

# Biodiversiteit in de landbouw

De landbouw levert tal van 'ecosysteemdiensten'. Sommige, zoals natuurlijke onderdrukking van ziekten, komen direct aan de landbouw ten goede, andere zoals vastlegging van koolstof, zijn voor de samenleving als geheel van belang. Algemeen wordt aangenomen dat een landbouw met een hogere biodiversiteit beter in staat is om deze diensten duurzaam te leveren. Maar is dat ook zo?

De landbouw is leverancier van *food, feed, fibers and fuel*. Bij de productie daarvan verlangt de maatschappij vermindering van het bestrijdingsmiddelengebruik en drastische beperking van nutriëntenverliezen naar het milieu. De ecosysteemdiensten die van de landbouw worden gevraagd, zijn natuurlijke ziektevering en biologische bestrijding van ziekten en plagen, water- en nutriëntenretentie. Deze 'diensten' komen rechtstreeks ten goede aan de landbouw zelf. Daarnaast zijn er ecosysteemdiensten die de landbouw kan leveren en die vooral de samenleving ten goede komen, zoals leverantie van voldoende en schoon water voor de productie van drinkwater en, in potentie, het vermogen om koolstof in de bodem op te slaan als bijdrage aan de vermindering van de broeikasgassen. Daarnaast kunnen landbouwbedrijven habitat bieden aan tal van 'wilde' soorten planten, vogels, zoogdieren, enzovoorts. Algemeen wordt aangenomen dat er een directe relatie is tussen biodiversiteit en het leveren van ecosysteemdiensten. Maar is dat ook zo en hoe zit dat dan?

## Vroeger en nu

De landbouw van nu is niet te vergelijken met die van vroeger. Of 'vroeger' 80 of 60 of 40 jaar geleden is, doet er voor een beschouwing op hoofdlijnen niet zoveel toe. Neem de bodem, een essentiële en letterlijk basale schakel in het gehele bedrijfssysteem, standplaats voor het gewas en leverancier van water en nutriënten. Een goede bodem houdt water vast bij droogte en voert het af bij overmaat. Zware berijding onder ongunstige omstandigheden heeft in veel bodems structuurverlies en verdichting veroorzaakt, waardoor de beworteling wordt gehinderd en de gevoelig-

heid voor wateroverlast is toegenomen. Aan de bodem worden meststoffen en gewasresten toegevoegd, die vervolgens in microbiële- en faunabiomassa worden omgezet en grotendeels afgebroken. De nutriënten die daarbij vrijkomen worden niet alle in het gewas opgenomen, maar komen deels in het milieu terecht. Vroeger was mest een betrekkelijk schaars, en daarom hoog gewaardeerd goed (het 'bruine goud'), dat zorgvuldig werd toegediend met het oog op optimale plantenvoeding. Sinds meststoffen in overmaat beschikbaar zijn, zowel kunstmest als dierlijke mest, deels geproduceerd uit geïmporteerde voeders, is mest verworden tot een 'bruine golf' die het milieu ernstig kan belasten. Ook bovengronds ziet het landbouwbedrijf er anders uit dan vroeger. Van oudsher hielden een ruime vruchtwisseling en uitgekiende gewasopvolging de problemen met ziekten en plagen binnen de perken. Specialisatie binnen het landbouwbedrijf en versmalling van het bouwplan hebben echter de druk van ziekten en plagen doen toenemen. Landschapselementen zoals houtwallen zijn op grote schaal verdwenen ten gevolge van hun afgenomen waarde als perceelsafscherming en als bron van geriefhout op het boerenbedrijf.

Tegelijk met deze ontwikkelingen is de biodiversiteit in agrarische landschappen drastisch verminderd en het vermoeden dat die twee met elkaar te maken hebben, is wijd verbreid.

In het Stimuleringsprogramma Biodiversiteit (SPB) is de algemene hypothese dat biodiversiteit en ecosysteemdiensten met elkaar geassocieerd zijn, onderzocht. Of hier sprake is van causale verbanden is tevens onderwerp van onderzoek geweest.

LIJBERT BRUSSAARD

Prof. Dr. L. Brussaard Sectie Bodemkwaliteit, Wageningen Universiteit, Postbus 47, 6700 AA Wageningen  
lijbert.brussaard@wur.nl

Foto Aat Barendregt  
www.geo.uu.nl/pictures/barendregt.

## Conceptueel model

In de loop van het Stimuleringsprogramma Biodiversiteit is een integraal conceptueel model ontwikkeld over biodiversiteit en ecosysteemdiensten in de landbouw (figuur 1). In dit model karakteriseren bodemstructuur en (agro)biodiversiteit de systeemtoestand die verandert onder invloed van de sturende factoren klimaat en management. Door het expliciet opnemen van management als sturende factor wordt geanticipeerd op de wenselijkheid van een handelingsperspectief (de 5 B's) voor de landgebruiker (meestal de agrariër), zodra de resultaten van het onderzoek daarvoor aanleiding geven. De veranderingen komen tot uiting in de systeemprocessen (kringlopen), die leiden tot de systeemrespons, hier weergegeven als efficiënt N- en P-gebruik en koolstofopslag. Van de acht genoemde ecosysteemdiensten is in het model aangegeven (met zonnetjes),

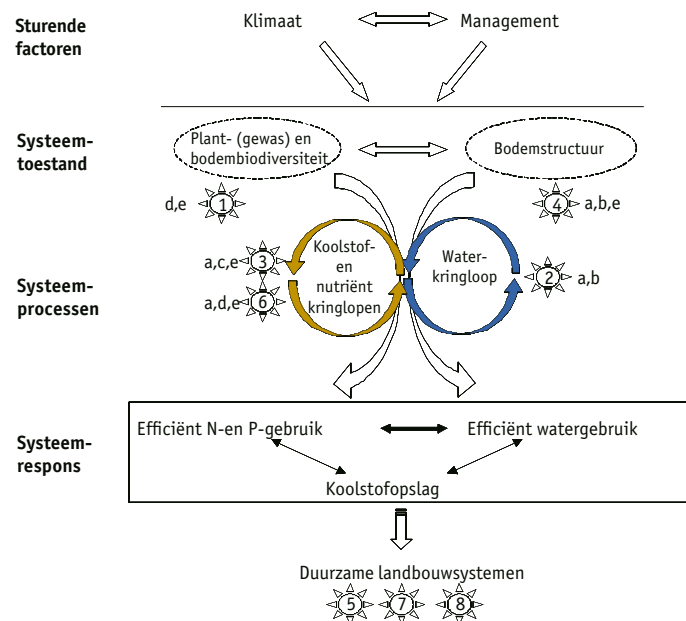
waar ze tot uiting komen, tezamen met de managementfactoren waardoor ze het meest worden beïnvloed.

In het kader van het SPB-deelprogramma "Biodiversiteit in de landbouw" hebben we vooral gekeken naar de ecosystemefuncties ziekten- en plaagwering (Bukovinszky, 2004; Garbeva, 2005) en nutriëntenretentie (Postma-Blaauw, 2008).

## Ziekten- en plaagwering

In mengteelten blijkt de variatie in structuur en geursamenstelling van de gewassen situaties op te leveren die plaaginsecten (gastheren) tijdelijk doen ontsnappen aan hun natuurlijke vijanden (parasieten), waardoor het voortbestaan van parasiet-gastheerinteracties verlengd kan worden. In monocultures sterven natuurlijke vijanden lokaal eerder uit omdat ze hun prooi sneller vinden en vervolgens uit-

**Figuur 1** Conceptueel model van de samenhang tussen biodiversiteit en ecosysteemdiensten in de landbouw met aangrijpingspunten voor management van de bodem (naar: Brussaard *et al.*, 2007).



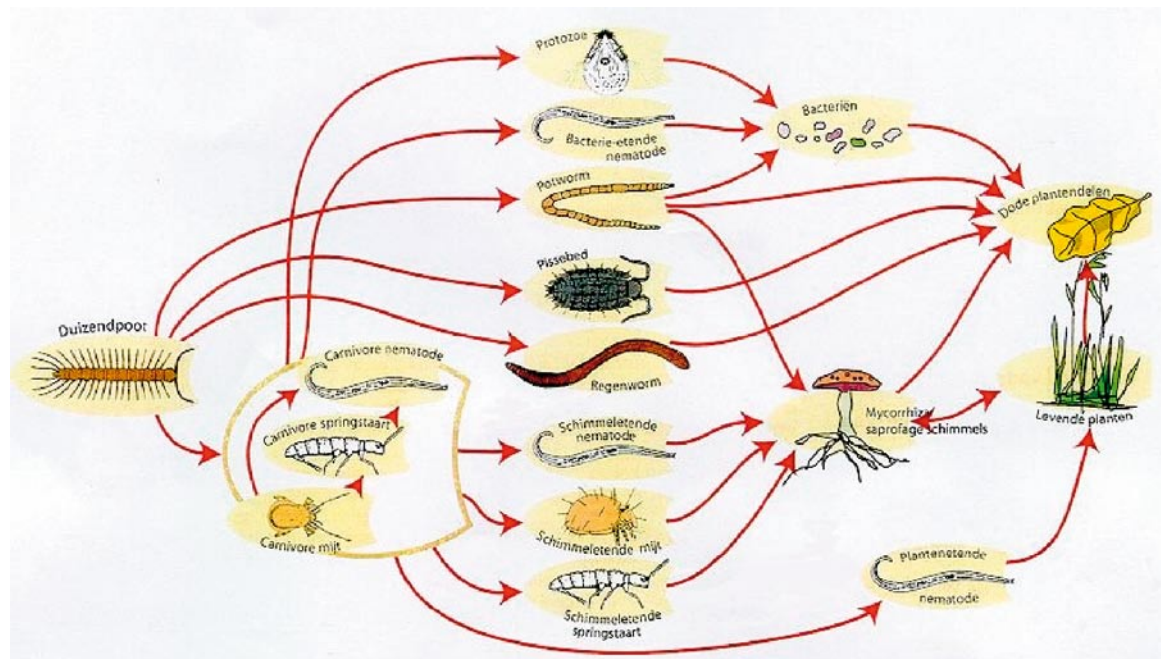
roeien. Komt de gastheer weer terug, dan moet de parasiet (bijna) uit het niets komen. Mengteelten bleken dus stabieliserend te werken met een beter totaalresultaat in termen van plaagbestrijding (Bukovinszky, dit nummer).

In blijvend grasland, dat een hogere biodiversiteit aan planten herbergt dan bouwland, blijkt de microbiële gemeenschap in de bodem eveneens meer divers te zijn. Deze hogere microbiële diversiteit blijft nog enkele jaren bestaan nadat het grasland in bouwland is omgezet en ze gaat samen met een sterkere ziekte-onderdrukking. Deze onderdrukking is te herleiden tot een grotere productie van een antibioticum tegen schimmels (Garbeva, dit nummer). Door dit type mechanistische studies vorderen we langzaam maar zeker in de richting van het creëren van optimale omstandigheden voor natuurlijke ziekten- en plaagonderdrukking in agrarische systemen.

## Nutriëntenretentie

Het onderzoek naar microbiële diversiteit werd in dezelfde proefvelden uitgevoerd waar ook de relatie tussen biodiversiteit en nutriëntenretentie is onderzocht (Postma-Blaauw, 2008). In deze studie is tevens de biodiversiteit van de bodemmeso- en -macrofauna onderwerp van studie. Die diversiteit is enorm en om deze tot hanteerbare proporties terug te brengen, hebben we de soorten gegroepeerd op basis van overeenkomstige evolutionaire verwantschap (taxonomische groepen) of overeenkomstige functies in de natuur (functionele groepen, zoals voedselgroepen zie figuur 2).

We hebben vervolgens niet alleen gekeken naar de relaties tussen soorten en de stikstofkringloop, maar ook naar die tussen taxonomische, dan wel functionele groepen en de stikstofkringloop. We hebben vastgesteld dat bij aan-



**Figuur 2** Bodemvoedselweb (bron: R.G.M. de Goede).

Foto **Hans Dekker**  
saxifraga.nl  
Drenthe, De Wolden, Anser,  
Achter de Plantage.



wezigheid van slechts enkele soorten (in dit geval aaltjes of regenwormen) de aard van de soorten en niet zozeer het aantal soorten van belang is voor de interacties met bacteriën en de intensiteit en uitkomst van stikstoftransformatieprocessen, zelfs indien de soorten behoren tot dezelfde voedselgroep (Postma-Blaauw, 2008). Dit is in overeenstemming met bevindingen dat de ecologische verschillen tussen de aanwezige soorten veel belangrijker zijn voor de stikstofmineralisatie dan het aantal soorten als zodanig (Heemsbergen *et al.*, 2004).

In het veld hebben we kunnen aantonen, dat soortenrijke functionele groepen na omzetting van grasland in akkers weliswaar soorten verliezen, maar dat de functionele diversiteit gehandhaafd blijft. Dat blijkt anders te liggen voor soortenarme functionele groepen. Die bestaan uit soorten met omvangrijke populaties die, in combinatie met voortplantingskenmerken, gevoelig zijn voor verstoring. Dat geldt bijvoorbeeld voor roofmijten en regenwor-

men. Bij regenwormen blijkt de omzetting van gras- in akkerland, nog eens extra aangezet door de intensiteit van de grondbewerking, zelfs te leiden tot het verdwijnen van een hele functionele groep. Bij omzetting van grasland naar akkers en weer terug blijken de roofmijten blijvend te zijn verminderd in soortenrijkdom, abundantie en functionele diversiteit.

De conclusie is dat niet het aantal soorten *per se*, maar de identiteit van de soorten, hun abundantie, trofische diversiteit en diversiteit van voortplantingsstrategieën positief zijn geassocieerd met de stikstofmineralisatie en negatief met de stikstofuitspoeling in aanwezigheid van een gewas (Postma-Blaauw, 2008).

### Causaal verband met biodiversiteit

Resteert de vraag of het verband tussen biodiversiteit en ziekten-/plaagbestrijding, respectievelijk stikstofmineralisatie en -retentie causaal van aard is. Het aantonen van relaties tussen biodiversiteit en ecosystemendiensten is principieel moeilijk, omdat beide concepten menselijke abstracties van de werkelijkheid zijn. De soorten in de vrije natuur zijn niet uit op het bijdragen aan de biodiversiteit en al evenmin op het verlenen van ecosystemendiensten. Ze zijn uitsluitend bezig hun bijdrage aan het nageslacht te maximaliseren. Daarbij, en dat is het goede bericht, hebben bepaalde soorten gedurende hun evolutie eigenschappen verworven die hen in staat stellen om deel te kunnen blijven uitmaken van de biodiversiteit in een concrete situatie en die hen een belangrijke functie geven bij de voltrekking van ecosystemeprocessen. Door aan te tonen dat biodiversiteit zoals hierboven beschreven onder de onderzochte omstandigheden is geassocieerd met de leverantie van ecosystemendiensten zijn we zo dicht als mogelijk is bij beantwoording van de causaliteitsvraag op een 'ja' uitgekomen. Dat betekent dat biodiversiteit een belangrijke aanjager voor duurzame landbouw kan zijn.



## De toekomst

Voor optimale levering van ecosystemendiensten is, behalve het beheer van de percelen op het landbouwbedrijf, de landschapscontext van groot belang. Dat stelt nieuwe eisen aan het management van het gehele landschap. Meer en meer worden door agrariërs, waterbeheerders en landschaps- en natuurbeschermers samen ontwerp- en beheersplannen gemaakt voor het groenblauwe netwerk in het landschap (Geertsema *et al.*, 2004; 2006; Scheele & Van Gorp, 2007; Scheele & Klompe, 2007). Vaak kan het beheer dienstbaar zijn aan meerdere doelen tegelijk (Tschardt *et al.*, 2005), maar soms zijn doelen op beheersniveau strijdig (Olson & Wäckers, 2007). De uitdaging is om het beheer van perceelsranden, houtwallen en dergelijke én het beheer van de percelen zelf zodanig op elkaar af te stemmen dat een optimaal effect wordt be-

reikt ten aanzien van de ecosystemendiensten uit figuur 1. Dat vergt óók een gericht bodembeheer. Uit onderzoek blijkt dat de mate waarin perceelsranden een bron- of overlevingsgebied kunnen vormen voor het bodemleven in de percelen afhankelijk is van het randenbeheer (Lagerlöf *et al.*, 2002, Smith *et al.*, 2008). Over de noodzakelijke veranderingen in het bodembeheer van perceelsranden is echter nog weinig bekend.

Uit de gewenste handelingsperspectieven (zie de 5 B's in figuur 1) vloeit de noodzaak voort om op bedrijfs- en landschapsniveau mogelijke strategieën en maatregelen ter vergroting van de biodiversiteit en de duurzame levering van ecosystemendiensten te verkennen en kennislacunes op te sporen. Deze uitdagingen plaatsen het biodiversiteitsonderzoek van de toekomst in een nieuw maatschappelijk perspectief (Perrings *et al.*, 2006).

## Literatuur

- Brussaard L., P.C. de Ruiter, & G.G. Brown, 2007.** Soil biodiversity for agricultural sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121: 233-244.
- Bukovinsky, T., 2004.** Tailoring complexity; multitrophic interactions in simple and diversified habitats. PhD Thesis. Wageningen. Wageningen University.
- Garbeva, P., 2005.** The significance of microbial diversity in agricultural soil for suppressiveness of plant diseases and nutrient retention. PhD thesis. Leiden. Leiden University.
- Geertsema, W., E. Steingröver, W. van Wingerden & J. Rovers, 2004.** Groenblauwe dooradering in de Hoeksche Waard. Wageningen. Alterra rapport 1042.
- Geertsema, W., E. Steingröver, W. van Wingerden, J. Spijker & J. Dirksen, 2006.** Kwaliteitsimpuls groenblauwe dooradering voor plaag- onderdrukking in de Hoeksche Waard. Wageningen. Alterra rapport 1334.
- Heemsbergen, D.A., M.P. Berg, M. Loreau, J.R. van Hal, J.H. Faber & H.A. Verhoef, 2004.** Biodiversity effects on soil processes explained by interspecific functional dissimilarity. *Science* 306: 1019-1020.
- Lagerlöf, J., B. Goffre & C. Vincent, 2002.** The importance of field boundaries for earthworms (Lumbricidae) in the Swedish agricultural landscape. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 89: 91-103.
- Olson, D.M. & F.L. Wäckers, 2007.** Management of field margins to maximize multiple ecological services. *Journal of Applied Ecology* 44: 13-21.
- Perrings, C., L. Jackson, K. Bawa, L. Brussaard, S. Brush, T. Gavin, R. Papa, U. Pascual & P. de Ruiter, 2006.** Biodiversity in agricultural landscapes: saving natural capital without losing interest. *Conservation Biology* 20: 263-264.
- Postma-Blaauw, M.B., 2008.** Soil biodiversity and nitrogen cycling under agricultural (de-) intensification. PhD Thesis. Wageningen. Wageningen University.
- Scheele, H. & H. van Gorp, 2007.** Rapportage FAB 2006. Tilburg. LTO Projecten.
- Scheele, H. & A. Klompe, 2007.** Landbouw en Landschap, Behoud door Vernieuwing - Verslag van het project GIS met GPS. Stichting De Hoeksche Waard op de Kaart. Oud-Beijerland.
- Smith J., S. Potts & P. Eggleton, 2008.** Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems. *European Journal of Soil Biology* 44: 271-276.
- Tschardt, T., A.M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter & C. Thies, 2005.** Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecology Letters* 8: 857-874.