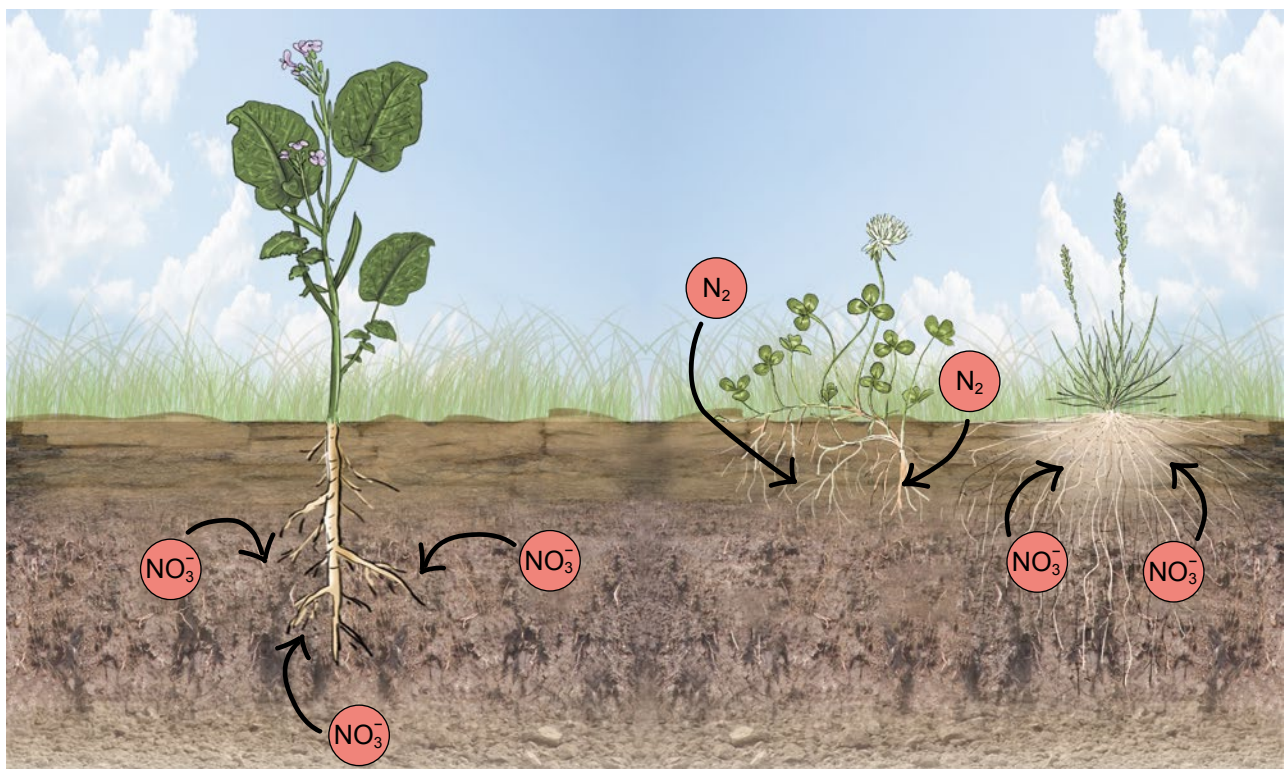
dat ze snel bovenstaan en onder de grond hard groeien. Sommige groenbemesters wortelen diep, andere juist heel intensief. Een mengsel van diepe en intensief wortelende groenbemesters zorgt voor nog meer organische stofaanvoer naar de bodem.

Bodembedekking

Akkerbouwgewassen staan slechts een deel van het jaar op het land. Als het perceel na de oogst onbedekt blijft, is de toplaag gevoelig voor verslemping door regen en verstuiwing door wind. Verder is er risico op uitspoeling van mineralen. Tijdens de teelt van het hoofdgewas zijn verschillende meststoffen toegevoegd aan de bodem. Deze komen meestal geleidelijk vrij zodat het gewas ze kan opnemen. Na de oogst levert de bodem nog nutriënten, maar is er geen gewas meer om ze op te nemen. Een groenbemester 'vangt' deze als het ware op en zet ze deels om in groei van wortels en blad. Vandaar ook wel de term vanggewas. Nog een voordeel is dat groenbemesters onkruid minder kans geven om zich te ontwikkelen.

Groenbemesters zijn gewassen die na het oogsten van het hoofdgewas worden gezaaid. Of soms al onder het gewas, terwijl dit nog op het veld staat. De naam groenbemester zegt het al: dit gewas houdt het perceel groen en dus bedekt, terwijl vervolgens wortels en blad worden ondergewerkt om het opvolgende gewas te voeden. Groenbemesters houden mineralen vast in de bouwvoor waardoor deze minder uitspoelen naar oppervlakte- en grondwater.

Zo passen groenbemesters in een natuurinclusieve vruchtwisseling. Gewassen die veel worden ingezet als groenbemester zijn bijvoorbeeld Japanse haver, gele mosterd, bladrammenas en grassen als rietzwenk en Italiaans raaigras. Kenmerkend is



Figuur 3.11. Het type wortel van vanggewassen en groenbemesters bepaalt voor een deel uit welke bodemlaag nutriënten worden 'gevangen'. Een diepe penwortel (links) of juist een intensief wortelstelsel (rechts). Klaver (midden) heeft geen sterk wortelstelsel, maar kan juist weer stikstof uit de lucht vastleggen.

De termen groenbemester en vanggewas worden vaak door elkaar gebruikt. Voor de regelgeving is er echter wel een verschil: een vanggewas mag niet bemest worden, maar een groenbemester wel.

Bodemkwaliteit

Met hun flinke wortelgestel zorgen groenbemers ervoor dat de bodem luchtig en kruimelig blijft, zodat regen makkelijker de grond in gaat. Vooral grasgroenbemers zorgen er met hun fijne en intensieve beworteling voor dat fijne bodemdeeltjes minder snel aan elkaar plakken tot een dichte laag (we noemen dat verslemping).

Wanneer de groenbemester in het voorjaar wordt ingewerkt levert dit een flinke bijdrage aan de organischestofvoorziening van de bodem. De nutriënten die vrijkomen na het inwerken kunnen door het volggewas worden benut, waardoor minder bemest hoeft te worden. Bemestingsadviezen van de Commissie Bemesting Grasland en Voedergewassen (CBGV) houden daar rekening mee. Een bodem met meer organische stof is beter te bewerken, heeft een betere structuur en houdt hierdoor meer vocht vast. Zo geven groenbemers de bodemkwaliteit een 'boost'.

Nematoden (aaltjes)

De meeste van de 1.200 soorten aaltjes die in Nederlandse bodems leven zijn behulpzaam, omdat ze bacteriën, schimmels, of plaaginsecten eten. Zo'n 25 soorten in landbouwbodems voeden zich met de wortels van planten. In te grote aantallen kunnen ze schade veroorzaken aan het gewas. Dit komt vooral voor op zand- en Veenkoloniale gronden met een intensief bouwplan.

De plant-parasitaire aaltjes vermeerderen zich op hun favoriete waardplant en nemen af als deze niet aanwezig is. Een groenbemester kan het besmettingsniveau van aaltjes zowel verlagen als verhogen, afhankelijk van de groenbemester en in de bodem aanwezige aaltjessoorten. Om akkerbouwers te ondersteunen bij het kiezen van de juiste groenbemester, is het aaltjesschema ontwikkeld. Het aaltjesschema laat zien welke groenbemers de bodemweerbaarheid vergroten voor specifieke aaltjes.



Dit vanggewas is een mengsel van diverse plantensoorten.



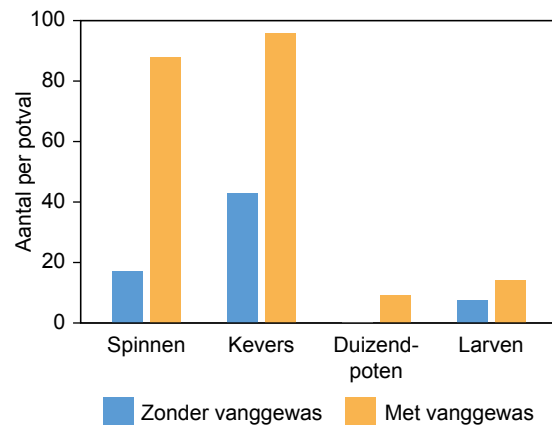
De bodem onder een groenbemester is luchtig en kruimelig.



In het najaar en gedurende de winter zorgen groenbemers voor beschutting van insecten.

Biodiversiteit

Voor het bodemecosysteem is er niets beters dan een groeiend gewas. Wortels scheiden stoffen uit waarmee het bodemleven zich kan voeden. Ook de aanvoer van organische stof in bladen wortelresten verhoogt de activiteit in de bodem. Bovengronds bieden groenbemesters een schuilplaats en voedselbron voor verschillende insecten. Akkervogels en kleine zoogdieren profiteren van beschutting en voedselaanbod.



Figuur 3.12. Groenbemesters stimuleren de aantallen bodembewonende insecten en spinnen. Dit is gemeten met potvallen op percelen met en zonder vanggewas (bron: LBI).

KLAAS EN ERIK HOEKSTRA, FEINSUM (FRL)

‘Maximaal groenbemesters, minimale grondbewerking’

De akkerbouwers Klaas en zijn zoon Erik Hoekstra vatten hun strategie samen als ‘maximaal groenbemesters, minimale grondbewerking’. ‘We doen er alles aan om de bodemkwaliteit van onze kleigrond op peil te houden. Met goede afwatering, bewerken onder de juiste condities en zo min mogelijk in de grond roeren.’ Ook gebruiken ze veel organische mest.






Na de oogst willen ze zo snel mogelijk groenbemesters inzaaien om de bodem te beschermen. Onderwerken in het voorjaar lukt vaak met minimale grondbewerking, maar hangt af van bodemconditie en gewastype. ‘Voor uien pakken we de ploeg nog wel eens.’





De Hoekstra’s constateren dat ze vaker met de schep het veld in gaan om zelf naar de bodem te kijken. ‘We moeten heel goed kijken wat we op dat moment het beste kunnen doen. En in de schuur hebben we steeds meer ijzer: een klepelmaaier, een schijveneg en een woeler. We zijn nog aan het nadenken over een ecoploeg, en misschien een schoffel...’

De aanpak is goed voor de bodem en voor biodiversiteit en vertaalt zich op termijn in betere opbrengsten. ‘Minder ploegen scheelt brandstof en tijd. Maar we hebben wel andere bewerkingen en investeringen in tijd en machines. Ik denk dat het tot nu toe financieel een gelijk effect heeft.’



Tabel 3.2. Groenbemesters en hun eigenschappen.

Groenbemester		Eigenschappen
Bladrammenas		<ul style="list-style-type: none"> • Diepe beworteling • Past goed bij een vroeg geoogst gewas • Kan bietencysteaaltje bestrijden • In bloei aantrekkelijk voor insecten • Kan slakken vermeerderen
Gele mosterd		<ul style="list-style-type: none"> • Kan tot eind september gezaaid worden • Diepe beworteling • Vorstgevoelig
Engels raaigras		<ul style="list-style-type: none"> • Kan onder dekvrucht gezaaid worden • Intensieve beworteling • Goed te combineren met klaver • Kan ritnaalden en slakken vermeerderen
Italiaans raaigras		<ul style="list-style-type: none"> • Intensieve beworteling • Kan onder dekvrucht gezaaid worden • Goed te combineren met klaver • Kan ritnaalden en slakken vermeerderen
Japanse haver		<ul style="list-style-type: none"> • Intensieve beworteling • Kan ritnaalden, bonenvlieg en aardappelstengelboorder vermeerderen

Groenbemester	Eigenschappen
Winterrogge 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensieve beworteling • Kan tot half oktober gezaaid worden • Kan naaktslakken vermeerderen
Witte klaver 	<ul style="list-style-type: none"> • Intensieve beworteling • Kan onder dekvruucht gezaaid worden • Stikstofbinding • Kan tot bloei komen en is dan aantrekkelijk voor hommels en bijen • Niet vorstgevoelig • Past goed in mengsel met Engels raaigras • Kan bonenvlieg en slakken vermeerderen
Rode klaver 	<ul style="list-style-type: none"> • Diepe doorworteling met penwortel • Kan onder dekvruucht gezaaid worden • Stikstofbinding • Past goed in mengsel met Engels raaigras • Kan tot bloei komen en is dan aantrekkelijk voor hommels en bijen
Incarnaatklaver 	<ul style="list-style-type: none"> • Hogere C/N verhouding (langzame afbraak t.o.v. andere klavers) • Stikstofbinding • Wortelt diep, tot wel 70 cm.

Inpasbaarheid bedrijf

Groenbemesters verdienen evenveel aandacht als het hoofdgewas. Het inzaaien valt in een periode van oogstdrukke, maar toch is een goed egaal en los zaaibed van groot belang, evenals een afgestemde bemesting. Geen enkele groenbemester is 'altijd goed', dus moet een doordachte keuze worden gemaakt voor wat, wanneer en waar. Welke aaltjes zorgen op het perceel voor problemen? In welke periode wil je de groenbemester telen en met welk doel? Het Groenbemester Handboek en het aaltjesschema helpen bij het kiezen.

Aandachtspunten:

- Late gewassen bieden weinig ruimte voor groenbemesters. Vanwege het beperkt aantal groeizame dagen aan het einde van het seizoen kunnen ze zich niet meer ontwikkelen. Sommige groenbemesters, zoals gele mosterd, kunnen nog vrij laat gezaaid worden (tot in september), anderen moeten eerder gezaaid worden.
- Een groenbemester vergt in het voorjaar meer grondbewerking (voorbewerking met bijv. klepelmaaier/schijveneg en daarna inwerken) en bijbehorende kosten voor brandstof dan in het najaar.
- Groenbemesters moeten bij voorkeur droog worden ingewerkt. Bij nat inwerken ontstaat vaak een 'inkuileffect': een compacte, slecht verterende, zure laag in de grond. Op zware klei wordt vaak gekozen voor inwerken vóór de winter, om te voorkomen dat er in het voorjaar een gewas staat terwijl men het land niet op kan.
- Bij een verkeerde groenbemesterkeuze kan de druk van plant-parasitaire aaltjes toenemen.

In het ideale geval blijft de groenbemester tot in het voorjaar staan om te zorgen dat de grond in de winter niet kaal is, maar in de praktijk kunnen er redenen zijn (weer, grondsoort) om de toch eerder in te werken.



Penwortel van bladrammenas.



Verhakselen van de groenbemester.



Tagetes is een bloeiende groenbemester die besmette percelen met de aaltjes *Meloidogyne chitwoodi* en *Pratylenchus penetrans* kan opschonen.

Kosten en baten

Groenbemesters leveren doorgaans geen oogst, dus geen directe inkomsten. Het is vooral een investering in bodemverbetering ten bate van gezondere hoofdgewassen en in minder stikstofverlies. Vanuit het Gemeenschappelijke Landbouwbeleid (GLB) worden vanggewassen gestimuleerd met subsidies. Daardoor is er de afgelopen jaren een stijgende trend te zien in het areaal groenbemesters.

Bij het verbouwen van een groenbemester komen de nodige teeltkosten kijken. Zo moet zaad worden aangeschaft en kosten het zaaien en later het inwerken van het gewas tijd en

brandstof. De kosten per hectare worden geschat op 150 tot 200 euro (KWIN AVG 2018). Hierin zijn opbrengsten in de vorm van vergoeringsgelden uit het GLB en mogelijke hogere opbrengsten van het volggewas niet meegenomen.

Meer informatie

- Handboek groenbemesters: www.handboekgroenbemesters.nl/nl/handboekgroenbemesters.htm
- Aaltjes: www.aaltjesschema.nl



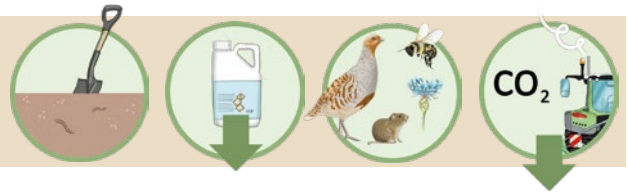
Sommige groenbemesters, zoals gele mosterd, sterven tijdens een vorstperiode af.



Onderwerken van groenbemester met biomulcher.

3.6 Brede vruchtwisseling

Meer gewassen, minder risico's



Deze maatregel draagt bij aan:

gezonde bodem, minder inzet bestrijdingsmiddelen, vastlegging CO₂, biodiversiteit.

Vruchtwisseling

Elk jaar hetzelfde gewas telen op een perceel maakt veel gewassen gevoelig voor bodemziekten veroorzaakt door schimmels, aaltjes en insecten. Daarom is het aan te raden om elk jaar een ander gewas te telen op een perceel: dit noemen we vruchtwisseling of gewasrotatie.

Een goed uitgekende gewasrotatie is de basis voor een natuurinclusieve bedrijfsvoering. Het *verbreden* van de vruchtwisseling houdt in dat de vruchtwisseling uit meer verschillende gewassen en gewasgroepen gaat bestaan. Meer rustgewassen en meer groenbemesters in de vruchtwisseling heeft een gunstig effect op de bodemkwaliteit en bodemgezondheid.

In een 'gangbare' akkerbouwvruchtwisseling komen drie of vier gewassen (aardappel, suikerbiet, graan, soms ui, peen of een andere groente) elk om de drie of vier jaar op hetzelfde perceel terug. Dezelfde gewassen hebben zo ieder jaar een plek in het bouwplan.

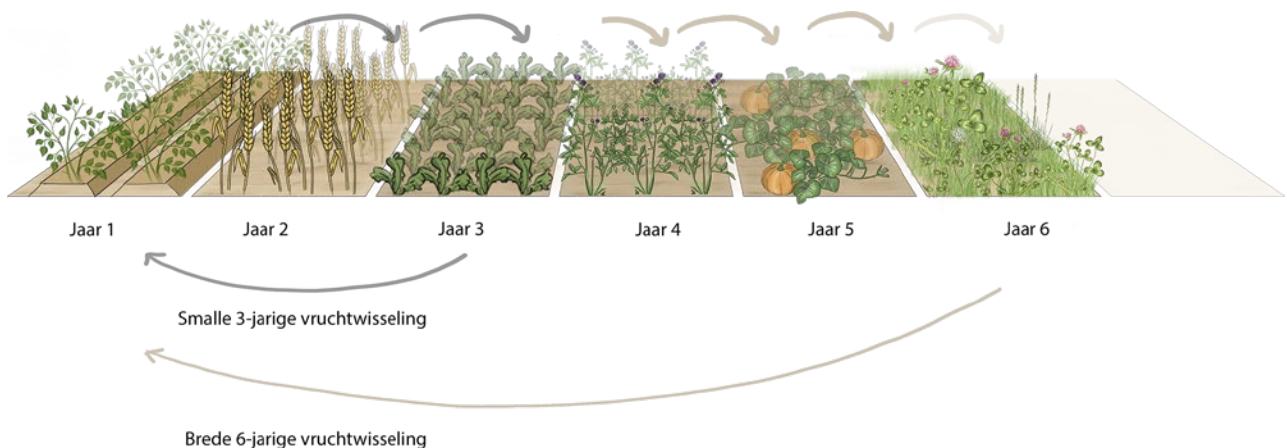
Het verbreden van de vruchtwisseling van drie naar bijvoorbeeld zes gewassen zorgt ervoor dat gewassen minder vaak op hetzelfde perceel geteeld worden. Het risico voor het ontwik-

kelen van bodemgebonden ziekten en plagen neemt daardoor af. De inzet van bestrijdingsmiddelen zal minder vaak nodig zijn. Een brede vruchtwisseling is ook gunstig voor onkruidbeheersing.

De biologische akkerbouw maakt gebruik van een vruchtwisseling van minimaal 6 jaar (1 op 6 of 1:6 in vaktermen), waarin zes hoofdgewassen elkaar afwisselen. De hoofdgewassen zijn van verschillende gewasypen. Gewassen komen eens in de zes jaar op hetzelfde perceel en er wordt vermeden dat gewassen van hetzelfde type (familie) vaker dan eens in de drie jaar op hetzelfde perceel komen. Zo hebben rooi- en maaigewassen, bladgewassen, koolgewassen en vruchtgewassen vaak een plek in het bouwplan en zijn groenbemesters er een vast onderdeel van (tabel 3.3).

Rooigewassen

De meeste rooigewassen zoals aardappelen, suikerbieten, uien, prei en peen (ook wel hakvruchten genoemd), vragen veel van de bodem. Er zijn meer bodembewerkingen nodig voor de teelt. Oogsten heet 'rooien', het uit de grond halen van de vruchten, wat dus ook de bodem beroert. Rooigewassen nemen naar verhouding veel nutriënten op en laten weinig wortels of gewasresten achter na de teelt. Een smalle vruchtwisseling met veel rooigewassen put de bodem uit door een afnemend aandeel organische stof.



Figuur 3.13. Voorbeeld van een smalle en een brede vruchtwisseling voor de akkerbouw waarin verschillende gewasypen elkaar opvolgen.

Tabel 3.3. Voorbeelden van verschillende gewastypen in de vruchtwisseling.

Kolen	Peulen/ vlinderbloemigen	Rooi- en wortel- gewassen	Vruchtgewassen	Bladgewassen	Rustgewassen	Groenbemesters
Bloemkool	Bruine boon	Aardappel	Aubergine	Andijvie	Tarwe	Bladrammenas
Boerenkool	Kapucijners	Suikerbiet	Courgette	Sla	Gerst	Gele mosterd
Broccoli	Erwten	Peen	Artisjok	Spinazie	Haver	Engels raaigras
Groene kool	Veldboon	Pastinaak	Pompoen	Postelein	Koolzaad	Italiaans raaigras
Rode kool	Lupine	Ui	Suikermais	Prei	Gras	Japanse haver
Witte kool	Peulen	Knoflook	Tomaat	Knolselderij	Grasklaver	Winterrogge
Rucola	Snijboon	Witlof	Komkommer	Peterselie	Luzerne	Witte klaver
Paksoi	Stokslaboon	Schorseneer	Paprika	Snijbiet	Veldboon	Rode klaver
Rammenas	Sperzieboon	Knolvenkel			Lupine	Incarnaatklaver
Radijs	Tuinboon	Rode biet				

Rustgewassen

Rustgewassen hebben een diepe en intensieve beworteling. Dat zorgt voor behoud van een goede bodemstructuur. Ook hebben rustgewassen zoals granen, grassen, veldboon, en luzerne en verschillende groenbemesters, een goede bovengrondse bodembedekking. Bij de oogst worden rustgewassen gemaaid en de stoppels ondergewerkt. Dat is een toevoeging aan organische stof aan de bodem en draagt bij aan vastlegging van CO₂ in de bodem. Rustgewassen zorgen voor herstel van de bodem na de teelt van een intensiever gewas.

Peulen of vlinderbloemigen

Grasklaver, luzerne, veldbonen en erwten zijn een goede voorvrucht voor de meeste gewassen, omdat het vlinderbloemigen zijn. Deze gewassen hebben wortelknolletjes met bacteriën die stikstof binden uit de lucht. Via gewasresten en stoppels komt de gebonden stikstof beschikbaar voor een opvolgend gewas. Vanwege deze eigenschap hebben vlinderbloemigen vaak een vaste plek in de vruchtwisseling van biologische akker- en tuinbouwbedrijven. Meestal volgt na de vlinderbloemige een gewas dat economisch belangrijk is voor het bedrijf en dat optimaal profiteert van de nageleverde stikstof.



Bloeiende luzerne.

Bodemgezondheid en ziektevering

Een goede bodemgezondheid betekent dat de bodem goed functioneert en dat deze weerbaar is voor bodemgebonden ziekten. Het gaat om algemene weerbaarheid maar ook om specifieke ziektevering. Denk aan het voorkomen van de ontwikkeling van schadelijke aaltjes of bodemgebonden schimmelziekten (Rhizoctonia, Sclerotinia, witrot). Rhizoctonia is bijvoorbeeld een schimmelziekte waar aardappel, suikerbiet en schorseneer gevoelig voor zijn. Door voorafgaand aan deze gewassen granen te telen, is de kans kleiner dat Rhizoctonia wordt doorgegeven of vermeerderd. Mais en gras zijn een minder goede voorvrucht, omdat de schimmel hierop overleeft: we spreken dan van waardplanten.

Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

De inpasbaarheid van het verbreden van de vruchtwisseling heeft alles te maken met het teeltplan. In een teeltplan worden keuzes gemaakt voor gewassen in het bouwplan en de vruchtvolgving op het bedrijf. Belangrijk daarbij is dat typen gewas-

sen afgewisseld worden en de bemesting daarop is aangepast. Rooigewassen brengen doorgaans meer geld in het laatje op de korte termijn, maar bodemkwaliteit is een zaak van lange termijn en is het kapitaal onder het bedrijf. Een krappe vruchtwisseling met veel rooigewassen gaat ten koste van bodemkwaliteit en verhoogt de ziektedruk. Voorkomen is beter dan genezen.

Kosten en baten

Op de lange termijn betaalt bredere vruchtwisseling zich meestal uit. Op de korte termijn is het economisch niet altijd aantrekkelijk om bijvoorbeeld veel rustgewassen te telen. Via de Ecoregeling en het 7e Actieprogramma Nitraatrichtlijn wordt de teelt van rustgewassen sinds 2023 gesubsidieerd.

Meer informatie

- Integraal bodembeheer: edepot.wur.nl/411364

AKKERBOUWER HILCHARD WAALKENS GEBRUIKT UITGEKIENDE GEWASROTATIE

‘De rustgewassen hebben een heel positief effect op mijn bodemkwaliteit’

Hilchard Waalkens (Flevoland) heeft 50% rustgewassen in zijn bouwplan. Daarnaast besteedt de teler veel aandacht aan bodemstructuur. Zo worden er op de huiskavel geen suikerbieten meer geteeld. ‘Laat bieten rooien geeft schade aan de bodemstructuur’, aldus Hilchard. ‘Als akkerbouwer voeren we dagelijks een strijd tussen economie en ecologie.’

‘Het is voor mij belangrijk om een goede bodemkwaliteit te behouden. Mijn kleibodem is gevoelig voor verdichting, het inzetten van veel rustgewassen voorkomt dat ik (te vaak) het land op moet wanneer de bodem te nat is.’

Zijn bouwplan is intensief, met 1 op 3 aardappelen en 1 op 6 uien. Dat compenseert hij door op de helft van zijn percelen rustgewassen te telen. ‘De rustgewassen hebben een heel positief effect op de bodemkwaliteit. Met name in combinatie met het inwerken van stro na de oogst. Ik verbruik minder brandstof door de goede bodemstructuur. Dit vermindert de uitstoot van CO₂. Of een betere bodemkwaliteit ook doorwerkt in biodiversiteit? Dat zou je wel verwachten.’ Ook heeft hij met zijn buurman een bovenoverploeg aangeschaft. ‘Op die manier ploegen we minder diep. Daarnaast hebben we geïnvesteerd in een aardappelrooier op rupsbanden, een drukwisselsysteem en brede banden. Dit met het oog op behoud van bodemstructuur.’



3.7 Teelt van grasklaver

De multifunctionele stikstofbron



Deze maatregel draagt bij aan:
verbetering bodemkwaliteit, minder stikstofkunstmest,
bovengrondse biodiversiteit.

De teelt van gras met een behoorlijk aandeel klavers is zowel voor de akkerbouw als voor de veehouderij interessant voor de bodemkwaliteit. Gemakshalve spreken we dan over het 'gewas' grasklaver. In de akkerbouw kan grasklaver een hoofdgewas zijn met de functie van rustgewas met het voordeel van stikstofvastlegging door de vlinderbloemige klaver. Het kan ook als tussengewas, dus als groenbemester worden ingezet. In de veehouderij is grasklaver in gebruik voor zowel maaibeides als

voor afwisselend maaien/weiden. In het eerste geval vaak met rode klaver en in het tweede met witte en eventueel ook rode klavers. Grasklaver heeft voordelen voor de bodem en voor biodiversiteit en past daarom goed bij natuurinclusieve landbouw.

Rode klaver maakt een diepe penwortel, maar kan zich niet uitbreiden in het gras. De plant zal langzaam verdwijnen uit het grasland door uitval van planten. Rode klaver wordt hoger dan witte klaver. Witte klaver vormt worteluitlopers (stolonen) en kan zich wel uitstelen in het gras. Beide soorten klavers bloeien uitbundig en zijn goede drachtplanten voor bijen, hommels en vlinders, maar rode klaver draagt meer bij aan zeldzame soorten hommels (en vlinders).



Witte klaver heeft als voordeel dat deze uitstoelt en zich kan uitbreiden tussen het gras via kruipende stengels (stolonen).



Rode klaver maakt een diepere penwortel.

Voordelen van grasklaver

Verschillende grassen en klavers zorgen samen voor een intensieve en fijne beworteling, gunstig voor bodemstructuur en bodemleven. Er zijn meer poriën en regenwormen te vinden onder grasklaver. De wortelgroei zorgt voor een behoorlijke toename van organische stof. Een zode van grasklaver is dicht en laat onkruiden weinig ruimte.

Klaver is een vlinderbloemige die middels wortelknolletjes stikstof bindt uit de lucht. De hoeveelheid gebonden stikstof varieert van 100 tot wel 380 kg stikstof per ha per jaar, afhankelijk van het aandeel klaver in de zode. Het gewas vraagt daarom navenant minder bemesting met stikstof. Dat is de reden dat grasklaver ook in biologische fruitboomgaarden een plek heeft.

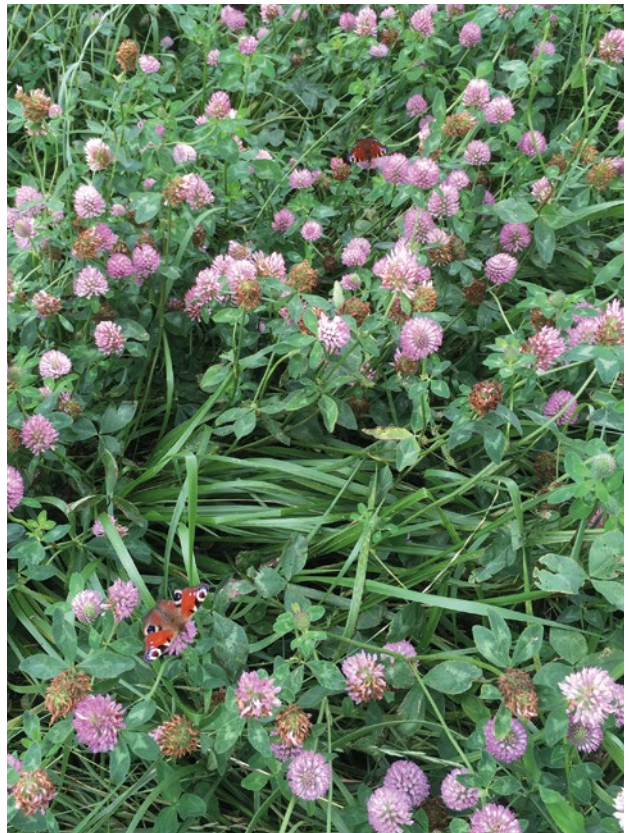
Wanneer grasklaver wordt ondergewerkt komt de gebonden stikstof langzaam vrij in de bodem. Het volggewas heeft hier voordeel van en hoeft minder bemest te worden. Ook boven de grond is grasklaver goed voor de biodiversiteit, omdat de bloeiende klavers aantrekkelijk zijn voor bijen, hommels en vlinders.



Witte klaver verspreidt zich via de stolonen over het perceel.



De wortelknolletjes binden stikstof uit de lucht die vervolgens ten goede komt aan het gewas.

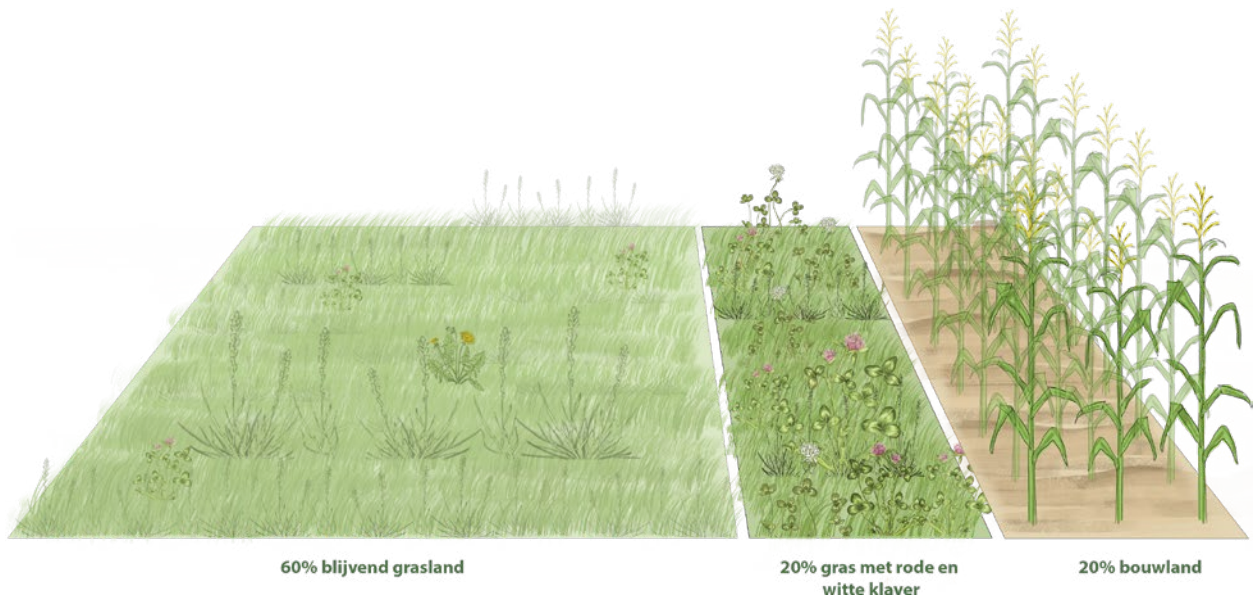


Rode klaver is een nectarbron voor o.a. dagpauwoog en langtongige hommels, die vervolgens bijdragen aan de bestuiving.

Wisselteelt met grasklaver in de veehouderij

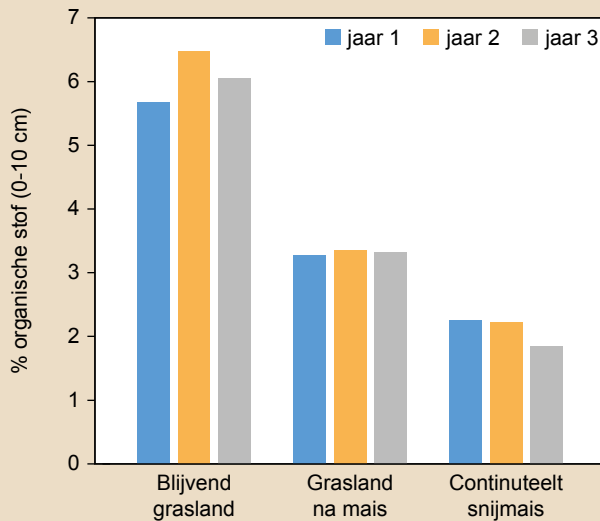


Figuur 3.14. De meeste melkveehouders op zand- en kleigrond gebruiken 80% van hun land als blijvend grasland en 20% als bouwland voor de teelt van snijmais. Meestal wordt de snijmais in continueelt steeds op dezelfde percelen geteeld, wat een grote weerslag heeft op bodemkwaliteit. Mais afwisselen met vijfjarig grasland is al een verbetering. Onder dit grasland wordt veel organische stof opgebouwd. Het nadeel van deze variant is dat bij scheuren voor nieuwe maisteelt erg veel organische stof wordt afgebroken waaruit meer stikstof vrijkomt dan het volggewas kan benutten. De ongebruikte stikstof gaat verloren naar het grond- en oppervlaktewater.

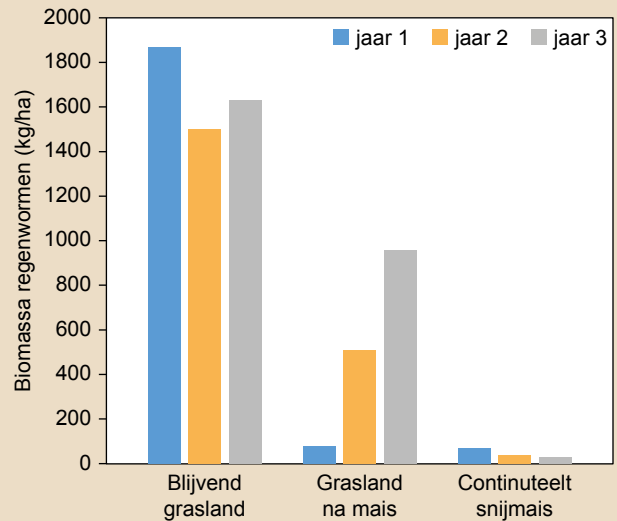


Figuur 3.15. Een bouwplan met 60% grasland, 20% mais en 20% grasklaver ondervangt deze nadelen. Hierbij kunnen mais en grasklaver elke twee of maximaal drie jaar wisselen van plek. Zo blijft de bodemkwaliteit van alle percelen op peil en worden vrijkomende nutriënten na het tijdelijke grasland benut door de snijmais. In plaats van grasklaver past in zo'n bouwplan ook productief kruidenrijk grasland. Dit is een mengsel van productieve grassen, klavertjes en kruiden als smalle weegbree, duizendblad en cichorei (zie § 4.9).

Figuur 3.16. Organischestofgehalte en regenwormen bij verschillend landgebruik (bron: LBI).



Het organischestofgehalte van de bodem neemt sterk af door het scheuren van grasland of grasklaver. Herstel gaat langzaam.



De biomassa aan regenwormen is het hoogst in blijvend grasland. Door ploegen neemt de biomassa sterk af, maar herstel van regenwormen in de bodem gaat vrij snel in grasland en grasklaver.



Grasklaver in een fruitboomgaard.

Grasklaver in de akkerbouw

Grasklaver speelt als rustgewas in de vruchtwisseling een belangrijke rol voor het behouden van de bodemkwaliteit. Het is zeer geschikt als rustgewas om de vruchtwisseling te verbreden. Biologische akkerbouwers hebben het om die reden in het bouwplan. Na grasklaver volgt dan een gewas dat economisch belangrijk is en dat de vastgelegde stikstof kan benutten, bijvoorbeeld aardappel of peen. Een gewas grasklaver kan zo'n drie à vier keer worden geoogst en is gewild als eiwitruwvoer bij melkveehouders die het dan inkuilen. Biologische melkveehouders leveren vaak in ruil vaste mest terug aan het akkerbouwbedrijf. Een variant is om één of meer maaisneden te gebruiken als maaimeststof: dan wordt het maaisel verhak-seld en op een ander perceel ingezet als plantaardige meststof.

Grondruil tussen akkerbouw en veehouderij

In Drenthe is het ruilen van grond tussen akkerbouwers en melkveehouders een veelvoorkomend gebruik. De akkerbouwer verbouwt dan een hakvrucht als aardappels op het land van de veehouder en de veehouder teelt gras of grasklaver op percelen van de akkerbouwer. De ruil gaat in een bepaalde verhouding omdat akkerbouwgrond een hogere pachtwaarde heeft dan grasland. In potentie heeft dit ruilsysteem een goede uitwerking op de bodemkwaliteit. Om die voordelen uit de verf te laten komen is wel nodig dat beide partijen erop uit zijn de teelt en hun bedrijfsvoering te verduurzamen. Denk aan goed graslandbeheer, zorgvuldige gewasbescherming en bemesting.

Inpasbaarheid in de bedrijfsvoering

Het inzaaien van grasklaver kan het beste plaatsvinden in de nazomer. Grondbewerking bestaat meestal uit ploegen, frezen, of minimale grondbewerking (zie § 3.2). Een mengsel van 30 kg Engels raaigras, 5 kg rode klaver en 3 kg witte klaver per hectare is een goede samenstelling. Maar er kan ook voor één klaversoort gekozen worden. Beide hebben verschillende eigenschappen.

Afwisselend mais en grasklaver telen is goed toepasbaar op melkveebedrijven. Grasklaver doet het goed na mais en andersom. Na het scheuren van grasland (van 2 of 3 jaar oud) is er voor de volgteelt van mais of aardappelen geen dierlijke mest nodig. Na de teelt van snijmais past grasklaver goed in de relatief stikstofarme maaisoppel.

Aandachtspunten voor grasklaver zijn er ook, zoals de kalibehoeft van klaver. Op zandgrond kan een tekort aan kali zorgen voor het wegvallen van de klaveropbrengst. Ook is het belangrijk dat de pH op peil is, vooral voor rode klaver: minimaal 5,2, streefwaarde is 5,5. Daarnaast moet voldoende calcium beschikbaar zijn. Grasklaver kan ook zorgen voor een toename van emelten, engerlingen en schadelijke aaltjes.

Kosten en baten

Het afwisselen van bouwland en grasklaver heeft economische voordelen voor de melkveehouder. Een scenariostudie met bedrijven in de Achterhoek liet zien dat dit kan oplopen tot

7.000 euro per jaar. De winst zit hem vooral in minder ruwvoerkosten, want door hogere grasopbrengst hoeft er minder maiskuil te worden aangekocht.

Wat de kosten en baten zijn voor een akkerbouwbedrijf, hangt erg af van de vruchtwisseling op het bedrijf. Feit is dat grasklaver op de korte termijn veel minder oplevert dan aardappels. Maar zoals eerder aangegeven is grasklaver een investering in de bodemkwaliteit die vooral effect heeft op het volggewas. Het behouden van de bodemkwaliteit betaalt zich terug op de langere termijn.

Meer informatie

- Handboek gras-klaver: www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/1331.pdf
- Maatregelen voor het vastleggen van koolstof in minerale bodems: www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/maatregelen-voor-het-vastleggen-van-koolstof-minerale-bodems.pdf
- De kracht van klaver: www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/1481.pdf
- Rode klaver voor maaibeides, winst voor veehouder en klimaat: www.louisbolk.nl/sites/default/files/publication/pdf/2985.pdf

MAATSCHAP GROOT KOERKAMP WIL ZO MIN MOGELIJK KUNSTMEST

‘Hoe diverser het grasland, hoe beter’

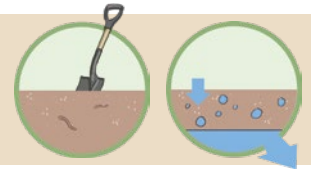
Bij het Gelderse Harfsen heeft maatschap Groot Koerkamp een melkveehouderijbedrijf op enkeerdgrond met 165 melkkoeien. Matthijs Groot Koerkamp streeft naar zo min mogelijk kunstmestgebruik en combineert op alle percelen gras en klaver. In het voorjaar komt daar eenmalig 25 kilo stikstof op in de vorm van ureum en de rest van het seizoen voorziet drijfmest in de nodige mineralen. De grond heeft geen ideale verhouding tussen calcium en magnesium en daarom gebruikt hij ook nog gips en kalk om de bodemstructuur goed te houden. Gips helpt ook aan de zwavelvoorziening.

Groot Koerkamp heeft de ervaring dat grasklaver beter is voor de bodem, maar ook voor de koeien. Klaver wortelt dieper en kan beter tegen droogte. De koeien vreten het graag, ook al omdat er in het najaar geen roest optreedt in het gras. En de opbrengsten zijn in het najaar goed, terwijl er dan geen mest meer mag worden uitgereden. ‘En dan geldt dus één plus één is meer dan twee’, zegt Groot Koerkamp. Op de percelen met grasklaver streeft hij naar meer soorten dan alleen witte klaver. Ook rode klavers en kruiden beginnen daar te groeien. ‘Hoe diverser, hoe beter’.



3.8 Leeftijd grasland verhogen

Ouderdom is bodemwinst



Deze maatregel draagt bij aan:

grote voorraad bodemorganische stof, bodemvruchtbaarheid en waterberging.

Met de maatregel 'leeftijd grasland verhogen' bedoelen we grasland waarvan de graszode echt oud mag worden. Die graszode blijft dus jaren liggen, zonder dat deze vernieuwd wordt. De leeftijd van het grasland verlengen gaat eigenlijk over een serie maatregelen, die erop gericht zijn het grasland te behouden. Oud grasland bevat meer bodemorganische stof dan jonger grasland. Wanneer het gras groeit, groeien de wortels onder de grond ook. Telkens als het gras gemaaid of begraasd wordt, sterft een deel van de wortels af. De afstervende wortels laten de organische stof toenemen. Onder blijvend grasland is de afbraak van organische stof lager dan onder bouwland, door het achterwege blijven van grondbewerking. Zo neemt de hoeveelheid bodemorganische stof geleidelijk toe (figuur 3.17). Er is geen andere maatregel die het organischestofgehalte zo hoog kan laten worden.

Bodemorganische stof

Organische stof is voeding voor het bodemleven en bij dit 'opeten' en verteren van de organische stof (dit noemen we mineralisatie) komen nutriënten beschikbaar voor het gras.

Hoe ouder een grasland is, hoe meer organische stof onder de zode zit, des te meer mineralisatie in het groeiseizoen plaatsvindt. Dit heet het stikstofleverend vermogen van de grond (NLV) en het is in een getal te vinden in uitslagen van bodemanalyses.

Elke procent meer organische stof in de laag 0-10 cm is op zandgrond goed voor de productie van 1.000 kg droge stof gras per hectare extra, zónder bemesting. Op kleigrond is dit 500 kg droge stof per hectare extra. Maar kleigrond is over het algemeen al productiever dan zandgrond.

Op veengrond is het een ander verhaal. Daar is de opbouw of afbraak van bodemorganische stof vooral afhankelijk van de grondwaterstand. Bij ontwatering van veengrond breekt de organische stof af en klinkt de bodem in (bodemdaling).



Intensieve wortelgroei van grasland.

Sponswerking en bodemleven

Een ander voordeel van bodemorganische stof is de sponswerking die het heeft voor water. Bij regenval kan een bodem met veel organische stof het water als het ware opzuigen en vasthouden.

Onder oude graslanden met een constante aanvoer van voedsel door afstervende wortels leven meer wormen van de groep pendelaars. Deze zijn honkvast en graven verticale gangen, soms dwars door eventuele storende lagen heen. Zo dragen ze bij aan een goede waterinfiltratie. Ook helpen pendelende wormen het gras om dieper te wortelen. Met een diepe beworteling kan gras meer water aan. Daarnaast komt er ook weer meer organische stof dieper in de bodem terecht, wat weer bodemleven aantrekt.



Storende lagen in de bodem verhinderen de beworteling.



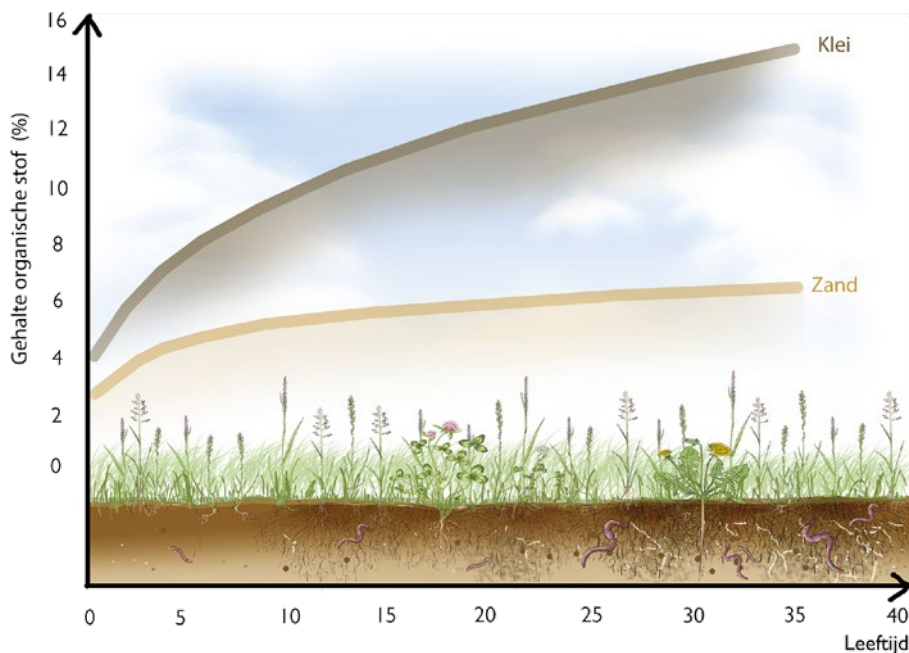
Zonder storende lagen vind je wortels door de gehele bodem.

Positieve feedback

Je zou de voordelen van het verlengen van de leeftijd van grasland als een vliegwielen kunnen zien: een mechanisme met positieve feedback. Meer bodemorganische stof betekent meer mineralisatie, dus betere natuurlijke grasgroei. En meer organische stof voedt het bodemleven en reguleert het water, waardoor de grasgroei op peil blijft. Na een periode van droogte waarin de grasgroei terugloopt, kan oud grasland zich beter herstellen dan jong grasland. Het zijn die zelfregulerende natuurlijke processen, die het de moeite waard maken om blijvend grasland te koesteren.

Keerzijde van scheuren en weer inzaaien

Grasland scheuren en opnieuw inzaaien levert misschien op korte termijn een betere grassamenstelling en productie op. Keerzijde is dat veel van de opgebouwde organische stof dan verloren gaat, waardoor in de jaren erna een hogere bemesting nodig zal zijn. De overmaat van nutriënten die bij scheuren vrijkomen, kunnen namelijk uitspoelen. Voor de boer is het de uitdaging het grasland zo te verzorgen dat scheuren en opnieuw inzaaien niet nodig is.



Figuur 3.17. De opbouw van organische stof in de bovenste 10 cm van de bodem neemt toe naarmate een grasland ouder wordt. Op kleigrond neemt dit langer toe dan op zandgrond.

De toename van organische stof in jong grasland gaat vrij snel. Des te ouder het grasland wordt, des te minder het organischestofgehalte per jaar stijgt. Hoe hoger het kleigehalte, des te meer het organischestofgehalte kan toenemen (figuur 3.17).

Aandachtspunten en maatregelen

De leeftijd of gebruiksduur van grasland verhogen klinkt eenvoudig, maar vergt aandacht voor secuur graslandmanagement, met een portie vakmanschap. Het gaat er vooral om dat er een dichte zode blijft bestaan en de juiste grassoorten in het grasland blijven. Aandachtspunten en maatregelen hierbij zijn:

- Voorkomen van bodemverdichting is een voorwaarde om oud grasland te laten presteren. Vooral in voor- en najaar is geduld nodig om te wachten op voldoende draagkracht voor het land wordt opgegaan. Werken met brede banden en lage bandenspanning maken daarbij ook veel uit.
- Afwaterende sloten, greppels en drainage zorgen voor draagkracht. Plassen mogen niet langer dan 24 uur op het land blijven staan, anders hebben de gewenste grassen veel te lijden.
- Op veel percelen is de pH te laag, vooral op zandgronden. Streefwaarde voor gras op zandgronden is 4,9 – 5,4. Najaar en winter zijn de perioden voor een bekalking, dan kan de kalk lang inwerken. Op zandgronden is ook het zwavel- en kaligehalte een aandachtspunt.
- Beweiding met koeien en jongvee zorgt voor een dichtere graszode. Winterbegrazing met schapen verstevigt de zode.
- Soms kan een stevige voorjaarsbewerking met een wiede werken tegen matige grassen en onkruiden als ruwbeemd, straatgras en muur. Zo'n bewerking brengt bovendien lucht in de bodem. Kweekhaarden zijn te remmen en in te dammen door intensief beweiden.
- In droge jaren kan tijdig beregenen helpen de graszode te behouden.
- Bij kale plekken en een matige botanische samenstelling is doorzaaien (gras zaaien in bestaande grasmat) in september/oktober behulpzaam. Vooraf kort maaien of grazen, doorzaaien bij voldoende vocht en stevig aanrollen zijn cruciaal voor het effect. Evenals regen na de behandeling.

Inpasbaarheid in bedrijf, kosten en baten

De maatregel is effectief en eenvoudig in te passen in de bedrijfsvoering. De grasopbrengst op zich is bij goed beheer net zo hoog en vaak zelfs hoger dan van vernieuwd grasland. Het is toepasbaar op alle grondsoorten en het positieve effect is na 5-10 jaar merkbaar. Op zandgrond is het weliswaar uitdagend om grasland ouder dan 8 jaar te laten worden. Verlengen van de leeftijd van grasland voorkomt hoge kosten voor graslandvernieuwing. Ook weegt de winst van nieuwe grasrassen vaak niet op tegen het verlies aan organische stof, stikstofleverend vermogen en opbrengst.



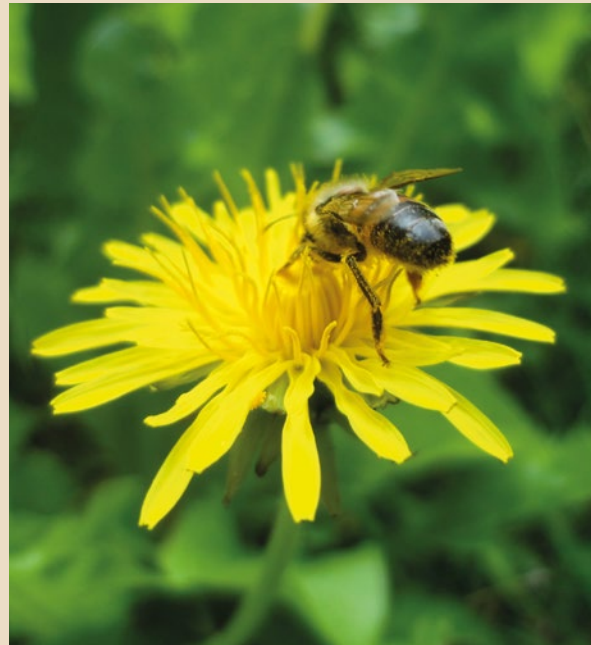
Vertrapping van de grasmat moet voorkómen worden.

Meer informatie

- Graslandsignalen: www.roodbont.nl/nl/product/100-135_Graslandsignalen
- Bodemsignalen grasland: www.roodbont.nl/nl/product/100-362_Bodemsignalengrasland

Kruiden in blijvend grasland

Naarmate grasland ouder wordt verschijnen er kruiden en andere grassoorten. Spontaan ontstaat er diversiteit in de grasmat. Voor de biodiversiteit is dit natuurlijk goed, maar niet alle soorten zijn gewenst. We zien in de praktijk grote verschillen in hoe boeren hiermee omgaan. Sommigen veehouders verwijderen alle kruiden. Anderen laten meer diversiteit toe. In hoeverre blijvend grasland bijdraagt aan meer biodiversiteit hangt dus af van de tolerantie van de boer voor spontaan opkomende kruiden. Een voorbeeld van een plant die weinig invloed heeft op de productie is de paardenbloem. Paardenbloemen zorgen pas bij een aandeel van 25% in de droge stof voor een opbrengstderving van het gras. Paardenbloemen bloeien uitbundig in het voorjaar en in het najaar. Veel bestuivers komen op de bloemen af. Het is zelfs de meest bezochte bloem door bestuivers in Nederland. En eigenlijk doet de paardenbloem geen kwaad. Qua voederwaarde heeft de paardenbloem een lager eiwitgehalte en de mineralensamenstelling is gelijk aan gras. Mogelijk ondersteunt de plant de werking van de lever van koeien.



Bronnenlijst Hoofdstuk 3: Bodem

3.1 Inleiding

- Bonfante, A., Basile, A. & J. Bouma (2020). Targeting the soil quality and soil health concepts when aiming for the United Nations Sustainable Development Goals and the EU Green Deal. *Soil* 6: 453–466.
- Eekeren, N.J.M. van, Philipsen, B., Bokhorst, J.G. & C. ter Berg (2019). Bodemsignalen grasland (Editie Nederlands): Praktijkgids voor optimaal bodemmanagement op melkveebedrijven. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Haan, J.J. de, Elsen, E. van den & S.M. Visser (2021). Evaluatie van de Bodemindicatoren voor Landbouwgronden in Nederland (BLN), versie 1.1 en schets van een ontwikkelpad naar een BLN, versie 2.0. Rapport WPR-883. Wageningen UR.
- Koopmans, C.J., Zanen, M. & C. ter Berg (2005). De kuil: Bodembeoordeling aan de hand van een kuil. LB12. Louis Bolk Instituut, Driebergen. November 2005.
- Koopmans, C.J., Bokhorst, J.G., Berg, C. ter, & N.J.M. van Eekeren (2012). Bodemsignalen: Praktijkgids voor een vruchtbare bodem. Roodbont, Zutphen.

3.2 Minimale grondbewerking

- Balen, D. V. (2013). Ploegen of niet ploegen? *Ekoland* 33 (7/8): 14-16.
- Bernaerts, S. (2008). Niet kerende grondbewerking (NKG). BioKenis bericht Akkerbouw & vollegrondsgroenten, 15.

- Muijtjens, S., Swerts, M., Vervaeke, I. & G.J.H.M. Meuffels (2012). Aan de slag met niet kerende grondbewerking. Provincie Vlaams-Brabant, Leuven.
- Postma, J., Schilder, M.T., Bloem, J., Scholten, O. & D.J.M. van Balen (2015). Effecten van grondbewerking op bodembiologie en ziekteverendigheid van de bodem. *Gewasbescherming* 46 (3): 84-84.
- Schurer, B., Herbert, Z., Hal, O. van, Wagenaar ... & J. Schepens (2022). Maatregelen voor het vastleggen van koolstof in minerale bodems. Ervaren uit de praktijknetwerken van Slim Landgebruik. Louis Bolk Instituut, Bunnik.
- Selin Norén, I., Vervuurt, W., Bakker, N., Koopmans, C., ... & J. de Haan (2022). Analyse van bodemmaatregelen: effecten op bodemfuncties en toepasbaarheid. Integrale analyse van de resultaten uit de PPS Beter Bodembeheer. Wageningen Plant Research.

3.3 Toepassen van compost

- Bokhorst, J.G., & C. ter Berg (2001). Handboek mest & compost: behandelen beoordelen & toepassen. Louis Bolk Instituut, Driebergen.
- Feenstra, J., (2017). Onderzoek Ebelsheerd: bokashi stuwt OS-gehalte in de bodem. *Akker van het Noorden*: 18-19. Persbureau Langs de Melkweg, Sneek.

Iepema, G., Smeding, F.W. & J.G. Bokhorst (2008). Compostwijzer: Compost maken in vier stappen. LD15. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Koopmans, C.J., Agtmaal, M. van, & N.J.M. van Eekeren (2018). Quick scan mest en bodemkwaliteit: Invloed van mest en compost op de bodemkwaliteit, gewasproductie en emissies. Louis Bolk Instituut, Bunnik.

Janmaat, L. (2017). Wat is beter: compost of bokashi? Ekoland 6: 30-31. Van Westering, Baarn.

Schijndel, M. van & P.R.A. Struyk (2021). Van waterschapsmaaisel tot bokashi: bijdrage van maaisel aan waterbeheer en biodiversiteit. Bodem (3): 20-21.

3.4 Vaste mest toepassen

CLM (2016). Waardekaart Vaste Mest. CLM, Culemborg.

Wit, J. de, Eekeren, N.J.M. van, Honkoop, W. & J. Pijlman (2020). De waarde van vaste mest: Quick scan mest en natuur in de Krimpenerwaard. Louis Bolk Instituut, Bunnik.

3.5 Groenbemesters

Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroententeelt (2023). Handboek bodem en bemesting: www.handboekbodembemesting.nl.

Leeuwen-Haagsma, W.K. van, Hoek, H., Molendijk, L.P.G., Mommer, L., ... & G.A. de Groot (2019). Handboek Groenbemesters 2019. Wageningen UR.

Wageningen UR (2019). www.aaltjesschema.nl, geraadpleegd op 7-12-2023.

3.6 Brede vruchtwisseling

Lamers J.G. & K. van Rozen (2014). Het bodemschimmelschema. PPO nr. 3250227400-2. PPO-AGV, Wageningen UR.

3.7 Teelt van grasklaver

Eekeren, N.J.M. van, Heeres, E., Iepema, G. & H. van der Meer (2005). Kalibemesting van grasklaver. Vlugschriften Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Eekeren, N.J.M. van & B. Philipsen (2013). Gezonde grondruil tussen melkveehouders en bollentelers. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Eekeren, N. van (2016). Optimaal landgebruik voor bodemkwaliteit, 60% blijvend grasland en 20% grasklaver in rotatie met 20% snijmais. V-focus december 2016: 34-35.

Eekeren, N. van, Goor, S. van de, Wit, J. de, Evers, A.G., & M.H.A. de Haan (2016). Inkomen 7.000 euro hoger bij betere bodemkwaliteit. V-focus 13 (6): 36 - 37.

Eekeren, N.J.M. van, Deru, J.G.C., Hoekstra, N. & J. de Wit (2018). Carbon Valley: Organische stofmanagement op melkveebedrijven: Ruwvoerproductie, waterregulatie, klimaat en biodiversiteit. 2018-002 LbD. Louis Bolk Instituut, Bunnik.

Haas, B.R. de, Hoekstra, N.J., Schoot, J.R. van der, Visser, E. J.W., ... & N. van Eekeren (2019). Combining agro-ecological functions in grass-clover mixtures. AIMS Agriculture and Food 4(3): 547-567.

Hospers-Brands, A.J.T.M., Burgt, G.J.H.M. van der & L. Janmaat (2015). Maaimeststoffen in bedrijfs- en ketenverband: Plantaardige meststoffen in de praktijk. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Wolf, P. de, Klompe, K., Hanegraaf, M., Molendijk, L. & T. Vellinga (2018). Verduurzaming samenwerking akkerbouw-veehouderij in Drenthe; Expertbeoordeling en advies. Rapport WPR- 773. Wageningen UR.

Zanen, M., Bokhorst, J.G., Berg, C. ter, C.J. Koopmans (2008). Strategieën voor duurzaam bodemmanagement: ervaringen uit de biologische landbouw. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

3.8 Leeftijd grasland verhogen

Eekeren, N.J.M. van & C. ter Berg (2012). Paardenbloem: kruid of onkruid? Na twee droge voorjaren veel meer paardenbloemen op sommige melkveebedrijven. Ekoland 2012 (4): 32-33. Van Westering, Baarn.

Eekeren, N.J.M. van, Iepema, G., B. Domhof (2016). Goud van Oud Grasland: Bodemkwaliteit onder jong en oud grasland op klei. Louis Bolk Instituut, Driebergen.

Iepema G., Hoekstra N.J., Goede, R. de, Bloem J., ... & N. van Eekeren (2022). Extending grassland age for climate change mitigation and adaptation on clay soils. European Journal of Soil Science 2022 (73): e13134.

Wit, J. de, Goor, S. van de, Pijlman, J. & N. van Eekeren (2018). Opbouw organische stof met blijvend grasland. V-focus april 2018: 32-34.

Titel

Natuurinclusieve landbouw in de praktijk

Uitgever

Brill

Hoofdredactie

Boki Luske, Bas Tinhout, Margot Veenbos

Auteurssteam

Monique Bestman, Alice Blok, Hugo Bosland, Abco de Buck, Roy Gommer, Eric Hees, Ruud Hendriks, Zwanet Herbert, Dennis Heupink, Merel Hondebrink, Tjalling Huisman, Peter Leendertse, Monique Mul, Udo Prins, Petra Rietberg, Burret Schurer, Pieter Struyk, Jenneke van Vliet, Jacco Vrijlandt, Jan-Paul Wagenaar, Erik van Well.

Met medewerking van Dirk van Apeldoorn, Annemarie Dekker, Nick van Eekeren, Leen Janmaat, Erik Kleijheeg, Chris Koopmans, Evert Prins, Frits van der Schans, Marcel Schillemans, Maureen Schoutsen.

Betrokken organisaties Aeres Hogeschool Wageningen, Aeres Warmonderhof, BoerenNatuur, CLM Onderzoek en Advies, HAS green academy, Hogeschool Van Hall Larenstein, Louis Bolk Instituut, DC Terra, Sovon, Vonk, Wageningen University & Research, Yuverta, Zoogdiervereniging.

Met dank aan de klankbordgroep: Tim Buist, Sigrid Dassen, Daan Groot, Alex Datema, Ingrid van 't Hek, Alette Los, Ellen Reuver, Ine Sturkenboom, Kees van Vuuren. En aan alle geïnterviewde boeren en overige betrokkenen.

Eindredactie

Ton van Schie en Diederik Sleurink

Vormgeving

Bart Bakker (Brill)

Illustraties

Anoula Voerman (RO-visuals.nl), Bart Bakker (Brill)

© CLM/Louis Bolk Instituut, 2024

ISBN 978-90-04-69554-2



Ministerie van Landbouw,
Natuur en Voedselkwaliteit

De ontwikkeling van het boek 'Natuurinclusieve landbouw in de praktijk' is mogelijk gemaakt door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Fotografie

CLM, Louis Bolk Instituut en verder:

Aart van Wijk (84), Alexis Lours (167), Altitudedrone (141), Amirekul (175), An Bloemen (153), André Eijkenaar (173), Andreas Treppe (185, 190), Angel217 (139), Anoula Voerman, RO Visuals (15, 135, 137, 137, 138, 138, 140, 140, 140, 150, 152, 221, 227, 228, 228, 233, 234, 235, 239, 240, 240, 241), ANV de Kan (153), Arjan Mulder (194), Ben van Schie (173), Benjamin Wagener (185), Bert Geeraerts (150), Björn S. (72), Blonder1984 (115), Bodemdata.nl (30), boerenkpi.nl (22), Bouwe Brouwer (122), Budabar (112), Carolien Kooiman (174), Chris Bomers (128), Cornelis Mosselman (96, 97), De Bolster (46), De Groene Vlieg (83, 86), DEFI-Écologique (47), Donald Trung Quoc Don (17), Dunpharlain (133), Edo van Uchelen, Wildernis in trek (21, 117), Erik Wannee (176), Esther Meijer (145), Eurofins (29), Fam. Van Eck (205), Farm Media (34, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 52), Fotopersbureau De Boer (16), Fourure alt (175), Frank Vassen (189), Garant Zaden (47), GEA (127), Gemeente Midden-Delfland (209), Gerjan Brouwer (56, 83), Gerrit de Regt (93), Gigna (141), Hajothu (182), HAK (75), Hans Hillevaert (72), Heerlijk van Dichtbij (199, 210, 211), Henk Riswick (197, 200, 202, 202, 212, 215, 219), Herenboeren (20), Herman Menkveld (183), Hilde Harshagen (95), Insectron (131), J. Schroeder (191), Jan Johan ten Have (149), Jan-Pieter Timmerman (74), Jörg Hempel (172), Jorg Tönjes (78, 201), Juan Carlos Fonseca Mata (61), Judy Gallagher (130), Karel Kennes (224, 225, 226), Kok Aardbeien (180), Kozik Radoslaw (121), Krzysztof Ziarnik (182, 183), Land van Ons (19), Lukas - Art in Flanders (181), Maartje ter Horst (3), Marten van Dijl (211), Marton Berntsen (190), Matt Lavin (51, 71), Matti Virtala (190), Mikkel Houmøller (133), Nationaal Archief (17), Nieuwe Oogst (121), PDOK (140), Peasofme.com (35), phb.cz (139), Photoweges (141), PlanetProof (21), Platform Natuurinclusieve Landbouw Gelderland (57), Province Noord-Brabant (214), Rainer Theuer (170), Rasbak (46), René Visser (146), Rob Geerts (99), Roger Culos (184), Schoon water (76), Sjaak Sprangers (129), Sjoerd Fotografie (116), Skal (20), Sovon (189), St. Het Zeeuwse Landschap (218), Stefan Lefnaer (183), Sten Porse (71), Stephan Sprinz (185), Stichting Lakenvelder Vlees (123), Stichting Landschapsbeheer Gelderland (144), Suzanne de Jong (126), Tommy Andriollo (175), Toolbox Water (88), Topotijdreis.nl (143), Université Laval (73), Urgenda (19), Václav Kodousek (172), Veld en Beek (236, 237, 238), Vlodymyr Kucherenko (42), W. Bulach (133), Wakker Dier (18), Wilco Brouwer de Koning (103), WUR (119), Wytze Nauta (123), Ysbrand (139), Zeynel Cebeci (185).

De uitgever heeft getracht de rechthebbenden van al het beeldmateriaal te achterhalen. Wanneer een bron onvermeld is gebleven, kunnen rechthebbenden contact opnemen met de uitgever.

Niets uit deze uitgave mag worden veeveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De auteurs en uitgever hebben de inhoud van deze uitgave met grote zorg en naar beste weten samengesteld. De auteurs en uitgever aanvaarden echter geen aansprakelijkheid voor schade, van welke aard ook, die het gevolg is van handelingen en/of beslissingen die gebaseerd zijn op de verstrekte informatie.

CLM
Gutenbergweg 1
4104 BA Culemborg
internet: www.clm.nl
e-mail: info@clm.nl
tel.: (0345) 47 07 00

Louis Bolk Instituut
Kosterijland 3-5
3981 AJ Bunnik
internet: www.louisbolk.nl
e-mail info@louisbolk.nl
tel.: (0343) 52 38 60

Van Hall Larenstein
Postbus 1528
8901 BV Leeuwarden
internet: www.hvhl.nl
e-mail: info@hvhl.nl
tel.: (058) 284 61 00

Aeres MBO Warmonderhof
Wisentweg 10
8251 PC Dronten
internet: aereswarmonderhof.nl
e-mail: warmonderhof@aeres.nl
tel.: (088) 020 51 30

Brill
Postbus 9000
2300 PA, Leiden
internet: brill.com
e-mail: sales@brill.com
tel.: (071) 535 35 00

