

Relaties tussen biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen

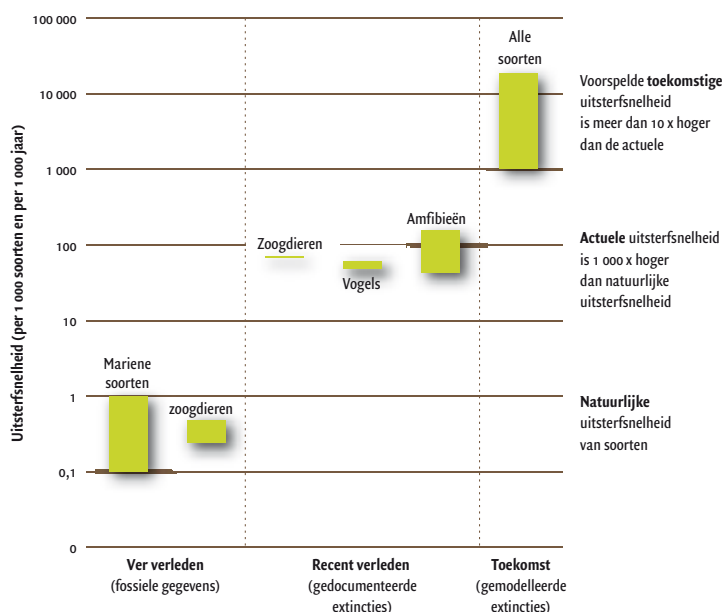
‘So I am convinced that we should raise the profile of biodiversity in tackling climate change and food insecurity, and that we need more high-level attention to this subject’¹

De laatste decennia heeft de mens een nooit geziene stempel gedrukt op ecosystemen wereldwijd (1). Er kan aangenomen worden dat de actuele snelheid waarmee soorten uitsterven vele malen hoger is dan de natuurlijke uitsterfsnelheid. Bovendien zal deze snelheid waarschijnlijk nog sterk toenemen (Fig. 1). Ook het gebruik van natuurlijke hulpbronnen is de laatste decennia sterk toegenomen en geschat wordt dat momenteel ongeveer de helft van de bruikbare landoppervlakte wereldwijd wordt gebruikt als graas- of akkerland. Verder wordt geschat dat tussen een kwart en de helft van de door de zon gegenereerde primaire productie op aarde op een of andere manier door de mens wordt gebruikt (2).

Gealarmeerd door het toenemende verlies van biodiversiteit zijn wetenschappers begonnen met het zoeken naar antwoorden op vragen als: ‘Heeft biodiversiteit belang voor het functioneren van ecosystemen?’ en ‘Maakt het voor ecosysteemprocessen uit of er veel dan wel weinig soorten aanwezig zijn?’ (3).

Wetenschappers staan voor de grote uitdaging een antwoord te bieden op deze vragen met als gevolg dat er zich gedurende het laatste decennium een nieuwe, interdisciplinaire tak van de ecologie ontwikkeld heeft die zich bezig houdt met de studie van de relaties tussen biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen (4). Naast deze wetenschappelijke aandacht, ontstond ook een grote maatschappelijke interesse voor deze zogenaamde functionele biodiversiteit. De publicatie van de ‘Millennium Ecosystem Assessment’ (5), waarin het concept van ecosystemendiensten gelanceerd werd, was een mijlpaal (Fig. 2). Ecosystemendiensten zijn goederen en diensten die de menselijke maatschappij ontvangt van beheerde en onbeheerde ecosystemen. De grote verdienste van de ‘Millennium Ecosystem Assessment’ is dat deze erg duidelijk de conceptuele relaties heeft blootgelegd tussen het functioneren van ecosysteem en de mate waarmee het goederen en diensten kan leveren aan de maatschappij (6). Meer recent heeft een

KRIS VERHEYEN



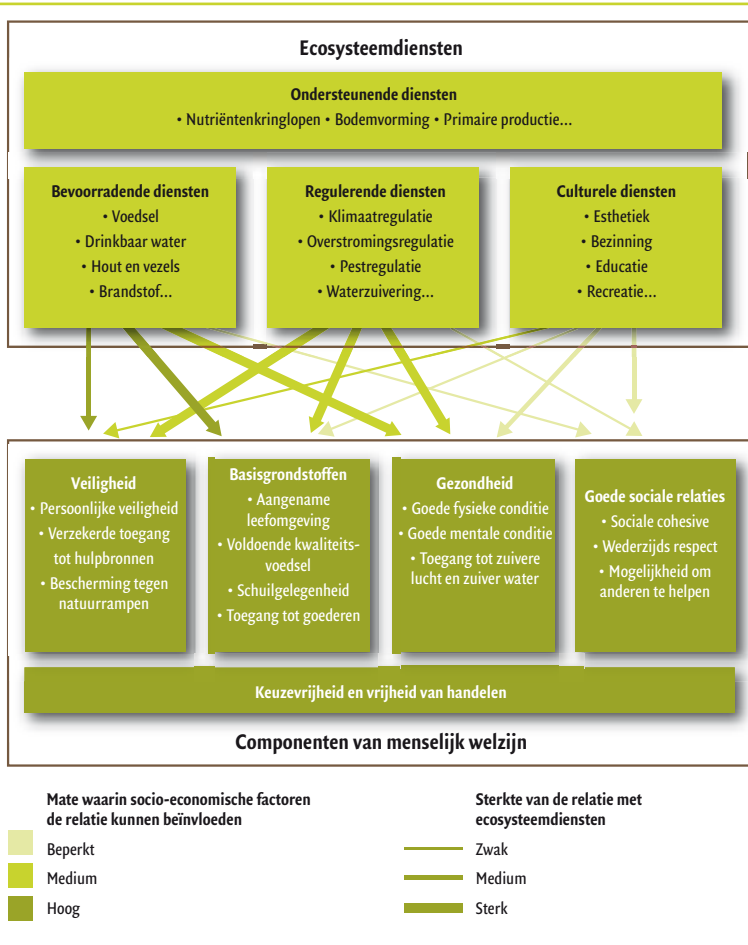
Figuur 1: Geschatte historische, actuele en toekomstige globale uitsterfsnelheden van soorten (Bron: Millennium Ecosystem Assessment 2005 (5)).

vervolgstudie, de ‘Economics of Ecosystems and Biodiversity study’ (7), deze conceptuele relaties verder uitgediept en geprobeerd een economische waarde toe te kennen aan de talrijke diensten die ecosystemen ons verschaffen. Dergelijke valuatie is noodzakelijk omdat beslissingen over landgebruik en -beheer vaak enkel gebaseerd zijn op de waarde van een beperkt aantal, vermarktbaar ecosystemendiensten (bv. houtproductie in bossen), terwijl de waarde van vele andere ecosystemendiensten, zoals koolstofopslag, bescherming tegen erosie, zuivering van water en lucht, niet onderkend wordt en bijgevolg ook niet voldoende meespeelt in het beslissingsproces.

Onderzoek naar de relaties tussen biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen

Sinds de start van het functionele biodiversiteitsonderzoek is er geleidelijk een nieuw ecologisch denkkader ontwikkeld waarin aan de diversiteit aan genen, soorten

¹ Citaat uit een open brief die José Manuel Barroso heeft geschreven naar aanleiding van de wereldtop over voedselveiligheid die van 16 tot 18 november 2009 werd gehouden in Rome.

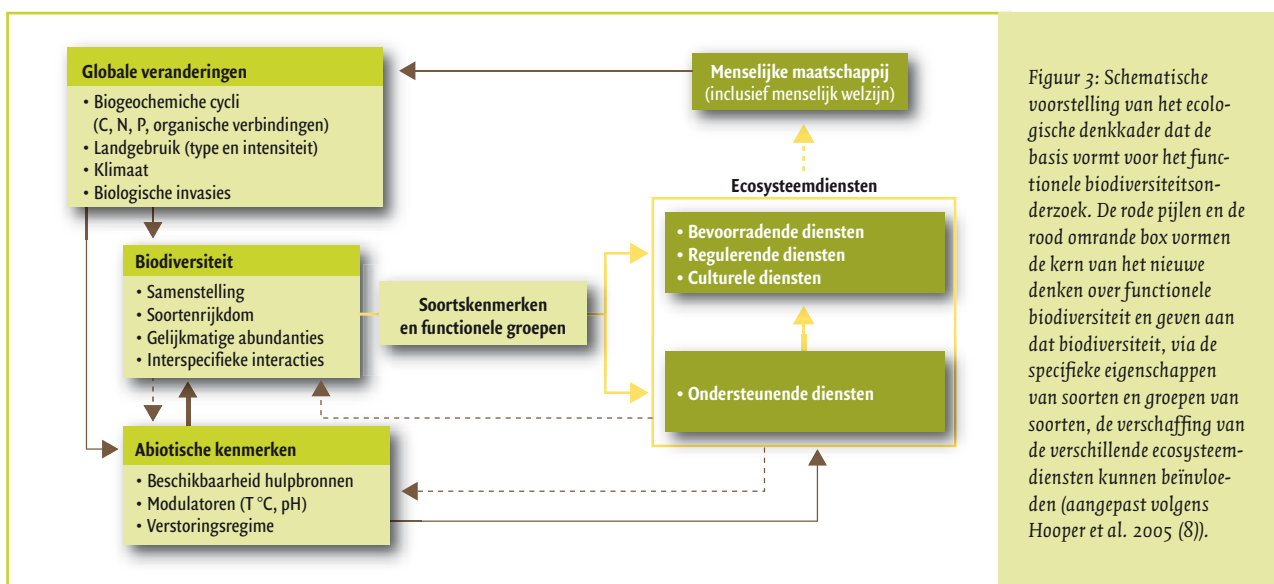


Figuur 2: Ecosysteemdiensten en hun relatie met het menselijk welzijn (Bron: Millennium Ecosystem Assessment 2005 (5)). Ecosysteemdiensten zijn de diensten die de mens verkrijgt van ecosystemen. Deze diensten zijn het gevolg van de eigenschappen van ecosystemen en van het functioneren ervan. De 'Millennium Ecosystem Assessment' definieert vier groepen van ecosysteemdiensten: (1) ondersteunende diensten: diensten nodig om de productie van de drie andere dienstengroepen mogelijk te maken; (2) bevoorradende diensten: goederen verkregen uit het ecosysteem die toegeëigend, geconsumeerd of verhandeld kunnen worden; (3) regulerende diensten: diensten die een invloed uitoefenen op het milieu en (4) culturele diensten: ontastbare, cultuurafhankelijke diensten voor de maatschappij.

en ecosystemen, een actieve rol wordt toebedeeld voor het functioneren van ecosystemen en het leveren van ecosysteemdiensten (Fig. 3). Voorheen werd biodiversiteit eerder als iets passiefs beschouwd. Biodiversiteit was de resultante van de groeiplaatscondities, het gevoerde beheer en hun onderlinge interacties, zonder al te veel functioneel belang.

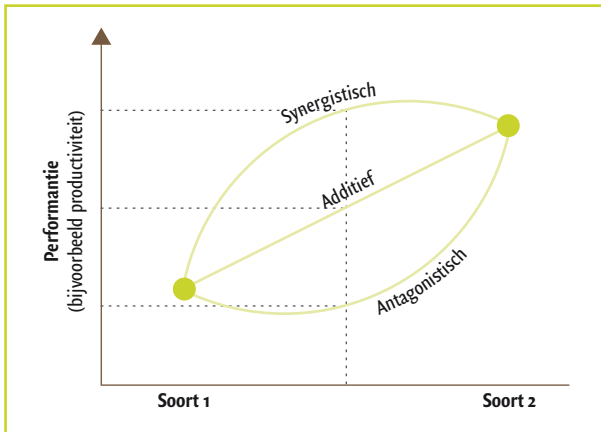
Na bijna twintig jaar onderzoek is er stilaan een brede wetenschappelijke consensus dat biodiversiteit inderdaad van belang is voor het functioneren van ecosystemen (zie o.a. 6). De belangrijkste vaststellingen zijn dat meer biodiverse gemeenschappen over het algemeen samengaan met grotere voorraden (bijvoorbeeld van biomassa), met snellere energie- en stofstromen (bijvoorbeeld door een snellere strooiselafbraak) en met een hogere stabiliteit in de tijd van deze voorraden en stromen (8; 9; 10). Bovendien kon aangetoond worden dat de prestaties van meer biodiverse gemeenschappen beter is dan wat kon verwacht worden op basis van het individuele gedrag van de samenstellende soorten (Fig. 4): de effecten van een toenemende biodiversiteit zijn met andere woorden vaak synergetisch. Het dient niettemin vermeld te worden dat additieve en/of antagonistische effecten ook waargenomen werden.

Theoretisch en experimenteel onderzoek suggereert dat deze biodiversiteitseffecten het resultaat zijn van mechanismen als niche-complementariteit, selectie-effecten en ecologische verzekering (zie ook 11). Niche-complementariteit resulteert typisch in niet-additieve effecten en treedt op wanneer soorten in soortenrijke gemeenschappen er samen in slagen om de beschikbare hulpbronnen beter te exploiteren dan eender welke van de samenstellende soorten alleen. Het selectie-effect treedt op door de hogere kans op de (toevallige) aanwezigheid van goed presterende soorten in meer diverse gemeenschappen. Wanneer het selectie-effect domineert zijn de biodiversiteitseffecten eerder additief.



Figuur 3: Schematische voorstelling van het ecologische denkkader dat de basis vormt voor het functionele biodiversiteitsonderzoek. De rode pijlen en de rood omrande box vormen de kern van het nieuwe denken over functionele biodiversiteit en geven aan dat biodiversiteit, via de specifieke eigenschappen van soorten en groepen van soorten, de verschaffing van de verschillende ecosysteemdiensten kunnen beïnvloeden (aangepast volgens Hooper et al. 2005 (8)).

Ecologische verzekering zorgt ervoor dat gemeenschappen die worden blootgesteld aan een of andere vorm van verstoring (droogte, pathogenen,...) meer weerstand kunnen bieden of zich sneller herstellen door de grotere kans op aanwezigheid van een resistente of veerkrachtige soort.



Figuur 4: Schematische voorstelling van additieve en niet-additieve synergistische en antagonistische effecten op de prestatie van een virtuele menging met twee soorten.

Functioneel biodiversiteitsonderzoek in bossen

Ondanks de relatief lage (boom-)soortenrijkdom van het bos in Europa, zeker in vergelijking met de bossen in Noord-Amerika en Azië, vertoont het Europese bos toch een aanzienlijke variatie in samenstelling en structuur (11; 12). De overgrote meerderheid van het Europese bos is in erg belangrijke mate door de mens beïnvloed door eeuwenlang kappen, begrazen, branden, enz. Dit heeft als gevolg dat bossen in Europa actueel gedomineerd worden door relatief jonge, gelijkjarige opstanden met slechts enkele boomsoorten. De mens heeft echter ook grote gradiënten in diversiteit gecreëerd. Op sommige plaatsen heeft de grootschalige homogene aanplant met veelal snelgroeiende soorten geleid tot opstanden met een lage structurele en boomsoortendiversiteit, terwijl op andere plaatsen kleinschalige, selectieve vellingen gevolgd door natuurlijke verjonging geleid heeft tot erg diverse opstanden die onder volledig natuurlijke omstandigheden waarschijnlijk zelden zou voorkomen.

Een zekere bezorgdheid over de ecologische duurzaamheid van homogene aanplantingen en hun veronderstelde lagere weerstand tegen verstoringen, vooral in het licht van de voorspelde klimaatverandering, hebben de interesse in meer gemengde bossen de laatste decennia opnieuw doen toenemen (13; 14). Deze interesse werd verder gevoed door beleidsprocessen zoals de VN-conventies over de biodiversiteit en het klimaat (resp. UNCBD en UN-FCCC), het pan-Europese MCPFE-proces rond duurzaam bosbeheer en de EU-Habitatrichtlijn.

Dit alles heeft ertoe geleid dat er in veel landen en regio's een beleid gevoerd wordt om homogene, gelijkjarige bossen om te vormen tot meer gemengde, structuurrijke types die, naar men verwacht, beter zouden moeten functioneren en een verhoogde stabiliteit vertonen.

Het is interessant te vermelden dat de vraag of meer gemengde opstanden beter functioneren dan homogene opstanden reeds gesteld werd op het einde van de 18e eeuw, toen de bosbouwwetenschap nog in zijn kinderschoenen stond (15). Inmiddels is het duidelijk geworden dat verschillende boomsoorten inderdaad sterk kunnen verschillen in functionele kenmerken (bijvoorbeeld door verschillen in de verteerbaarheid van het strooisel; 16) en zodoende ook een sterke invloed kunnen uitoefenen op allerlei ecosystemeprocessen.

De vraag hoe en in welke mate veranderingen in het aantal boomsoorten het hele spectrum aan ecosystemeprocessen beïnvloedt, blijft echter grotendeels onbeantwoord (17). In een recent literatuuroverzicht werden, bijvoorbeeld, slechts 20 geschikte studies gevonden die op een of andere manier de relatie tussen boomsoortendiversiteit en de productiviteit van boscossystemen getest hebben (18); dit is een fractie van het aantal studies dat in graslanden over dit thema verricht werd. Deze schaarste aan onderzoeksresultaten is in feite verrassend omdat het bosbouwonderzoek, zeker in Europa, een erg lange traditie heeft en massa's informatie geproduceerd heeft over de ecologie van de verschillende boomsoorten en over bosdynamiek in het algemeen.

Het weinige bestaande functionele biodiversiteitsonderzoek in bos kan opgedeeld worden in vier types: (a) vergelijkende opbrengststudies in homogeen en gemengd bos op basis van permanente proefvlakken; (b) observationeel onderzoek langsheen min of meer natuurlijke gradiënten in boomsoortendiversiteit; (c) analyses op basis van grootschalige, regionale bosinventarisatiedatabanken en (d) de recent geïnstalleerde boomsoortendiversiteitsexperimenten.

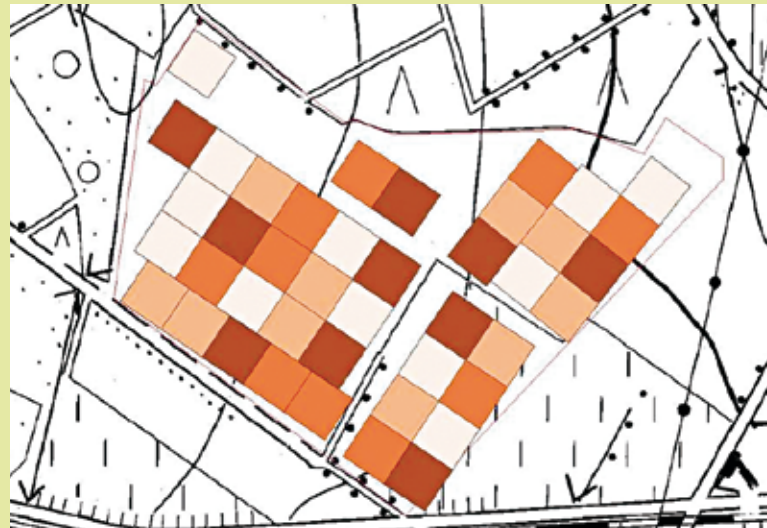
- a De opbrengststudies vertonen een erg wisselende relatie tussen boomsoortendiversiteit en productiviteit die sterk afhangt van de boomsoorten onder beschouwing en van de groeiplaatskenmerken (15; zie ook artikel van Muys & Aubinet in dit nummer). Bovendien bestaan de mengingen in deze proefvlakken meestal uit slechts twee, meestal commercieel interessante, boomsoorten.
- b Observationele studies langsheen grotere diversiteitsgradiënten zijn quasi onbestaande. De enige ons bekende studie (19) werd uitgevoerd in een gemengd beukenbos in Duitsland. De resultaten geven aan dat de effecten van de diversiteitsgradiënt, gaande van puur beuk tot een menging van beuk met vier andere soorten, sterk afhankelijk waren van het proces dat bestudeerd werd.
- c Voor zover ons bekend bestaan er op dit moment slechts vier gepubliceerde studies die bosinventaris-

De Belgische boomsoortendiversiteitsexperimenten (FORBIO)

Met de financiële hulp van het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO) werden in Zedelgem (West-Vlaanderen) en Gedinne (Namen) twee boomsoortendiversiteitsexperimenten aangelegd met een gelijkaardig experimenteel ontwerp.

Op elke site werden 33 000 bomen van vijf verschillende soorten aangeplant in 42 proefvlakken (Fig. 1). De geselecteerde boomsoorten moesten uiteraard aangepast zijn aan de groeiplaats, maar ook zoveel als mogelijk verschillen in functionele kenmerken, zoals schaduwtolerantie, strooiselkwaliteit, bladfenologie, enz. In Zedelgem werden uiteindelijk zomereik, ruwe berk, winterlinde, grove den en beuk weerhouden en in Gedinne zijn dit gewone esdoorn, douglas, hybride lariks, beuk en winteriek. Deze soorten werden aangeplant in vijf proefvlakken met telkens een van deze soorten en in vijf proefvlakken met telkens twee, drie en vier soorten. Er werd bovendien zorg voor gedragen dat alle soorten met een gelijke frequentie voorkomen over alle proefvlakken heen. Samenvattend betekent dit dus per site 4 diversiteitsniveaus x 5 proefvlakken per niveau = 20 proefvlakken. Dit alles werd een keer herhaald om aldus 40 proefvlakken te bekomen.

De twee resterende proefvlakken maken deel uit van een klein bijkomend experiment om de effecten van genetische diversiteit na te gaan. Daartoe werd per site één soort geselecteerd (zomereik in Zedelgem en beuk in Gedinne) waarvoor in helft van proefvlakken een herkomst werd aangeplant en in de andere helft drie verschillende herkomsten. De twee extra proefvlakken zijn monoculturen van de twee extra herkomsten. De bomen in Zedelgem en Gedinne werden geplant tijdens de winter van



Figuur 1: Overzicht van de experimentele site in Zedelgem. De boomsoortendiversiteit in de 42 proefvlakken varieert tussen één (lichte kleur) en vier soorten (donkerste kleur). De proefvlakken zijn 42 m x 42 m en bevatten elk 784 bomen geplant in een 1,5 m x 1,5 m vierkantsverband.

2009-2010 met de zeer gewaardeerde hulp van het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) in Vlaanderen en van de Division de la Nature et des Forêts (DNF) in Wallonië.

Deze experimenten zouden, op termijn, moeten toelaten om ondubbelzinnige conclusies te trekken over het belang van gemengde, meer soortenrijke bestanden voor het functioneren van bosecosystemen en de diensten en goederen die ze ons leveren.

sen gebruikt hebben om het functionele belang van boomsoortendiversiteit te onderzoeken (20; 21; 22; 23). Dergelijke databanken zijn interessant door het zeer grote aantal, vaak permanente, proefvlakken waarmee gewerkt kan worden. Probleem is echter de grote verschillen in beheer, voorgeschiedenis, groeiplaatscondities,... tussen de proefvlakken die een te grote ruis kunnen veroorzaken op het biodiversiteitssignaal dat men wil detecteren (24).

- d De recent geïnstalleerde boomsoortendiversiteitsexperimenten hebben als doel om door experimentele manipulatie effecten van boomsoortendiversiteit te testen op een site die verder zo homogeen als mogelijk is. Onderzoek in graslandecosystemen heeft immers aangetoond dat enkel op deze manier ondubbelzinnig oorzakelijke verbanden tussen diversiteit en het functioneren van ecosystemen blootgelegd kunnen worden.

Recent werd een wereldwijd netwerk van dergelijke boomsoortendiversiteitsexperimenten geïnstalleerd, het zogenaamde TreeDiv_Net. Op negen sites,

gaande van boreaal woud in Finland tot tropisch bos in Panama, werden experimenten met een gelijkaardig experimenteel ontwerp aangeplant. Het TreeDiv_Net beslaat meer dan 600 ha, omvat bijna 2900 experimentele proefvlakken en 600 000 bomen. Ook in België maakt deel uit van dit netwerk met twee sites in Zedelgem en Gedinne (zie kaderstuk). ■

Conclusies

Het voorbije decennium is het bewustzijn gegroeid dat biodiversiteit niet enkel omwille van ethische redenen behouden moet worden, maar ook cruciaal is opdat ecosystemen op duurzame wijze goederen en diensten zullen kunnen blijven verschaffen.

Onderzoek in grasland heeft reeds aangetoond dat er effectief positieve verbanden bestaan tussen de diversiteit en het functioneren van ecosystemen. In bossen staat dit type van onderzoek nog in zijn kinderschoenen en ondubbelzinnige conclusies zullen nog even op zich laten wachten.