

# Samenvatting cursus Humisme



Docent: Marc Siepman ([www.humisme.nl](http://www.humisme.nl))

10-11 januari 2015, Den Haag

Deze samenvatting is opgesteld door Carmen Cools (Duurzaam Monster). Hierbij is gebruik gemaakt van het door Marc Siepman vertaalde boek Het Bodemvoedselweb (ISBN 978-90-6224-534-5). De cursus is mede gebaseerd op dit boek.

De cursus is georganiseerd door VELT Den Haag i.s.m. Haags Milieu Centrum. Dit in het kader van het jaar van de bodem: zie [www.jaarvandebodem.nl](http://www.jaarvandebodem.nl) voor alle activiteiten.

Duurzaam Monster is een ontmoetingsplek in het Westland voor wie kennis en inspiratie wil opdoen rondom ecologisch leven en tuinieren. Het bestaat uit een gezamenlijk onderhouden ecologische moestuin en een gevarieerd aanbod aan workshops en activiteiten. Voor meer informatie: zie facebook (Duurzaam Monster) of [www.knnv.nl/afdeling-delfland/duurzaam-monster](http://www.knnv.nl/afdeling-delfland/duurzaam-monster) (in ontwikkeling).

---

In Europa is het gehalte aan organische stof in landbouwgrond, door jarenlang verkeerd bodembeheer, slechts 0,5 – 1%. Idealiter is dit 5%. Onze landbouwgronden zijn daarmee vergelijkbaar met woestijn. In Nederland hebben we 2,2 miljoen hectare landbouwgrond. Het is niet haalbaar deze oppervlakte te verrijken met compost. Wel kan organische stof worden toegevoegd door oude oogstresten te laten verteren tussen de nieuwe aanplant. Maar dit is niet voldoende. Monoculturele landbouw vraagt om problemen. De ‘oplossingen’ daarvoor, zoals het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen, leiden tot nieuwe problemen: kunstmest doodt of verjaagt het bodemleven waardoor voedingsstoffen niet kunnen worden opgeslagen in (en weer gestaag worden afgegeven door) de bodembewonende organismen. Hierdoor moeten er steeds nieuwe voedingsstoffen worden toegevoegd. Door de afwezigheid van beschermend bodemleven raken planten bovendien vatbaar voor ziekten (die weer bestreden moeten worden) en verslechtert de structuur van de bodem (wat weer moet worden verholpen). Kunstmest verstoort tot slot de pH van de bodem, wat weer moet worden bijgesteld om planten te kunnen laten groeien.

Er is een duurzaam alternatief dat al deze problemen voorkomt, en dat bovendien –met minder inspanning- voldoende en gezonder voedsel kan opleveren. Dit alternatief houdt rekening met het feit dat elke plant prima groeit zolang het op de juiste plek staat, en dat elk beestje en elke schimmel een nuttige functie uitoefent in een ecosysteem. Oftewel: een moestuin (of landbouwgrond) als een natuurlijk ecosysteem met een gesloten kringloop, waarvan de elementen in evenwicht kunnen en moeten worden gehouden. Het bodemvoedselweb vormt hiervan de kern.

Belangrijke bodembegrippen zijn bodem*textuur* en bodem*structuur*. *Textuur* betreft de grondsoort (zand, silt, klei of een organische bodem) en heeft te maken met de grootte van de bodemdeeltjes; *structuur* betreft de verhouding tussen lucht, water, mineralen en organisch materiaal.

Een open structuur is van belang. Bij een slechte bodemstructuur (bijvoorbeeld door gebruik van zware machines, door over je grond te lopen of door zware regen op een onbedekte grond) treden verschillende problemen op. Water kan niet infiltreren (wegzakken) en blijft staan. Er kan geen zuurstofverversing optreden waardoor de bodem ‘anaeroob’ wordt en nuttige micro-organismen sterven. Bij een slechte bodemstructuur zijn schadelijke organismen (zoals de wortel-etende aaltjes) bovendien in het voordeel ten opzichte van hun natuurlijke bestrijders (zoals roofaaltjes) omdat de

natuurlijke bestrijders groter zijn en een meer poreuze bodem nodig hebben om zich doorheen te kunnen bewegen.

Het ontstaan van een goede kruimelstructuur gebeurt als volgt: op de aarde blijft water liggen, waarin algen gaan groeien. Zij voegen biomassa toe waardoor er voedsel ontstaat voor bacteriën. Zij produceren een slijmlaag (biofilm) waarmee ze zich aan de bodemdeeltjes hechten en waarmee de bodemdeeltjes aan elkaar hechten. Schimmeldraden kunnen dan tussen de bodemdeeltjes heengroeien en rijgen ze aan elkaar tot kruimels. Vervolgens bewegen wormen zich door de bodem en produceren mineralen en organische stof (humus). Samen met gravers zoals mollen creëren zij gangenstelsels waardoor lucht en water de bodem kunnen binnenkomen en weer verlaten. Tot slot kunnen er planten gaan groeien die met hun wortels de kluiten verder kapotmaken.

Zoals bovenstaande illustreert is het een eten en gegeten worden in de bodem. Het schema van wie wie eet in de bodem, heet het bodemvoedselweb. Dit is een complex geheel van interacties, relaties en chemische en fysische processen. Dit geheel van interacties begint bij de plant, die droge biomassa uit de lucht haalt door middel van fotosynthese. Vervolgens scheidt de plant via de wortels stoffen uit (exudaten) in de vorm van koolhydraten en eiwitten. Hiermee voeden bacteriën en schimmels zich. Op hun beurt worden zij gegeten door grotere organismen zoals nematoden (aaltjes) en protozoa. Aaltjes hebben niet veel stikstof nodig en scheiden het overtollige weer uit, hetgeen de plant kan opnemen en gebruiken voor zijn groei. Protozoa zijn eencellige dieren die voornamelijk bacteriën eten. Ook zij scheiden stikstof uit.

Planten oefenen invloed uit op de aantallen en soorten schimmels en bacteriën in de grond, afhankelijk van welke voedingsstoffen de plant nodig heeft en welke exudaten hij produceert. De voedingsstoffen vormen een gesloten kringloop. Elk organisme sterft, wordt gegeten door een ander organisme, of scheidt mest uit. De voedingsstoffen die daarbij vrijkomen worden opgeslagen in de lichamen van bacteriën en schimmels ('immobilisatie'). Zodra zij weer worden opgegeten of doodgaan, komen de voedingsstoffen in voor de plant opneembare vorm vrij ('mineralisatie'). Terwijl een groot deel van de voedingsstoffen in kunstmest verdwijnt in het grondwater, blijven de geïmmobiliseerde en gemineraliseerde voedingsstoffen dus aanwezig in de bodem en beschikbaar voor de plant.

In een gezond bodemvoedselweb zijn ook ziekteverwekkende schimmels en bacteriën aanwezig, maar zij worden in bedwang gehouden door een grote diversiteit aan 'goede' bodemorganismen doordat ze met elkaar concurreren om voedingsstoffen, lucht, water en ruimte. Bovendien vormen schimmels een net rondom plantenwortels waardoor de plant beschermd wordt tegen pathogene schimmels en bacteriën. Ook bacterieel slijm vangt pathogenen. Sommige schimmels en bacteriën produceren stoffen zoals vitaminen en antibiotica, die de plant gezond houden. Elk lid van het bodemvoedselweb heeft een specifieke rol. Wanneer één element van het voedselweb wordt uitgeschakeld, kan dit drastische gevolgen hebben.

Wanneer schimmels en bacteriën opgegeten worden, wordt overtollig stikstof uitgescheiden in de vorm van ammonium ( $\text{NH}_4$ ). In een bacteriedominante grond (die zijn in de regel alkalisch door het geproduceerde bacterieel slijm) wordt dit door nitrificerende bacteriën omgezet in nitriet ( $\text{NO}_2$ ) en nitraat ( $\text{NO}_3$ ), een proces dat nitrificatie heet. In schimmeldominante bodems gebeurt dit veel minder, doordat de door schimmels uitgescheiden zuren de pH verlagen waardoor de nitrificerende bacteriën minder actief worden.

Kunstmest voorziet de plant wel van stikstof, maar dat is meestal in de vorm van nitraten. Planten die de voorkeur hebben voor een schimmeldominante bodem (met name bomen, vaste planten en struiken) zullen hier dus niet goed op gedijen.

Bosgronden zijn meestal schimmeldominant, verstoorde bodems bacteriedominant. Meerjarigen, bomen en struiken hebben dan ook meestal een voorkeur voor schimmeldominante bodems; terwijl eenjarigen en groenten bacteriedominante bodems prefereren. Het naast elkaar plaatsen van een- en meerjarigen is dan ook niet verstandig vanwege de andere behoeften in pH en voeding.

Welke planten welke grond nodig hebben is gemakkelijker te onthouden door de natuurlijke successie in het achterhoofd te houden: op verstoorde of afgebrande (bos)grond zullen eerst de eenjarige pioniersplanten groeien. Naarmate de tijd verstrijkt wordt de grond geschikt voor grotere planten, die steeds meer moeilijk verteerbare biomassa produceren. Deze meer houtige biomassa kan wel door schimmels maar niet door bacteriën worden verteerd, waardoor de schimmels in verhouding toenemen. Naarmate de successie verder verstrijkt kunnen er steeds meer soorten bomen gedijen in de dan schimmeldominant geworden bodem.

Er is niet één goede bodem; een goede bodem is een bodem met een bodemvoedselweb dat past bij de planten die je erin wilt laten groeien.

### **De belangrijkste leden van het bodemvoedselweb:**

#### **Bacteriën**

Bacteriën groeien het beste op jong, vers plantaardig materiaal. Dit bevat suikers die voor bacteriën makkelijker afbreekbaar zijn dan complexere koolstofverbindingen in andere (oudere) plantenresten. Ze hebben relatief veel vocht nodig en nemen voedingsstoffen uit hun directe omgeving op in hun lichaam, waarna de voedingsstoffen organisch gebonden zijn.

Actinomyceten zijn bijzondere bacteriën. Ze zijn verantwoordelijk voor de geur van bosgrond. Ze maken draden waardoor ze op schimmels lijken. Ze zijn erg goed in het afbreken van cellulose (in de celwanden van planten) en chitine (in de celwanden van schimmels en het exoskelet van geleedpotigen). Lignine (onder andere in houtschors) is wel een brug te ver voor deze bacteriën; de vertering hiervan wordt overgelaten aan schimmels.

Bacteriën spelen een rol in de afbraak van vervuiling en gifstoffen en kunnen antibiotica produceren die de plant ten goede komen.

#### **Schimmels**

Schimmels vormen belangrijke wederzijdse relaties met planten, waaronder de symbiotische relaties tussen plantenwortels en (mycorrhizale) schimmels. Ongeveer 95% van de planten hebben mycorrhizae. Zonder deze schimmels krijgen ze niet de juiste en niet voldoende voedingsstoffen binnen om maximaal te presteren. Mycorrhizale schimmels vergroten de stikstof- en fosforopname door de plant. Tevens produceren ze vitamines en hormonen.

Fungiciden, maar ook pesticiden, kunstmest en bodembewerking, vernietigen de mycorrhizae.

*Ectomycorrhizale* schimmels groeien rondom de wortels; *endomycorrhizale* schimmels dringen de wortel van de plant binnen en groeien vandaaruit ook weer naar buiten. Deze laatste groep wordt geprefereerd door de meeste groenten, een- en meerjarigen, struiken, grassen en zacht houtbomen. Mycorrhizale schimmels vergroten het oppervlak van de wortels met een factor 700 tot 1000. Door middel van mycorrhizale netwerken worden water en voedingsstoffen over grote afstand door de bodem, naar de wortels van verschillende planten, getransporteerd.

#### **Protozoa**

Protozoa zijn eencellige organismen die hun voedingsstoffen halen uit het eten van (voornamelijk) bacteriën. Ze komen af op plekken waar veel bacteriën zijn. Als ze hiervan genoeg gegeten hebben wordt de bacteriepopulatie dusdanig klein dat ze elkaar gaan opeten, waarna de bacteriepopulatie zich weer kan herstellen en het bodemvoedselweb weer in evenwicht komt. Protozoa houden eveneens de populaties van nematoden in balans.

80% van de stikstof die een plant nodig heeft is afkomstig van de reststoffen van bacterie- en schimmelende protozoa. Ook wormen, microgeleedpotigen en bepaalde nematoden zijn voor hun voedsel afhankelijk van gezonde populaties protozoa.

### **Nematoden**

Dit zijn blinde rondwormen die, samen met protozoa, voedingsstoffen (die zitten opgeslagen in bacteriën en schimmels) mineraliseren.

Roofnematoden eten verschillende leden van het bodemvoedselweb en houden de populaties van schadelijke nematoden binnen de perken.

Bacteriën kunnen zich hechten aan de huid van nematoden waardoor zij getransporteerd kunnen worden naar gebieden ver van hun oorsprong.

Nematoden mineraliseren veel stikstof maar hebben door hun afmeting poreuze bodems nodig om zich in voort te bewegen.

### **Geleedpotigen**

Er zijn zeer veel verschillende geleedpotigen. Hun belangrijkste rol is het versnipperen van organisch materiaal, waardoor de oppervlakte vergroot en de activiteit van bacteriën en schimmels kan toenemen. Twee belangrijke soorten geleedpotigen zijn springstaarten en mijten; zij zijn verantwoordelijk voor het recyclen van 30% van de bladeren en houtige resten in een bosbodem. Bij te weinig dood organisch materiaal zullen geleedpotigen overstappen op levend organisch materiaal. Enkele geleedpotigen prefereren sowieso levende wortels, zoals de veenmol en maden van de uienvlieg.

### **Wormen**

Wormen eten voornamelijk bacteriën en zitten daarom vooral in bacteriedominante bodems. Ze vermalen organisch voedsel in hun spiermaag, waarna bacteriën in hun darmen het voedsel verteren. De voedingsstoffen die deze bacteriën hebben vrijgemaakt, worden opgenomen door de worm. Overtollig materiaal wordt uitgescheiden.

Wormenpoep bevat 50% meer organische stof dan grond die niet door een worm is heengegaan. De CEC (kationenomwisselingscapaciteit) neemt bovendien toe waardoor andere voedingsstoffen zich kunnen binden aan de organische stof. De darmbacteriën produceren bovendien enzymen die voedingsstoffen beschikbaar maken voor planten.

Wormen zijn versnipperaars die de strooisellaag afbreken. Ze graven gangen waardoor water en lucht kan stromen en waarin water kan worden opgeslagen. Sommige soorten (de pendelaars) wormen hebben een strooisellaag nodig.

Bodem bewerking vernietigt wormengangen en beschadigt de wormen. Kunstmest verjaagt wormen door het zout.

### **Slakken**

Slakken zitten voornamelijk ondergronds, versnipperen organisch materiaal met hun raspvormige tanden en maken dit daardoor beter beschikbaar voor bacteriën en schimmels. Ze maken gangen in de grond die het voor lucht, water en wortels makkelijker maken de bodem binnen te dringen. Ze vormen voedsel voor andere leden van het bodemvoedselweb. Binnen een gezond bodemvoedselweb worden hun aantallen binnen de perken gehouden.

### **Het bodemvoedselweb herstellen en onderhouden**

Het bodemvoedselweb is te herstellen (en onderhouden) met behulp van 4 strategieën, die los van elkaar of gecombineerd kunnen worden toegepast:

1. (de juiste soort) compost gebruiken

*Schimmeldominante* compost (die je idealiter gebruikt voor bomen, struiken en meerjarigen) verkrijg je door meer 'bruine' materialen toe te voegen. *Bacteriedominante* compost (voor groentetuin, bloembedden en gazons) door meer 'groene' materialen toe te voegen. Standaard bij het opzetten van de composthoop is een koolstof-stikstofverhouding van 25 tot 30 van 25:1 tot 30:1. Dit komt ongeveer neer op een bruin-groenverhouding van 3:1. Tijdens het composteringsproces zijn de juiste vochtigheidsgraad, voldoende zuurstof en het juiste temperatuurverloop van belang om kwalitatief goede compost te krijgen. In anaerobe omstandigheden worden stoffen geproduceerd die schadelijk zijn voor planten, zoals alcoholen. Goede (rijpe) compost ruikt schoon, naar bosgrond.

## 2. Op de juiste manier mulchen met de juiste soort organisch materiaal

Over het algemeen geldt: 'Bruine' mulch voedt schimmels; 'groene' mulch voedt bacteriën.

Maar met hetzelfde materiaal kun je zowel bacterie- als schimmeldominantie in de hand werken, afhankelijk van of je de mulch al dan niet onderwerkt, of de mulch al dan niet nat is en of de mulch bestaat uit grotere of kleinere deeltjes.

Mulch die op de grond blijft liggen wordt voornamelijk verteerd door schimmels, doordat schimmels makkelijker vanuit de bodem in de mulch kunnen komen. Mulch die wordt ondergewerkt voedt vooral bacteriën.

Met fijnversnipperde, natte mulch versnel je kolonisatie door bacteriën; met droge, grovere mulch worden vooral schimmels gevoed.

Mulch niet meer dan 5 à 7,5 cm zodat er voldoende lucht en water bij de bodem kan komen. Mulch niet tegen stengels of stammen; die kunnen daardoor gaan ontbinden.

Dennenaalden bevatten, net als houtsnippers van ceder, terpenen die voor veel planten giftig zijn, en moeten daarom eerst rijpen voordat ze als mulch kunnen dienen.

Het best is om te mulchen in combinatie met het aanbrengen van compost. Breng eerst compost aan, dan mulch. De compost zorgt voor de juiste organismen in de mulch; de mulch beschermt de organismen in de compost tegen (voor hen dodelijke) UV-stralen. Mulch verhindert bovendien dat onkruid opkomt: de voedingsstoffen die de onkruiden nodig hebben, zijn in gebruik door de organismen die tussen de bodem en de mulch leven. Daarnaast krijgt het onkruid te weinig licht en is er een fysieke barrière die de groei belemmert.

## 3. Actief beluchte compostthee (ABCT) gebruiken

ABCT is compost waarvan de voedingsstoffen zijn opgelost in water. Door middel van een (aquarium)pomp wordt aan dit water zuurstof toegevoegd, waardoor de compostorganismen in leven kunnen blijven.

Het voordeel van ABCT ten opzichte van mulch en compost is dat het direct de plantenwortels kan bereiken. Ook kan het op bladeren worden gespoten (niet in de zon!) waar de compostmicroben de concurrentie kunnen aangaan met ziekteverwekkers op de bladeren.

ABCT is niet hetzelfde als (anaërobe) compostextracten, waarin veel van de nuttige organismen teloor zijn gegaan en er zelfs anaerobe ziekteverwekkers en schadelijke alcoholen zijn ontstaan.

## 4. Eventueel: toevoegen van mycorrhizale schimmels

Mycorrhizale netwerken raken beschadigd door bodembewerking en compactering van de bodem. Herstel van beschadigde netwerken gaat langzaam. Het injecteren van mycorrhizale schimmels is niet in elke situatie geschikt. Wel kun je standaard mycorrhizale schimmels toevoegen bij het zaaien of verpotten in potgrond (die meestal vrij is van mycorrhizale schimmelsporen) of bij het beplanten van een nieuwe tuin.