

Organische stof: **breng leven in de bodem!**

Een praktische handleiding
voor organische stofbeheer



VAN IPEREN

groeispecialist sinds 1921

Een praktische handleiding voor organische stofbeheer

Deel I

Organische stof:
wat doet het voor
de bodem?

Deel II

Mest- en
compostsoorten

Inhoud

Voorwoord	5
Samenvatting	6
1. Doel van deze gids	8
DEEL I	
2. Organische stof voor goede bodemkwaliteit	10
2.1 Nutriënten leveren	11
2.2 Bodemstructuur verbeteren	16
2.3 Bodemleven stimuleren	20
3. Plan van aanpak voor succesvol organische stofbeheer	22
3.1 Uw bodem kennen	24
3.2 Organische stofbalans opstellen	26
3.3 Plaatsingsruimte maken	30
3.4 Gewas kiezen	33
3.5 Organische stof toevoeren	34
3.6 Grond bewerken	48
DEEL II	
4. Soorten organische stof	53
4.1 Dierlijke mest	54
4.2 Vaste dierlijke mest	55
4.3 Drijfmest	58
4.4 Champost	60
5. Compost	62
5.1 Groencompost	64
5.2 GFT-compost	65
6. Overige organische (mest)stoffen	66
7. Bijlagen	67
7.1 Verdere informatie	68
7.2 Begrippenlijst	69
7.3 Illustratieverantwoording	71



Deze gids is tot stand gekomen met dank aan:

Onze partners van de PPS Beter Bodembeheer:

Anneleen Rotering, Branchevereniging Organische Reststromen

Janjo de Haan, Wageningen University & Research

Joeke Postma, Wageningen University & Research

Onze partners van het Kennisconsortium Bodem:

Emiel Elferink, van Hall Larenstein

Peter van der Werff, Nordwin College

Pier Oosterkamp, ECOstyle

De organische stofgids is een uitgave van Van Iperen. Adviezen in deze gids zijn gebaseerd op praktijksituaties en de ons ter beschikking staande kennis. Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit bericht mag worden veeleenvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand en/of openbaar gemaakt in enige vorm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Van Iperen.

Iperen.com

Voorwoord

Organische stof is een cruciaal element voor een goed functionerende bodem en daarmee voor een goede gewasgroei. Het speelt een rol bij de beschikbaarheid van nutriënten en water, bij de vorming van structuur en bij de weerbaarheid van de bodem tegen ziekten en plagen. Een goed beheer van de organische stof is daarom erg belangrijk.

Organische stof omvat verschillende materialen die voor een groot gedeelte uit koolstof bestaan.

Sommige organische materialen zijn makkelijk afbreekbaar, anderen zijn juist heel stabiel. In de organische stof spelen zich allerlei chemische, fysische en biologische processen af die we nog maar deels begrijpen. Ondanks de complexiteit en de nog ontbrekende kennis, is Van Iperen erin geslaagd om de beschikbare informatie rond organische stof in de nu voor u liggende gids op een toegankelijke wijze te presenteren en bruikbare adviezen te geven. Dit is een compliment waard.

Naar de toekomst toe is de rol van organische stof van groot belang: in de droge zomer van 2018 hebben we gezien dat percelen met een goede organische stofvoorziening beter presteerden dan percelen die dat niet hadden.

Organische stof zorgt voor verhoogde bodemweerbaarheid. Dit is van groot belang gezien het wegvallen van chemische gewasbeschermingsmiddelen

en de beperkingen op het gebruik van meststoffen. Daarnaast dient organische stof een groot maatschappelijk belang bij het matigen van klimaatverandering en heeft het grote invloed op de (bodem)biodiversiteit.

Binnen het onderzoeksprogramma Beter Bodembeheer werkt Van Iperen samen met Wageningen University & Research en andere partners aan het vergroten van de kennis over de bodem. Met een integrale aanpak proberen we de productie op de korte én lange termijn te verhogen, de ongewenste emissies naar het milieu te verlagen en maatschappelijke bodemdiensten als biodiversiteit en waterbeheer te versterken. Deze gids is een mooi voorbeeld van hoe kennis uit onderzoek vertaald wordt naar praktische handvatten voor de praktijk.

Wij wensen u veel succes met uw organische stofbeheer. We hopen dat deze gids en de adviseurs van Van Iperen u hiermee kunnen helpen.

Janjo de Haan en Joeke Postma
Wageningen University & Research,
Coördinatoren PPS Beter Bodembeheer.

Samenvatting

Aan de slag met organische stofbeheer

Organische stof is materiaal met een biologische oorsprong en is afkomstig uit plantaardige, dierlijke of microbiële bron. Het is een belangrijk onderdeel van een goede bodemkwaliteit en het is de motor achter tal van processen die de bodem gezond houden.

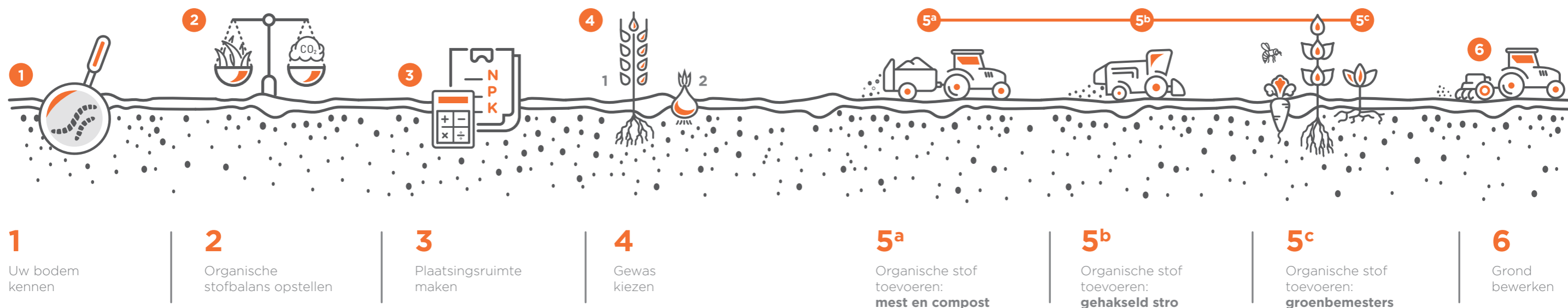
Organische stof kan bijvoorbeeld vocht vasthouden, het is essentieel voor structuurvorming, voedsel voor bodemleven, het levert nutriënten en zorgt er tevens voor dat de bodem meer nutriënten kan opslaan. Om al deze processen in de bodem te laten verlopen, moet de organische stof aan de ene kant afbreken, terwijl het aan de andere kant juist in de bodem bewaard moet blijven.

Organische stofbeheer is dus een combinatie van afbraak en opbouw van organische stof en dat is behoorlijk ingewikkeld.

Maar met behulp van kennis en een concreet stappenplan kunnen we aan de slag met organische stofbeheer. Het plan van aanpak bestaat uit zes stappen.

Bij elke stap geven we uitleg en tips. We leggen bijvoorbeeld uit hoe een organische stofbalans werkt, hoe u kunt zorgen voor meer plaatsingsruimte voor organische mest, welke soorten organische (mest)stof op welke plek in het bouwplan passen en wat voor andere teeltmaatregelen u het beste kunt nemen.

Er zijn verschillende soorten mest en compost (dierlijke vaste- en drijfmest, champost, groen- en GFT-compost), elk met hun eigen kenmerken en manier van toepassen. We geven kengetallen, leggen uit waar u op moet letten voor een goede kwaliteit en gaan in op de voor- en nadelen van elke soort organische stof, zodat u een goed onderbouwde keuze kunt maken voor de toepassing ervan.



1. Doel van deze gids

Organische stof in de bodem draagt bij aan het behoud van een goede bodemkwaliteit, dat is al langer bekend. Maar pakt u dit goed en effectief aan? Met deze gids willen wij u helpen om op een eenvoudige manier zelf aan de slag te gaan met organische stofbeheer in uw bodem.

Deel I

In hoofdstuk 2 leest u wat de rol is van organische stof in de bodem is en hoe de processen rond organische stof in de bodem werken. Hoofdstuk 3 beschrijft een plan van aanpak, bestaande uit zes stappen, voor organische stofbeheer op het agrarisch bedrijf.

Deel II

Hoofdstuk 4 t/m 6 bestaat uit een naslagwerk met beschrijvingen van de verschillende soorten mest en compost.

Bijlagen

In bijlage 1 verwijzen we naar nog meer bronnen voor verdere informatie en in bijlage 2 vindt u de begrippenlijst waar de in deze gids onderstreepte woorden worden uitgelegd.

Deel I Organische stof: wat doet het voor de bodem?

2. Organische stof voor goede bodemkwaliteit

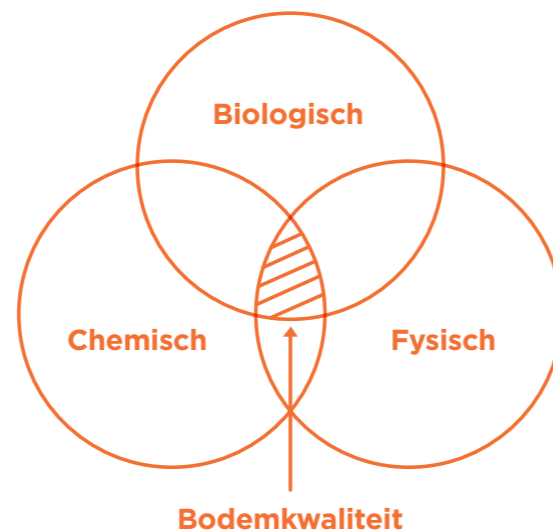
“Duurzame landbouw begint met een gezonde bodem.” Een vaak genoemde kreet in de landbouwwereld. Maar, wat is ‘een gezonde bodem’ precies? Wat is een goede bodemkwaliteit? Goede bodemkwaliteit op een kleigrond ziet er namelijk anders uit dan goede bodemkwaliteit op een zandgrond.

De bodem is een complex ecosysteem waar honderden bodemeigenschappen en processen met elkaar in verbinding staan. Vaak worden die bodemprocessen in drie categorieën verdeeld:

- ✿ chemische processen
- ✿ fysische processen
- ✿ biologische processen.

Al deze processen staan met elkaar in verbinding en beïnvloeden elkaar. Samen bepalen ze de bodemkwaliteit. Vanwege de complexiteit van de processen en hun interacties, is het onmogelijk om één toestand te definiëren wat de beste bodemkwaliteit geeft. Maar, we weten wel dat een belangrijk aspect van bodemkwaliteit te maken heeft met de organische stofbalans¹² van de bodem en de processen die daarbij horen.

Als vuistregel kunnen we stellen: **zorg dat de balans in ieder geval in evenwicht is, maar het liefst positief.** In dit hoofdstuk leggen we uit waarom dat zo is.



Figuur 1 - In de bodem gebeuren vele processen die zijn te verdelen als chemische, biologische en fysische processen. De processen overlappen elkaar en samen bepalen ze de bodemkwaliteit.

Organische stof is een overkoepelende term voor allerlei soorten biologisch materiaal, bijvoorbeeld plantenresten, micro-organismen en uitwerpselen van dieren. Als we praten over het organische stofgehalte van de bodem (of bodemorganische stofgehalte), dan gaat het om het organisch materiaal wat al (deels) verteerd en versnipperd is en onderdeel is geworden van de bodem. Bij bodemanalyses wordt de grond eerst gezeefd over een zeef van 2 mm. Het organische stofgehalte op een analyseformulier is dus organische stof van maximaal 2 mm groot. Een dode vogel op het land, vers gemaaid gras of houtachtige mulch is dus (nog) geen deel van het organische stofgehalte van de bodem, maar wordt dat wel na verloop van tijd als het verder afbreekt. Organische stof is belangrijk voor tal van functies in de bodem. Hieronder staan een aantal functies beschreven.



Figuur 2 - Macro-organismen versnipperen het organisch materiaal en maken het hapklaar voor verdere afbraak door de micro-organismen.

2.1 Nutriënten leveren

Door de afbraak en vertering van organisch materiaal in de bodem komen nutriënten vrij in een vorm die planten kunnen opnemen. Dit proces heet mineralisatie. De afbraak van organisch materiaal gebeurt door het bodemleven. Groot bodemleven (macro-organismen) zoals wormen en

pissebedden versnipperen het organisch materiaal en maken het beter ‘behapbaar’ voor het kleine bodemleven, de micro-organismen. Micro-organismen zoals schimmels en bacteriën zorgen voor het verder afbreken en het vrijkomen van plantopneembare nutriënten.

¹ Onderstreepte woorden worden staan uitgelegd in de begrippenlijst op pagina 69.

² De organische stofbalans is niets anders dan een simpele vergelijking: is de hoeveelheid organische stof die de bodem in komt in balans met de hoeveelheid die de bodem uit gaat? Een positieve balans betekent dat er meer organische stof de bodem in komt, dan er uit gaat.

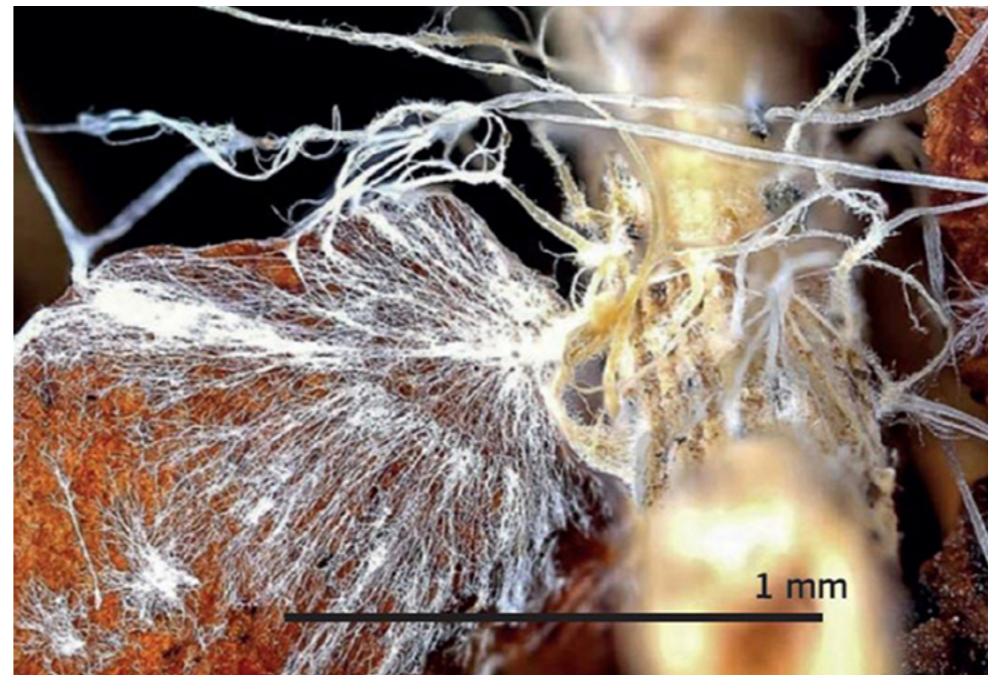
2.1 Nutriënten leveren

De snelheid en het gemak waarmee het bodemleven organische stof kan afbreken hangt onder andere af van het soort organisch materiaal en de micro-organismen die aanwezig zijn. Groen, kruidachtig materiaal verteert bijvoorbeeld een stuk sneller dan houtachtig materiaal. Micro-organismen hebben stikstof nodig om het organisch materiaal af te breken. Houtachtig materiaal bevat relatief weinig stikstof (chemische notatie: N) ten opzichte van koolstof (C). Het heeft een hoge C/N-verhouding en de stikstof bevindt zich tussen moeilijk afbreekbare moleculen zoals lignine en cellulose. Om deze moleculen af te breken, is ook gespecialiseerd bodemleven (vooral schimmels) nodig. Hierdoor verloopt de vertering langzaam.

In groen, kruidachtig organisch materiaal zit de stikstof vooral in eiwitten en suikers. Deze structuren zijn juist (relatief) makkelijk afbreekbaar door een grotere groep bodemleven. Daarnaast zijn factoren zoals temperatuur, vocht en zuurstof van belang.

Wanneer de bodem in het voorjaar opwarmt, worden bodemorganismen actiever en komt mineralisatie op gang. Bij droogte neemt mineralisatie weer af omdat bodemorganismen water nodig hebben. Bodemorganismen hebben ook zuurstof nodig. Te veel water of een zwaar verdichte grond kan leiden tot zuurstofgebrek in de bodem en een afname van mineralisatie. Bij de afbraak van organisch materiaal komen naast de macronutriënten (N, P, K, Mg, Ca, S) ook essentiële micronutriënten vrij die niet altijd via de conventionele bemesting toegediend worden. Voorbeelden hiervan zijn zink (Zn), koper (Cu) en mangaan (Mn).

Verschillende onderzoeken hebben laten zien dat in sommige bodems in Nederland het gehalte aan micronutriënten afneemt. Een mogelijke verklaring is dat er steeds minder organisch materiaal aan de bodem toegediend wordt, terwijl er juist hogere gewasogsten gehaald worden en er dus meer micronutriënten afgevoerd worden.



Figuur 3 - Verschillende bacteriekolonies op voedingsbodems (boven); schimmeldraden (onder).

Micronutriënten zijn in kleine hoeveelheden nodig, maar ze zijn van essentieel belang voor tal van processen in de plant. Zonder micronutriënten kan de plant zijn levenscyclus niet voltooien.

Het eindproduct van de vertering van organisch materiaal wordt humus genoemd. Humus bestaat uit stabiele organische moleculen (met lange koolstofketens) die nagenoeg niet meer verder afbreken, of heel erg langzaam (humus kan tot wel honderden jaren lang stabiel in de bodem blijven).

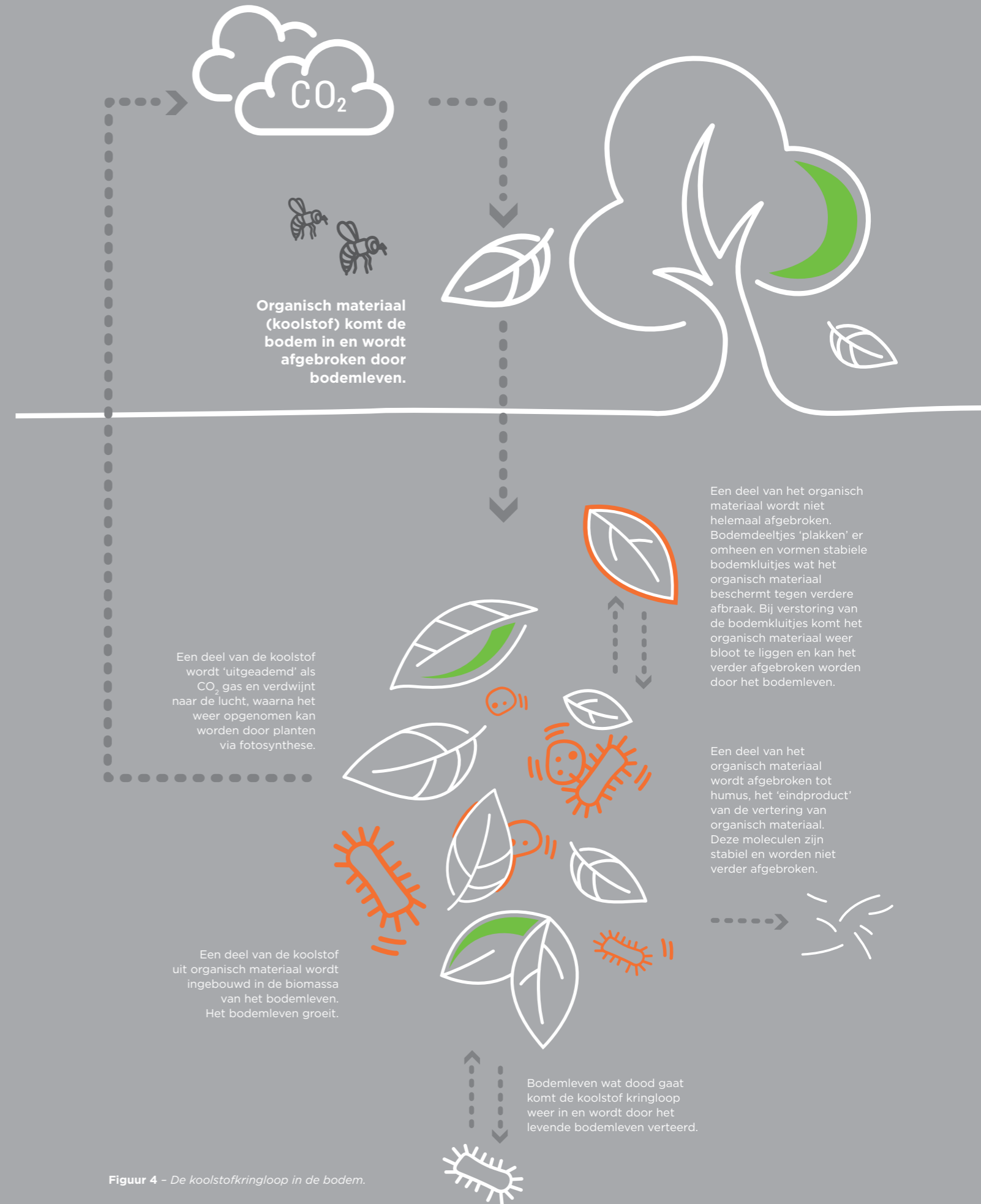
Humus heeft een negatieve lading en maakt deel uit van het klei-humus-complex. Het klei-humuscomplex bepaalt hoeveel nutriënten (met positieve lading, zoals NH_4^+ , Ca_2^+ , Mg_2^+ , K^+) er vastgehouden kunnen worden in de bodem zonder uit te spoelen. Het verhogen van het bodemorganische stofgehalte verhoogt dus ook het vermogen van de bodem om nutriënten vast te houden en na te leveren.

Waarom duurt de opbouw van het organische stofgehalte zo lang?

Om te begrijpen waarom de opbouw van organische stof in de bodem lang kan duren moeten we kijken naar de koolstofkringloop in de bodem.

Organisch materiaal bestaat voor het grootste gedeelte uit koolstof (C). Een plant groeit (lees: maakt organisch materiaal) door koolstof op te nemen uit de lucht (waar het voorkomt in de vorm van CO₂) en in te bouwen in zijn eigen biomassa (fotosynthese). Wanneer de plant dood gaat (of bijvoorbeeld blad laat vallen), komt dit organisch materiaal de koolstofkringloop van de bodem binnen. Hier wordt het afgebroken door het bodemleven. Een deel van de koolstof uit het organisch materiaal wordt door het bodemleven opgegeten en gebruikt voor hun eigen groei, het wordt ingebouwd in hun eigen biomassa.

Een ander substantieel deel van de koolstof wordt tijdens de afbraak door het bodemleven 'uitgeademd' als CO₂ en verdwijnt weer in de lucht. Een deel van de koolstof wat niet door het bodemleven wordt opgegeten, blijft over in de bodem als humus. Van de organische stof die de bodem in komt, verdwijnt dus altijd weer een groot deel naar de lucht. Hoeveel er precies uit de bodem verdwijnt, hangt af van de kwaliteit van het organische materiaal (snel of langzaam afbreekbaar) en van het beheer van de teler, zoals grondbewerking, toevoeging van meststoffen, etc. In hoofdstuk 3 wordt hier verder op ingegaan.



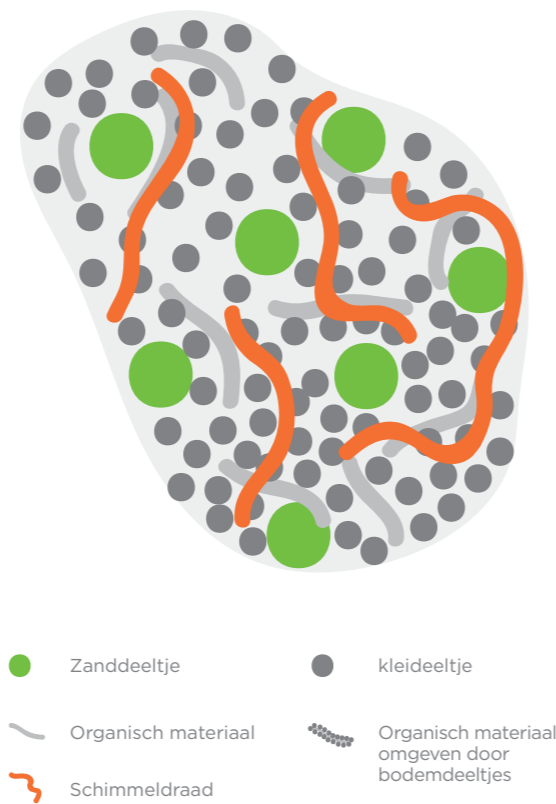
Figuur 4 - De koolstofkringloop in de bodem.

2.2 Bodemstructuur verbeteren

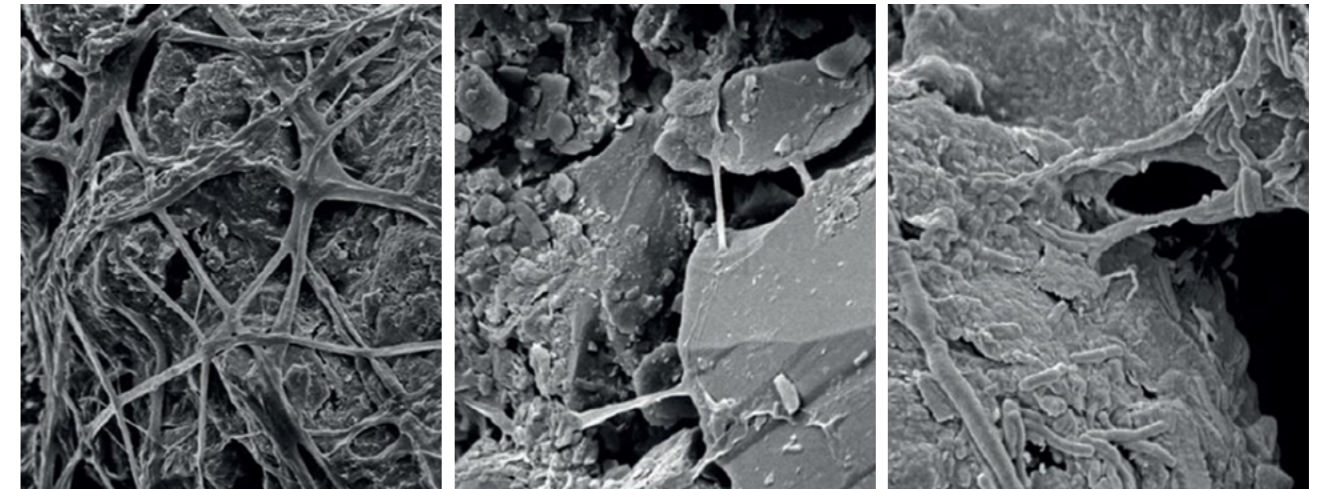
De structuur van de bodem wordt aan de ene kant bepaald door de grondsoort, namelijk klei, zavel of zand en de verhouding tussen deze deeltjes (dit wordt de textuur van de bodem genoemd). Aan de andere kant wordt bodemstructuur gevormd door organische stof en dit kan gestuurd en beheerd worden.

Bij de afbraak van organisch materiaal komen allerlei 'plakkerige' stoffen vrij. Hierdoor plakken de minerale bodemdeeltjes aan elkaar vast en worden de organische stofdeeltjes omkapseld met bodemdeeltjes. Ook plakkerige schimmeldraden (hyfen) verbinden de bodemdeeltjes en organische stofresten en zo ontstaan er stabiele bodemkluitjes die niet direct door vocht of droogte uit elkaar vallen. Het organisch materiaal binnenin zo'n kluitje wordt deels verder verteerd door de micro-organismen, maar deels wordt het juist beschermd tegen verdere vertering. Op een bepaald moment is er een nieuwe populatie gespecialiseerde micro-organismen nodig om het organisch materiaal verder af te breken (als bijvoorbeeld de moeilijker verteerbare structuren zijn overgebleven).

Het organische materiaal in zo'n kluitje is echter fysiek beschermd door de 'muur' van minerale bodemdeeltjes en de (gespecialiseerde) micro-organismen kunnen er niet meer bij komen (figuur 5).



Figuur 5 - Schematisch weergave van bodemkluitje.



Figuur 6 - Schimmeldraden en bacteriën die bodemdeeltjes aan elkaar plakken.

Dit soort kluitjes (die verschillende groottes hebben) vormen een belangrijk element in de bodemstructuur. Tussen de kluitjes in zitten poriën met lucht en vocht. Wortels kunnen makkelijk door deze poriën groeien en overtollig water wordt sneller afgevoerd. Aan de andere kant houdt het organisch materiaal in de kluitjes water vast als een soort spons waardoor de bodem minder snel uitdroogt.

Een literatuurstudie³ vond als algemene rekenregel dat met elke 1% extra bodemorganische stof een extra waterbergend vermogen wordt gerealiseerd van 6,8 mm op zandgrond en 9,3 mm in kleigrond. Een goede poriestructuur zorgt ook voor betere capillaire werking, waardoor water uit de ondergrond naar boven gezogen kan worden en water kan leveren in droge perioden. Doordat de bodemkluitjes stevig en stabiel zijn, zijn ze beter bestand tegen de impact van regen en slaat de bodem minder snel dicht.

Wormen verdienen speciale aandacht vanwege hun belangrijke rol in de vorming van bodemstructuur. Wanneer organisch materiaal de bodem binnenkomt, zijn het vaak nog relatief grote structuren (denk aan gewasresten). Deze worden samen met gronddeeltjes door wormen (maar ook bijvoorbeeld pissebedden of mieren) opgegeten en versnipperd. In hun maag wordt het organisch materiaal deels verteerd en neemt de worm nutriënten op. De rest van het organisch materiaal wordt gemixt met gronddeeltjes en bacteriën uit de maag van de worm.

Hun uitwerpselen zitten dus vol met gronddeeltjes, bacteriën en organisch materiaal en vormen de basis van de stabiele bodemkluitjes. Het proces van de formatie van stabiele bodemkluitjes wordt dus enorm versneld door de aanwezigheid van wormen.

³ CLM (2016). Waarderen van bodemwatermaatregelen.

2.2 Bodemstructuur verbeteren

Wormen kunnen in drie ecologische groepen worden verdeeld:

- ✿ degenen die leven in de strooisellaag,
- ✿ degenen die leven in de bovenste 30 cm van de bodem,
- ✿ de zogenaamde pendelaars die in de bodem wonen en diepe, verticale gangen maken.

Vooraf deze verticale gangen zijn van groot belang voor de afvoer van overtollig water (verticale drainage). Voor het stimuleren van deze groep wormen is het van belang dat er organisch materiaal bovenop of in de toplaag van de bodem ligt. Dit is de plek waar deze wormen van nature naar voedsel zoeken. Organisch materiaal in de toplaag zorgt ook voor regulatie van bodemtemperatuur en vochtgehalte waardoor ook de andere groepen wormen beter kunnen gedijen. Daarnaast is het belangrijk om zo min mogelijk (kerende) grondbewerking uit te voeren. Naast de afbraak van de gangen, heeft (kerende) grondbewerking een zeer negatief effect op wormenaantallen en pendelaars in het bijzonder, doordat hun leefomgeving intensief verstoord wordt.

Hoewel een (kerende) grondbewerking op de korte termijn de bodemstructuur lijkt te verbeteren, doet het eigenlijk het omgekeerde. Door de woeling van de ploeg gaan de bodemkluitjes kapot. Hierdoor slibben de poriën in de grond dicht en de luchtige structuur van de bodem verdwijnt. Wortels kunnen minder goed door de verdichte grond groeien en nutriënten kunnen minder makkelijk bij de wortel terecht komen. Vers, organisch materiaal wordt begraven, waardoor zuurstofloze omstandigheden ontstaan en het niet kan verteren (denk aan onverteerde plakaten stro in de ploegzool). De oudere, al deels afgebroken, organische stof die beschermd lag in de bodemkluitjes komt vrij en zal nu verder afgebroken worden waardoor een deel van die organische stof uit de bodem verdwijnt in de vorm van CO₂⁴.

De bodem verliest zijn spons-capaciteiten en raakt gevoelig voor verslemping, verdichting en uitdroging. We zien bij hevige regen dat water op het land blijft staan, terwijl bij droogte de capillaire werking van de bodem niet goed werkt en er geen water uit de ondergrond naar boven kan komen. Aantallen wormen,

schimmels en ander bodemleven neemt af omdat hun leefomgeving wordt verstoord. In het geval van schimmels worden hun dradennetwerken kapot-gemaakt. Hierdoor wordt de opbouw van nieuwe stabiele bodemkluitjes weer verder vertraagd.

De opbouw van stabiele bodemkluitjes en bodemstructuur duurt lang.

Hoewel de afbraak van bodemstructuur in een middag kan gebeuren, duurt de opbouw en herstel van bodemstructuur jaren. Daarom is de toevoer van de juiste soort organische stof samen met het juiste bodembeheer van groot belang voor dit proces.

Hier worden handvatten en tips voor gegeven in hoofdstuk 3.

Verdieping

Buffer bij klimaat-extremen

Het klimaat verandert en dat is goed te merken geweest in de afgelopen jaren. Vooral het aantal incidenten van 'extreem weer' neemt toe. Hevige regenval op de verkeerde momenten, vorst ver in het voorjaar, meer hittegolven en perioden van extreme droogte.

Het belang van een goed functionerende bodem is vooral onder dit soort extreme omstandigheden te merken. De bodem heeft een grote buffercapaciteit en onder extreme weersomstandigheden kan een bodem met een hoog organische stofgehalte en een goede bodemstructuur het verschil maken.

⁴ Zie verdieping op pagina 14: waarom duurt de opbouw van het organische stofgehalte zo lang?

2.3 Bodemleven stimuleren

Organische stof is voedsel voor bodemleven. Hoe meer en gevarieerder het organische stoffaanbod voor het bodemleven, hoe diverser en rijker het bodemleven is. Denk aan het toevoegen van zowel compost als vaste mest, maar ook aan groenbemesters (mengsels) en een ruime gewasrotatie. Divers en rijk

bodemleven heeft naast het vormen van bodemstructuur en het beschikbaar maken van nutriënten zoals eerder beschreven, nog veel meer belangrijke functies. Ze zorgt er bijvoorbeeld voor dat planten de beschikbaar gemaakte nutriënten ook makkelijker op kunnen nemen.



Figuur 7 - Wortelknobbeltjes waar stikstofbindende bacteriën in leven.

Mycorrhiza schimmels zijn een bekend voorbeeld. Deze schimmels groeien in en om de wortels en vormen als het ware een verlengstuk van het wortelstelsel. De schimmel kan dus organische stof mineraliseren en via de schimmeldraden die in contact staan met de wortel de nutriënten direct aan de plant bezorgen. Een ander bekend voorbeeld zijn de stikstofbindende bacteriën, die stikstofgas (N_2 in de lucht in de poriën van de bodem) kunnen binden. Sommige planten (vlinderbloemigen zoals erwten en bonen) maken speciale structuren op hun wortels (wortelknobbeltjes) waarin deze bacteriën leven. Er bestaan ook vrijlevende, niet-gewasafhankelijke stikstofbindende bacteriën. Naast deze bekende voorbeelden zijn er nog veel meer micro-organismen die helpen met de nutriëntopname van planten, maar hoe ze dit precies doen is nog niet duidelijk.

Divers en rijk bodemleven is ook van groot belang voor het onderdrukken van ziektes en plagen. Hierbij spelen verschillende mechanismen een rol. Bijvoorbeeld door competitie, hoe meer goede micro-organismen er om de wortel

van een plant heen zitten, hoe minder plek er is voor schadelijke organismen om de wortel te koloniseren. Anderzijds zijn er tal van micro-organismen die remmende stoffen zoals antibiotica afscheiden en zo schadelijke organismen kunnen afweren of onderdrukken. En er zijn zogenaamde 'natuurlijke vijanden', zoals roofaaltjes of schimmels, die andere (ziekteverwekkende) schimmels parasiteren en doden, en bacterie-etende protozoa. In natuurlijke ecosystemen komen bodemziektes nauwelijks op grote schaal voor, omdat het bodemleven divers en in balans is. In de landbouw, mede door monoculturen en dus een eenzijdig voedselaanbod voor het bodemleven, neemt de diversiteit van het bodemleven af en wordt de bodem vatbaarder voor ziektes.

Door verschillende soorten organisch materiaal aan te bieden kan de diversiteit van het bodemleven toenemen en daarmee ook de bodemweerbaarheid. Nieuwe teeltsystemen zoals strokenteelt of onderzaai maken ook gebruik van deze kennis: verhoogde weerbaarheid (en opbrengst) door meer biodiversiteit.

Verdieping

Verschillen tussen grondsoorten

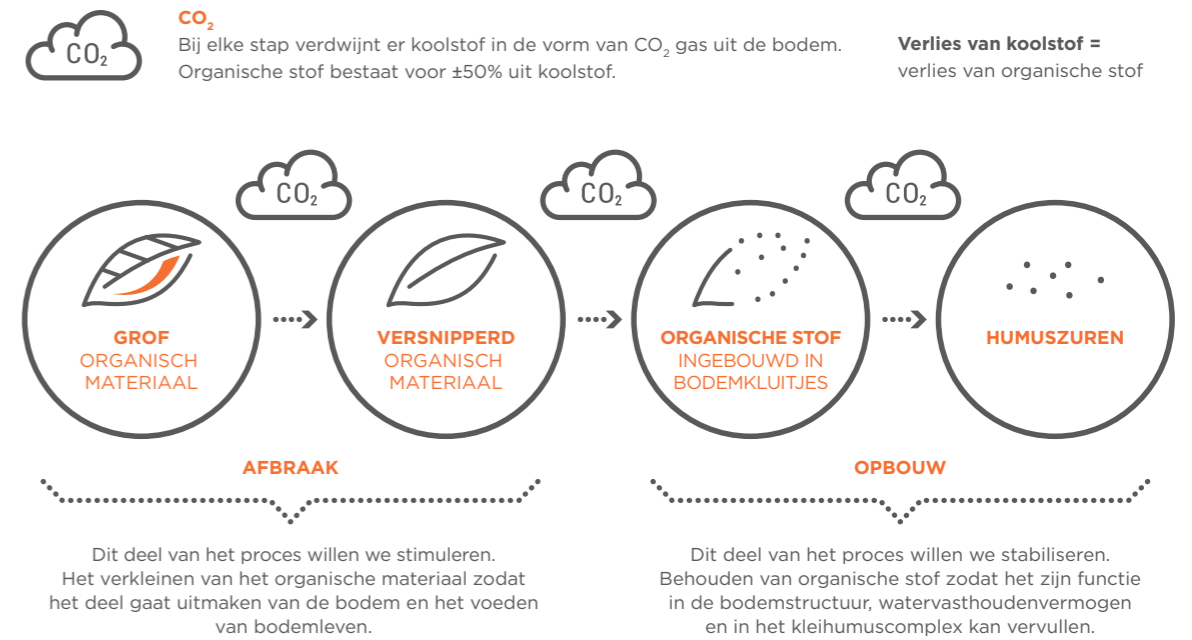
Hoewel organische stof belangrijk is voor alle bodems, zijn sommige voordelen van het verhogen van het organische stofgehalte duidelijker in de ene bodem dan in de andere. Bijvoorbeeld op kleigronden zal een verhoging van organische stofgehalte vooral belangrijk zijn voor een rullere en luchtigere bodemstructuur, betere lucht- en waterhuishouding en betere wortelgroei. Op een zandgrond is een verhoogd organische stofgehalte vooral te merken door het grotere watervasthoudend vermogen en het beter vasthouden van nutriënten dankzij een vergroting van het klei-humuscomplex.

3. Plan van aanpak voor succesvol organische stofbeheer

Het is misschien opgevallen dat het verhaal van organische stof soms tegenstrijdig lijkt. Aan de ene kant wil je het gehalte organische stof verhogen, dus zorgen dat het niet (te snel) afgebroken wordt. Dit omdat de aanwezigheid van organische stof nodig is voor het waterbergend vermogen van de bodem, een goede bodemstructuur, vermogen om nutriënten te binden door een vergroot klei-humuscomplex, etc.

Aan de andere kant wordt de opbouw van bodemstructuur en bodemvruchtbaarheid juist gestimuleerd door alle processen die komen kijken bij de afbraak van organische stof. Bijvoorbeeld het voeden van het bodemleven en het vrijmaken van nutriënten uit de organische stof.

Organische stofbeheer is dus een combinatie van afbraak en opbouw van organische stof.



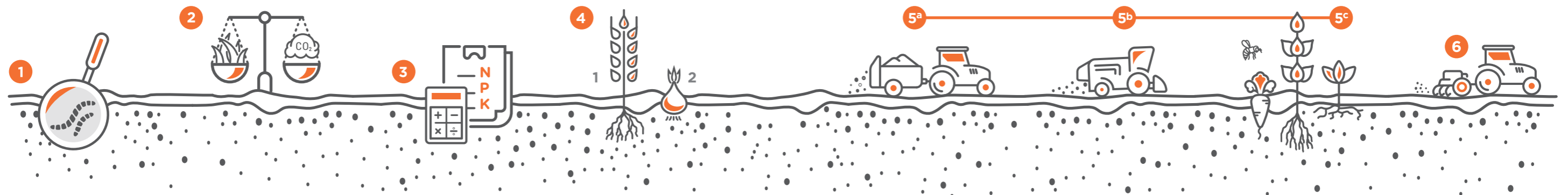
Figuur 8 - Het beheer van organische stof is een combinatie van afbraak en opbouw.

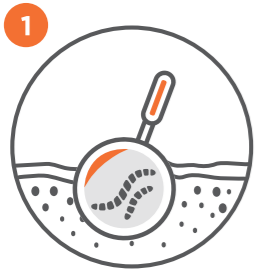
Voor succesvol organische stofbeheer is naast kennis over de processen in de bodem, ook een plan van aanpak nodig. Dit plan bevat een aantal onderdelen:

- 1 Uw bodem kennen
- 2 Organische stofbalans opstellen
- 3 Plaatsingsruimte maken
- 4 Gewas kiezen
- 5^a Organische stof toevoeren: **mest en compost**

- 5^b Organische stof toevoeren: **stro haksel**
- 5^c Organische stof toevoeren: **groenbemesters**
- 6 Grond bewerken

Deze onderdelen worden op de volgende pagina's verder uitgelegd en we geven handvatten en concrete tips voor succesvol organische stofbeheer.





3.1 Uw bodem kennen

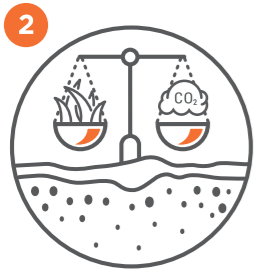
Om aan de slag te gaan met de bodem is het belangrijk uw bodem te leren kennen. Het graven en beoordelen van een profielkuil is een uitstekende manier hiervoor. Aanvullend geeft een bodemanalyse inzicht in het gehalte organische stof en beschikbare nutriënten en reserves in uw bodem. Een aantal tips om hiermee aan de slag te gaan:

- ❁ Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven is het moeilijk om het 'ideale' organische stofgehalte te benoemen. Daarnaast zijn de bodemprocessen rond de afbraak net zo belangrijk als de opbouw van organische stof. Het weten van uw organische stofgehalte is belangrijk om het verloop in de gaten te kunnen houden. Is het organische stofgehalte in uw bodem lager dan gemiddeld in uw regio? Focus dan meer op de opbouw van organisch materiaal. Is het organische stofgehalte al hoger dan gemiddeld? Dan kunt u meer focussen op het toedienen van makkelijker verteerbaar organisch materiaal om uw bodemleven actief te houden.
- ❁ Bodemlaboratoria verschillen in analysemethode, waardoor hetzelfde grondmonster verschillende resultaten kan opleveren. Hoewel dit vervelend en verwarrend is, is het nu eenmaal een feit van de ingewikkelde bodemchemie. Dit betekent niet dat bodemonderzoek niet waardevol is en dat we er niets van kunnen leren! Een goede indicatie is veel beter dan niets. Zorg dat uw perceel altijd op dezelfde manier bemonsterd wordt en laat de monsters altijd bij hetzelfde laboratorium analyseren, zodat u (relatieve) verschillen tussen percelen en jaren kunt bekijken.

- ❁ Houd in gedachte dat de bodem enorm variabel is, zowel in tijd (bijvoorbeeld gedurende de seizoenen) als in ruimte (zelfs een paar meter verderop kan een bodem er anders uitzien). Veranderingen in de bodem - zoals organische stof opbouw - duren lang. Het is dan ook heel moeilijk om na één jaar al de verwachte toename in organische stofgehalte te kunnen meten. Dit betekent niet dat uw management niet goed geweest is!
- ❁ Graaf de profielkuil gedurende het groeiseizoen, bij voorkeur als het niet te droog is. Kijk naar aspecten zoals wormen en wormengangen, verdichte lagen, de structuur van de bodemkluiten, wortelgroei etc. Hoe u deze aspecten kunt beoordelen staat beschreven in de gids "De Kuil, bodembeoordeling aan de hand van een kuil" van het Louis Bolk Instituut. Deze kunt u op hun website downloaden, kijk voor de link in bijlage 1.
- ❁ Houd goed bij welk perceel u bemonstert. Grondsoort, gewasrotatie en grondbewerking hebben grote invloed op het organische stofgehalte. Om trends te kunnen monitoren moet u ervoor zorgen dat percelen apart bemonsterd worden. Bij grote percelen is het verstandig om het perceel op te delen in meerdere blokken. Zorg ervoor dat u over verschillende jaren hetzelfde perceel of deel van het perceel vergelijkt, bemonsterd gedurende hetzelfde seizoen.
- ❁ Neem in ieder geval elke vier jaar een bodemmonster, zodat u weet hoeveel fosfaatruimte (P) u heeft, en u niet automatisch in de hoogste fosfaatcategorie valt. Mogelijk laat u daarmee waardevolle ruimte voor organische stoftoevoer liggen.



Figuur 9 - Op de linker foto wordt de groei van de suikerbiet links belemmerd door een storende laag onverteerd stro. Op de rechter foto een wortel die gebruik maakt van een wormengang met wormenuitwerpselen, vol met nutriënten en organisch materiaal. Kijk naar het aantal wormen en wormengangen.



3.2 Organische stofbalans opstellen

Een organische stofbalans is een goede manier om inzicht te krijgen in hoeveel organische stof er in een jaar de bodem in komt en hoeveel er in een jaar wordt afgebroken. Met andere woorden: is er een netto opbouw of afname van organische stofgehalte? De organische stofbalans is in wezen een simpele rekensom:

**Organische stof balans = aanvoer
effectieve organische stof – afbraak
bodemorganische stof**

Een balans van 0 betekent dat de aanvoer en afbraak even groot zijn. Er is geen toename, maar ook geen afname in bodemorganische stofgehalte. Een positieve balans betekent een toename in bodemorganische stofgehalte en een negatieve balans betekent een afname in bodemorganische stofgehalte.

De aanvoer van organische (mest)stof bestaat voornamelijk uit gewasresten, groenbemesters, dierlijke mest en/of compost. Een substantieel deel van de aangevoerde organische stof zal het eerste jaar na toedienen ook weer uit de bodem verdwijnen in de vorm van CO₂, het wordt 'uitgeademd' door het bodemleven⁵. Wat na één jaar nog overgebleven is van de toegevoerde organische (mest)stof, wordt effectieve organische stof genoemd.

Ook zal een deel van de organische stof die zich al in de bodem bevond, verdwijnen in de vorm van CO₂, omdat organische stof ook na één jaar in de bodem steeds verder blijft afbreken. De afbraak van organische stof in de bodem is afhankelijk van veel factoren zoals de kwaliteit van de organische stof, grondsoort, grondbewerking, het weer etc. Gemiddeld wordt gerekend met een afname van 2% van de totale hoeveelheid bodemorganische stof. Maar in werkelijkheid kan het variëren tussen de 1,5 en 5%, afhankelijk van factoren zoals temperatuur, vocht, grondsoort en grondbewerking.

Voor het opstellen van een organische stofbalans zijn een aantal gegevens en berekeningen nodig. Bijvoorbeeld het huidige organische stofgehalte in de bodem (omgerekend van % naar kg/ha), de hoeveelheid gewasresten en hun afbraaksnelheid, de afbraaksnelheid van de toegevoerde organische (mest)stof, etc. Dit is behoorlijk ingewikkeld, maar gelukkig zijn er hulpmiddelen beschikbaar voor het opstellen van een organische stof balans, waarbij u zelf alleen een aantal details over de teelt hoeft in te voeren. Uw Van Iperen adviseur kan met behulp van het Van Iperen bemestingsprogramma een organische stofbalans voor u berekenen.

Door een organische stofbalans op te stellen krijgt u een goed beeld welke bronnen van aanvoer er in uw bedrijfsvoering zitten. Komt de balans negatief uit? Kijk dan waar verbeteringen aangebracht kunnen worden om de balans positief te maken. Houd er rekening mee dat de balans een grove schatting is. Er is nog niet genoeg kennis beschikbaar om met grote zekerheid te zeggen wat de afbraaksnelheden van organische stof in verschillende bodems en bouwplannen zijn. Hoewel een neutrale balans (van 0) theoretisch voldoende is om een afname van bodemorganische stof te voorkomen, is het aan te raden om te streven naar een positieve balans.

⁵ Zie verdieping op pagina 14: waarom duurt de opbouw van het organische stofgehalte zo lang?

Voorbeeld organische stofbalans berekening

Organische stof balans = aanvoer effectieve organische stof – afbraak bodemorganische stof

In dit voorbeeld heeft de bodem een bodemorganische stofgehalte van 2% in de top 25 cm en worden er plantuien geteeld.

1. Omrekenen gehalte bodemorganische stof naar bodemorganische stof in kg/ha

Hier hebben we gegevens nodig over de bulkdichtheid (lees: het gewicht van een kubieke cm grond: g/cm³). We kunnen dit inschatten op basis van het organische stofgehalte, zie tabel.

Organische stofgehalte (%)	Bulkdichtheid (g/cm ³)	Organische stofgehalte (%)	Bulkdichtheid (g/cm ³)
0,5	1,44	6	1,07
1	1,34	7	1,05
2	1,23	8	1,03
3	1,17	9	1,01
4	1,13	10	0,99
5	1,10		

Bron – ComponentAgro (2018). CHECK [Software]

Organische stof (%) x bulkdichtheid (g/cm³) x bodemlaag (cm) x 1000 = **Organische stof kg/ha**

$$2 \times 1,23 \times 25 \times 1.000 = \mathbf{61.500} \text{ kg/ha organische stof.}$$

2. Afbraak van de bodemorganische stof berekenen

De bodem wordt intensief bewerkt, dus de afbraak van de bodemorganische stof ligt iets hoger dan gemiddeld; op 3% per jaar:

$$0,03 \times 61.500 = \mathbf{1.845} \text{ kg/ha aan afbraak van bodemorganische stof.}$$

3. Organische stofbalans opstellen

Gewasresten van de plantui leveren ongeveer **300 kg/ha** effectieve organische stof⁶. Zetten we deze 300 kg/ha in de organische stofbalans, dan komen we negatief uit:

$$\mathbf{Organische stof balans = 300 - 1.845 = -1.545} \text{ kg/ha verlies aan bodemorganische stof}$$

Door het inzetten van een gele mosterd groenbemester (**850 kg/ha** effectieve organische stof), met 10 ton groencompost (**1.610 kg/ha** effectieve organische stof) kan de balans positief gemaakt worden:

$$300 + 850 + 1610 - 1.845 = \mathbf{915} \text{ kg/ha opbouw van bodemorganische stof.}$$

Een verhoging van de bodemorganische stof met 915 kg/ha, komt neer op een verhoging van het bodemorganische stofgehalte van ongeveer 0,03%. Er is dus behoorlijk wat voor nodig om het bodemorganische stofgehalte met 0,1% te laten stijgen.

⁶ Gegevens over het gehalte effectieve organische stof in gewasresten, groenbemesters en andere organische stoffen zijn te vinden in verschillende bronnen, bijvoorbeeld het handboek bodem en bemesting. Voor plantui gebruiken we hier gegevens uit een rapport van HLB: Zwart, K., Kikkert, A., Wolfs, A., Termorshuizen, A., van der Burgt, G.J. 2013. De organische stof balans met de te verwachten stikstoflevering per teeltrotatie. Opzet en gebruikswijze van een rekenmodule.



3.3 Plaatsings- ruimte maken

Compost en dierlijke mest bevatten nutriënten en vallen dan ook onder de meststoffenwetgeving. Er bestaan restricties voor de maximale aanvoer van stikstof en fosfaat uit compost en mest. Om zo veel mogelijk organische (mest)stoffen te kunnen aanvoeren, moet er zo veel mogelijk plaatsingsruimte gecreëerd worden. Onderstaande punten kunnen helpen om meer ruimte te creëren voor de aanvoer van organische (mest)stoffen.

- ❁ Plaats nutriënten uit kunstmest zo efficiënt mogelijk, zodat plaatsingsruimte overblijft voor organische stof toevoer. Denk bijvoorbeeld aan bemesten in de rij in plaats van volvelds, via bladbemesting of met behulp van precisielandbouw kunstmest variabel over het perceel verdelen. Hier kunt u met behulp van het TT⁺-concept van Van Iperen makkelijk op inspelen. Neem contact op met Van Iperen voor meer informatie over het TT⁺-concept.
- ❁ Pas de bemesting aan op het gewas. Ga na hoeveel stikstof en fosfaat het gewas nodig heeft en ga daar niet overheen met de kunstmestgift. Richtlijnen hiervoor kunt u vinden op de website van RVO. De overgebleven plaatsingsruimte voor stikstof en fosfaat kan nu worden opgevuld met organische meststoffen.
- ❁ Organische meststoffen bevatten nutriënten. Deze nutriënten komen gedurende de afbraak van de organische stof beschikbaar voor het gewas. Hoeveel stikstof, fosfaat en kali vrijkomt uit een bepaalde soort organische

meststof kan geschat worden aan de hand van kengetallen (zie de tabellen in deel II van deze gids). Hier kan dan rekening mee gehouden worden en deze hoeveelheid kan in mindering gebracht worden op de kunstmestgift. Uw adviseur kan dit makkelijk voor u berekenen bij het maken van uw bemestingsplan met behulp van het Van Iperen bemestingsprogramma.

- ❁ Neem groenbemesters op in het bouwplan. Naast de organische stof die een groenbemester levert, mag bij de teelt van een groenbemester extra stikstof gebruikt worden als startbemesting (50-60 kg stikstof voor niet-vlinderbloemigen, 25-30 kg bij vlinderbloemige groenbemesters). Deze stikstof wordt opgenomen door de groenbemester en zal tijdens de volgende teelt weer vrijkomen door het afbreken van de gewasresten. De stikstof die vrij zal komen, kan in mindering worden gebracht op de kunstmestgift van de volgteelt en zo blijft weer meer plaatsingsruimte over voor organische stoftoevoer.
- ❁ Maak slim gebruik van stikstofbindende bacteriën. Stikstofbindende bacteriën kunnen stikstof opnemen uit de lucht (die zich in de poriën in de bodem bevindt) en omzetten in plantopneembare vorm. Vlinderbloemige planten zoals klaver en bonen kunnen speciale structuren op hun wortels vormen (wortelknobbeltjes) waar deze bacteriën in leven. Door deze planten in een groenbemestermengsel, als ondervrucht of in grasland op te nemen, kan extra stikstof uit de lucht gebonden worden en in de bodem gebracht worden. Door het gebruik van stikstofbindende bacteriën kan stikstofplaatsingsruimte bespaard worden.



Figuur 10 - Precisiebemesting in de rij om plaatsingsruimte te besparen.



Het TT⁺-concept

Ontwikkelingen in precisielandbouw gaan razendsnel en de resultaten zijn veelbelovend. Het team precisielandbouw-specialisten van Van Iperen doet veel (praktijk)onderzoek. Zij ontwikkelden een eigen visie: het TT⁺-concept. Door de groeipotentie in de bodem maximaal te benutten kan men in vijf jaar een tien ton hogere opbrengst halen. De vijf stappen op een rij.



1 Bodem in kaart brengen

Met data-analyse wordt de variatie in de bodem van een perceel in beeld gebracht. Aan de hand van de geconstateerde bodemvariatie wordt een opbrengstpotentiekaart gemaakt; de basis voor plaats specifieke taakkaarten per bewerking.



2 Variabel toepassen

Om de in kaart gebrachte potentie goed te benutten, wordt een taakkaart gemaakt. Met deze taakkaart wordt vervolgens variabel gepoot, gezaaid, bemest en gespoten. Met een optimaal teeltresultaat tot gevolg.



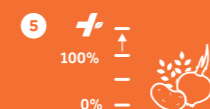
3 Gewas monitoren

Door het gewas continue te monitoren kan er tijdig worden gestuurd met bemesting en gewasbeschermingsmiddelen.



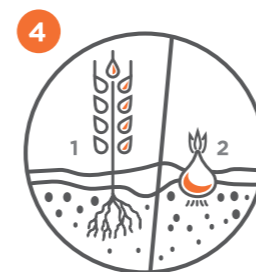
4 Bijbemesten

Afhankelijk van de groei van het gewas in combinatie met de variaties in het perceel wordt naar behoefte bemest. Dit levert veel besparingen op.



5 Opbrengst bepalen

Met een opbrengstmeter of door 'goede' en 'slechte' plekken handmatig te bemonsteren, is er meteen inzicht en kan de balans worden opgemaakt.



3.4 Gewas kiezen

De keuze van het gewas bepaalt hoeveel organische stof er via wortels en gewasresten de bodem in komen. Vergelijk bijvoorbeeld de hoeveelheid gewasresten van zaaiui (300 kg/ha effectieve organische stof) of tarwe (8.500 kg/ha effectieve organische stof⁷). Ook bepaalt het in welke mate de bodem verstoord wordt tijdens het planten en oogsten, vergelijk bijvoorbeeld een rooi- en maaigewas.

Hier volgt een aantal aandachtspunten en tips:

- ✿ Granen brengen veel wortelmassa in de bodem. Dit is goed voor de toevoer van organische stof dieper in het bodemprofiel. Door stro te hakselen kan veel stabiele organische stof in de toplaag van de bodem gebracht worden.
- ✿ Meerjarige teelten (bijvoorbeeld luzerne of graszaad) brengen ook veel wortelbiomassa in de bodem. De bodem blijft langer onverstoorde waardoor bodemleven beter kan herstellen.
- ✿ Rooigewassen hebben, vergeleken met maaigewassen, een veel grotere invloed op de bodem en het verdwijnen van bodemorganische stof omdat de bodem tijdens planten en oogsten meer verstoord wordt. Kijk goed of er niet te veel rooigewassen in uw bouwplan voorkomen en wissel rooigewassen af met gewassen die boven het maaiveld geogst worden.

⁷ Bron: Handboek Bodem en Bemesting



3.5

Organische stof toevoeren:

Mest en compost

Nu er zo veel mogelijk stikstof- en fosfaatplaatsingsruimte is gecreëerd, kan deze opgevuld worden met (vaste) organische mest en/of compost. Niet elke organische stof soort is geschikt om bij elke teelt en in elke tijd van het jaar toe te passen.

Bijvoorbeeld: een organische stof die veel minerale (snel beschikbare) stikstof bevat en weinig organische stof (bijvoorbeeld drijfmest), is niet geschikt om na de teelt toe te passen. De nutriënten komen snel vrij, maar er zijn geen plantenwortels om deze op te nemen. Dit is een verspilling van plaatsingsruimte. Ook is het slecht voor het milieu want de stikstof spoelt uit naar het oppervlaktewater waar het schadelijke gevolgen heeft. Vandaar ook de strenge wetgeving met betrekking tot het uitrijden van mest gedurende bepaalde periodes in het jaar. **Om de juiste soort mest of compost te kiezen is het dus belangrijk eerst een aantal vragen te beantwoorden:**

- ❁ Wanneer wordt de organische stof toegepast, in het voorjaar of najaar?
- ❁ Bij voorjaarstoepassing, welk gewas wordt er geteeld? Wat is de stikstofbehoefte van het gewas?
- ❁ Bij najaarstoepassing, wat voor gewasresten blijven er achter? Hoeveel tijd is er tot de volgteelt?

Verdieping

N:P:K:OS

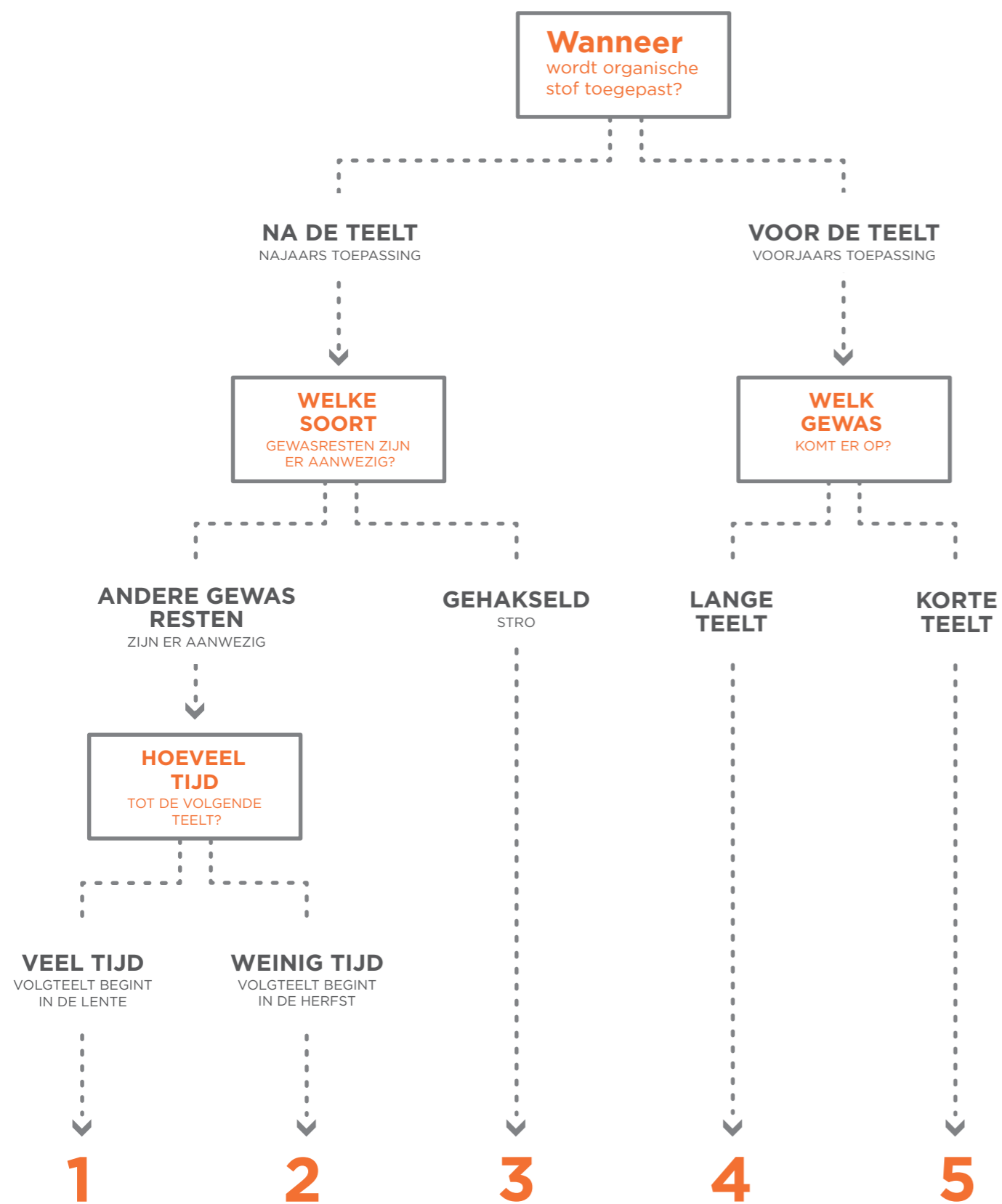
In het bemestingsplan worden de macronutriënten N, P, K, S, Mg, Ca, en in opkomende mate de micronutriënten, zoals B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn en Si opgenomen. Deze elementen zijn essentieel voor de plant en nodig voor een gezond gewas met goede opbrengst.

Zoals we geleerd hebben is organische stof (OS) essentieel voor de bodem en nodig om de bodem gezond te houden. Is het tijd om het bemestingsplan uit te breiden met het element OS van "organische stof" zodat we zowel de plant als de bodem voeden en kunnen laten groeien?

Met behulp van de beslisboom op de volgende pagina kunt u zien welke soort organische (mest)stof, op welk moment het meest geschikt is. In deel II van deze gids staan de verschillende organische (mest)stoffen in detail beschreven, met een overzicht van gehalten, wetgeving en meer praktische tips om ze te gebruiken in het bouwplan.

Tips:

- ❁ Hoe gevarieerder het organische stof aanbod, hoe diverser het bodemleven en hoe beter zij hun functies kunnen uitvoeren. Maak optimaal gebruik van gewasresten, mest, compost en groenbemesters, om een gevarieerd aanbod te geven.
- ❁ Bij het inwerken van organische (mest)stoffen is het belangrijk dat er geen zuurstofloze condities ontstaan. Werk de organische (mest)stoffen voorzichtig en oppervlakkig, liefst niet-kerend, in.



Figuur 11 – Beslisboom om te helpen kiezen welke soort organische (mest)stof op welk tijdstip het best kan worden toegepast.

- 1 Najaarstoepassing, veel tijd tot de volgteelt**
 Hier kunnen de stabiele organische stof soorten zoals groencompost, champost en (strorijke) vaste mest toegepast worden. Er is genoeg tijd om mogelijke tijdelijke vastlegging van stikstof te overbruggen, en er is weinig kans dat stikstof uitspoelt voordat het hoofdgewas geplant wordt.
Wel: groencompost, GFT-compost, champost, (strorijke) vaste mest.
Soms: GFT-compost, afhankelijk van de kwaliteit. Gebruik alleen GFT-compost wanneer deze een relatief lage minerale stikstofgehalte heeft.
- 2 Najaarstoepassing, weinig tijd tot de volgteelt (bijv. wintertarwe, koolzaad, tweedejaars plantuien)**
 Er is een korte tijd beschikbaar tot de volgteelt, dus gebruik een organische stof die niet al te snel, maar ook niet te langzaam minerale stikstof kan leveren.
Wel: vaste mest, GFT compost.
Soms: drijfmest mag alleen tot eind augustus toegepast worden in combinatie met een groenbemester, zodat de groenbemester de snel beschikbare stikstof kan opnemen.
Niet: groencompost.
- 3 Gehakseld stro**
 Gehakseld stro is een langzaam afbrekende organische stof en heeft extra stikstof nodig om af te breken. Zie meer tips voor het behandelen van gehakseld stro op pagina 38 (stap 5b in het stappenplan).
Wel: drijfmest bevat veel minerale stikstof wat de vertering van stro kan bevorderen. Drijfmest mag tot eind juli -of in combinatie met een groenbemester tot eind augustus- uitgereden worden om gehakseld stro te verteren (bekijk altijd de meest recente wetgeving op de website van RVO).
Soms: vaste mest kan stikstof leveren, maar deze komt langzamer beschikbaar dan bij drijfmest, en vaste mest bevat zelf ook stabiele organische stof. Om deze grote hoeveelheid organische stof af te breken is veel, en actief bodemleven nodig. Voeg alleen vaste mest toe als je weet dat je bodemleven op orde is.
Niet: groencompost, GFT-compost, champost.
- 4 Voorjaarstoepassing bij lange teelt**
 Een lange teelt betekent dat er meer tijd beschikbaar is voor stikstof om vrij te komen uit de organische stof. Hier kunnen organische stof soorten gebruikt worden waarbij stikstof later vrij komt.
Wel: nagenoeg alle soorten organische stof. Vaste mest, drijfmest, champost, groencompost en GFT-compost.
- 5 Voorjaarstoepassing bij korte teelt (bijv. spinazie, broccoli, boontjes)**
 Hier is een organische stof nodig die op korte termijn minerale stikstof kan afgeven, zodat deze beschikbaar is voor het gewas.
Wel: drijfmest.
Soms: GFT-compost, afhankelijk van de kwaliteit. Gebruik alleen GFT-compost wanneer deze een relatief hoge minerale stikstofgehalte heeft.
Niet: vaste mest, groencompost en champost. Stikstof komt niet snel genoeg vrij bij deze meststoffen. Er is een kans op vastlegging van stikstof (bij groencompost met hoge C/N-verhouding), en kans op emissie (uitspoeling en vervluchtiging), als de stikstof vrij komt nadat de teelt al voorbij is.

5b



3.5

Organische stof toevoeren:

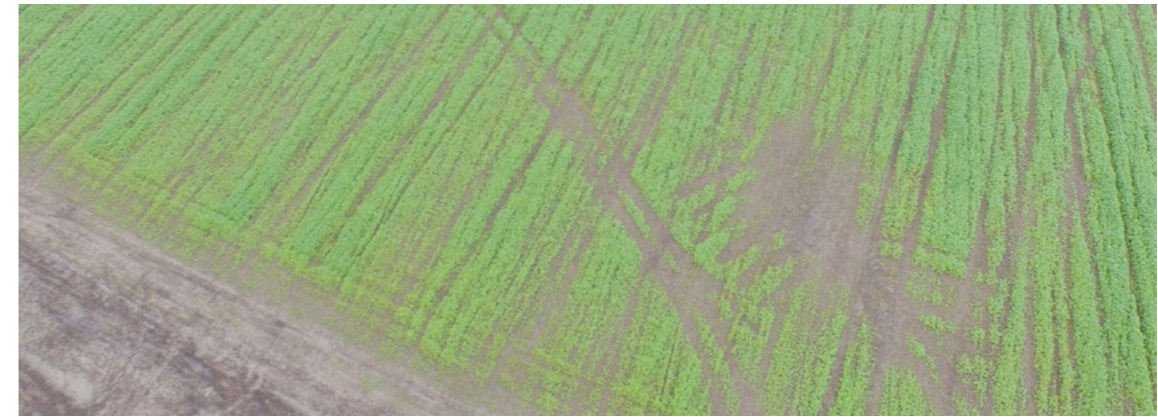
Gehakseld stro

Gewasresten van graangewassen zijn een belangrijke bron van organische stof. Tarwestro heeft een effectief organische stofgehalte van ongeveer 30%. Dus 30% van de hoeveelheid gehakseld stro is na één jaar nog aanwezig, nu in de vorm van bodemorganische stof. Stro heeft een erg hoge C/N-verhouding (gemiddeld rond de 80:1, wat betekent dat er meer stikstof nodig is om het stro te verteren, dan dat het stro zelf levert⁸). Bij het achterlaten van stro kan dan ook tijdelijk stikstof aan de bodem onttrokken worden. Deze stikstof verdwijnt trouwens niet, maar wordt ingebouwd in de biomassa van het bodemleven en zal op den duur weer vrijkomen. Het is dus van belang dat het stro vlot verteert zodat wanneer een nieuwe teelt begint, de stroresten geen stikstof meer aan de bodem onttrekken waardoor er competitie voor stikstof zou ontstaan met het nieuwe gewas.



Figuur 12 - Gehakseld stro brengt veel effectieve organische stof in de bodem.

⁸ De grens ligt bij een C/N-verhouding van ongeveer 30:1. Een C/N-verhouding kleiner dan 30:1 kan zelf genoeg stikstof leveren voor de vertering van het organische materiaal. Bij C/N-verhoudingen boven de 30:1 kan er tijdelijk stikstof aan de bodem onttrokken worden.



Figuur 13 - Naast dat gehakseld stro een goede bron is van organische stof, kan het ook bodemschade van persen en vervoeren van strobalen voorkomen.

Tips voor de verwerking van gehakseld stro:

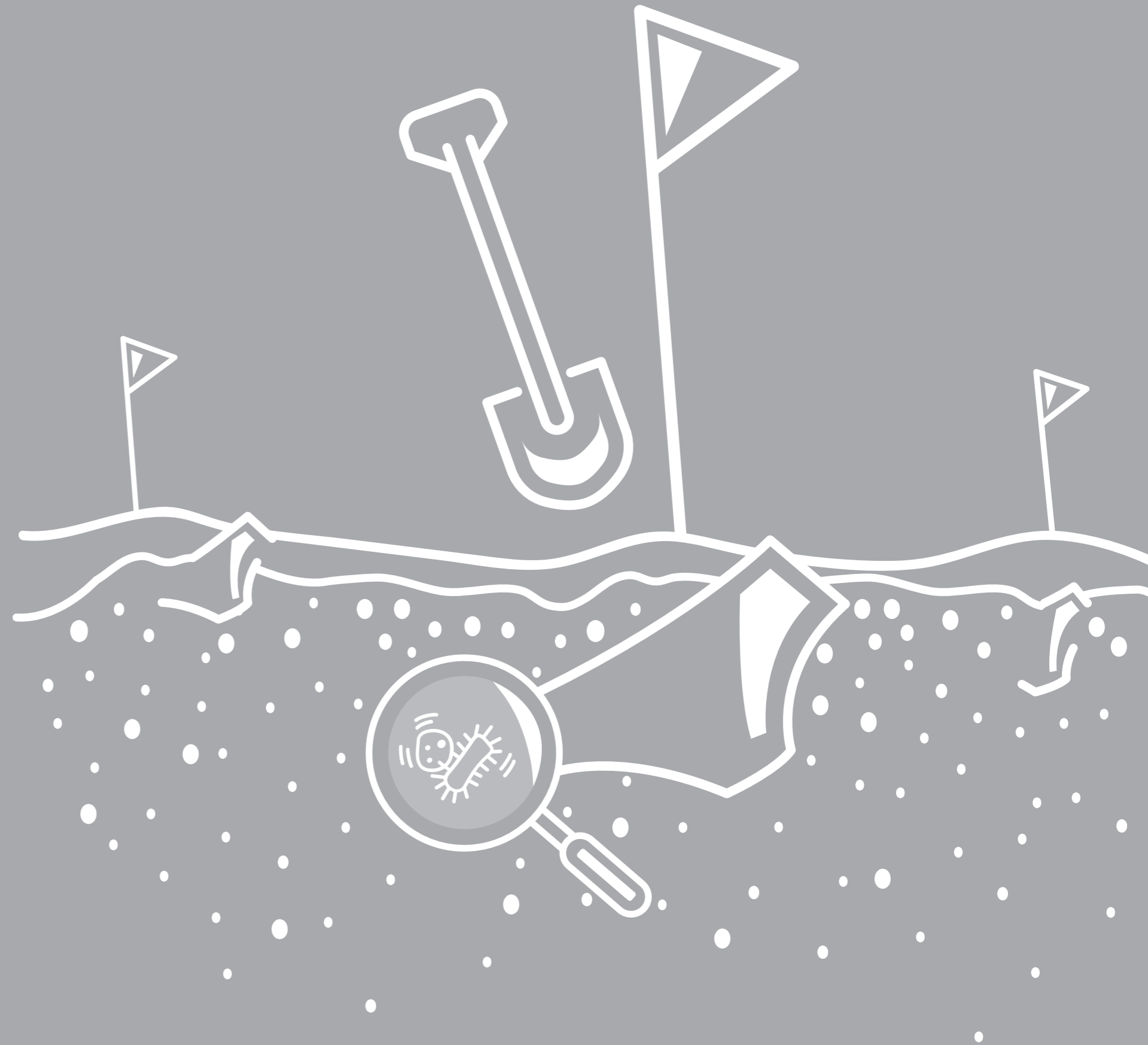
- ✿ Zorg dat het gehakselde stro in contact is met de bodem. Werk het voorzichtig en oppervlakkig in zodat er voldoende zuurstof bij kan. Zorg ervoor dat het niet begraven wordt en zuurstofloze condities ontstaan waardoor de vertering stopt.
- ✿ Gehakseld stro is een stabiele, langzaam afbreekbare organische stof. Wees voorzichtig met de aanvoer van nog meer stabiele organische stof (zoals vaste mest of compost). Doe dit alleen als u weet dat u een goede hoeveelheid en actief bodemleven heeft.
- ✿ Er is voldoende stikstof nodig voor een vlotte vertering van gehakseld stro. Als vuistregel is het advies zo'n 7 kg stikstof per ton gehakseld stro. Dit kan extra toegediend worden, maar houd het liefst ook rekening met wat er nog in de bodem aan stikstof beschikbaar is. Als een groenbemester geteeld wordt, zorg dan dat er ook genoeg stikstof beschikbaar is voor de groenbemester.
- ✿ Als een groenbemester gezaaid wordt, mag tot eind augustus ook stikstof in de vorm van drijfmest toegediend worden. Een groenbemester kan door regulatie van bodemtemperatuur en vochtigheid en door het stimuleren van bodemleven, gunstig zijn voor een snellere vertering van stro.
- ✿ Tot slot: om een afweging te maken tussen het hakselen of persen van stro, reken eens uit wat de economische waarde van gehakseld stro is. Met andere woorden, hoeveel kost het om dezelfde hoeveelheid organische stof en mineralen via compost en kunstmest toe te dienen?

Soil your undies

Een leuke manier om meer te leren over de microbiële activiteit in uw bodem is de 'soil your undies' methode, ofwel: begraaft je onderbroek. Deze ietwat ludieke methode is uit Amerika overgekomen en is nu ook in Europa populair.

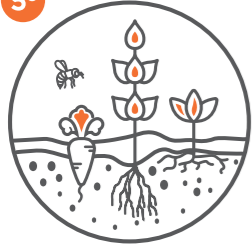


Door een witte, 100% katoenen onderbroek te begraven en na een aantal maanden weer op te graven, krijgt u een beeld bij hoe snel organisch materiaal in uw bodem afbreekt. Katoen bestaat voornamelijk uit cellulose wat een gezonde bodem tijdens het groeiseizoen in een paar maanden af kan breken. Hoe verder de onderbroek afgebroken is, hoe actiever en gezonder uw bodemleven. Vooral als u meerdere onderbroeken op verschillende akkers, of op een 'goede' en 'slechte' plek in dezelfde akker begraaft, kunt u goed bekijken wat de verschillen zijn. Laat hem een klein stukje uit de grond steken, en zet er een vlaggetje bij zodat u hem na een paar maanden nog terug kunt vinden.



#soilyourundies

Figuur 14 - Soil Your Undies.

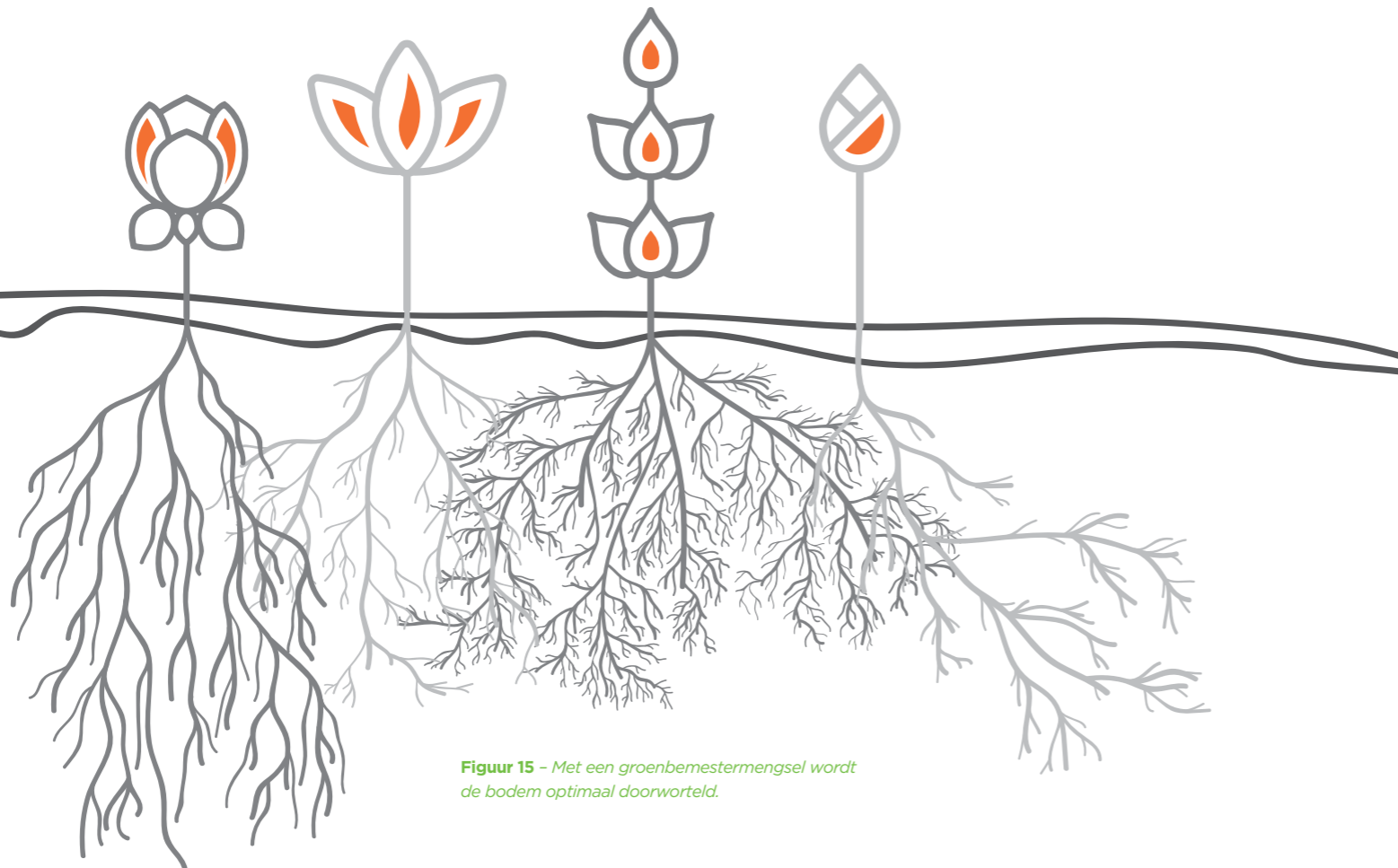
5^c

3.5

Organische stof toevoeren:

Groenbemesters

Groenbemesters zorgen voor een groot deel van de jaarlijkse organische stof toevoer naar de bodem. Afhankelijk van de soort kan een groenbemester tussen de 400 en 1.100 kg effectieve organische stof toevoeren. Hierbij geldt dat wortelbiomassa nog belangrijker is dan bovengrondse biomassa voor de opbouw van organische stof dieper in het bodemprofiel.



Figuur 15 - Met een groenbemestermengsel wordt de bodem optimaal doorworteld.

Om de maximale voordelen uit de groenbemester te halen volgen hier een aantal tips:

- ✿ Behandel de groenbemester als een volwaardige teelt. Zorg voor een goed zaaibed, als nodig bemesting en beregening en zorgvuldig onderwerken.
- ✿ Kies waar mogelijk voor een groenbemestermengsel in plaats van een monocultuur. Door de verschillende soorten in het mengsel, ieder met hun eigen wortelarchitectuur, worden de verschillende lagen in de bodem optimaal doorworteld en is de totale biomassa groter is dan bij een monocultuur. Ook scheiden de verschillende soorten wortels hun eigen exudaten (suikers) uit, wat een divers en actief bodemleven stimuleert. Maar, pas vooral op zandgronden op met risico's op aaltjesvermeerdering.
- ✿ Zaaï de groenbemester zo vroeg mogelijk en laat hem zo lang mogelijk staan. Zo blijft de bodem zo lang mogelijk bedekt en hebben de wortels zo veel mogelijk kans om te groeien en biomassa te produceren.
- ✿ Het onderwerken van de groenbemester kan op verschillende manieren. Belangrijk is de groenbemester niet nat (lees: vol met plantsap en nat van de regen) in de bodem werken. Door de zuurstofarme condities ontstaat er een soort inkuil-effect en zal de organische stof niet goed verteren, maar gaan rotten. Het liefst de groenbemester kneuzen of klepelen, een paar dagen laten drogen en daarna oppervlakkig inwerken met voldoende zuurstoftoevoer (bijvoorbeeld bij het ploegen dakpansgewijs verdelen zonder voorschaar). Bij voorkeur werken onder droge omstandigheden.
- ✿ Een geslaagde groenbemester is eerder behaald dan gedacht. Een gewas wat zo'n 30 cm hoog staat, kan al een goed wortelstelsel hebben ontwikkeld. Grassoorten worden vaak minder hoog, maar hebben bij voldoende bedekking ook een goede doorworteling. Bij gebruik van een groenbemestermengsel wordt het risico dat de groenbemester niet slaagt nog kleiner, omdat ook onder moeilijker omstandigheden er meer kans is dat één of enkele soorten uit het mengsel het wel goed doen.

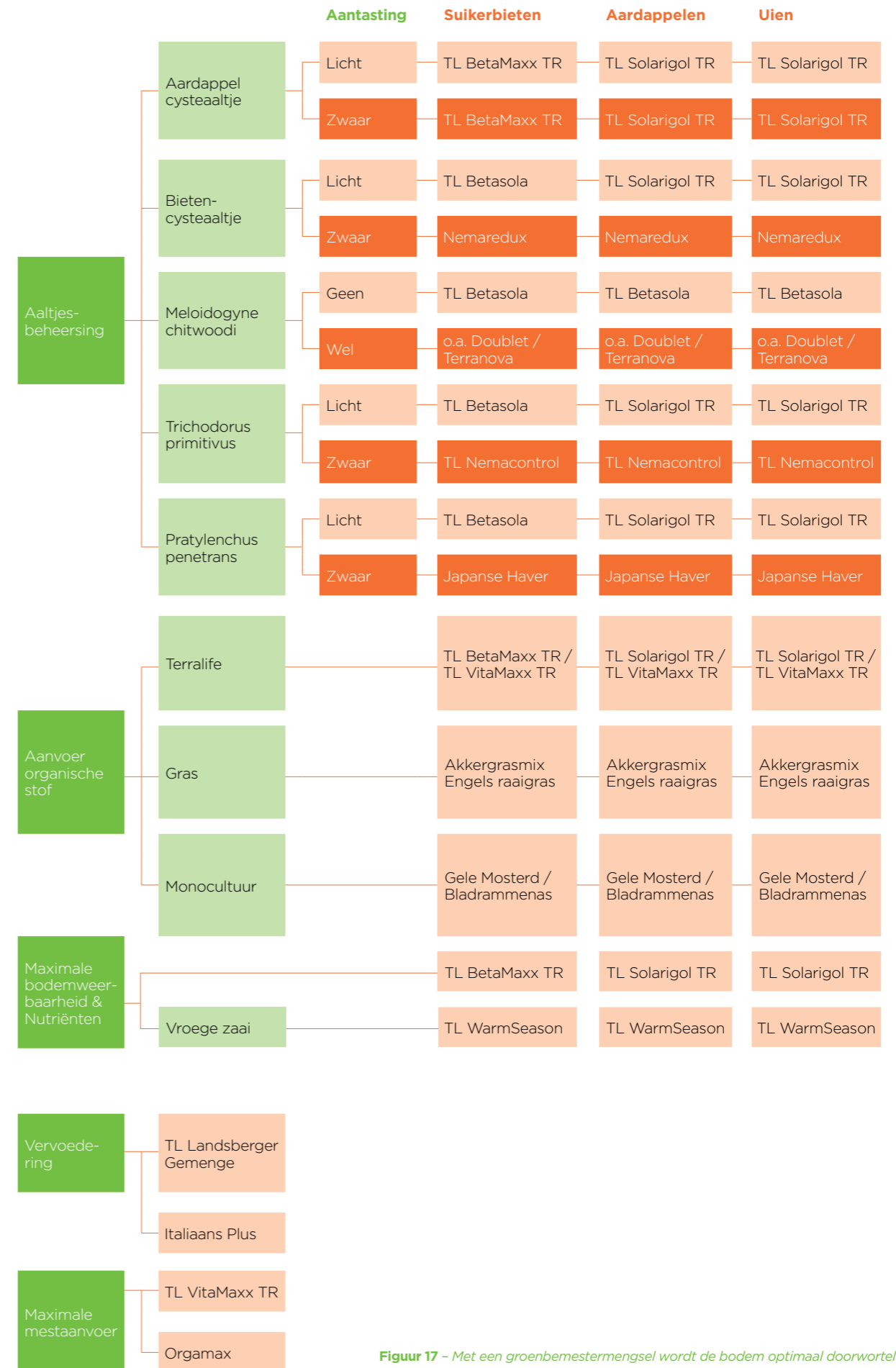


Figuur 16 – Een groenbemester brengt organische stof diep in de bodem via zijn wortels.

Verdieping

Groenbemestermengsels en aaltjes

Er is veel discussie over het gebruik van groenbemestermengsels of monoculturen, vooral met betrekking tot de mogelijke vermeerdering van aaltjes. Wij adviseren te kiezen voor een groenbemestermengsel, tenzij er problemen zijn met aaltjes. In dat geval is het belangrijk dat u weet welke schadelijke aaltjes aanwezig zijn. Op basis daarvan kunt u kiezen voor een niet-waardplant monocultuur of een specialistisch mengsel wat speciaal tegen bepaalde aaltjessoorten is samengesteld. Met behulp van de beslisboom (figuur 17) uit de Van Iperen groenbemester rassenfolder kunt u een veilige keuze maken. De rassenfolder bevat hiernaast nog meer informatie, deze kunt u bekijken op iperen.com/groenbemesters. Op aaltjesschema.nl staat de actuele kennis verzameld over aaltjes en waardplanten.



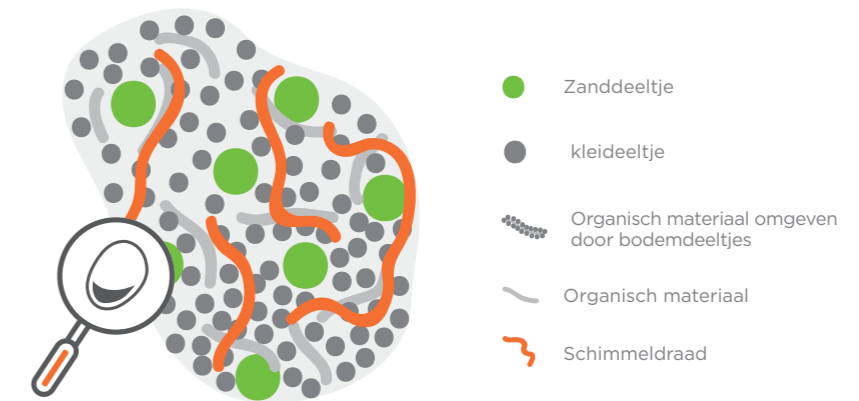
Figuur 17 – Met een groenbemestermengsel wordt de bodem optimaal doorworteld.

Belang van groenbemesters in het bouwplan

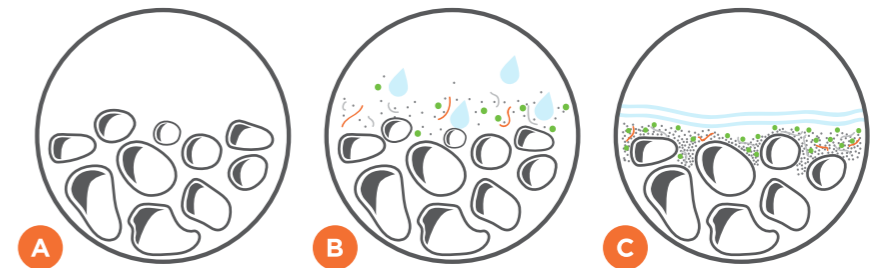
Groenbemesters zijn een onmisbaar onderdeel in het bouwplan want ze vervullen tal van belangrijke functies. Ze zorgen er bijvoorbeeld voor dat de bodem bedekt blijft, waardoor de bodem beschermd wordt tegen verslemping en verstuiwing (zie figuur 18). Een groenbemester reguleert de bodemtemperatuur en kan onkruiden onderdrukken. De wortels van groenbemesters scheiden exudaten (suikers) uit, een belangrijke voedingsbron voor het bodemleven, om het bodemleven ook buiten het seizoen van de hoofdteelt te blijven voeden. Het bodemleven groeit en wordt actiever waardoor ze beter in staat is het moeilijker verteerbare organische materiaal (bijvoorbeeld tarwestro) af te breken. Groenbemesters voorkomen uitspoeling van nutriënten door deze in hun biomassa op te slaan, waarna de nutriënten via de vertering van het organisch materiaal weer geleidelijk beschikbaar komen voor de hoofdteelt. De beworteling zorgt voor opbouw van bodemstructuur, en de wortelgangen zorgen dat water beter de bodem kan infiltreren.

- A** In plaatje A is een bodem te zien, bestaande uit bodemaggregaten, ook wel 'kluitjes' genoemd. Deze kluitjes zijn van belang voor een goede bodemstructuur (zie pagina 16 'Bodemstructuur verbeteren' voor meer uitleg).
- B** Bij regen kan de impact van de regendruppels de bodemkluitjes kapot slaan, waardoor het zand en klei vrij komen.
- C** De vrijgekomen zand- en kleideeltjes verstoppen de poriën in de bodem en vormen een slemlaag op de grond. Hierdoor kan water niet meer snel infiltreren en kiemplantjes hebben moeite door de korst heen te groeien. Ook zijn de organische stofdeeltjes die beschermd lagen in de kluitjes, nu weer kwetsbaar voor afbraak door micro-organismen.
- D** Hier is de grond bedekt met een groenbemester.

- E** De impact van de regendruppels wordt opgevangen door het bladerdak, waarna het water langzaam via blad en steel naar de grond stroomt.
- F** De bodemstructuur blijft intact en water kan beter infiltreren.



Onbedekte grond



Grond bedekt met groenbemester



Figuur 18 - Het belang van een groenbemester voor het beschermen van de bodemstructuur en voorkomen van slemp en verstuiwing.



3.6 Grond bewerken

Tot slot staan we stil bij grondbewerking. Grondbewerking heeft een grote invloed op de organische stof in de bodem. Bij het bewerken van de grond komt (oude) organische stof, die beschermd lag in bodemkluitjes, in contact met zuurstof waardoor deze verder kan verteren en dus deels verloren gaat in de vorm van CO₂.

Daarnaast verstoort grondbewerking het leefgebied van bodemorganismen zoals wormen, waardoor hun aantallen afnemen. Ook worden (gunstige) schimmeldraden verbroken. Dit alles zorgt ervoor dat er minder stabiele bodemkluitjes worden gevormd die de organische stof beschermen en een goede bodemstructuur vormen.

Voor organische stof beheer is het van belang dat de toegevoerde organische stoffen en gewasresten niet begraven worden. Door organische meststoffen te begraven ontstaan snel zuurstofloze condities en de vertering zal stoppen. Hierdoor ontstaan storende lagen waar plantenwortels en wormen niet goed doorheen kunnen. Werk de organische stoffen oppervlakkig en het liefst niet-kerend in.



“ Alles begint
en eindigt bij
de bodem ”

Marianne Hoogmoed,
Wetenschappelijk Medewerkster Bodem,
Afdeling Kennis en Ontwikkeling

Organische stof in het bodemprofiel

De bodem kan worden voorgesteld als verschillende lagen waar verschillende processen spelen. Bijvoorbeeld in de toplaag (grofweg 0-5 of 0-10 cm) worden de nutriënten opgenomen door planten. Dieper in de bodem groeien wortels om de planten te ankeren in de bodem en groeien wortels op zoek naar de dieper gelegen watervoorraad van de bodem.

Elke bodemlaag is gebaat bij een toevoer van organische stof om de (bodenvormende) processen op gang te houden. Maar, de manier waarop organische stof in de bodemlagen terecht komt is verschillend.

De toevoer van organische stof in de top \pm 0-10 cm, kan bestaan uit veel verschillende bronnen:

- ❁ bovengrondse gewasresten
- ❁ plantenwortels
- ❁ (drijf)mest
- ❁ compostsoorten

In deze gids is meerdere keren geschreven: “organisch materiaal oppervlakkig inwerken, niet diep begraven”. Dit omdat organische stof voldoende zuurstof nodig heeft om goed te verteren. Grover organisch materiaal zoals compost, vaste mest en gewasresten is daarnaast gebaat bij de activiteit van de macro-organismen, het grotere bodemleven zoals wormen, kevers en pissebedden. Zij zorgen voor het versnipperen en hapklaar maken van de organische stof voor de micro-organismen. Deze macro-organismen leven juist hoger in en op de grond.

De toevoer van organische stof dieper in de bodem bestaat voornamelijk uit plantenwortels, dit is dan ook een langzamer proces. Het kan worden versneld door gewaskeuze (diep wortelende gewassen) en door het lang laten staan van groenbemesters, waardoor zoveel mogelijk wortelbiomassa gevormd wordt.

Organische stof kan wel vanuit de top 0-10 cm bodem, via het bodemleven naar beneden gebracht worden. Bijvoorbeeld door pendelaar wormen die diepe verticale gangen maken en zo organische stof dieper de bodem in nemen. Op die manier zorgen ze via hun gangen ook voor zuurstof toevoer naar de diepere lagen. Wanneer organisch materiaal dieper wordt weggelegd door middel van ploegen, bestaat het risico dat er geen zuurstof meer bij komt. Door de grondbewerking gaan de natuurlijke poriën en bodemkluutjes kapot en is er juist meer kans dat overgebleven poriën dichtslibben, zuurstof toevoer stopt en verdichtte lagen ontstaan.



Figuur 19 - Organische stof wordt via wortel en bodemleven dieper in het bodemprofiel gebracht.

Deel II

Mest- en compost soorten

4. Soorten organische stof

Er zijn verschillende soorten organische (mest)stof beschikbaar die allemaal hun eigen eigenschappen en voor- en nadelen hebben. De keuze voor een bepaalde soort organische stof zal afhangen van verschillende overwegingen, zoals doel en tijd van de toepassing, beschikbaarheid, kosten, kwaliteit en betrouwbaarheid, gemak, logistiek, wetgeving etc.

In hoofdstuk 3 staat een beslissboom afgebeeld om te helpen kiezen wanneer welke soort organische (mest)stof gebruikt kan worden. In de volgende hoofdstukken bespreken we deze soorten organische (mest)stof meer in detail. We geven een overzicht van kengetallen en eigenschappen, aspecten om rekening mee te houden en praktische tips voor de toepassing in de teelt om zo te helpen een weloverwogen keuze te maken en maximale resultaten voor de bodem te bereiken.

Eén van de moeilijke aspecten van het gebruik van organische (mest)stoffen, is dat het natuurlijke producten zijn en geen enkele partij mest of compost hetzelfde is. Informatie over nutriënten-

gehalten, de snelheid waarmee de nutriënten vrijkomen en de hoeveelheid organische stof die na één of na vijf jaar nog over is, moet worden vastgesteld door middel van onderzoek. De huidige kennis is oud en hard toe aan vernieuwing. Gelukkig is er tegenwoordig veel aandacht voor de bodem en worden dit soort onderzoeken weer volop gefinancierd.

De kengetallen in deze gids zijn overgenomen van o.a. RVO en het handboek bodem en bemesting. Kijk voor links naar deze bronnen in bijlage 1. Andere bronnen zullen iets andere getallen geven. Gebruik de kengetallen daarom altijd als leidraad en bekijk voor gebruik altijd de analyses van de mest of compost.

4.1 Dierlijke mest

Nederland kent een intensieve veehouderij-industrie die veel organische meststof produceert. Er zijn veel verschillende soorten beschikbaar: rundveemest, varkensmest, geitenmest, in de vorm van drijfmest of vast, vers of gecomposteerd. Naast organische stof bevatten ze ook veel nutriënten en daarom zijn ze onderhevig aan strenge wetgeving.

Wetgeving

De wetgeving rond het gebruik van dierlijke meststoffen is helaas behoorlijk ingewikkeld. Wij geven hieronder een beknopte uitleg. Deze tekst is geschreven volgens de wetgeving van oktober 2018. Controleer altijd de meest recente wetgeving op de website van RVO.

Voor het toepassen van dierlijke mest kunt u het beste samen met uw adviseur in het Van Iperen bemestingsprogramma automatisch laten berekenen hoe u de mest in kunt passen in uw bemestingsplan zodat het voldoet aan de wetgeving.

Bij gebruik van dierlijke mest heeft u te maken met wetgeving omtrent

- ✿ de stikstofgebruiksnormen,
- ✿ de gebruiksruijme voor dierlijke mest,
- ✿ de fosfaatgebruiksnormen.

Als u de hoeveelheid dierlijke mest volgens elk van deze drie criteria berekent, krijgt u drie verschillende getallen. Het laagste getal is de maximale hoeveelheid dierlijke mest die mag worden aangewend. Onze specialisten kunnen dit gemakkelijk voor u berekenen in het Van Iperen bemestingsprogramma.

- ✿ De stikstofgebruiksnormen bepalen hoeveel stikstof u mag gebruiken bij de teelt van een specifiek gewas. Hoeveel stikstof dit is, staat in tabel 1 Stikstofgebruiksnormen op de RVO website. Omdat organisch gebonden stikstof uit dierlijke mest langzamer vrijkomt dan stikstof uit kunstmest, mag u bij het uitrekenen van het aandeel stikstof uit dierlijke mest gebruikmaken van een zogenaamde werkingscoëfficiënt. De werkingscoëfficiënt is een percentage wat aangeeft hoeveel van de totale stikstof daadwerkelijk vrijkomt tijdens de teelt. De werkingscoëfficiënten verschillen per toedieningstijdstip, mest- en grondsoort. In tabel 3 Werkingscoëfficiënt op de RVO website vindt u welke werkingscoëfficiënt voor u van toepassing is.

Bijvoorbeeld voor vaste rundveemest op zandgrond mag u rekenen met een werkingscoëfficiënt van 40%, wat betekent dat van het totaal gehalte aan stikstof in de rundveemest maar 40% meetelt bij de berekening van de stikstofgebruiksnormen. Voorbeeld: rundveemest heeft een totale hoeveelheid stikstof van 7,7 kg N/ton vers product. $7,7 * 0,4 = 3,1$ kg N/ton vers product. Bij de berekening van de stikstofgebruiksnormen mag u rekenen met 3,1 kg N/ton vers product.

- ✿ De gebruiksruijme dierlijke mest houdt in dat er een maximum is gesteld aan de hoeveelheid stikstof die via dierlijke mest op het land mag worden uitgereden.

Dit is 170 kg N/ha of 230 tot 250 kg/ha voor derogatiebedrijven. Voor deze berekening mag niet met de werkingscoëfficiënt gerekend worden en de totale hoeveelheid stikstof in de dierlijke mest telt voor 100% mee in de berekening voor de gebruiksruijme dierlijke mest.

- ✿ De fosfaatgebruiksnormen geven aan hoeveel fosfaat (P_2O_5) u maximaal mag geven en deze hoeveelheid is afhankelijk van het Pw-getal van de bodem.

De fosfaatgebruiksnormen kunt u vinden in tabel 2 Fosfaatgebruiksnormen op de website van RVO. Op bouwgrond varieert dit tussen 50 en 75 kg P_2O_5 /ha en op grasland tussen de 80 en 100 kg P_2O_5 /ha. Voor de fosfaatgebruiksnormen wordt uitgegaan van een werkingscoëfficiënt van 100%, dus hier telt de totale hoeveelheid fosfaat uit dierlijke mest voor 100% mee.

4.2 Vaste dierlijke mest

Organische stof

Rundvee- en geitenmest zijn de meest gebruikte soorten vaste, dierlijke mest die praktisch toepasbaar zijn in de akkerbouw. Geitenmest heeft vaak een iets hoger organische stofgehalte (gemiddeld 174 kg/ton product) dan rundveemest (gemiddeld 155 kg/ton product) (tabel 1). Dit zijn gemiddelde waarden, maar deze kunnen afwijken als er bijvoorbeeld meer of minder stro(oisel) uit de stal is meegenomen.

Het gehalte effectieve organische stof⁹ van rundvee- en geitenmest is ongeveer 70% van het totaalgehalte organische stof. Dit betekent dat er na één jaar nog ongeveer 70% van de totale toegevoerde organische stof aanwezig is in de bodem. De rest van de toegevoerde organische stof is tijdens het verteringsproces omgezet in CO_2 gas en uit de bodem verdwenen.

⁹ Effectieve organische stof: de hoeveelheid organische stof die één jaar na toepassing van een organische (mest)stof nog overgebleven is in de bodem.

4.2 Vaste dierlijke mest

Nutriënten

Vaste geitenmest bevat doorgaans hogere nutriëntengehaltes dan vaste rundveemest (tabel 1). Een ton verse rundveemest bevat gemiddeld 7,7 kg stikstof, waarvan zo'n 15% aanwezig is als minerale stikstof (vooral in de vorm van ammonium (NH₄)). Deze stikstof is dus snel beschikbaar voor het gewas. De overige 85% van de stikstof is organisch gebonden en komt later vrij, grotendeels in het eerste jaar, maar ook in latere jaren.

Hoeveel nutriënten er in het eerste jaar gedurende de teelt vrijkomen uit de organische (mest)stof en dus door de plant gebruikt kunnen worden (lees: hoeveel kunstmest bespaard kan worden), kan worden ingeschat met behulp van werkingscoëfficiënten (meestal uitgedrukt in procenten). Bijvoorbeeld, de stikstofwerkingscoëfficiënt van vaste rundveemest is rond de 40%. Dus 40% van de totale 7,7 kg (= 3,1 kg N), komt tijdens het groeiseizoen beschikbaar voor het gewas.

Ongeveer een derde daarvan was al aanwezig in (plantopneembare) minerale vorm en tijdens het groeiseizoen zal nog eens 2 kg stikstof vrijkomen.

Werkingscoëfficiënten worden door middel van experimenten en onderzoeken bepaald en kunnen uiteraard variëren, maar ze kunnen goed als leidraad gebruikt worden (tabel 1). De overige stikstof gaat overigens niet verloren, maar komt in latere jaren langzaam vrij.

Vaste geitenmest bevat gemiddeld het meeste fosfaat (5,3 kg P₂O₅/ton product) en vaste rundveemest iets minder (4,3 kg P₂O₅/ton product). Geitenmest bevat over het algemeen hogere gehalten kali (12,8 kg K₂O/ton product), vergeleken met rundveemest (8,8 kg K₂O/ton product). Over de werkingscoëfficiënten van fosfaat en kali is minder bekend dan de werkingscoëfficiënt van stikstof. In de wetgeving wordt aangenomen dat de werkingscoëfficiënt van fosfaat en kali uit vaste mest 100% zijn.



Figuur 20 – Uitrijden van vaste, dierlijke mest.

Eigenschap	Eenheid	Vaste rundveemest	Vaste geitenmest
Organische stof ^a	kg/ton vers product	155	174
Effectieve organische stof ^a	% van totaal organische stof (kg/ton product)	70% (109 kg)	70% (122 kg)
C/N-verhouding		12:1	10:1
N totaal ^a (WC ^b)	kg/ton product	7,7 (40% ^c)	9,9 (40%)
N mineraal	kg/ton product	1,1	2,4
P ₂ O ₅ ^a (WC)	kg/ton product	4,3 (100%)	5,3 (100%)
K ₂ O ^a (WC)	kg/ton product	8,8 (100%)	12,8 (100%)

Tabel 1 – Kengetallen vaste mest. WC: werkingscoëfficiënt, het percentage van het nutriënt wat gedurende het groeiseizoen in jaar 1 vrij komt. N mineraal is een maat voor de snel beschikbare stikstof.

^a Bron: Handboek bodem en bemesting.

^b Bron: RVO website, tabel 3 Werkingscoëfficiënten.

^c Voor vaste mest van graasdieren geldt over het algemeen een werkingscoëfficiënt van 40%, behalve wanneer uitgereden in het najaar (1/09 – 31/1) op klei en veengrond, dan wordt er gerekend met een werkingscoëfficiënt van 30%.

Aandachtspunten:

- De gehalten weergegeven in de tabel zijn gemiddelde waarden, die zeer kunnen variëren. Bekijk altijd de mestanalyse, zodat de meest nauwkeurige gegevens kunnen worden gebruikt in het bemestingsplan.
- Vaste mest moet volgens de wet worden ondergewerkt (met uitzondering van op grasland), binnen de uitrijperiode. De uitrijperiode verschilt tussen grasland en bouwland, en voor zand- en kleigronden. Zie tabel 12 Uitrijperioden 2014-2018 op de RVO website.
- Vaste mest kan in het voorjaar toegepast worden voor de langere teelten. Bij korte teelten zoals spinazie of broccoli komen de nutriënten niet snel genoeg vrij om door deze gewassen gebruikt te worden. Daarna bestaat het risico dat nutriënten die na de teelt vrijkomen, uitspoelen.
- Vaste mest kan in het najaar toegepast worden, het liefst wel in combinatie met een groenbemester om verlies van nutriënten te voorkomen.

4.3 Drijfmest

Drijfmest is de meest voorkomende, maar helaas voor de bodem (en atmosfeer), de meest ongunstige vorm van mest. Mest bestaat uit een vaste fractie (poep) en een vloeibare fractie (urine). Uit praktische overwegingen wordt op de veehouderijbedrijven dierlijke mest veelal gemengd opgeslagen. Het wordt verder verdund doordat met water de stallen schoongespoten worden.

Wanneer de vaste en vloeibare fractie gemengd worden in drijfmest, ontstaan zuurstofloze condities en gaat de mest rotten. Het organisch materiaal wordt omgezet in zuren en vluchtige (soms giftige) gassen zoals ammoniak (NH_3), lachgas (N_2O), waterstofsulfide (H_2S) en waterstofcyanide (HCN).

De wetgeving rond gebruik van (drijf)mest is gebaseerd op het verminderen van ammoniak uitstoot. Drijfmest moet 'emissiearm' toegepast worden. Dit betekent dat de drijfmest direct in de grond moet worden gebracht door middel van injecteren/ in gleuven inwerken, omdat dit ver-vluchtiging van ammoniak reduceert. Helaas is deze praktijk minder gunstig voor het bodemleven.

De hoge concentratie nutriënten (in feite een nutriëntenconcentraat) zorgt voor sterk verzurende en te zoute condities, waardoor bodemleven dood gaat. Daarnaast bevat drijfmest relatief lage gehalten aan organische stof. Nutriënten kunnen sneller uitspoelen, omdat ze niet door de micro-organismen vastgelegd kunnen worden.

Organische stof

Drijfmest bevat dus relatief weinig effectieve organische stof (9-50 kg/ton product), met een lage C/N-verhouding en is snel afbreekbaar, waardoor het als zodanig minder geschikt is voor de opbouw van het organische stofgehalte (tabel 2).

Nutriënten

Drijfmest bevat 4 tot 7 kg stikstof per ton product (tabel 2). De werkingscoëfficiënt van stikstof uit drijfmest is ongeveer 60 tot 80%. Vleesvarken- en zeugendrijfmest bevat meer fosfaat dan rundveedrijfmest, terwijl rundveedrijfmest gemiddeld iets meer kali bevat. Voor fosfaat en kali kan worden aangenomen dat de werkingscoëfficiënt 100% is.

Eigenschap	Eenheid	Rundvee-drijfmest	Vleesvarkens-drijfmest	Varkenszeugen-drijfmest
Organische stof ^a	kg/ton product	71	79	25
Effectieve organische stof ^a	% van totaal organische stof (kg/ton product)	70% (50 kg)	33% (26 kg)	34% (9 kg)
C/N-verhouding		10:1	7:1	3:1
N totaal ^a (WC ^b)	kg/ton product	4 (60%)	7 (klei en veen: 60%; zand en löss: 80%)	5 (klei en veen: 60%; zand en löss: 80%)
N mineraal ^a	kg/ton product	1,9	3,7	3,3
P ₂ O ₅ ^a (WC)	kg/ton product	1,5 (100%)	3,9 (100%)	3,5 (100%)
K ₂ O ^a (WC)	kg/ton product	5,4 (100%)	4,7 (100%)	4,9 (100%)

Tabel 2 – Kengetallen drijfmest. WC: werkingscoëfficiënt, het percentage van het nutriënt wat gedurende het seizoen in jaar 1 vrij komt. N mineraal is een maat voor de snel beschikbare stikstof.

^a Bron: Handboek bodem en bemesting.

^b Bron: RVO website, tabel 3 Werkingscoëfficiënten.



Figuur 21 – Drijfmest wordt emissiearm aangewend.

4.4 Champost

Champignons worden gekweekt op een bed van gecomposteerde paardenmest, kippenmest en stro, en afgestrooid met een laagje dek-aarde van voornamelijk veen. Om de pH te reguleren, wordt ook kalk en soms schuimaarde toegevoegd, de pH ligt gemiddeld rond de 6,6. De twee lagen vormen samen – na de champignonteelt – de champost. Champost is dus een mix van verschillende soorten organische (mest)stoffen die samen gecomposteerd zijn. Maar omdat champost in de meststoffenwetgeving onder de dierlijke meststoffen valt, scharen wij champost hier ook onder de dierlijke meststoffen en niet onder de compostsoorten

Organische stof

Champost heeft een gemiddeld organische stofgehalte van 211 kg per ton product, met een aandeel effectieve organische stof van 50% (tabel 3). Het bevat relatief veel organische stof, wat redelijk snel afbreekt. Het is dus een goede organische stof om bodemleven mee te stimuleren.

Nutriënten en werkingscoëfficiënten

Het totale stikstofgehalte ligt rond de 6 kg per ton product, met een werkingscoëfficiënt van 25%. Vergeleken met andere vaste, dierlijke mest is dit laag, omdat de mest al gecomposteerd is. Fosfaat is gemiddeld 4,5 kg per ton product en kali gemiddeld 10 kg per ton product (tabel 3).

Aandachtspunten:

- ✿ Champost heeft doorgaans een goede kwaliteit. De compost-laag wordt, voordat er champignons op groeien, gestoomd en is vrij van onkruid en ziektes. De schimmels die zijn overgebleven van de champignonteelt zijn niet schadelijk en als ze nog paddenstoelen vormen in de akker is dit ook niet schadelijk.
- ✿ Champost bevat voornamelijk dierlijke mest en telt volgens de wetgeving hetzelfde als vaste dierlijke mest. Net als vaste, dierlijke mest moet champost worden ondergewerkt (met uitzondering van op grasland) binnen de uitrijperiode.



Figuur 22 – Champost is een goede organische stof om bodemleven mee te stimuleren.

Eigenschap	Eenheid	Champost
Organische stof ^a	kg/ton product	211
Effectieve organische stof ^a	% van totaal organische stof (kg/ton product)	50% (106 kg)
C/N-verhouding		16:1
N totaal ^a (WC ^b)	kg/ton product	7,6 (25%)
N mineraal ^a	kg/ton product	0,4
P ₂ O ₅ ^a (WC)	kg/ton product	4,5 (100%)
K ₂ O ^a (WC)	kg/ton product	10 (100%)

Tabel 3 – Kengetallen champost. WC: werkingscoëfficiënt, het percentage van het nutriënt wat gedurende het seizoen in jaar 1 vrij komt. N mineraal is een maat voor de snel beschikbare stikstof.

^a Bron: Handboek bodem en bemesting.

^b Bron: RVO website, tabel 3 Werkingscoëfficiënten.

5. Compost

Composteren is het verteren van vers, organisch materiaal (bijvoorbeeld stro, snoeires-ten of bermmaaisel), onder zuurstofrijke omstandigheden, waardoor een stabiel en humusrijk organisch product overblijft. Het gebruik van compost heeft veel voordelen vergeleken met het gebruik van vers organisch materiaal.

- ✿ Compost is een rul product wat makkelijk en gelijkmatig over de grond te verdelen is.
- ✿ Compost mag het hele jaar uitgereden worden.
- ✿ Uitgangsmateriaal met een lage C/N-verhouding (bijvoorbeeld GFT-resten) bevat veel snel beschikbare stikstof. Tijdens het composteerproces wordt deze stikstof opgenomen door micro-organismen en opgenomen in hun biomassa. Hierdoor wordt de stikstof dus vastgelegd, is er minder kans op verlies en komt de stikstof geleidelijker vrij.
- ✿ Aan de andere kant, uitgangsmateriaal met een hoge C/N-verhouding (bijvoorbeeld snoeires-ten), bevat relatief weinig snel beschikbare stikstof. Wanneer dit direct in de bodem gebracht

wordt, kan er stikstof aan de bodem onttrokken worden en is het niet meer beschikbaar voor het gewas. Door te composteren krijgt dit soort organische stof de tijd om langzaam af te breken en te stabiliseren zodat er geen of minder stikstof aan de bodem onttrokken wordt.

- ✿ Bij composteren kunnen mengsels gemaakt worden met verschillende soorten uitgangsmateriaal (bijvoorbeeld materialen met hoge en lage C/N-verhoudingen) om zo een optimaal product te maken.
- ✿ Het gebruik van compost heeft dus niet primair als doel om snel stikstof te leveren voor de volgende teelt, maar vooral voor langere termijn bodemverbetering, structuur en waterhuishouding.
- ✿ Compost stimuleert de groei van specialistisch bodemleven (bijvoorbeeld micro-organismen die gespecialiseerd zijn in het afbreken van de stabiele organische stof) en kan zo bodembiodiversiteit en bodemweerbaarheid verhogen.
- ✿ Door de hoge temperaturen die gehaald worden tijdens het composteerproces (bij goede kwaliteit compost), worden onkruidzaden en ziektekiemen gedood.

Voor alle composten geldt dat kwaliteit van groot belang is. Tijdens het composteerproces moet minimaal twee keer voor drie aaneengesloten dagen een temperatuur van 60°C behaald zijn. Na de eerste drie dagen moet de hoop omgezet worden en moet de hoop nogmaals drie aaneengesloten dagen 60°C bereiken. Dit garandeert het doden van ziektekiemen en onkruidzaden (het zogenaamde hygiëniseringsproces). De compost moet goed uitgerijpt zijn en niet te droog of te vochtig.

Om er zeker van te zijn dat groen- en GFT-compost van goede kwaliteit is, raden we aan om Keurcompost te gebruiken. Keurcompost is gecertificeerde compost die gegarandeerd van goede kwaliteit is. Keurcompost heeft strenge producteisen waardoor verontreinigingen meer dan 10 keer lager zijn dan wettelijk is toegestaan. Onafhankelijke auditors controleren jaarlijks de composteerprocessen en de eindproducten, en de compost komt standaard met een analyserapport.

Voor compost zonder kwaliteitskeurmerk raden we aan de compost en de compostanalyse goed te bekijken.



Aandachtspunten:

- ✿ Droge stofgehalte: als een partij erg vochtig is, dan is het gehalte droge stof laag en betaalt u eigenlijk voor water.
- ✿ Nutriëntengehaltes: let goed op, soms worden nutriëntengehaltes uitgedrukt als percentage van de droge stof en soms als percentage van het (vochtige) product.
- ✿ Verontreinigingen: verontreiniging zoals glas of plastic kunnen voorkomen. Wettelijk mag er op basis van droge stof maximaal 0,5% (gewicht) aan verontreiniging in compost zitten.

Het Louis Bolk Instituut heeft een uitgebreide handleiding geschreven over het beoordelen van compost: Compost duurzaam ingezet. Deze kunt u op hun website downloaden, kijk voor de link in bijlage 1.

Er zijn verschillende soorten compost. De twee grootste categorieën zijn groencompost en GFT-compost, deze worden hierna besproken.



Figuur 23 - Goede kwaliteit compost.

5.1 Groencompost

Organische stof

De grondstof voor groencompost zijn groene reststromen. Groene reststromen komen vrij bij het onderhoud van de openbare ruimte, landschap, natuur en bos. Ze bestaan voornamelijk uit gras, blad en houtachtig materiaal, wat voor het composteringsproces in een bepaalde verhouding gemengd wordt om het proces zo goed mogelijk te laten verlopen. De resulterende compost is stabiel en moeilijker te verteren vergeleken met GFT-compost. Het organische stofgehalte van groencompost ligt gemiddeld rond de 179 kg per ton product, met een effectief organische stofgehalte van 90% (tabel 4).

Groencompost stimuleert de groei van (gunstige) schimmels, die beter zijn in het afbreken van dit soort moeilijker verteerbaar materiaal vergeleken met bacteriën.



Figuur 24 – Compost moet goed uitrijpen voordat het over het land wordt uitgereden.

Schimmels zijn belangrijk in het proces van aggregatie en bodemstructuurformatie, omdat de schimmeldraden gronddeeltjes beter bij elkaar houden (bijvoorbeeld vergeleken met bacteriën).

Nutriënten

Groencompost bevat relatief weinig stikstof en fosfor. Deze en andere nutriënten komen langzaam vrij, dit kan jaren duren (tabel 4). Groencompost bevat gemiddeld rond de 5 kg stikstof per ton product, 2,2 kg P_2O_5 , en 4,2 kg K_2O , maar deze kunnen sterk variëren afhankelijk van het uitgangsmateriaal van de groencompost. De stikstofwerkingscoëfficiënt is ongeveer 10%, voor fosfaat en kali kan worden uitgegaan van werkingscoëfficiënten van 100%.

Aandachtspunten:

- ✿ Vanwege de lage nutriëntengehaltes en het hoge organische stofgehalte kan groencompost het beste in het najaar worden toegepast en heeft het vooral als functie het toevoeren van organische stof, niet het leveren van nutriënten.
- ✿ De stikstof uit compost telt voor 10% mee in stikstofgebruiksnormen. Voor fosfaat geldt dat 50% van de hoeveelheid fosfaat meetelt in de fosfaatgebruiksnormen tot een maximum van 3,5 kg fosfaat per ton droge stof. Alle fosfaat boven die 3,5 kg telt voor 100% mee.

5.2 GFT-compost

Organische stof

Het uitgangsmateriaal van GFT-compost bestaat voornamelijk uit de inhoud van reguliere GFT-containers. Vergeleken met groencompost bevat GFT-compost minder grond, minder houtachtig materiaal en heeft het een lagere C/N-verhouding. De samenstelling kan erg veranderlijk zijn en verschillen per jaar en regio. Het organische stofgehalte ligt gemiddeld rond de 242 kg per ton product, met een effectieve organische stofgehalte van 90% (tabel 4).

Nutriënten

GFT-compost bevat gemiddeld hogere nutriëntengehaltes dan groencompost. Het bevat ongeveer 8,9 kg stikstof per ton product, met een werkingscoëfficiënt van 10% (tabel 4). Het fosfaatgehalte is gemiddeld 4,4 kg

per ton product en 7,9 kg kali per ton product, beide met werkingscoëfficiënt van 100%. Maar nutriëntengehaltes kunnen sterk verschillen, bekijk altijd de analyse.

Aandachtspunten:

- ✿ GFT-compost bevat hogere nutriëntengehaltes dan groencompost. GFT-compost kan soms ook voor de kortere teelten ingezet worden, mits er voldoende minerale stikstof in zit volgens de compostanalyse.
- ✿ De stikstof uit compost telt voor 10% mee in stikstofgebruiksnormen. Voor fosfaat geldt dat 50% van de hoeveelheid fosfaat meetelt in de fosfaatgebruiksnormen tot een maximum van 3,5 kg fosfaat per ton droge stof. Alle fosfaat boven die 3,5 kg telt voor 100% mee.

Eigenschap	Eenheid	Groencompost	GFT-compost
Organische stof ^a	kg/ton product	179	242
Effectieve organische stof ^a	% van totaal organische stof (kg/ton product)	90% (161 kg/ton product)	90% (218 kg/ton product)
C/N-verhouding		21:1	16:1
N totaal ^a (WC ^b)	kg/ton product	5 (10%)	8,9 (10%)
N mineraal ^a	kg/ton product	0,5	0,8
P_2O_5 ^a (WC)	kg/ton product	2,2 (100%)	4,4 (100%)
K_2O ^a (WC)	kg/ton product	4,2 (100%)	7,9 (100%)

Tabel 4 – Kengetallen compostsoorten. WC: Werkingscoëfficiënt, het percentage van het nutriënt wat gedurende het seizoen in jaar 1 vrij komt. N mineraal is een maat voor de snel beschikbare stikstof.

^a Bron: Handboek bodem en bemesting.

^b Bron: RVO website, tabel 3 Werkingscoëfficiënten.

6. Overige organische (mest)stoffen

Bokashi

Bokashi is een product wat ontstaat bij de fermentatie van organisch materiaal. Organische materialen van verschillende oorsprongen (bijvoorbeeld gras, blad, houtsnoeisel) wordt laagsgewijs opgebouwd samen met een aantal hulpstoffen, namelijk kalk, klei en specifieke micro-organismen ("microferm") en daarna afgedekt met plastic zeil. Het fermentatieproces gebeurt onder zuurstofarme omstandigheden. Vaak wordt als voordeel van bokashi genoemd dat, omdat het fermentatieproces onder zuurstofloze condities gebeurt, er veel minder koolstof (C in de vorm van CO₂ gas) verdwijnt vergeleken met normale compostering. Dit is correct wanneer we kijken naar de compost dan wel bokashi-hoop zelf. Maar, dit betekent niet dat na toediening van de bokashi op het land al deze koolstof in de bodem blijft. Bij bokashi wordt de afbraak van de organische stof (deels) uitgesteld en zal het na uitrijden en contact met zuurstof, verdergaan. Het gehalte effectieve organische stof van bokashi is dan ook lager dan dat van compost.

Digestaat

Digestaat is het product wat overblijft na vergisting van (drijf)mest en andere

organische reststromen voor de productie van biogas. De samenstelling van digestaat is sterk afhankelijk van het uitgangsmateriaal. Digestaat heeft over het algemeen een wat hoger gehalte minerale (snel beschikbare) stikstof en hogere stikstofwerkingscoëfficiënt vergeleken met de niet-vergiste organische (mest)stof. Het organische stofgehalte ligt bij digestaat juist wat lager vergeleken met de niet-vergiste organische (mest)stof. Bij het gebruik van digestaat is voorzichtigheid geboden omdat het niet altijd duidelijk is wat het uitgangsmateriaal van het digestaat is geweest. De kans bestaat bijvoorbeeld dat dit een door ziekte afgekeurde partij uien, aardappelen of iets dergelijks is. Als het vergistingsproces niet goed genoeg is verlopen, bestaat er een kans op overdracht van ziektes. Bij goede vergisting worden ziektes overigens wel gedood.

Kippenmest

Kippenmest is vanwege het hoge nutriëntengehalte en lage gehalte organische stof minder geschikt voor het verhogen van organische stof. Vanwege het hoge fosfaatgehalte wordt het nauwelijks meer gebruikt omdat het niet past binnen de huidige meststoffenwetgeving.

7. Bijlagen

7.1 Verdere informatie

Beter bodembeheer

Op deze website wordt kennis gebundeld uit het onderzoeksprogramma PPS Beter Bodembeheer. Van Iperen is partner in dit onderzoek.

www.beterbodembeheer.nl

Compost duurzaam ingezet

Uitgebreide informatiebrochure en handleiding, inclusief scorekaart, voor het beoordelen van compost.

www.louisbolk.org/downloads/2793.pdf

Goed bodembeheer

Website vol kennis, achtergronden en praktische tips voor goed bodembeheer.

www.goedbodembeheer.nl

Handboek Bodem en Bemesting

Een handboek opgesteld door de Commissie Bemesting Akkerbouw/Vollegroondsgroententeelt (CBAV), met adviezen en handvatten op allerlei gebieden van bodembeheer.

www.handboekbodemenbemesting.nl

Handleiding goed koolstofbeheer

Een publicatie binnen het project "Credits for Carbon Care" wat liep van 2011 tot 2013, uitgevoerd door Alterra, CLM en het Louis Bolk Instituut.

www.clm.nl/uploads/pdf/Handleiding-goed_koolstofbeheer.pdf

Kenniscentrum bodem

Van Iperen is partner in het Kenniscentrum Bodem. Samen met 10 andere partners uit onderwijsinstellingen, kennisinstellingen en bedrijven werken we samen in praktijkgericht onderzoek met als doel landbouw-

bodems gezond te houden en/of weer te maken.

www.kenniscentrumbodem.nl

Keurcompost

Om verzekerd te zijn van goede kwaliteit compost raden we aan compost met het keurcompost keurmerk te gebruiken. Bekijk voor meer informatie de website.

www.keurcompost.nl

Niet-kerende grondbewerking

Website van het praktijknetwerk niet-kerende grondbewerking.

www.nietkerendegrondbewerking.nl

Profielkuil beoordelen

Uitgebreide praktische handleiding voor het beoordelen van een profielkuil.

www.louisbolk.org/downloads/1725.pdf

RVO

Website van de Rijksdienst voor ondernemend Nederland. Op deze website staat de meest actuele mest en nutriënten wet- en regelgeving.

www.rvo.nl

Trends organische stofgehalte

Analyse van trends in organische stofgehalte van Zeeuwse akkerbouwgrond. Afstudeerscriptie van Christiaan Maljaars aan de Aeres Hogeschool te Dronten.

www.iperen.com/trendsorganischestofgehalte

TT⁺-concept

Op deze website vindt u meer informatie over het TT⁺-concept van Van Iperen.

www.ttplus.nl

7.2 Begrippenlijst

Bodemorganische stof

Organische stof dat is opgenomen in de bodem en daar deel van uitmaakt.

Bodemweerbaarheid

Het vermogen van de bodem om ziektes te onderdrukken. Dit heeft voor een groot deel te maken met de aanwezige microbiologie, maar ook met chemische en fysische eigenschappen zoals pH en bodemstructuur.

Capillaire werking

Capillaire werking van een bodem betekent dat een vloeistof (water) zich van onder in de bodem naar boven kan bewegen, tegen de zwaartekracht in. Denk aan een droge spons die op een nat schoteltje gezet wordt. De watermoleculen trekken zich als het ware op aan de wanden van de spons. Hetzelfde gebeurt in de poriën van een bodem.

Effectieve Organische Stof (EOS)

De hoeveelheid organische stof die één jaar na toepassing van een organische (mest)stof nog overgebleven is in de bodem. Vaak wordt dit in procenten of fracties uitgedrukt. Bijvoorbeeld: vaste geitenmest heeft een organische stofgehalte van 170 kg/ton product, met een effectieve organische stofpercentage van 45%. Dit betekent dat 45% van de totale hoeveelheid organische stof uit vaste, geitenmest achterblijft in de bodem, en 55% verdwijnt.

Humus

Het 'eindproduct' van de vertering van organisch materiaal. Humus bestaat uit

stabiele organische moleculen die nagevoeg niet meer verder afbreken, of heel erg langzaam.

Klei-humuscomplex

De oppervlaktes van klei- en humusdeeltjes hebben een negatieve lading. Hierdoor worden positief geladen elementen (bijvoorbeeld Ca⁺, Mg⁺, NH₄⁺) aange-trokken en vastgehouden. Deze deeltjes zijn nu minder gevoelig voor uitspoeling en vormen als het ware de reservebank van de bodem. Het klei-humuscomplex heeft een bepaalde capaciteit, op een bepaald moment zitten de oppervlaktes van de klei- en humusdeeltjes vol met positief geladen elementen. Elementen die er niet meer bij passen kunnen uitspoelen. Door de toevoer van organische stof, wat wordt afgebroken tot humus, wordt het humus-gedeelte van het klei-humuscomplex vergroot.

Lignine en cellulose

Grote, organische moleculen die vooral door schimmels afgebroken worden. Lignine en cellulose zorgen voor de stevige structuur van houtachtige plantdelen. Groene, kruidachtige plantdelen bevatten relatief weinig lignine en cellulose. In landbouwgronden zitten over het algemeen relatief weinig schimmels en relatief meer bacteriën. Ter vergelijking, in een bosgrond is het aandeel schimmels vele malen hoger.

Macronutriënten

De termen 'macro' en 'micro' hebben niets te maken met de fysieke afmetingen van de nutriënten. Ze refereren naar de

7.2 Begrippenlijst

hoeveelheid van de nutriënten die de plant gebruikt. N, P, K, Mg, Ca, S zijn de macro-elementen waar de plant veel van nodig heeft. De elementen waterstof (H), zuurstof (O) en koolstof (C) horen hier eigenlijk ook bij, maar omdat deze uit lucht en water worden gehaald, worden ze vaak niet als 'nutriënten' beschreven.

Micronutriënten

Micronutriënten zijn elementen die de plant maar in kleine hoeveelheden nodig heeft. Ze zijn echter wel essentieel en gebreken kunnen ernstige gevolgen hebben voor groei en ontwikkeling van het gewas. De essentiële micro-elementen voor planten zijn B, Cu, Fe, Mn, Mo en Zn. Daarnaast zijn er ook nog 'gunstige' micro-elementen. Deze zijn niet essentieel voor de plant (de plant kan zijn levenscyclus voltooien zonder deze elementen), maar ze kunnen wel gunstige effecten hebben. Bijvoorbeeld silicium (Si), wat celwanden kan verstevigen.

Macro-organismen

Organismen die wel met het blote oog (of met goed vergrootglas) zichtbaar zijn. Bijvoorbeeld de wormen, pissebedden, oorwormen, kevers, spinnen en mijten. In de context van bodemleven gaat het vooral over de hiervoor genoemde organismen. Technisch vallen er ook de grotere organismen zoals muizen, mollen of olifanten onder.

Micro-organismen

Organismen die niet of nauwelijks met het blote oog zichtbaar zijn. Bijvoorbeeld bacteriën, schimmels en protozoa.

Organische (mest)stof

Een organische (mest)stof is materiaal met een biologische oorsprong en is afkomstig uit plantaardige, dierlijke of microbiële bron. Organische (mest)stoffen in de akkerbouw zijn bijvoorbeeld dierlijke mest en compost.

Organische stofbalans

De organische stofbalans is in wezen een simpele vergelijking: is de hoeveelheid organische stof die de bodem in komt in balans met de hoeveelheid die de bodem uit gaat? Een positieve balans betekent dat er meer organische stof de bodem in komt, dan eruit gaat.

Protozoa

Eencellige bodemorganismen die zich voeden met bacteriën.

Vervluchting en uitspoeling

Vervluchting en uitspoeling zijn manieren waarop stikstof (en andere elementen) uit de bodem kunnen verdwijnen. Met vervluchting wordt specifiek bedoeld dat bijvoorbeeld stikstof in gasvorm uit de bodem de lucht in gaat. Met uitspoeling wordt bedoeld dat het via het bodemvocht in het oppervlaktewater terecht komt.

Werkingscoëfficiënt

Een werkingscoëfficiënt geeft aan hoeveel nutriënten uit een organische (mest)stof het eerste jaar gedurende de teelt vrijkomen uit de organische (mest)stof en dus door de plant gebruikt kunnen worden. Met andere woorden: het geeft aan hoeveel kunstmest er bespaard kan worden.

Zouten

Een zout is een molecuul wat bestaat uit een positief geladen deeltje (kation) en een negatief geladen deeltje (anion). Tafelzout bijvoorbeeld bestaat uit Na^+ en Cl^- (NaCl). De meeste meststoffen zijn zouten, bijvoorbeeld kaliumsulfaat bestaat uit 2 deeltjes K^+ en 1 deeltje

SO_4^{2-} . Samen heeft K_2SO_4 een neutrale lading. Wanneer een zout wordt opgelost in water valt het uit elkaar in de individuele (geladen) deeltjes. De individuele deeltjes worden nog steeds zouten genoemd.

7.3 Illustratieverantwoording

- Figuur 2** D. Thombs, H. Rients en NRCS in de Global Soil Biodiversity Atlas
- Figuur 3** P. Turconi en Y. Knies in de Global Soil Biodiversity Atlas
- Figuur 6** T. Eickhorst in de Global Soil Biodiversity Atlas
- Figuur 7** Ninjatacoshell in de Global Soil Biodiversity Atlas
- Figuur 14** Twitter: Carolyn is writing @mcarolyn (foto links), Reprinted with permission of John Deere's The Furrow magazine. Copyright © 2018 Deere & Company. All worldwide rights reserved. (foto rechts)
- Figuur 19** E. Micheli in de Global Soil Biodiversity Atlas
- Figuur 20** Loonbedrijf Breure
- Figuur 21** Gebr. Varekamp VOF
- Figuur 22** Transport-, Handelsbedrijf Hofmans B.V.

Groeispecialist

Al generaties lang zorgt Van Iperen als Nederlands familiebedrijf met haar klanten voor de groei van gezonde én renderende gewassen. Op een manier die goed is voor mens, dier en plant. De liefde voor wat groeit en bloeit zit diep in onze vezels.

Onze akkerbouwspecialisten hebben ruime kennis en ervaring. Zij begeleiden u bij een integrale aanpak om gewassen te voeden, versterken en beschermen.

Voor meer informatie kunt u terecht bij onze bodemspecialist:

Marianne Hoogmoed

hoogmoed@iperen.com

0186 - 578888

Van Iperen BV

+31 (0)186 57 88 88

info@iperen.com

www.iperen.com

