# Het belang van schimmels in de bodem

#### Tekst: Ties Temmink

We worden op allerlei plekken en momenten geconfronteerd met schimmels. Tijdens een herfstwandeling door het bos zoeken we gefascineerd naar allerlei paddenstoelen. Maar ze zijn tevens te vinden in diverse etenssoorten, badkamers, medicijnen en sprookjes.

Het [grootste levende organisme](https://www.opb.org/television/programs/oregon-field-guide/article/oregon-humongous-fungus/) op aarde is een schimmel ([*Armillaria*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Sombere_honingzwam)) die zich onder een oud bos bevindt in de Noord-Amerikaanse staat Oregon, met een oppervlak van ongeveer 890 hectaren.

[Schimmels](https://nl.wikipedia.org/wiki/Schimmels) zijn al miljarden jaren oud. Ze waren één van de eerste organismen die het vaste land koloniseerden, zo’n 400 miljoen jaar geleden. Er zijn fossiele resten gevonden die aantonen dat metershoge paddenstoelen (*Prototaxites)* het landschapsbeeld bepaalden voordat struiken en bomen het overnamen. Schimmels vormen in de biologische rangorde een apart [rijk](https://nl.wikipedia.org/wiki/Rijk_%28biologie%29) naast planten en dieren. We weten er nog heel weinig over.

De schimmels (*fungi*, zoals ze officieel heten) spelen een essentiële rol in het functioneren van onze ecosystemen, op uiteenlopende wijzen creëren ze de ecologische randvoorwaarden voor andere levensvormen.

Recent onderzoek laat zien dat schimmels essentieel zijn voor de communicatie tussen planten en voor de herverdeling van voedingsstoffen ([*Wood Wide Web*](https://www.bbc.com/news/science-environment-48257315)) (1). Deze organismen functioneren alleen in samenhang met een compleet *bodemvoedselweb*. Het bodemvoedselweb is een complex en divers ondergronds web van leven dat verantwoordelijk is voor alle aspecten van een gezonde en veerkrachtige bodem (2). Schimmels zouden daarmee logischerwijs veel aandacht verdienen binnen onze landbouwsystemen.

Wie echter door een microscoop naar de gemiddelde landbouwbodem kijkt zal nauwelijks tot geen schimmel kunnen ontdekken.

Wat zijn schimmels

Wat zijn schimmels nu precies? Het zijn [eukaryotische](https://nl.wikipedia.org/wiki/Eukaryoten) (3) organismen die voorkomen als eencelligen (gisten) en als meercellige (lange draden, meestal ondergronds) typen. Ze zijn [*heterotroof*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Heterotroof) (4) (geen [fotosynthesecapaciteit](https://nl.wikipedia.org/wiki/Fotosynthese)) (5) en de voorvertering vindt plaats buiten de cel. Het netwerk van schimmeldraden van een meercellige schimmel is vaak kilometers lang en heet ook wel *mycelium*.

Sommige meercellige schimmels vormen ook bovengrondse of ondergrondse vruchtlichamen die de voortplanting dienen: paddenstoelen en truffels. Andere meercellige schimmels vormen niets anders dan een oppervlakkige wittige laag, zoals je kunt zien bij beschimmeld voedsel.

Schimmels planten zich over het algemeen geslachtelijk voort door middel van spoorvorming. Deze sporen vormen aan de uiteinde van schimmeldraden en zullen worden losgelaten wanneer ze rijp zijn, zo worden ze meegevoerd door luchtstromen. Wanneer de omstandigheden gunstig zijn kan zich hieruit een nieuwe schimmeldraad (*hyfe*) vormen en zo een nieuw mycelium ontstaan. Overigens is de ontwikkeling van mycelium in de bodem de meest bepalende factor voor koolstofopslag van een bodem: koolstof wordt blijvend vastgelegd in de celwanden van groeiend mycelium.

Er zijn drie typen schimmels te onderscheiden. De *saprofyten* zijn het meest voorkomend en leven van dood organisch materiaal. De *mutualistische schimmels* werken samen met plant of dier (bv. [Mycorrhiza](https://nl.wikipedia.org/wiki/Mycorrhiza)). Er zijn daarnaast *parasitaire schimmels* (bv. [Meeldauw](https://nl.wikipedia.org/wiki/Meeldauw)) die plant of organismen aanvallen (6).



Schimmeldraad 400x vergroot (eigen foto)

Schimmels en het bodemleven

Veel schimmels zijn ware enzymfabrieken (7). In tegenstelling tot bacteriën kunnen ze vaak een heel scala aan verschillende enzymen produceren die de mogelijkheid hebben om complexere molecuulstructuren (houtachtig) af te breken. Voedende stoffen (*nutriënten*) kunnen vervolgens kunnen worden opgenomen of opgeslagen door de schimmel. Dit geldt zowel voor [moedergesteente](https://nl.wikipedia.org/wiki/Bedrock) (8) als dood organisch materiaal. Dit afbraakproces is daarmee een essentiële stap in bodemvorming en de nutriëntencyclus. De meer ontwikkelde schimmeltypen hebben zogenoemde oxalaatkristallen, die zich bevinden op het oppervlak van hun hyfen. Deze hebben de mogelijkheid om de vrijgemaakte nutriënten voor langere tijd te binden en zo de adsorptiecapaciteit (CEC) van de bodem significant te verhogen.

Een bodem met een goed ontwikkelde schimmelpopulatie laat hierdoor nauwelijks uitspoeling zien en is tevens veel resistenter tegen droogte. De enzymproductie van schimmels vormt ook de basis van het veelbelovende maar onontgonnen gebied van *mycoremediation,* daarbij worden schimmels gebruikt om uiteenlopende bodemverontreinigingen te saneren (bv. Landbouwgif) (9).

Schimmels spelen dus een essentiële rol in het beschikbaar maken van nutriënten voor planten. Ongeveer 95 % van de bouwstoffen die een plant nodig heeft haalt zij uit het fotosyntheseproces (zuurstof, koolstof en waterstof), voor de rest is de hulp van het bodemleven nodig. Planten scheiden 20-80 % van hun fotosyntheseproductie uit in het wortelsysteem. Hiervan wordt ongeveer de helft afgegeven rond de haarwortels in de vorm van simpele koolhydraten, eiwitten en suikers.

Deze stoffen trekken bepaalde bacteriën en schimmels aan die weer specifieke nutriënten kunnen vrijmaken door de unieke enzymen die ze kunnen produceren. Deze nutriënten worden echter pas opneembaar voor planten wanneer er [predatoren](https://nl.wikipedia.org/wiki/Predator) (10) aanwezig zijn (protozoa, aaltjes, geleedpotigen, etc.) die de schimmel of bacterie consumeren en een reststroom uitscheiden direct rond de haarwortel.

Het hele bodemvoedselweb is nodig om een dergelijke uitwisseling tussen plant en schimmel mogelijk te maken. Wanneer dit systeem ongestoord werkt kan een plant precies de stoffen vragen en opnemen die zij op dat moment nodig heeft. Deze processen vinden niet alleen in het wortelstelsel plaats maar ook in het bovengronds materiaal van de plant (11).

Er zijn schimmels die een directe verbinding aangaan met planten, een forse meerderheid van de plantensoorten haalt voordelen uit een dergelijke samenwerking. Deze schimmels worden de mycorrhiza-schimmels genoemd en dringen de celwand binnen van de plant of vormen een laag rondom de wortel (12). Deze symbiose tussen schimmel en plant vergroot het bereik van de plant enorm, dit resulteert in een significante vergroting van de beschikbaarheid van nutriënten, water en daarmee veerkracht van de plant.



De symbiose tussen Dennenzaailing en (Ecto)mycorrhiza-schimmel zorgt voor een veel groter bereik.

Een goede structuur is van essentieel belang voor een gezonde bodem en optimale wortelgroei. Een dichtgeslagen bodem leidt tot zuurstofarme omstandigheden. Daardoor verdwijnt bevorderlijk bodemleven, ontstaan omstandigheden voor ziektekiemen en parasieten (13). Zo’n dichtgeslagen bodem verstoort daarmee een gezonde plantengroei.

De gunstige schimmels floreren ook uitsluitend onder zuurstofrijke omstandigheden. Structuurvorming vindt plaats doordat bacteriën kolonies vormen, waarbij ze een lijmachtige stof afgeven. Die stof bindt bacteriën maar ook kleine bodemdeeltjes tot zogenoemde *micro-aggregaten*. De hyfen van schimmels produceren *glomaline*, een eiwit dat deze kleinere aggregaten, organisch materiaal en kleine diertjes met elkaar verbindt tot grotere structuren. Deze *macro-aggregaten* zorgen voor een adequate structuur van de bodem, waarbij voldoende zuurstof, water, wortelruimte en niches voor bodemleven aanwezig zijn om de bodem optimaal te laten functioneren. Men zou kunnen stellen dat schimmels de optimale omstandigheden creëren voor een verdere ontwikkeling van meer leven, diversiteit en veerkracht.

De doorgaande ontwikkeling van een ecosysteem ([*successie*](https://nl.wikipedia.org/wiki/Successie_%28ecologie%29)) hangt af van de aanwezigheid van schimmels in de bodem, haar populatie zal toenemen naarmate het ecosysteem complexer en productiever wordt. De concentratie van gunstige schimmels in een ecosysteem heeft een effect op specifieke biologische processen in de bodem en bepaalt daarmee uiteindelijk in welke vorm stikstof opneembaar wordt voor de plant.

Gevolgen afbreken bodemvoedselweb

Een bodem zonder schimmel zal voornamelijk een aanbod van nitraat laten zien en dit zijn de beste omstandigheden voor planten uit een vroeg successiestadium (onkruid). Onze landbouwgewassen zijn voor het overgrote deel planten die goed gedijen bij een aanbod van zowel nitraat als ammonium. Door het afbreken van het bodemvoedselweb worden de ideale omstandigheden gecreëerd voor de groei van onkruid en ongezonde gewassen.

De gangbare landbouw heeft het bodemvoedselweb en daarmee ook de gunstige schimmels in de bodem compleet afgebroken en selecteert hierdoor op ziektes. Dit komt door o.a. overmatige grondbewerking en verdichting, het gebruik van (kunst)mest, gif en kalk en door de bodem veelal onbegroeid te laten.

Het bodemvoedselweb is een delicaat maar veerkrachtig ecosysteem dat alleen goed kan functioneren wanneer het zichzelf kan reguleren of wanneer het beheer wordt afgesteld op deze biologische processen. De schimmelpopulatie kan als een accurate indicator worden gebruikt om de status van de bodem en voortgang van herstelwerkzaamheden te volgen. Een microscopische analyse van het complete bodemvoedselweb en de onderlinge verhoudingen tussen de verschillende organismen, geeft een veel betere weergave dan de standaard-bodemanalyses die voornamelijk chemisch van aard zijn.

Allereerst zullen we moeten stoppen met het bovengenoemde destructieve bodembeheer. Het actief terugbrengen van gunstige schimmels in de bodem kan vervolgens op verschillende wijzen. De bodem kan geënt worden met lokale (en daarmee goed aangepaste) schimmels, zie bijvoorbeeld de Elaine Ingham-methode of *Korean Natural Farming* (14)*.* Het toewerken naar een systeem met vaste bodembedekkers faciliteert de symbiose tussen plant en bodemleven en daarmee de ontwikkeling van een stabiele schimmelpopulatie. Wanneer de juiste condities gecreëerd worden zullen al de nog aanwezige sporen vanzelf uitgroeien tot nieuw mycelium. We kunnen de transitie naar een duurzamer en regeneratief landbouwmodel enorm versnellen wanneer we het bodemleven beter leren begrijpen en gaan samenwerken.

Voor verdere vragen kan contact opgenomen worden met Land Van Ons of via Info@HetBodemCollectief.nl. Ik sta zeer open voor verdere vragen en suggesties.

Noten

1*. Wood Wide Web*: <https://www.bbc.com/news/science-environment-48257315>.

2. *Soil Biology Primer* door E. Ingham: <https://www.envirothonpa.org/wp-content/uploads/2014/04/7-Soil-Biology-Primer.pdf>.

3. Eukaryotisch: zijn alle levende wezens waarvan de cellen een kern bevatten. Zie Wikipedia: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Eukaryoten>.

4. Heterotroof: heterotrofe organismen hebben andere organismen nodig om aan hun energie te komen.

5. Fotosynthese: Planten gebruiken hun bladeren om suikers aan te maken in een licht-afhankelijk proces dat fotosynthese (foto = licht; synthese = aanmaak) genoemd wordt.

6. Gebaseerd op *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms* door P. Stamets.

7. Enzymen zijn eiwitten die als hulpstof dienen voor allerlei biochemische processen. Mensen, maar ook planten en dieren, hebben veel enzymen in hun lichaam.

8. Moedergesteente: het vaste gesteente dat zich onder de bodem bevindt.

9. Zie bijvoorbeeld: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-77386-5_6> & *Radical Mycology, A Treatise On Seeing And Working With Fungi* door Peter McCoy.

10. Predatoren: roofdieren. Dat kunnen leeuwen of arenden zijn, maar ook heel kleine beestjes.

11. Gebaseerd op *Foundational Courses* van *Soil Food Web Institute.*

12. Endo- en Ectomycorrhiza-schimmels.

13. Bv. E coli, Meeldauw of worteletende aaltjes.

14. Elaine Ingham Methode: <https://www.soilfoodweb.com/how-it-works/>
Korean Natural Farming: <https://en.wikipedia.org/wiki/Korean_natural_farming>

Over Ties Temmink

Msc. Hydroloog, Student Soil Food Web Instituut van Elaine Ingham ([www.soilfoodweb.com](http://www.soilfoodweb.com/)) en permacultuur-ontwerper.

‘Ik werk momenteel aan een pilot-project in de Achterhoek om de Elaine Ingham-methode op schaal te toetsen in Nederland vanuit [Het Bodemcollectief](https://hetbodemcollectief.nl/). Verder kijk ik graag door de microscoop naar de bodem om zo deze wondere wereld beter te leren begrijpen.’

Afbeeldingen

Schimmeldraad 400x vergroot (eigen foto)

Bron afbeelding mycorrhiza-schimmel zie [hier](https://4.bp.blogspot.com/-K1hMKSgxKdg/VTF8rWtQ8vI/AAAAAAAAHv0/vPmdU02o1qo/s1600/pine.jpg).