



Behoud en beheer van bossen voor duurzame ontwikkeling: waar wetenschap en beleid elkaar ontmoeten

Visietekst werkgroep Metaforum Leuven,
voorgesteld op het symposium Forests2011
van 24 november 2011

Samenstelling werkgroep:

Coördinator: Bart Muys, Bosecologie en -beheer

Wouter Achten, Duurzaamheid
Bruno Verbist, Bossen en klimaatverandering
Raf Aerts, Bosecologie
Vincent Kint, Bosbeheerplanning
Martin Hermy, Plantecologie
Julie Poppe, Antropologie
Axel Marx, Global Governance
Jos Van Orshoven, Land- en informatiebeheer
Kris Verheyen, Bosecologie en -beheer, Universiteit Gent
Johan De Tavernier, Theologische ethiek
Josef Fanta, Bosecologie, Universiteit van Zuid-Bohemen
Anton Van Rompaey, Geografie
Liesbet Vranken, Milieueconomie
Stefaan Dondeyne, Bodembeheer
Lutgart Lenaerts, Bodembeheer en antropologie
Gert-Jan Nabuurs, Bosbeleid, European Forest Institute

Metaforum Leuven
www.kuleuven.be/metaforum



METAFORUM LEUVEN

De interdisciplinaire denktank Metaforum Leuven wil de deelname van de K.U.Leuven aan het maatschappelijk debat versterken. Daartoe ondersteunt Metaforum Leuven denkgroepen die wetenschappelijke expertise samenbrengen en onderzoekers vanuit verschillende disciplines in gesprek brengen rond relevante maatschappelijke problemen.

Eerdere visieteksten van Metaforum Leuven:

1. Het toenemend gebruik van psychofarmaca (2010)
2. Biodiversiteit: basisproduct of luxegoed? (2010)
3. Socio-economische verschillen in overgewicht (2010)
4. Personenmobiliteit in Vlaanderen (2011)

Metaforum Leuven
Interdisciplinaire denktank K.U.Leuven
Hollands College
Damiaanplein 9 bus 5009
3000 Leuven

metaforum@rec.kuleuven.be
www.kuleuven.be/metaforum

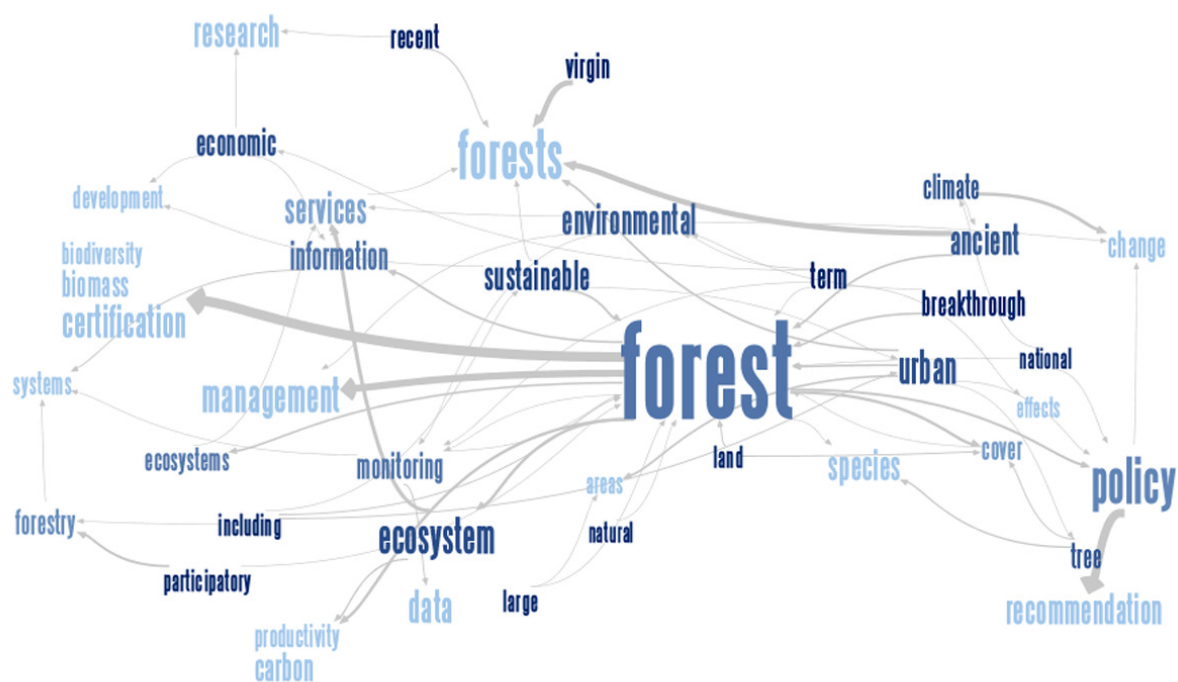
INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	4
Voorwoord	9
1 Bosbescherming	9
1.1 Ecosysteemdiensten van bossen	10
1.2 Functies van biodiversiteit	11
1.3 Bedreigingen voor ecosysteemdiensten	13
1.3.1 Bostransitietrends	13
1.3.2 Trends in groei en vitaliteit van bossen	14
1.4 Bosmonitoring	15
1.4.1 Oerbossen in het cultuurlandschap	15
1.4.2 Oude bossen begrijpen en behouden	16
1.4.3 Vroege indicatoren van bosdestabilisatie: erkenning van bossen als complexe niet-lineaire systemen onderhevig aan regimewissels	17
1.4.4 Harmoniseren van criteria en Indicatorensets	19
1.5 Beheer van informatie over bossen: van databank naar voorspellingen	20
2 Bosbeheer en maatschappij	21
2.1 Participatief bosbeheer versterken	22
2.2 De productieve functie van bossen ondersteunen	24
2.2.1 Bosvermarkting	24
2.2.2 Biomassa uit bossen: wat is de toelaatbare oogst?	25
2.3 Steden onder <i>global change</i> : de inschakeling van stadsbomen en -bossen	26
2.4 Levenscyclusdenken en geoptimaliseerd gebruik van bosproducten in de bio-gebaseerde economie	28
3 Internationaal bosbeleid	29
3.1 <i>Spill-overs</i> van vermeden ontbossing: de socio-economische oorzaken voor illegale houthandel en ontbossing	29
3.2 Zin of onzin van een bosdefinitie voor REDD	30
3.3 Nieuwe manieren om mitigatie en adaptatie te verzoenen door het milieu- en ontwikkelingsbeleid samen te brengen	31
3.4 Bosethiek	32
3.5 Boscertificering als bosbeheerinstrument	33
4 Algemene aanbevelingen	35
Verklarende woordenlijst	37
Referenties	41

SAMENVATTING

Met deze **visietekst** streeft de Metaforum-werkgroep ‘Behoud en beheer van bossen voor duurzame ontwikkeling’ naar een groter bewustzijn van het belang van bossen voor het leveren van ecosysteemdiensten wereldwijd en wil zij een geactualiseerde wetenschappelijke bijdrage leveren aan het bosbeleid van de toekomst. De tekst behandelt behoud, beheer en duurzame ontwikkeling van bossen, de centrale thema’s van het VN Internationaal Jaar van de Bossen 2011, en dit in een Europese en globale context.

Het belang van **bosecosysteemdiensten** voor onze welvaart en welzijn motiveert ons in toenemende mate om bossen te gaan beschermen. Het denkkader van ecosysteemdiensten (ESD) is een interessant vertrekpunt om concepten rond bescherming en duurzaam gebruik van *bosresources* te ontwikkelen, deels omdat het ESD-kader de bestaande concepten van duurzaamheid en multifunctionaliteit verenigt en uitbreidt. Hoewel het aanvaarden van het ESD-kader het bosbeheer en bosbeleid zeer ten goede kan komen, moeten ecosysteemdiensten volledig gekwantificeerd worden en moeten de *trade-offs* tussen ESD goed begrepen worden vooraleer het kader volledig in de praktijk kan omgezet worden. Nationale ontwikkelingsstandaarden zoals het traditionele bruto binnenlands product zouden aangepast moeten worden zodat de waarde van ecosysteemdiensten erkend wordt. Ook zouden er vergoedingsschema's voor bosecosysteemdiensten moeten ontwikkeld worden.



Figuur 1 De relatie tussen de meest gebruikte woorden (42 van de 1136 termen) in de Bossen2011 Visietekst, waarbij de dikkere pijlen wijzen op het belang van concepten als bosbeheer, boscertificering, bosbiodiversiteit, bosbiomassa en bosecosysteemdiensten.

Er zijn steeds meer bewijzen voor het **functioneel belang van bosbiodiversiteit** bij het duurzaam leveren van ecosysteemdiensten aan onze samenleving. In de nabije toekomst zal het testen van hypothesen rond biodiversiteitsfuncties mogelijk worden dankzij nieuwe grootschalige onderzoeksfaciliteiten. Ondertussen is er voldoende aandacht nodig voor bewustmaking over de rol van biodiversiteit en de waarde van bosbiodiversiteit voor ons welzijn. We willen er wel op wijzen dat biodiversiteitsfuncties niet mogen dienen als alibi voor het verwaarlozen van niet-functionele waarden van biodiversiteit.

Bebossing en ontbossing, en subtiele veranderingen van landbedekking zoals bosdegradatie en spontaan bosherstel, zijn **bostransities** die we moeten beschrijven en waarvan we de oorzaken moeten begrijpen. Bostransitiemodellen hebben de drijvende krachten achter ontbossing onthuld en een typologie van landen volgens bosbedekking en ontbossingsgraad mogelijk gemaakt. Detectie en kartering van bosdegradatie op grote schaal is nog steeds heel moeilijk door de versnipperde aard van de resulterende landschappen met veel 'overgangs'landbedekkingstypes. In regio's met een grote ontbossingsdruk is de ontwikkeling van intersectorale samenwerkingsverbanden op nationaal en regionaal niveau een eerste stap in het vermijden van ontbossing. Gebieden zoals Europa waar bosherstel plaatsvond in de laatste decennia hebben meer bewustzijn en *state-of-the-art* hulpmiddelen nodig om postmoderne bosdegradatie, veroorzaakt door een voortschrijdende verstedelijking en de opkomst van onduurzaam gebruik van biomassa, te detecteren en te remediëren.

Veranderingen in het milieu veroorzaken grote **veranderingen in bosproductiviteit** en kunnen toekomstige voordelen van ecosysteemdiensten in gevaar brengen, vooral als de afname van de bosproductiviteit door klimaatsverandering groter en wijdverspreider is dan verwacht.

Bewaard gebleven **oerbossen** vormen een unieke bron van informatie rond biodiversiteit, samenstelling, structuur, dynamiek en heel het functioneren van natuurlijke bosccosystemen, maar er werd nooit een volledige inventarisatie van de resterende oerbossen in gematigd Europa opgemaakt. Minstens een selectie van de laatste Europese oerbossen zou UNESCO natuurlijk erfgoedgebied moeten worden.

Oude bossen – onder bosbedekking sinds mensenheugenis maar niet noodzakelijk oerbos – bieden een unieke kans voor het bestuderen van ecologische processen, zoals de manier waarop soorten zich verspreiden en verjongen, of waarop fragmentatie hun koloniseringcapaciteit beïnvloedt. Hoewel hun belang voor natuurbehoud in bossen algemeen aanvaard is, zijn oude bossen en hun geassocieerde soorten in veel landen met een gematigd klimaat nog niet gedetailleerd bestudeerd. Oude bossen moeten prominenter deel gaan uitmaken van Europese en nationale natuurbehoudsagenda's, van bosbeheerplannen en boscertificeringsprocedures.

Het **plannen van bosbeheer** en houtvoorraden wordt een steeds grotere uitdaging in onze snel veranderende wereld met een hoogst onzekere toekomst. Bossen zijn complexe niet-lineaire systemen gevoelig voor regimewissels. Om vroegtijdige alarmsystemen te ontwikkelen voor catastrofale veranderingen in bosccosystemen zijn er krachtige rekeninstrumenten nodig om drempelindicatoren af te leiden uit langetermijn-monitoringdata. In bosplanning moeten voorspellende instrumenten, gebaseerd op lineaire modellen en het extrapoleren van trends, aangevuld worden met nieuwe

gesofisticeerde instrumenten gebaseerd op monitoring en een vroege detectie van deze drempelwaarden of omslagpunten.

Duurzaamheidsmonitoring vergt een internationaal gestandaardiseerde evaluatieaanpak. De bossector stond doorheen de geschiedenis aan de basis van verschillende doorbraken in duurzaamheidsbeoordeling en -monitoring. De laatste grote uitdaging op het vlak van duurzaamheidsbeoordeling in bossen is de monitoring van biodiversiteit en het opnemen van biodiversiteit in impactbeoordelingen en boswaardering om zo gevoelige instrumenten te ontwikkelen die veranderingen in tijd en ruimte kunnen detecteren.

Bosgerelateerde databanken moeten gedocumenteerd worden en met elkaar in overeenstemming gebracht om grensoverschrijdende data-uitwisseling en hergebruik van de data mogelijk te maken. Om functionele infrastructuren te ontwikkelen met regionale, nationale en globale bosdata moeten de opgenomen gegevens beter worden omschreven en de datamodellen gestandaardiseerd, zodat de resulterende databanken uitgewisseld kunnen worden en een stevige basis vormen voor grensoverschrijdende toepassingen en diensten. De aanhoudende inspanningen om data-infrastructuren te ontwikkelen op alle niveaus binnen het domein van het leefmilieu, van lokaal tot globaal, moeten met verenigde krachten voortgezet worden.

Sociale wetenschappers zetten recent een aantal vraagtekens bij de betrokkenheidsgraad bij **participatief bosbeheer** en de mogelijke uitsluitingstrends die schuilgaan achter het concept van 'gemeenschap' in gemeenschapsparticipatie. Er is weinig bekend over de manieren waarop goed bosbestuur meer kan bieden dan politieke voordelen voor enkelingen, en over manieren waarop verschillende bestuursniveaus succesvol informatie kunnen delen over het hele spectrum van actoren en instellingen betrokken bij het bosbeheer. Een nieuwe aanpak rond participatief bosbeheer moet de complexiteit op vele niveaus omvatten en het concept van gemeenschappen en participatie uitbreiden. Participatieve bosbeheermethodes bevinden zich nog steeds in een oriëntatiefase en daarom moeten ze opgevolgd en geëvalueerd worden om zo participatie van een loze belofte om te vormen naar een krachtig instrument.

De laatste decennia gaan bosbehoud en bosbeheer steeds vaker samen met commerciële belangen. Onderzoekers waarschuwen al voor de mogelijke negatieve aspecten van deze trend. Het is niet zeker of **vermarkting van bossen** daadwerkelijk bossen behoudt en het welzijn van de lokale bevolking verbetert. Boscommodificatie moet gemonitord worden en oordeelkundig gestuurd worden door een interdisciplinaire inspanning van bosbouwers en antropologen.

De toegenomen **oogstdruk** op bosesystemen kan schadelijk zijn voor de toekomstige productiviteit. Er is een hoge nood aan grootschalige kwantitatieve informatie over duurzame oogstniveaus in verschillende bosesystemen. Europese doelstellingen rond houtige biomassa-productie moeten herbekeken worden, en nieuwe productiemogelijkheden in het landschap buiten de huidige bossen moeten gestimuleerd worden.

Er is een toenemende belangstelling voor **stadsbossen en -bomen** en de kwantificering van hun kosten en baten. Naast een aantal goed gekende voordelen zijn de effecten op de menselijke gezondheid en het

menselijk welzijn minder bekend en minder gekwantificeerd. Een systematische verzameling en organisatie van basisgegevens rond stadsgroen, inclusief bossen en bomen, is essentieel om de kosten en baten te schatten. Het effect van groen op de menselijke gezondheid en het welzijn zou beter onderzocht moeten worden. Over het algemeen is een meer pragmatische ecologische wetenschap gewenst die oplossingen aanreikt voor onze drukbevolkte planeet. In het licht van de huidige milieuproblemen van vervuiling en klimaatsverandering zouden acties voor stadsbossen en -bomen een essentieel onderdeel moeten gaan uitmaken van duurzame stadsontwikkeling in alle urbane gebieden, ongeacht hun grootte en inwoneraantal.

Het **levenscyclusdenken**, ontstaan in de industrie, heeft succesvol zijn plaats veroverd in de bossector en wint nog aan belang. Er is echter nog geen wetenschappelijke consensus gevonden over de inclusie van landgebruik en de effecten van directe en indirecte landgebruikveranderingen in levenscyclusanalyse. Levenscyclusbenaderingen moeten gepromoot worden als een essentieel instrument om de milieuduurzaamheid van nieuwe beheers- en productiescenario's van de biogebaseerde economie te analyseren. Om de resultaten vergelijkbaar te maken en bruikbaar voor *trade-off* analyses en beleidsadvies is een verdere standaardisering in de levenscyclusanalyse noodzakelijk.

Het **spill-over effect van het vermijden van ontbossing** werd voor sommige landen gekwantificeerd. Maar voor veel landen is nog steeds onbekend in welke mate duurzaam geproduceerd binnenlands hout illegaal geïmporteerd hout kan beconcurreren en vervangen. Een volledige koolstofboekhouding is noodzakelijk om lekken en *spill-over* effecten op internationaal niveau te vermijden.

Tijdens de klimaatsveranderingonderhandelingen werd veel tijd besteed – en zal veel tijd besteed worden – aan het ontwikkelen van een **bosdefinitie voor REDD**. Er is waarschijnlijk geen enkele bosdefinitie van toepassing op het hele gamma van landschappen met bomen. Daarom geloven we dat de huidige focus van de internationale REDD-onderhandelingen en de gerelateerde (sub)nationale gevalsstudies op enkel boskoolstof uitgebreid moet worden naar ecosysteemkoolstof.

Bij de realisatie van mitigatie-, adaptatie- en ontwikkelingsdoelstellingen zijn er steeds meer geïntegreerde beleidsbenaderingen en instrumenten beschikbaar en deze worden ook meer en meer gepromoot. De verzoening van mitigatie, adaptatie en ontwikkeling is gemakkelijk in het geval van win-winsituaties, maar in de gevallen waarbij er *trade-offs* lijken te bestaan, is er meer actief onderzoek nodig naar de opportuniteiten. Ontwikkelings-, mitigatie- en adaptatieprojecten en -programma's mogen niet meer beschouwd worden als aparte sectoriële doelen, maar moeten geïntegreerd tot stand komen.

Bosethiek beschouwt naast de directe economische voordelen van bos ook de waarde van bossen voor het aards ecosysteem. Aangezien niet enkel mensen gebaat zijn bij duurzame bossen moeten alle ecosysteemdiensten gekwantificeerd worden. Het aanreiken van een acceptabele methode voor het waarderen van bosecosysteemdiensten zou de stap naar een globaal bosbeleid dat verder gaat dan koolstofberekeningen, faciliteren.

Boscertificering is een belangrijk niet-staatsgebonden marktregulerend bestuursinstrument. Het inschatten van de effectiviteit van boscertificering blijft nog een belangrijk wetenschappelijk hiaat. Om boscertificering tot een beter bestuurshulpmiddel te maken, moet de effectiviteit van boscertificering

ingeschat kunnen worden, moeten boscertificeringschema's onafhankelijk worden gecertificeerd en moet hun adoptie ondersteund worden.

VOORWOORD

Het landoppervlak van de aarde bestaat voor 31% uit bos. Die bossen bevatten 80% van de biodiversiteit op aarde. Ongeveer 1,6 miljard mensen zijn voor hun levensonderhoud afhankelijk van bos. De Verenigde Naties erkennen het belang van bossen en riepen 2011 uit als Internationaal Jaar van de Bossen. Naar aanleiding van dit jaar richtte Metaforum Leuven, de interdisciplinaire denktank van de K.U.Leuven, in samenwerking met de Afdeling Bos, Natuur en Landschap van de K.U.Leuven, een werkgroep 'Behoud en beheer van bossen voor duurzame ontwikkeling' op. De werkgroep wou mensen meer bewust te maken van het belang van bossen voor allerlei ecosysteemdiensten. De werkgroep wou ook **op basis van de meest recente wetenschappelijke inzichten een bijdrage leveren aan het formuleren van toekomstig bosbeleid.**

De Metaforum-werkgroep 'Behoud en beheer van bossen voor duurzame ontwikkeling' bestudeerde en bediscussieerde het **behoud, beheer en de duurzame ontwikkeling van bossen**, dit zijn de thema's van het Internationaal Jaar van de Bossen, in een Europese en globale context. De werkgroep bestond uit wetenschappers van de K.U.Leuven met interesse voor en onderzoekservaring in thema's die een raakvlak hebben met bossen. De werkgroep werd aangevuld met enkele onderzoekers van andere instellingen. Op de eerste vergadering van de werkgroep waren representatieve personen uit het internationale bosbeleid uitgenodigd. Dit garandeerde dat de behandelde thema's een **hoge maatschappelijke relevantie** hebben. Het was hierbij niet de bedoeling om volledigheid na te streven, maar eerder om thema's te belichten waarvoor we de expertise bezaten om het probleem vanuit een frisse invalshoek te bekijken.

De voorliggende visietekst is het resultaat van een **interdisciplinair proces, met een actieve inbreng vanuit de sociale wetenschappen**. Hij identificeert **wetenschappelijke doorbraken en kennislacunes**. Hij formuleert **aanbevelingen rond prangende beleidsvragen op het vlak van bosbescherming, de relatie tussen bosbeheer en maatschappij, en internationaal bosbeleid**. Deze visietekst wil daarmee ook wetenschappelijke ondersteuning bieden aan het werk van de Europese Commissie, zoals het vervolg op het Groenboek van de Commissie over bosbescherming en bosinformatie in de EU, de herziening van de bosbouwstrategie voor de EU, en het Europees beleid inzake internationale bosbescherming (o.a. REDD en FLEGT). We hopen dat de visietekst ook als inspiratiebron zal dienen voor toekomstig onderzoek.

1 BOSBESCHERMING

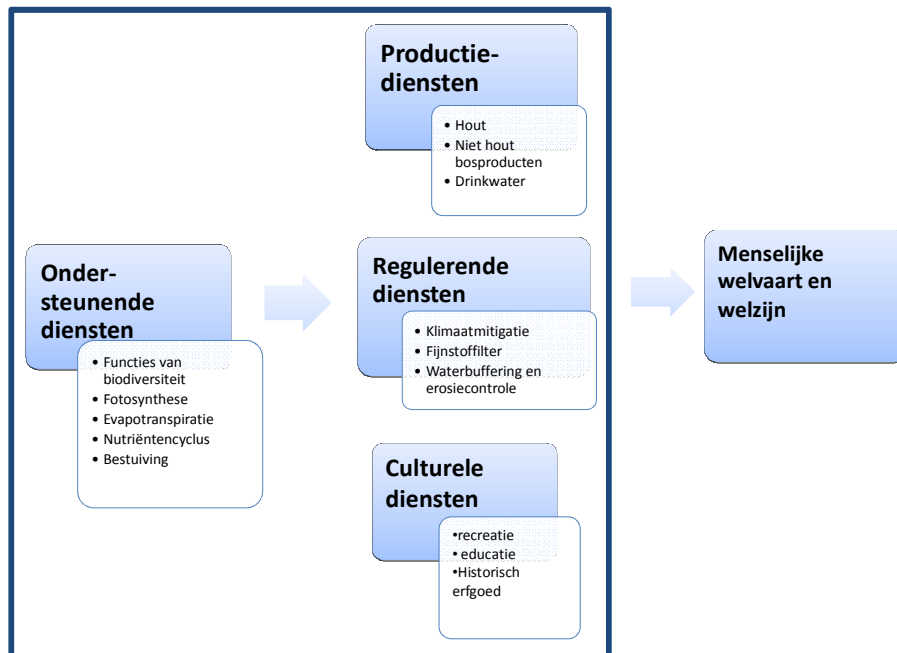
In dit hoofdstuk wordt eerst toegelicht waarom de ecosysteemdiensten die bossen leveren een belangrijk argument vormen voor behoud en bescherming van bossen (1.1). Vervolgens wordt het belang van biodiversiteit voor ecosysteemdiensten van bossen uitgelegd (1.2). Nadien worden verschillende aspecten van bosbescherming besproken, namelijk bosbehoud en het bewaren van de vitaliteit en kwaliteit van bossen (1.3). Ten slotte wordt ingegaan op monitoring (1.4) en informatiesystemen (1.5), twee heel belangrijke ondersteunende instrumenten voor het nemen van beslissingen rond bosbescherming.

1.1 ECOSYSTEEMDIENSTEN VAN BOSSEN

Waarom vormt het referentiekader van ecosysteemdiensten (ESD) (figuur 2) een interessant uitgangspunt voor het ontwikkelen van concepten inzake bosbescherming en duurzaam bosgebruik?

Doorbraak

Het ESD referentiekader verenigt de bestaande concepten van duurzaamheid en multifunctionaliteit en breidt ze ook verder uit. De afgelopen decennia nam het aantal publicaties over ESD exponentieel toe [1]. Dit steeg vooral sinds de publicatie van het 'Millennium Ecosystem Assessment' in 2005 (www.maweb.org), het rapport 'The Economics of Ecosystems and Biodiversity' in 2010 (www.teebweb.org) en nog enkele andere invloedrijke artikels. Al deze publicaties hebben in belangrijke mate bijgedragen tot de verdere ontwikkeling van het referentiekader, van modellen en van de economische waardering van ESD. Ook werden instrumenten ontwikkeld om ESD te integreren in beheer en beleid. Specifiek voor bosbeheer en bosbeleid biedt de wetenschap achter ESD een toegevoegde waarde. ESD is een uitbreiding en verdere operationalisering van duurzaam en multifunctioneel bosbeheer zoals gedefinieerd in diverse beleidsdocumenten: globaal (VN Bossenforum), continentaal (Ministeriële Conferentie voor de Bescherming van de Bossen in Europa) en (sub)nationaal (Vlaams Bosdecreet van 1990). De toegevoegde waarde ligt vooral in de meer holistische kijk op het landschap en de meer expliciete koppelingen met ander landgebruik. De wetenschap achter ESD resulteerde daarenboven in nieuwe manieren om de relevante ecosysteemdiensten voor een bepaald gebied te kwantificeren, in kaart te brengen en economisch te waarderen, om uiteindelijk tot betalingsmechanismen (REDD+, CDM) te komen die beheerders en grondeigenaars belonen voor de ecosysteemdiensten die ze produceren.



Figuur 2: Het ecosysteemdiensten-referentiekader zoals gedefinieerd door het Millenium Ecosystem Assessment, met toevoeging van typische bosesysteemdiensten.

Kennislacune

Bosbeheer en bosbeleid kunnen enorme voordelen halen uit het referentiekader voor ecosysteemdiensten. Maar er is nog werk nodig om dit kader verder te operationaliseren. Er is meer onderzoek nodig naar procesindicatoren voor het functioneren en het leveren van ecosysteemdiensten door bosesystemen [3]. Er is grondiger inzicht nodig in hoe we met verschillende schaalniveaus in ruimte en tijd moeten omgaan. Wat is bijvoorbeeld het meest geschikte schaalniveau om een bepaalde ecosysteemdienst te kwantificeren? Welke wisselwerking is er tussen verschillende schaalniveaus en tussen verschillende ecosysteemdiensten (*trade-offs* versus synergie)? De economische waardering van ecosysteemdiensten en vooral het in geld uitdrukken van de waarde ervan blijft een enorme uitdaging en is het onderwerp van hevige discussie (bv. [4]). Vooral de niet-gebruikswaarde is moeilijk in geld uit te drukken. Maar ook de kwantificering van de directe en indirecte gebruikswaarde is niet altijd vanzelfsprekend. De kwantificering en economische waardering van culturele ESD hangt bijvoorbeeld vooral af van de ruimtelijke verdeling van vervangende diensten en van de sociaaleconomische kenmerken van wie die ESD gebruikt. Dit is een boeiende uitdaging waarbij geografische informatiesystemen (GIS) en econometrie samenvloeien. Een andere uitdaging bestaat eruit te beslissen op welk schaalniveau je ESD moet vergelijken. Je krijgt namelijk telkens verschillende uitkomsten als je ESD kwantificeert op lokaal, regionaal, Europees of globaal schaalniveau [5]. In tegenstelling tot de criteria en indicatoren voor duurzaam bosbeheer focust het ESD-referentiekader vooral op de baten die de maatschappij haalt uit ecosystemen. Het houdt geen rekening met hoe die baten dan verdeeld worden. Er wordt bijvoorbeeld geen rekening gehouden met de werkomstandigheden van bosarbeiders. Kwantificeren van ESD staat ook meestal synoniem voor het berekenen van de financiële waarde van een dienst. Maar maximale winst is niet altijd de meest relevante doelstelling. Sommige componenten van de natuur (bijvoorbeeld zuivere lucht) zijn nu eenmaal onvervangbaar en daarom noodzakelijk voor het overleven van de mens. Enkel focussen op maximale winst impliceert ook dat bij verlies van een ESD de rijken een duurder vervangproduct kunnen kopen. Dit leidt tot sociale ongelijkheid. Het is daarom nodig om een concept inzake duurzame ontwikkeling te ontwikkelen waarin de financiële waarde van ESD wordt gemaximaliseerd, terwijl tegelijk ook rekening gehouden wordt met het behoud van onvervangbaar natuurlijk kapitaal en met ethische waarden en waarbij sociale ongelijkheid wordt vermeden. Ten slotte is het dan nog nodig een nieuw beleid te ontwikkelen en om te zetten in voorlichtingscampagnes, financiële instrumenten en wetgeving zodat beseigenaars en bosbeheerders worden beloond voor de ESD die ze voortbrengen.

Beleidsaanbeveling

De bosbouwsector heeft een lange traditie inzake multifunctioneel en duurzaam bosbeheer. De sector kan als voorbeeld dienen voor andere sectoren door die ervaring te vertalen naar het meer holistische ESD-referentiekader. **Beheerders en beleidsverantwoordelijken dienen multifunctioneel en duurzaam bosbeheer te integreren binnen het ecosysteemdiensten-referentiekader.** Voor een dergelijke oefening is een nauwe samenwerking nodig tussen wetenschappers, belanghebbenden en beleidsmakers. Duurzaamheidsindicatoren dienen ESD te incorporeren. Er moeten systemen worden uitgewerkt die toelaten te betalen voor de ESD die bossen voortbrengen.

1.2 FUNCTIES VAN BIODIVERSITEIT

Bossen bevatten een zeer groot aandeel van de biodiversiteit op het landoppervlak van onze planeet. We willen dit erfgoed bewaren omwille van culturele en ethische redenen. **Maar er is groeiend bewijs dat de biodiversiteit van bossen belangrijk is voor het leveren van ecosysteemdiensten voor de mens.**

Doorbraak

Wetenschappelijk onderzoek is momenteel aan het ontrafelen hoe de biodiversiteit van bossen zorgt voor de duurzame levering van ecosysteemdiensten. Zeker al sinds de negentiende eeuw vroegen bosbouwers zich af of gemengde bossen meer productief zijn dan monoculturen. Tot nu toe was er geen eenduidig antwoord (zie een overzicht in [6]). Uit veel onderzoek in bosbestanden die werden aangelegd voor houtproductie blijkt een hogere productiviteit van monoculturen [7], maar sommige studies tonen een opbrengsttoename van 10% tot 20% in gemengde opstanden ([8, 9] en [10]). De interactie tussen soorten kan zowel negatief, neutraal als positief zijn. Positieve interactie wordt veroorzaakt door facilitatie of door complementariteit in het gebruik van *resources*. Maar het is niet eenvoudig om met meetgegevens aan te tonen dat biodiversiteit een positief effect heeft op de opbrengst van bossen. De opbrengst hangt namelijk ook sterk af van hoe bossen beheerd worden en van milieufactoren. Er is nood aan verfijnd onderzoek en geavanceerde analysemethoden in experimenten specifiek gericht op soortendiversiteit. In graslanden heeft dergelijk onderzoek de afgelopen twintig jaar sterke verbanden aangetoond tussen diversiteit en productiviteit [11, 12]. De verklaring ervan lag ten minste gedeeltelijk bij de complementariteit van verschillende soorten om voedingsstoffen uit de bodem te halen (bv. [13-16]). In bossen is dergelijk onderzoek nog maar een paar jaar geleden gestart. Er loopt grootschalig onderzoek naar de diversiteit van bomen in Duitsland, Finland, België, Frankrijk, Panama, Maleisië, China en Canada (www.treediv.ugent.be). Naast experimenteel onderzoek wordt er ook aan verkennend onderzoek gedaan. Het FP7 project FunDivEurope (www.fundiveurope.eu) onderzoekt meer dan 200 proefvlakken met verschillende diversiteit aan boomsoorten in volgroeide bossen die verspreid liggen over zes sterk verschillende gebieden van Finland tot Spanje. Dit netwerk van proefvlakken vormt de ruggengraat van onderzoek naar bosbiodiversiteit en is een van de meest innovatieve biodiversiteitsstudies van de afgelopen jaren.

Kennislacune

Het is wachten tot de resultaten van de nieuwe grootschalige onderzoeksprojecten worden gepubliceerd om de hypothesen over functionele diversiteit in verschillende bostypes te kunnen toetsen. De volgende jaren zullen de nieuwe grootschalige onderzoeksprojecten enorme hoeveelheden gegevens voortbrengen. Het zal dan mogelijk zijn om het effect van verschillende niveaus van boomsoortendiversiteit en functionele kenmerken van soorten op een hele reeks indicatoren te toetsen. Die set van indicatoren omvat onder andere indicatoren die te maken hebben met de samenstelling van bossen (geassocieerde biodiversiteit, het voorkomen van plagen en ziekteverwekkende soorten), met de structuur van bossen (waar wordt de meeste biomassa aangemaakt) en met het functioneren van het bosecosysteem (energiebudget, netto primaire productie, watergebruik). Bijkomend onderzoek is nodig om de onderliggende relaties en hun functioneren te verduidelijken, wat van zeer groot belang is in het kader van adaptatie aan klimaatsverandering (zie [6]). Voor graslanden toonde een zeer recent onderzoek aan dat, bekeken op veel verschillende tijdstippen en locaties, en voor verschillende functies en milieuveranderingen, een groot aandeel van de aanwezige soortendiversiteit noodzakelijk is voor het verzekeren van de aanwezige ecosysteemdiensten [18]. Voor bossen moet dit nog verder nagekeken worden.

Beleidsaanbeveling

Er is nood aan bewustmaking en aan meer capaciteit inzake de functionele aspecten van biodiversiteit en de waarde van biodiversiteit van bossen voor het menselijk welzijn. We begrijpen de onderliggende processen nog altijd niet zeer goed, maar het is duidelijk dat bosecosystemen met een hoge biodiversiteit veel meer voordelen bieden dan monoculturen, zeker als we verschillende functies bekijken die op verschillende plaatsen en op verschillende tijdstippen moeten worden in stand gehouden [18]. De economische waardering van biodiversiteit zal in belangrijke mate bijdragen tot een betere

erkenning van de waarde van biodiversiteit. Ze kan de basis vormen voor het betalen voor ecosysteemdiensten die door biodiversiteit worden gegenereerd (zie ook 1.1) en dit als aanvulling van de natuurbehoudswaarde. Maar dit mag niet als alibi gebruikt worden om de intrinsieke waarde van natuur te verwaarlozen [19]. Beide benaderingen zijn complementair en leveren argumenten voor het behoud van biodiversiteit vanuit verschillende invalshoeken [20].

1.3 BEDREIGINGEN VOOR ECOSYSTEEMDIENSTEN

1.3.1 BOSTRANSITIETRENDS

Hoe kunnen de oorzaken van trends in het bosareaal zoals bebossing en ontbossing, maar evengoed meer subtiele veranderingen zoals bosdegradatie en spontane verbossing, beschreven en begrepen worden?

Doorbraak

Bostransitiemodellen onthullen de drijvende krachten achter ontbossing en maken de ontwikkeling mogelijk van een typologie van landen gebaseerd op de bebossings- en ontbossingsgraad [21, 22]. Er is een wijdverspreid kader voor de analyse van de drijvende krachten achter ontbossing en de impact op de bebossingsgraad (en daarmee koolstof) beschikbaar [23]. Ontbossing kan nog versneld worden door zelfversterkende systemen: verdere infrastructuurontwikkeling in combinatie met een hoge bevolkingsdichtheid en stijgende inkomens die de kapitaaltoename en de vraag naar hout en landbeschikbaarheid stimuleren. Twee krachten stabiliseren mogelijk de bebossingsgraad. De eerste is economische ontwikkeling, die leidt tot beter betaalde, 'off-farm' jobs die mensen wegtrekken uit de landbouw, waardoor de landbouwrente daalt en daarmee de rentabiliteit van ontbossing. Een tweede stabiliserende kracht is bosschaarste, waarbij een lage bebossingsgraad de bosrente (en de waarde van bosproducten en ecosysteemdiensten) de hoogte injaagt en daardoor bosaanleg stimuleert [24]. Gerelateerd aan de bostransitietheorie ontstaan nieuwe concepten zoals het onderscheid tussen kernbossen, bosranden met een snel verlies aan bebossing en twisten over landgebruiksrechten, en mozaïekbossen in (gedeeltelijke) herstelfase nadat landgebruiksrechten werden vastgelegd [25, 26].

Kennislacunes

Bostransitie omvat niet alleen de sterk aangeklaagde ontbossing, maar ook meer subtiele veranderingen zoals bosdegradatie en 'agrobosbouw' (een trend waarin bomen een steeds prominentere rol spelen in het landbouwlandschap). Deze transitie resulteert in een relatief complex landschap met onaangetaste bosfragmenten, kapvlaktes en her en der stukjes land met gedegradieerd en hernieuwd bos, braakland en agrobosbouw in verschillende ontwikkelingsfases. Terwijl ontbossing relatief gemakkelijk kan worden vastgesteld met behulp van satellietbeelden en 'remote sensing' technieken, zijn mechanismen zoals ontbossing of bosdegradatie omwille van indirecte landgebruikveranderingen nog maar beperkt begrepen (zie ook 2.4). **Het grootschalig vaststellen en in kaart brengen van bosdegradatie is nog steeds zeer moeilijk door de versnippering van het resulterende landschap met zeer veel overgangslandgebruiktypes. Er is ook bijkomend socio-economisch onderzoek nodig, niet alleen naar de factoren die een noodzakelijke beleidsverandering belemmeren, maar ook naar mogelijke alternatieven.** Er is nood aan een betere ontrafeling van de globale en lokale factoren die bostransitie controleren. Niet alleen zijn de verschillende landeigendomsystemen van grote gebieden zijn slecht gedocumenteerd, maar betrouwbare kaarten zijn zelfs nog schaarser.

Beleidsaanbeveling

Het is duidelijk dat de dominante factoren die ontbossing – of herbebossing – controleren en stimuleren vaak buiten de bosbouwsector liggen. Voor bepaalde gebieden is er uitgebreid onderzoek uitgevoerd naar de drijvende krachten en alternatieven, maar de toepassing van deze beleidsaanbevelingen blijft achterwege. Overheden opereren veelal op een sectoriële basis, wat sectoroverbruggende beleidvoering tot een grote uitdaging maakt. **In bepaalde delen van de wereld met een hoge ontbossingsdruk is de ontwikkeling van sectoroverkoepelende samenwerkingsverbanden op nationale en subnationale niveaus een eerste stap naar het vermijden van verdere ontbossing.**

De context is altijd cruciaal bij beleidstoepassing. Verhoogde toegang en investeringen in infrastructuur kunnen rampzalige effecten hebben op de bebossingsgraad en stimuleren een 'stormloop naar land' in afgelegen, vaak bosrijke gebieden. In andere regio's kan een verbeterd wegennetwerk net voordelig zijn voor het herstel van bos en bebossing, wanneer de mobiliteit van de populatie gestimuleerd wordt weg van een vaak schadelijk subsistentielandbouwsysteem, met beperkte toegevoegde waarde, en wanneer er weinig boswaarde overblijft.

In gebieden zoals Europa, waar bosherstel plaatsvond in de meest recente decennia, is er een groeiende nood aan bewustzijn en moderne hulpmiddelen om postmoderne bosdegradatie als gevolg van een voortdurende urbanisatie en opkomend onduurzaam biomassagebruik vast te stellen en verhelpen.

1.3.2 TRENDS IN GROEI EN VITALITEIT VAN BOSSEN

Bosgroei en vitaliteit bepalen biomassaproductie, en zijn gerelateerd aan veel ondersteunende, regulerende en productieve diensten van het bos. **Welke impact hebben veranderende omgevingsfactoren op de productiviteit van bos, en brengt dit toekomstige voordelen uit ecosysteemdiensten in gevaar?**

Doorbraak

Veranderingen in leefmilieu veroorzaken enorme veranderingen in de productiviteit van bossen. Nieuwe inzichten in de productiviteit van bos worden mogelijk gemaakt door een verhoogde beschikbaarheid van data van langetermijn-bosmonitoringsnetwerken (bv. nationale bosinventarissen), retrospectieve jaarring-analyse, beschikbaarheid van langetermijn-tijdreeksen van milieuvariabelen en verbeterde analytische en statistische methodes [27]. Er wordt nu ruim erkend dat de bosproductiviteit gedurende de twintigste eeuw veranderd is in Europa en wereldwijd [28-31]. De snelheid en richting van deze veranderingen verschillen tussen soorten, regio's en bostypes. De veranderingen in de bosproductiviteit werden in relatie gebracht met veranderingen in leefmilieu op verschillende ruimtelijke schalen. Verhoogde stikstofdepositie lijkt vaak een positief effect te hebben op groei, al werden in regio's met hoge depositieniveaus ook negatieve effecten waargenomen [32, 33]. Ook een stijging in atmosferische CO₂ kan een toenemende groei veroorzaken door haar stimulerend effect op watergebruiksefficiëntie, meer bepaald in droge streken [34]. Ten slotte werden veranderende temperaturen en droogtetendensen vaak in verband gebracht met verhoogde groei, afnemende groei of zelfs bossterfte [35-37].

Kennislacune

De toekomstige achteruitgang in bosproductiviteit zou groter en meer wijdverspreid kunnen zijn dan verwacht, en zou een impact kunnen hebben op veel ecosysteemdiensten. Ook al denkt men vaak dat de achteruitgang in groei veroorzaakt door verandering in het milieu beperkt blijft tot grensgebieden van het verspreidingsgebied van soorten, tonen recente studies aan dat een belangrijke afname van productiviteit ook kan voorkomen bij soorten in het hart van hun verspreidingsgebied, zelfs op de beste

groeiplaatsen. Dit is bijvoorbeeld het geval voor de gewone beuk in Vlaanderen, waarvoor een daling in groei van 15% sinds de jaren zestig van de vorige eeuw gerelateerd kon worden aan de daling van de relatieve luchtvochtigheid tijdens de zomermaanden [38]. Andere soorten zoals eiken kunnen baat hebben bij een stijgende temperaturentendens op middellange termijn, al kunnen stijgende droogte en verstoringsrisico's ook het omgekeerde effect hebben [39]. Daarom zouden toekomstige tendensen in bosproductiviteit minder positief kunnen zijn dan aangenomen, zelfs in gematigde en boreale zones. Omdat de primaire productie aan de basis ligt van vele productieve, regulerende en culturele ecosysteemdiensten, is er bovendien een dringende nood aan inzicht in de mogelijke effecten van een toekomstige vermindering in bosgroei op de voorziening van ecosysteemdiensten.

Beleidsaanbeveling

Neem Europese actie om duurzame productie van ecosysteemdiensten van bossen te behouden.

Men verwacht dat de effecten van veranderingen in het milieu op bosccosystemen het grootst zullen zijn in de mediterrane en gematigd continentale zones van Europa, maar zones met gematigd zeeklimaat en boreale zones zullen waarschijnlijk ook beïnvloed worden. Om deze effecten op de bosproductiviteit en ecosysteemdiensten te beperken is er een Europabrede en gecoördineerde actie vereist. Deze zou gericht moeten zijn op (1) langetermijnmitigatie van veranderingen, en (2) kortetermijninvestering in adaptieve bosbeheermethoden.

1.4 BOSMONITORING

1.4.1 OERBOSSEN IN HET CULTUURLANDSCHAP

Bossen van de gematigde zone van Europa worden al sinds honderden jaren beheerd en geëxploiteerd. Grote arealen van deze bossen heeft men veranderd in plantages van snelgroeiende boomsoorten, soms van exotische herkomst. Slechts kleine fragmenten van de oorspronkelijke oerbossen hebben overleefd, meestal in afgelegen gebieden ontoegankelijk voor exploitatie. **Waar zijn de laatste Europese oerbossen nog te vinden? Wat kunnen wij van hen leren en hoe kunnen wij ze beschermen?**

Doorbraak

Wetenschappers hebben sommige van deze nog resterende oerbossen onderzocht om kennis te ontwikkelen die nergens anders kan ingewonnen worden. Een goed voorbeeld is het Boubín Oerbos in Zuid-Bohemen, Tsjechië, waar al sinds 1847 wetenschappelijk onderzoek gebeurt [40]. Onderzoek van dit oerbos en andere heeft tot nu toe schitterende ecologische informatie opgeleverd. Als zichzelf in stand houdende ecosystemen stellen deze nog resterende oerbossen honderden jaren bosgeheugen voor – iets wat geheel verloren is gegaan in commerciële bossen. Een goede kennis van hun ecologie is behulpzaam in de thans lopende omvorming van commerciële bosplantages in meer natuurlijke bosccosystemen. **De thans nog bestaande oerbossen zijn een unieke bron van informatie over biodiversiteit, samenstelling, dynamiek en het algemeen functioneren van natuurlijke ecosystemen.**

Kennisontwikkeling

De diversiteit van de nog in gematigd Europa overgebleven oerbossen is groot, afhankelijk van de lokale en regionale milieu-omstandigheden. Wetenschappers en boscogenaren die zich bewust waren van hun buitengewone waarde hebben sommige van deze bossen beschermd en daardoor hun vernieling verhinderd. **Een volledige inventarisatie van de nog in het gematigd Europa overblijvende oerbossen heeft echter nooit plaatsgevonden.** Wel heeft een groep van Nederlandse wetenschappers

veelbelovende inventarisaties georganiseerd in Roemenië, Bulgarije en het oostelijk deel van Transkarpatië in Oekraïne: meer dan 200.000 ha nog resterende oerbossen in Roemenië, 130.000 ha in Bulgarije en 60.000 ha in Transkarpatië [41]. **Er is geen twijfel aan dat ook in andere landen van gematigd Europa restanten van oerbossen kunnen worden gevonden.**

Beleidsaanbeveling

Het is duidelijk dat de belangstelling voor de laatste oerbossen in Europa groeit. In mei 2011 hebben de landen van de Karpaten-Conventie een protocol goedgekeurd over de bescherming van de natuurlijke bossen van de Karpaten. Maar **de uitvoering van een algemene inventarisatie van de nog in Europa resterende oerbossen blijft noodzakelijk.** Een geschikte vorm van een EU-programma zou ontwikkeld moeten worden om deze taak te kunnen uitvoeren. Uitgekozen oerbos-locaties zouden dan beschermd moeten worden als bosreservaten om hun commerciële exploitatie te vermijden. **Op basis van deze totaalinventarisatie zou dan een selectie van de oerbossen van gematigd Europa tot UNESCO Natuurlijk Erfgoed moeten worden verklaard.**

1.4.2 OUDE BOSSEN BEGRIJPEN EN BEHOUDEN

Veel van de Europese bossen zijn in het verleden gebruikt als landbouwland, maar voor andere bossen – die nochtans geen oerbossen zijn – geldt dat niet, zij worden daarom oude bossen genoemd. Oud bos wordt omschreven als bos dat bestaat sinds ten minste een aantal eeuwen; jonge bossen zijn dan veel recenter in oorsprong. De meeste van deze oude bossen kennen een lange traditie van bosbeheer. Oude bossen blijken een specifieke groep van hoofdzakelijk plantensoorten te bezitten die vrijwel uitsluitend in deze bossen voorkomen. **Hoeveel oud bos blijft er over in Europa? Waarom zijn veel plantensoorten beperkt tot deze oude bossen? Zijn ook andere taxa (bv. dieren) beperkt tot deze bossen? Kunnen dergelijke typische bossoorten het veranderende klimaat bijhouden of moeten we ze helpen om te migreren?**

Doorbraak

Voorals in Europa, maar ook tot op zekere hoogte in Noord-Amerika, is er al veel onderzoek gebeurd naar de impact van het vroeger landgebruik op de plantensoortensamenstelling en diversiteit van bossen (bv. [42-45]). Hermy et al. [42] vonden op basis van 22 studies uit 8 Europese landen dat ongeveer 30% van de plantensoorten die in bossen voorkomen, gebonden zijn aan oud bos (zogenaamde oudbosplanten). Dat maakt dat oude bossen belangrijk zijn voor het natuurbehoud [46]. Verder onderzoek bracht aan het licht dat naast verbreding ook de langetermijnvestiging van bosplanten een sleutelrol speelde om te begrijpen waarom deze soorten alleen in oud bos voorkomen [47]. Dit bevestigde dat veel bosplanten trage planten zijn in een snel veranderend landschap. Oud bos vormt helaas maar een klein onderdeel van de totale hoeveelheid bos (bv. in Vlaanderen zo'n 15,7% of ca. 23.000ha; [49]). Oud bos vormt een uniek patrimonium dat de mogelijkheid biedt om belangrijke ecologische processen (zoals verbreding en recrutering) te bestuderen of om het effect van versnippering op de koloniseerbaarheid en overleving van bosplanten te begrijpen.

Kennislacune

Ondanks het feit dat oud bos en zijn planten veel aandacht hebben gekregen in Noordwest-Europa en tot op zekere hoogte ook in het noorden van de Verenigde Staten, is er nog werk. **Hoewel het belang van bossen voor het natuurbehoud algemeen aanvaard wordt [50], weten we voor de meeste landen totaal niet welke soorten er gebonden zijn aan deze oude bossen** (bv. Noordoost-China, Noord-Japan, Oost-Europa). Bovendien is alleen in Vlaanderen en Groot-Brittannië de verspreiding en oppervlakte van

oud bos gekend [49, 51]. In sommige landen is het onderzoek naar de verspreiding van oud bos pas gestart (bv. Frankrijk, [52, 53]). De kennis over de binding van diersoorten of schimmels aan oud bos is zeer beperkt. Recent onderzoek [47] toonde aan dat de vestiging en langetermijnoverleving van oudbosplanten in recente bossen meer problematisch is dan verwacht. Dit lijkt erop te wijzen dat ook andere factoren een rol spelen in de vestiging en overleving van oudbosplanten wanneer ze erin slagen om recente bossen te koloniseren (bv. wederzijdse relaties met micro-organismen, microbiële diversiteit). In het licht van de klimaatsverandering is het nu al duidelijk dat veel bos(planten)soorten niet in staat zullen zijn om voldoende snel te migreren. Daarvoor zijn hun migratiesnelheden, geschat op ongeveer 10-100m per eeuw (bv. [54]), veel te laag. Dit vraagt om onderzoek en procedures inzake begeleide migratie [55], als we deze belangrijke groep van organismen willen behouden voor de toekomst.

Beleidsaanbeveling

Oude bossen zijn bedreigd door versnippering en klimaatsverandering. Gegeven hun grote belang inzake biodiversiteit is er dringend nood om oud bos als fenomeen een plaats te geven in het bosbeleid. Oude bossen zijn extreem belangrijk voor het behoud van bossoorten en fungeren als referentie voor vergelijking met recente bebossingen. Ze zijn ook een waardevol veldlaboratorium voor het onderzoek van fundamentele ecologische processen. Vaak vormen ze de laatste bronnen voor het behoud van ons archeologisch en geomorfologisch erfgoed in een modern landschap. **Oud bos moet daarom een meer prominente plaats innemen op de Europese en nationale agenda's inzake natuurbehoud en bosbeleid. Ze verdienen voldoende aandacht in bosbeheersplannen en boscertificeringsprocedures.** Een breder debat over de noodzaak van, het risico voor en goede praktijken inzake begeleide migratie in de context van klimaatverandering is noodzakelijk.

1.4.3 VROEGE INDICATOREN VAN BOSDESTABILISATIE: ERKENNING VAN BOSSEN ALS COMPLEXE NIET-LINEAIRE SYSTEMEN ONDERHEVIG AAN REGIMEWISSELS

In een context van snelle klimaatverandering en wijzigingen in leefmilieu, is het voorspellen van bosvitaliteit, bosproductie en aflevering van bosecosysteemdiensten, gebruik makend van conventionele modelvoorspellingen, uiterst onzeker geworden, of zelfs illusoir. **Hoe moeten we omgaan met de planning van bosbeheer en houtproductie in een snel veranderende wereld met een hoogst onzekere toekomst?**

Doorbraak

We beginnen het bos te begrijpen als een complex niet-lineair systeem onderhevig aan regimewissels. Complexiteitswetenschap is een opkomend interdisciplinair onderzoeksgebied tussen natuurkunde, ecologie en sociologie (bv. [56, 57]). Bossen kunnen beschouwd worden als goede voorbeelden van complexe zelforganiserende adaptieve systemen. Interactie, soms co-evolutie, tussen de organismen (bv. boomsoorten, bodemvegetatie, bestuivers, zaadverspreiders, predatoren) in het systeem verbetert de werking van deze organismen en versterkt de complexiteit [58]. Complexe systemen, zoals bossen en de menselijke samenleving, die ver van het thermodynamisch evenwicht functioneren [59, 60], worden gekarakteriseerd door synergieën en terugkoppelingsmechanismen, en zijn typisch opgebouwd uit schaalvrije netwerken. Dit zijn netwerken waar de frequentieverdeling van het aantal links per knoop een krachtwet volgt (met hubs, zoals dominante bomen, of in de menselijke samenleving het internet of het luchttransportsysteem). Zulke systemen evolueren typisch door adaptieve cycli van groei (r), stabiliteit (K), omwenteling (α) en reorganisatie (Ω) [61]. Omwentelingen worden gradueel opgebouwd door interne en externe stressfactoren, maar de exacte tijd en ruimte van de regimewissel is uiterst

moeilijk te voorspellen. Na reorganisatie kan het systeem een nieuw evenwicht vinden, dat zeer verschillend kan zijn van het voorgaande. Zulke regimewissels worden vaak gekarakteriseerd door hysteresis, wat betekent dat zij onomkeerbaar zijn, tenzij de stressfactor die de wijziging veroorzaakt, afneemt tot een opvallend laag kritisch niveau [62]. Kader 1 toont voorbeelden van regimewissels in bossen.

Kader 1 - Regimewissels in bossen

Het 'adaptieve cyclus-concept' van Holling is populair in de sociale wetenschappen (bv. [63]), maar vond zijn oorsprong in bossuccessie-onderzoek. [64]. Holling merkte dat snelgroeende pionierbossen zich gradueel kunnen ontwikkelen tot oerbossen, die een stabiel vochtig microklimaat opbouwen, zodat de waarschijnlijkheid van vernietiging door bosbrand zo goed als nihil is, terwijl de accumulatie van biomassa zo hoog is dat in het zeldzaam geval van droogte een zeer kleine vonk genoeg kan zijn om een onblusbare brand te veroorzaken die het systeem over een uitgestrekt gebied vernietigt (recente voorbeelden: Yellowstone National Park 1988, Indonesië 1997 en 2006, Amazonewoud 1997-98, Rusland 2010, Texas 2011). Een recent artikel in *Science* toont aan dat als gevolg van door klimaatverandering gedreven vuur-vegetatie-interacties savanne het alternatieve regime van bos wordt, zelfs voor grote delen van het Amazone- en Congobekken [65]. Met hoge biomassavoorraad en toenemende kans op zomerdroogte is het mogelijk dat we in slechts een kwestie van jaren grote bosbranden krijgen in Noordwest- of Centraal-Europa, waar bosbrand momenteel slechts een onbeduidend risico vormt.

Kennislacune

Om vroegtijdige waarschuwingssystemen voor catastrofale wijzigingen in bosesystemen te ontwikkelen, is er nood aan sterke rekeninstrumenten die drempelindicatoren uit langetermijn-monitoringdata kunnen afleiden. De ontwikkeling van vroegtijdige waarschuwingsindicatoren van toekomstige catastrofale regimewissels is nodig, maar staat nog in haar kinderschoenen. Conventionele empirische voorspellingsmethodes zijn niet geschikt voor de strategische planning van systemen die als complex geïdentificeerd worden [66]. Zelfs gesofisticeerde mechanistische modellen, tegenwoordig algemeen gebruikt voor het bestuderen van bosesystemen onderhevig aan klimaatwijzigingsscenario's, zijn zelden effectief in het voorspellen van niet-lineaire fenomenen. Het probleem is dat de meeste huidige methodes geen drempels of omslagpunten kunnen detecteren vooraleer die zich werkelijk voordoen. Suding & Hobbs [67] beweren dat, omdat vele beheerde ecosystemen op deze manier werken, de ontwikkeling en toepassing van drempelmodellen voor het beheer van ecosystemen veralgemeend zou moeten worden. Meerbepaald statistische methodes voor detectie van omslagpunten, ontwikkeld in de ecologie, klimatologie en econometrie, bieden veelbelovende wegen naar dit doel [68].

Beleidsaanbeveling

In bosplanning moeten voorspellende instrumenten gebaseerd op extrapolatie van tendensen en lineaire modellen gecomplementeerd worden met nieuwe gesofisticeerde instrumenten gebaseerd op observatie en de vroegtijdige detectie van omslagpunten. Langetermijn- en grootschalige bosplanning (inclusief de beoordeling van duurzame opbrengst en risico-analyse), gebruikmakend van lineaire benaderingen of eenvoudige trendextrapolatie, zijn gedoemd om te mislukken, gezien de complexe structuur en het soms extreem niet-lineair gedrag van het bosesysteem en van het menselijk systeem waardoor het wordt beheerd. Bijgevolg zou bosplanning flexibel bijgesteld moeten worden door observatie en vroegtijdige detectie van verandering, in plaats van een starre aanpak gebaseerd op conventionele voorspellingsmethodes [69]. Dit met computationele instrumenten die ontwikkeld worden voor *ex ante* detectie van drempelwaarden in tijdseries.

1.4.4 HARMONISEREN VAN CRITERIA EN INDICATORENSETS

Duurzaamheidsbeoordeling is een essentiële component geworden van hedendaagse economische activiteiten, inclusief bosbouw. Het is een inherent onderdeel van het moderne bosplanningsproces, van design en uitvoering tot monitoring en feedback. Evaluatie en observatie van bosduurzaamheid is zonder twijfel een van de belangrijkste nieuwigheden die het gezicht van de bosbouwsector volledig heeft veranderd gedurende de twee laatste decennia. **Maar welke methodologische en politieke hindernissen moeten nog overwonnen worden voordat er een internationaal gestandaardiseerde evaluatiebenadering kan bestaan, zeker in het geval van biodiversiteitsmonitoring?**

Doorbraak

Doorheen de geschiedenis stond de bosbouwsector aan de wieg van vele doorbraken op het vlak van evaluatie en monitoring van duurzaamheid. Het concept van duurzame opbrengst, geformaliseerd door Hans Carl von Carlowitz in zijn *Sylvicultura oeconomica*, was een eerste baken op de weg naar het definiëren van duurzame ontwikkeling. Het gaf aanleiding tot een reeks van inventarisatiemethoden voor de monitoring van staande voorraad, groei en toegelaten kap van homogene gelijkjarige bosbestanden, die vandaag nog steeds gebruikt worden. Dit algemeen aanvaarde bosbouwconcept inspireerde ook de Brundtlanddefinitie voor duurzame ontwikkeling van 1987. Kort na de UNCED conferentie van 1992 was de bosbouwsector pionier in de ontwikkeling van duurzaamheidsstandaarden, gebaseerd op een hiërarchisch kader van principes, criteria en indicatoren, vaak afgekort als C&I (zie bv. [70, 71] en de criteria van het paneuropees Helsinki-proces). Zij vormen de basis van een van de meest prominente innovaties in milieubeheer door de private sector, namelijk bosbouwcertificering (zie sectie 3.5). Recente sets van indicatoren zijn het resultaat van interactieve discussies tussen wetenschappers en beleidsmakers (bv. [72, 73]). Parallel zijn er observatienetwerken en -protocols tot stand gekomen voor bosvitaliteit, bosbodems, zuur- en stikstofafzettingen en koolstofluxen. Er zijn initiatieven onderweg om deze monitoringsinspanningen samen te brengen (zie www.futmon.org) in een geïntegreerd bosinformatiesysteem (zie sectie 1.5). Dataminingmethodes voor het extraheren van beleidsrelevante informatie uit databanken met observaties maken een enorme evolutie door.

Kennislacune

De meest recente uitdaging in bosduurzaamheidsanalyse is de observatie van biodiversiteit en haar inclusie in impactbeoordeling en boswaardebepaling. De globale biodiversiteitscrisis, te wijten aan snelle veranderingen in atmosferische samenstelling, klimaat, bodem en landgebruik, noodzaakt sterke, continentbrede monitoring om de veranderingen in bossamenstelling te detecteren over een veelheid aan taxa, met inbegrip van functionele groepen als ecosysteemingenieurs (bomen), bestuivers, zaadverspreiders, pest- en ziekteverwekkende soorten, afbraakorganismen en bodemorganismen. De selectie van groepen van indicatorsoorten staat nog in haar kinderschoenen. Indicatoren van oude bossen lijken zeer relevant voor natuurbehoud en een sterke basis voor beheerstrategieën (zie sectie 1.4.2).

Tegelijkertijd is er ook een groeiende nood aan het voorspellen van duurzaamheidsindicatoren en beheersvoorwaarden. Met dit doel voor ogen moet de ontwikkeling van bossimulatie zich concentreren op het realiseren van beleidsrelevante indicatorwaarden voor de toekomst, eerder dan op biofysische variabelen die moeilijk te interpreteren zijn (bv. watervoetafdruk in plaats van evapotranspiratie, koolstofvastlegging in plaats van nettoproductiviteit van het ecosysteem) [74].

Beleidsaanbeveling

Er is nood aan een voortgezette gezamenlijke inspanning op Europees en internationaal niveau om de bosmonitoringsindicatoren en hun meetprotocollen op elkaar af te stemmen, om zo een gevoelig instrument te creëren om veranderingen in tijd en verschillen in ruimte te vergelijken. Deze inspanning moet gebaseerd zijn op reproduceerbaarheid en kosteneffectiviteit, en zal een beter geïnformeerde realisatie van bosbeleid mogelijk maken.

1.5 BEHEER VAN INFORMATIE OVER BOSSEN: VAN DATABANK NAAR VOORSPELLINGEN

Verstandige keuzes tussen bosbeleidalternatieven en beheeropties vereisen goed geïnformeerde belanghebbenden en besluitvormers. Bosinformatiesystemen (BIS) zijn nodig om de bostoestand van het verleden te reconstrueren, de huidige toestand te beoordelen en de toekomst te voorspellen als een transparante basis voor beslissingen. **Wat kunnen wij doen om osinformatiesystemen toegankelijk te maken en compatibel met andere informatiesystemen over bos, milieu en sociaaleconomische thema's, om op die manier een maximaal wederzijds voordeel en minimale redundantie te realiseren?**

Doorbraak

Om grensoverschrijdende gegevensuitwisseling te vergemakkelijken en om hergebruik van bosgegevens mogelijk te maken, moeten de databanken over bossen gedocumenteerd en geharmoniseerd worden. Milieuwetenschappers wereldwijd erkennen de noodzaak voor ver doorgedreven documentatie, harmonisering en interconnectie van monitoringsystemen, databanken en databanktoepassingen. Deze elementen zijn inderdaad nodig om gezamenlijk inzicht en tijdige actie te bevorderen door uitwisseling en meervoudig hergebruik van referentiedata en monitoringsgegevens. In het algemeen kan de functionaliteit van een informatiesysteem (IS), met inbegrip van bosinformatiesystemen (BIS), opgesplitst worden in beheer van gegevens (bewerken, transformatie) enerzijds en informatievoorziening anderzijds. Informatie wordt gegenereerd door de gegevens die beschikbaar zijn in de gegevensbanken van het IS om te zetten naar antwoorden op de vragen die gebruikers meestal via een *user interface* stellen. Met dat doel voor ogen zijn de reken- en statistische functies een aanvulling op de IS-functies voor het bevragen en visualiseren van de inhoud van de gegevensbank. Dergelijke geo-analytische functies, zoals nabijheidsanalyse, overlay-analyse, kost-afstands-analyse, interpolatie en mapalgebra, zijn onmisbaar voor het beantwoorden van vraagstukken over landbedekking en -gebruik en daarmee ook voor bosthema's [75].

Men kan zich voorstellen dat een IS gegevens betreft uit meerdere ruimtelijk verspreide gegevensbanken. Dit is des te meer van toepassing op grensoverschrijdende vraagstukken zoals deze met betrekking tot de kwaliteit van het milieu. Zinnvolle informatie aanbieden veronderstelt dat de gegevens en de gegevensmodellen van de verschillende databanken goed gedocumenteerd en geharmoniseerd/gestandaardiseerd zijn. Naast technische voorwaarden zoals de beschikbaarheid van breedbandinternetverbinding zijn er ook een reeks van organisatorische (wie doet wat, wanneer en hoe?), juridische (copyright, privacy, aansprakelijkheid) en economische (financiering) elementen die uitklaring vereisen. Dit is wat we bedoelen met een 'data-infrastructuur', een pakket van afspraken tussen en binnen organisaties die gegevens aanmaken, gebruiken of verhandelen om gegevensuitwisseling en ook hergebruik te faciliteren [76]. Data-infrastructuren worden opgezet om een efficiënte en naadloze toegang te verlenen tot referentiegegevens, gearchiveerde en real-time monitoringgegevens en om als basis te dienen voor informatiediensten en -systemen met een hoge toegevoegde waarde voor de samenleving.

Kennislacune

Het opzetten van nationale, continentale en globale data-infrastructuren betreffende bossen vereist gedegen specificatie van de desbetreffende gegevens en gestandaardiseerde gegevensmodellen. Enkel op die manier kunnen de resulterende gegevensbanken compatibel zijn en is er een kwaliteitsvolle basis voor grensoverschrijdende toepassingen en diensten.

Gegevens specificeren veronderstelt het gezamenlijk gebruik van internationaal aanvaarde definities betreffende bos, bosesystemen en ecosysteemcomponenten, en van gestandaardiseerde bosinventarisatieprotocollen en classificatiesystemen. Toegankelijke metadata moeten steeds samengaan met de opgeslagen gegevens om de gebruiker te informeren over de manier waarop de gegevens werden verzameld en over hun reële betrouwbaarheid.

De gegevens in databanken over bos worden steeds vaker verzameld gebruikmakend van waarneming van op grote afstand (*remote sensing*), van op zeer kleine afstand (*proximal sensing*) of *in situ* en door combinaties van dergelijke sensoren (*integrated sensing*) (bv. [77, 78]). De technologie van geïntegreerde sensing van bossen en van de bijbehorende bijna-real-time informatiesystemen staat weliswaar nog in haar kinderschoenen. Belangrijke inspanningen voor de conceptuele en technische ontwikkelingen zijn nodig om de onmiskenbare potentie van de geïntegreerde sensing als effectieve en efficiënte gegevensbron voor grensoverschrijdende bosinformatiesystemen te realiseren.

Beleidsaanbeveling

De inspanningen die sinds enkele jaren geleverd worden om gegevensinfrastructuren voor het thema milieu op te bouwen op de verschillende beleidsniveaus, van lokaal tot globaal, dienen voortgezet en uitgediept te worden. Het is zinvol om de INSPIRE-richtlijn (2007/2/EG) van de Europese Unie uit te breiden om expliciet bosgerelateerde gegevens en diensten te integreren.

De INSPIRE-richtlijn [79] van de EU verplicht de lidstaten om geodatasets beschikbaar te maken voor 34 thema's, in overeenstemming met gezamenlijk overeengekomen regels en voorschriften, met als doel een naadloze dekking van de EU en een transparante beschikbaarheid van de gegevens nodig voor de beleidsvorming gaande van het pan-Europese tot het lokale niveau. In de huidige INSPIRE-richtlijn worden bossen enkel impliciet vermeld via de thema's 'beschermde gebieden', 'landbedekking', 'landgebruik', 'voorzieningen voor milieu monitoring', 'bio-geografische regio's', 'habitats en biotopen' en 'geografische soortendistributie'. Wij bevelen aan om data-infrastructuren betreffende bossen op te bouwen op bestaande pan-Europese monitoring netwerken (ondermeer de bestaande systematische en intensieve monitoring van bossen door het EN/ECE ICP-Forests, NFI waarnemingspunten en LTER sites), om maximaal gebruik te maken van eerdere initiatieven en investeringen, bestaande tijdsreeksen van gegevens en verwerkte kennis. Internationale protocollen zijn nodig voor een betere vrije uitwisseling van bosgegevens, niet alleen tussen de EU-landen onderling, maar ook tussen de landen en de Europese overheidsinstanties. Deze inspanningen op Europees niveau moeten worden gekoppeld aan de Global Forest Information Service (GFIS), opgestart door IUFRO en de Verenigde Naties.

2 BOSBEHEER EN MAATSCHAPPIJ

Dit hoofdstuk gaat over het beheer en medegebruik van bossen door de menselijke maatschappij. Bossen worden beheerd voor mensen, maar toch worden belanghebbenden vaak uitgesloten van de beheerbeslissingen. In een eerste deel bekijken we daarom de stand van zaken wat betreft participatie in bosbeheer (2.1). In een tweede deel richten we ons dan op de duurzame voorziening van hout en andere bosproducten in een nabije toekomst (2.2). Leven in een steeds sterker verstedelijkte wereld noopt ons om meer belang te hechten aan de essentiële rol van bomen en bossen in de stedelijke omgeving (2.3). We sluiten dit hoofdstuk af met meer achtergrond over levenscyclusdenken als een manier om bosbeheer milieuvriendelijker te maken (2.4).

2.1 PARTICIPATIEF BOSBEHEER VERSTERKEN

Vandaag erkennen en promoten nationale en internationale instellingen wereldwijd dat gemeenschappelijke hulpbronnen uit het bos (*common pool resources*: kader 2) het best worden beheerd door lokale gemeenschappen, aangezien participatief bosbeheer effectiever is dan een van bovenaf opgelegd bosbeheer, zowel in termen van bosbedekking als sociale gelijkheid en economische rendabiliteit. Recente studies demonstreren dat gemeenschapsbeheerde bossen minder onderhevig zijn aan bosdegradatie dan bossen die niet door de gemeenschap zelf worden beheerd (bv. zie [80, 81]). De overgang naar participatief bosbeheer is echter verre van compleet in vele landen en streken. **De vraag blijft hoe participatief bosbeheer kan worden verbeterd in termen van sociale gelijkheid, en wat de rol van de gemeenschap hierbij kan en moet zijn.**

Kader 2 – Gemeenschappelijke hulpbronnen

Sinds de jaren tachtig worden decentralisatie en volksparticipatie terecht als voorwaarden gedefinieerd om de duurzaamheid van bosbeheer te verbeteren. De huidige participatieve benaderingen zijn echter niet altijd toereikend gebleken om de rechten van belanghebbenden en hun overlappend gebruik, typische kenmerken van de bezitssystemen ontstaan rond gemeenschappelijke hulpbronnen, in rekening te brengen [82, 83]. Bossen worden immers, zoals alle natuurlijke hulpbronnen, beheerst door geneste autoriteiten. Bovendien hebben verschillende gebruikers verschillende rechten tot bossen en individuele bomen, en zijn alle bezitsrelaties en eigendomsrechten dynamisch gevormd door de intrinsieke strijd tussen verschillende belanghebbenden. Dit alles moet in zijn volle complexiteit worden benaderd om participatief bosbeheer op een positieve manier te voeden.

Gevalsstudies over bosprojecten in ontwikkelingslanden hebben aangetoond dat de privatisering van het bosbeheer vaak leidde tot een stijgende onzekerheid voor bewoners met betrekking tot hun landrechten, alsook tot een groter risico op conflict onder de lokale bevolking onderling, in plaats van een vereiste te zijn voor investering en ontwikkeling [84-86]. In andere contexten, zoals bijvoorbeeld in de Democratische Republiek Congo, boden marktgebaseerde bosbeheerbenaderingen deels een oplossing voor de problemen waarmee bewoners geconfronteerd werden om in hun dagelijks levensonderhoud te voorzien [87]. Daarom is het essentieel dat we geval per geval leren hoe we het best dergelijke gemeenschappelijke hulpbronnen als bossen beheren, rekening houdend met hun meervoudig en genest gebruik. Dit is de sleutel tot de toekomst van participatief bosbeheer.

Doorbraak

Het voorbije decennium hebben sociale wetenschappers belangrijke vragen gesteld over het niveau van betrokkenheid van de lokale gemeenschap in participatief bosbeheer enerzijds, en anderzijds ook over de uitsluitende tendens die schuilt in het concept 'gemeenschap' bij gemeenschapsparticipatie. Onderzoek heeft namelijk uitgewezen dat vele participatieve bosprojecten en programma's moeilijk te implementeren zijn en dat de uitkomsten ervan anders uitdraaien dan verwacht [88]. Daarom hebben wetenschappers de beperking van participatie tot louter consultatie, zonder overdracht van rechten, plichten en voordelen, met de vinger gewezen, alsook het gebrek aan effectieve deelname van de zogenaamde participanten in het beslissingsproces [89, 90]. In vele gevallen blijken burgers op papier wel toegang te hebben tot het bosbeheer, maar niet in de realiteit [91]. Bovendien kampt het huidige gedecentraliseerde bosbeheer met problemen van *empowerment*, representativiteit en aansprakelijkheid van de lokale instellingen die de belangen van hun verschillende belangengroepen moeten verdedigen [92, 93]. Zeker met de huidige evoluties in REDD+, waarbij nationale regeringen de belangrijkste bosbelanghebbenden lijken te zijn, blijft het een hele uitdaging om meer gedecentraliseerde en participatieve strategieën in het huidig bosbeheer te integreren [94, 95].

Bovendien hebben sociale wetenschappers ook aangetoond hoe participatieve bosbeheerprojecten in ontwikkelingslanden de sociale kloven en de opkomende uitsluiting van de minder machtigen in de samenleving, zoals vrouwen of landelijke volkeren, hebben vergroot [96-98]. Dit is deels te wijten aan het feit dat de vooropgestelde doelgroep in ontwikkelingslanden de 'endogene' bevolking van een gebied betreft, wat degene die geen aanspraak kunnen maken op autochtonie uitsluit [99-102]. Bovendien wordt het gangbare participatieconcept getekend door de verkeerde veronderstelling dat participerende groepen en gemeenschappen homogene groepen zijn met gelijkaardige belangen en netwerken. Deze benadering verandert hen echter in 'ingebeelde' [103] of 'mythische' [104] gemeenschappen.

Kennislacune

We weten nog niet goed hoe we burgers best benaderen om hun belangen vollediger te kunnen inbrengen in participatief bosbeheer. Dit heeft te maken met de vereenvoudiging van de complexe lokale realiteit door beleidsmakers en wetenschappers, alsook met het moeilijk uniform beantwoorden van vragen over wie de gemeenschap is en wat hun belangen zijn. Als 'gemeenschap' überhaupt geen goed concept is (althans zoals het nu in sommige gevallen wordt gebruikt als een schaamlapje) om de burgers te betrekken voor sociale rechtvaardigheid, moeten we misschien nadenken over andere concepten die leiden tot een duurzamer en effectief meer participatief bosbeheer.

We hebben nog geen zicht op manieren om goed bosbestuur de politieke belangen van organisaties in de civiele maatschappij, politici en individuen te doen overstijgen. We hebben ook weinig inzicht in hoe verschillende beleidsniveaus op een geslaagde manier informatie kunnen delen over het brede veld aan actoren en instellingen die betrokken zijn bij het bosbestuur. Daarom stelt de International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) bijvoorbeeld voor om een globaal samenwerkingsverband op te zetten om bosbestuur op een internationaal niveau te sturen [105]. Dit platform moet echter opnieuw lokaal en nationaal worden ondersteund en gevoed met informatie.

Beleidsaanbeveling

Een nieuwe, betere benadering van participatief bosbeheer veronderstelt de erkenning van complexiteit op meerdere niveaus en de uitbreiding van de concepten 'gemeenschap' en 'participatie'. Het in kaart brengen van de historische, politieke, institutionele en socio-economische achtergrond van alle betrokken actoren en instellingen is slechts een eerste aanzet tot participatietoename. Belangrijker is dat communicatiemiddelen om het brede publiek te bereiken en te betrekken verder worden uitgebouwd. Interessant is dat er voor dit thema net nood is aan kennistransfers vanuit de ontwikkelingslanden naar Europa.

Participatieve bosbeheermethoden bevinden zich nog steeds in een exploratieve fase en moeten als dusdanig ook worden opgevolgd en geëvalueerd om participatie van een lege doos om te zetten in een werkbaar middel (zie kader 3). Nieuwe, veelbelovende mechanismen, zoals bijvoorbeeld de *open-ended* Long Term Mitigation Scenarios techniek die in Zuid-Afrika werden gebruikt om kleine belangengroepen te betrekken in het ontwerp van een nationale klimaatsveranderingstrategie [106], moeten worden getest en vergeleken met andere vormen van participatieve technieken.

Kader 3 - Het Angai dorpsbosreservaat: ervaringen met gemeenschapsparticipatie in bosbeheer in Zuidoost-Tanzania

Het Angai bos in Zuidoost-Tanzania is een voorbeeld van een, ondanks verschillende obstakels, succesvol op dorpsterritorium geïmplementeerd bosreservaat. Het gebied bestond vooral uit droogbossen, waarbinnen enkele hardhoutsoorten (voornamelijk *Pterocarpus angolensis* en *Dalbergia melanoxylon*) werden overgeëxploiteerd. De districtautoriteiten wilden daarom een district-bosreservaat vestigen. Omdat ze echter niet genoeg middelen en

mensen hadden om het 1.400 km² grote gebied te beheren, werden de 13 omliggende dorpen betrokken door een 'Ruraal Geïntegreerd Ontwikkelingsprogramma'. Een eerste uitdaging voor dit participatief bosbeheerprogramma was de ontwikkeling van methodieken die de dorpsbewoners zelf bosinventarissen lieten uitvoeren om daarna een degelijk bosbeheerplan te kunnen opstellen. In elk dorp werden daarom 'Natuurlijke Hulpbronnen Beheercomités' opgericht, die pas interne en externe legitimiteit verworven zodra ze verenigd werden in een overkoepelende dorpsvereniging. De weerstand van sommige lokale gezagsdragers om hun autoriteit inzake bosbeheer (gedeeltelijk) over te dragen aan de dorpsbewoners zorgde voor vertraging. Onze ervaring heeft geleerd dat een dergelijk project kan slagen, mits de aanwezigheid van een bevorderlijk wettelijk kader, officiële steun op nationaal niveau en de langetermijnaanwezigheid van externe donoren.

Meer info op <http://vimeo.com/dondeynevideo/angaiforest> en [107-109]

2.2 DE PRODUCTIEVE FUNCTIE VAN BOSSEN ONDERSTEUNEN

2.2.1 BOSVERMARKTING

Tijdens de vorige twee decennia werden bossen meer en meer geconfronteerd met marktstrategieën voor economisch rendabel beheer, of inkomensgenererende activiteiten om hun behoud te financieren. Volgens sommige analyses is dit niet altijd een succesverhaal, noch voor de bossen, noch voor de samenleving. **Daarom hebben we meer inzicht nodig in de verwachte impact van de stijgende vermarkting van bosproducten en -diensten op zowel bossen als samenleving, en manieren waarop we de commerciële, ecologische en sociale belangen harmonieus kunnen verzoenen.**

Doorbraak

Bosbehoud en -beheer gaan tegenwoordig steeds vaker hand in hand met commerciële belangen, een trend met mogelijk negatieve aspecten waar wetenschappers voor waarschuwen. Tijdens de jaren negentig nam de interesse voor de commercialisatie van niet-houtige bosproducten (NTFPs) wereldwijd toe [110]. Bovendien worden bossen sindsdien als economisch waardevol gezien als laboratoria voor wetenschappelijk onderzoek en de farmaceutische en cosmetische industrie, en verder als ecotoeristische of recreatieve trekpleisters voor herbronning [111, 112]. Zeker in ontwikkelingslanden heeft ecotoerisme terrein gewonnen als een lokale armoedebestrijdingstrategie die zowel het behoud van de natuurlijke omgeving nastreeft als de ontwikkeling van de lokale bevolking, die afhankelijk is van de bossen om te overleven [113, 114]. In het huidige tijdperk van klimaatadaptatie en -mitigatie zijn bossen zowel in het Kyoto-protocol als daarbuiten cruciaal geworden als koolstofputten. Bovendien hoopt de chemische industrie petroleum te kunnen vervangen door bosproducten als basisgrondstof voor de productie van polymeren, farmaceutica en fijnchemicaliën.

Nochtans staan er ons qua productieve diensten van bossen grote uitdagingen te wachten op het vlak van de duurzame opbrengst van bossen (zie verder in sectie 2.2.2) en het optimale cascadegebruik van bossen om de milieu-impact te minimaliseren (zie levenscyclusbenadering 2.4).

Wat de culturele diensten betreft, is bijvoorbeeld de impact van ecotoerisme op milieu en samenleving grondig onderzocht door wetenschappers [115]. Het is dus helemaal niet zeker of de vermarkting van bossen effectief leidt tot het behoud van de bossen en de verbetering van het welzijn van de bevolking [115]. Bovendien kan de inclusie van bossen op formele markten zorgen dat regeringen worden tegengewerkt in hun milieubeschermingsmaatregelen [116].

Kennislacune

Het is onduidelijk of de vermarkting van bossen effectief leidt tot verbetering op het vlak van bosbehoud en welzijn van de bevolking [117, 118]. De vermelde kennislacune op het gebied van bosvermarkting is tweevoudig. Ten eerste is de vermarkting van bossen pas sinds de late jaren negentig enorm toegenomen, waarbij bossen steeds meer zijn onderworpen aan inkomensgenererende activiteiten en kapitaalmarkten. Door hun recentheid zijn deze ontwikkelingen nog niet voldoende onderzocht. Ten tweede ontbreekt in het huidige bosbeheer de nodige kennis van succesvolle manieren om commerciële, ecologische en sociale belangen te combineren, mede door de beperkte samenwerking tussen ecologen, bosplanologen, antropologen en praktijkmensen. Peterson et al. [118] bijvoorbeeld geven daarom aanbevelingen om de transdisciplinaire dialoog en praktijk te verbeteren door reflexieve bevraging van de eigen discipline en wetenschappelijke bescheidenheid, om op die manier het welzijn van zowel de bossen als de mensen te kunnen garanderen.

Beleidsaanbeveling

De toenemende erkenning van de waarde van bossen op vlak van productieve, regulerende en culturele diensten biedt bosbehoud en -beheer kansen. Toch moeten bosbeheerders erover blijven waken dat de nauwe band tussen bosbehoud en marktexpansie op lange termijn niet leidt tot de aftakeling van de bosccosystemen en hun ondersteunende diensten of tot het uithollen van maatschappelijk welzijn. **De bosvermarkting moet in de nabije toekomst dus nauw worden opgevolgd en in goede banen geleid in een interdisciplinaire samenwerking tussen boscologen en antropologen.**

2.2.2 BIOMASSA UIT BOSSEN: WAT IS DE TOELAATBARE OOGST?

Beleidsdoelstellingen voor hernieuwbare energie zorgen voor een toenemende druk op houtige biomassa afkomstig uit bossen. **Maar wat is het biomassapotentieel van bosccosystemen zonder andere ecosysteemdiensten in gevaar te brengen?**

Doorbraak

De toenemende oogst van biomassa uit bosccosystemen kan de toekomstige productiviteit van deze systemen in gevaar brengen. Sinds 1990 is het verbruik van hout en houtafval voor bioenergie met 80% gestegen in de EU-27 landen, een volume dat overeenkomt met ongeveer de helft van de totale hernieuwbare energieconsumptie in 2008 [119]. Omdat de doelstellingen voor hernieuwbare energie binnen de EU-27 een verdubbeling vereisen van het aanbod aan houtige biomassa tegen 2030, terwijl de vraag naar hout voor de verwerkende industrie met 40% zal stijgen, zal tegen 2015 de vraag het aanbod overstijgen [120]. Deze evolutie leidt nu al tot een verhoogde druk op bosccosystemen, denk maar aan de merkbare trend tot een verhoogde oogst van houtige biomassa voor bioenergie (bv. kroonhout, dunningshout, schors en zelfs bladeren). Hoewel dit misschien een positieve invloed heeft op de opbrengst en winstgevendheid van het bos [121], kan deze trend de voedingsstoffenbalans ernstige schade toebrengen [122-124]. Dit ondermijnt op zijn beurt de potentiële productiviteit en bosstabiliteit op lange termijn, vooral in voedingstofarme ecosystemen en bij toenemende milieudruk op bossen in heel Europa [125]. De effecten op biodiversiteit zijn minder eenduidig; zo kan toenemende houtkap bijvoorbeeld biodiversiteitsverlies tegengaan, omdat het de lichtcondities in te dichte bossen verbetert. Dit betekent dat het huidige Europese beleid op vlak van hernieuwbare energie kan botsen met duurzaam bosbeheer.

Kennislacune

Er is dringend behoefte aan breedscalige kwantitatieve informatie over duurzame oogstniveaus in verschillende bosesystemen. Hoewel de potentiële negatieve gevolgen van overmatig oogsten op bosesystemen wereldwijd worden erkend, is er zeer weinig kwantitatieve informatie beschikbaar over de effecten van deze grootschalige wegname van biomassa op (1) de biodiversiteit, (2) de nutriëntencyclus en (3) de bosproductiviteit en -stabiliteit. Daarom benadrukken we het belang van onderzoek naar deze drie elementen in verschillende bosesystemen en het vastleggen van drempelwaarden voor biomassa-oogst binnen een duurzame bosbouwpraktijk.

Beleidsaanbeveling

Herziening van de Europese doelstellingen voor biomassaproductie en het stimuleren van nieuwe productiemogelijkheden buiten de huidige bossen. Omdat de oogst van biomassa uit bossen niet kan blijven toenemen en er geen wetenschappelijke drempelwaarden bestaan voor een toelaatbare oogst, moet volgens het voorzorgsprincipe een herziening van de EU-doelstellingen voor bio-energie uit houtachtige biomassa worden overwogen. Daarnaast kan biomassaproductie buiten de bestaande bossen, bijvoorbeeld in agrobosystemen of in korteomloop-houtteelten op marginale, erosiegevoelige of landbouwgronden met wettelijke mestbeperkingen, worden gestimuleerd door juridische en financiële initiatieven.

2.3 STEDEN ONDER GLOBAL CHANGE: DE INSCHAKELING VAN STADSBOMEN EN -BOSSEN

Meer dan de helft van de wereldbevolking leeft momenteel in verstedelijkte gebieden. Stadsactiviteiten vormen steeds meer een bedreiging voor de wereldecologie (bv. [126]). Het is daarom essentieel om deze problemen op te lossen of te verminderen, met inbegrip van de aanleg van ecologisch efficiënte stedelijke gebieden. Op beleidsvlak wordt de ontwikkeling van compacte, verdichte steden benadrukt [127]. Dit kan echter zeer grote gevolgen hebben op zowel ecosysteemdiensten als op het behoud van de biodiversiteit [128]. Hoe meer mensen in stedelijke gebieden leven, hoe kleiner de interactiemogelijkheden met de natuur, met mogelijke negatieve gevolgen voor de menselijke gezondheid en het welzijn [129, 130]. Groene ruimten, inclusief stadsbossen en stadsbomen, spelen een sleutelrol in het voorzien in diverse belangrijke ecologische functies [131, 132]. Toch zijn ze meer bedreigd dan ooit tevoren door recente ontwikkelingen in stadsgebieden [131]. **De aanleg van ecologisch efficiëntere steden en verstedelijkte gebieden is van essentieel belang voor een duurzamere wereld. Welke rol kunnen stadsbomen en stadsbossen hierin spelen?**

Doorbraak

We zien een toenemende interesse in de voor- en nadelen van stadsbossen en stadsbomen en de kwantificering ervan. In tegenstelling tot een aantal algemeen aanvaarde voordelen, zijn de effecten op de menselijke gezondheid en het welzijn veel minder geaccepteerd of gekwantificeerd.

De afgelopen decennia is de interesse in de studie van de voordelen van stadsgroen in het algemeen en stadsbossen en stadsbomen in het bijzonder toegenomen. In de Verenigde Staten werd het Urban Forest Effects (UFORE) model ontwikkeld voor de berekening van de functies van stadsbossen en stadsbomen: afname van luchtvervuiling, koolstofopslag en -afzondering, effecten op het energiegebruik van gebouwen en de bijbehorende structurele en functionele waarden. Hierbij wordt software voor kosten-batenanalyses van boomsoorten gebruikt [133]. Het breed toepassen van dergelijke modellen wordt echter bemoeilijkt door versnipperde of ontbrekende kennis [134].

Welke en hoeveel invloed stadsbossen en stadsbomen hebben op de menselijke gezondheid en het

welzijn, wordt veel minder algemeen aanvaard (inclusief het economische aspect [135]). De sterke druk op de stedelijke ruimte en de voortbestaande onduidelijkheid over de voordelen van groene zones in onze leef- en werkomgeving zorgen ervoor dat er geen groene zones aangelegd worden en in plaats daarvan gekozen wordt voor een landgebruik waarvan de kortetermijnwinst duidelijker is. De bedreiging van deze aanpak voor stadsbossen en stadsbomen wordt versterkt door het feit dat veel van de voordelen verbonden zijn aan volgroeide bomen [131, 136].

Kennislacunes

Op een systematische manier basisgegevens samenbrengen over stedelijk groen, inclusief stadsbossen en stadsbomen, is essentieel voor een inschatting van de kosten en baten. De effecten van groenzones op de menselijke gezondheid en het menselijk welzijn moeten worden onderzocht. In brede zin is er bovendien nood aan een meer pragmatische ecologische wetenschap die oplossingen biedt op de maat van onze overbevolkte wereld.

In veel gevallen weten we niet hoeveel er beschikbaar is aan bomen en groene ruimte en hoe deze natuurlijke hulpbron evolueert. We hebben duidelijk meer basisdata nodig over stadsbomen en stadsbossen, en over stedelijk groen in het algemeen. De implementatie en aanpassing van bestaande modellen en software voor de evaluatie van stadsbomen en stadsbossen in een Europese context zou een belangrijke stap voorwaarts zijn. De Vries et al. [135] benadrukken de nood aan meer onderzoek op de effecten van groen op de menselijke gezondheid en welzijn. Wolf & Kruger [137] benadrukken vanuit een participatieve benadering dat zowel sociale als biofysische interacties van mensen met bomen in de context van planning en beheer moeten bekeken worden. De valuatie van stedelijk groen, inclusief stadsbossen en stadsbomen, kan helpen om het beleid en planning te overtuigen.

Samengevat is een beter inzicht in de biodiversiteit en evolutionaire processen in steden nodig om ecologische diensten te herstellen of te verhogen [138]. Oplossingen om de gevaarlijke interactie-effecten van verstedelijking, klimaat en de menselijke gezondheid te verminderen zijn essentieel [138]. Palmer et al. [142] pleiten ook voor een meer pragmatische ecologische wetenschap die oplossingen biedt op de maat van onze overbevolkte wereld. Ecologische efficiëntie-instrumenten, zoals de Biotopfläche Factor (Berlin: <http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/landschaftsplanung/bff/>) en de Seattle green factor (<http://www.seattle.gov/dpd/Permits/GreenFactor/Overview/>), die de hoeveelheid en kwaliteit van het stadsgroen verhogen en toch flexibiliteit toe laten voor ontwikkelaars en ontwerpers, moeten verder ontwikkeld en getest worden.

Beleidsaanbeveling

Omwille van de huidige milieuproblemen op het gebied van verontreiniging en klimaatsverandering moeten acties voor stadsbossen en stadsbomen een essentieel onderdeel vormen van een meer duurzame stadsontwikkeling, ongeacht de oppervlakte en het aantal inwoners van die stad.

Onderzoek in de urbane ecologie gaat ervan uit dat wetenschappelijke kennis dient ter ondersteuning van stadsbeleid en stadsplanning. Om dit niet aan het toeval over te laten, pleiten Wolf & Kruger [137] voor onderzoeksactiviteiten die een samenwerking bieden tussen wetenschap en lokale beleidsactiviteiten. Het gebeurt immers vaak dat beleid en planning onderzoeksresultaten negeren of ermee botsen. Duurzaamheid zou moeten primeren bij ieder aspect van het stadsbeleid. Instrumenten voor ecologische efficiëntie moeten daarom een integraal onderdeel vormen van het evaluatieproces voor ruimtelijke planning. Voor stadsbossen en stadsbomen is een grote inspanning nodig voor de toepassing en integratie van wetenschappelijke kennis in operationele planning en besluitvorming. Demonstratieprojecten, of het nu gaat om nieuwbouw of renovatie, horen niet alleen puur technologische oplossingen aan te bieden, maar ook groen zoveel mogelijk te integreren. Stadsbossen en stadsbomen zijn essentieel voor een meer duurzame toekomst [131].

2.4 LEVENSCYCLUSDENKEN EN GEOPTIMALISEERD GEBRUIK VAN BOSPRODUCTEN IN DE BIO-GEBASEERDE ECONOMIE

‘Levenscyclusdenken’ verwijst naar de aanpak waarbij de effecten van producten en diensten gedurende hun volledige levenscyclus in rekening worden gebracht, dus vanaf de winning van de grondstoffen, over transport, verwerking en assemblage tot aan de distributie, het eindgebruik en de finale afvalwerking [139]. Levenscyclusdenken omvat verschillende methoden, zoals levenscyclusanalyse (LCA), levenscycluskostberekening en levenscyclusengineering, die allemaal gericht zijn op productoptimalisatie met betrekking tot de verschillende factoren van duurzaamheid [140]. **Wat is het nut van levenscyclusdenken bij de optimalisatie van het gebruik van bosproducten?**

Doorbraak

Hoewel het uit de industriële sector komt, is het levenscyclusdenken momenteel succesvol ingepast in de bosbouw.

In de industrie werd levenscyclusanalyse (LCA) werd voor het eerst gebruikt om de energiebehoefte van bepaalde producten te controleren en om processtappen met een groot optimalisatiepotentieel te identificeren [139, 141]. Sinds 1997 is LCA een ISO-gestandaardiseerde methode (ISO 14040-14046; 2006). De bosbouwsector toont een toenemende interesse in LCA, zo werden al milieuevaluaties en optimalisatie-oefeningen opgesteld voor de productie van constructiehout, pulp en papier en bio-energiesystemen gebaseerd op houtproducten. Resultaten uit dergelijke LCA studies, bijvoorbeeld de koolstof-, water- of ecologische voetafdruk, hebben al hun nut bewezen als doeltreffend communicatiemiddel [142]. Vergeleken met industriële systemen zijn bossen echter open systemen, zodat het moeilijk is hun grenzen af te bakenen of het gebruik van bijproducten te definiëren, waardoor de resultaten niet altijd consequent kunnen worden vergeleken.

Kennislacune

Er bestaat geen wetenschappelijke consensus over de implementatie van landgebruik en de directe en indirecte effecten van landgebruiksverandering in een levenscyclusanalyse. Deze kennislacune is tweeledig. Ten eerste bestaat er geen consensus over welke aspecten van het landgebruik moeten worden opgenomen. Zo zijn er twee belangrijke methoden: (1) enkelvoudige methoden waarbij de impact van landgebruik wordt bepaald op basis van een enkele indicator (bv. bodemorganische stof [143], biodiversiteit [144, 145]) die een benadering moet bieden van het effect op de volledige landkwaliteit; (2) holistische methoden met indicatorensets die de verschillende aspecten van landkwaliteit proberen te omvatten [146]. Bij de holistische methode bestaat er discussie over welke indicatoren moeten gebruikt worden voor welke aspecten [146]. Ten tweede is er ook geen consensus over de manier waarop ruimtelijke en temporele dimensies van landgebruiksverandering kunnen worden geïmplementeerd in een LCA. Deze discussie behelst ook de vraag of landgebruik en landgebruiksverandering als één impactcategorie of als twee verschillende moeten worden beschouwd.

Beleidsaanbeveling

Een levenscyclusbenadering is een essentieel instrument voor de analyse van de ecologische duurzaamheid van nieuwe beheer- en productiescenario's binnen een biogebaseerde economie. Een verdere standaardisatie van levenscyclusanalyses is nodig om resultaten te kunnen vergelijken, om trade-offs te kunnen analyseren en om aangepast beleidsadvies te kunnen verstrekken. Samen met de beschikbare LCA-capaciteit – op Europees niveau of verdeeld over de verschillende lidstaten – moet deze standaardisatie (voornamelijk de definiëring van de systeemgrenzen, allocatieprocedures, enz.) worden doorgegeven aan andere landen met minder ervaring in het levenscyclusdenken.

3 INTERNATIONAAL BOSBELEID

In dit laatste hoofdstuk worden de internationale bosbeleidsprocessen kritisch doorgelicht. Het zwaartepunt is hier de rol van bossen in het internationale klimaatdebat. Het vermijden van ontbossing vormt de laatste tijd de focus van de klimaatonderhandelingen, maar er bestaan nog onvoldoende oplossingen voor essentiële problemen, zoals de nood aan een bosdefinitie en strategieën om lekkage naar andere gebieden te vermijden (3.1). We doen hier een voorstel om uit deze impasse te raken door koolstofaccounting op landschapsschaal uit te voeren in plaats van accounting van enkel boskoolstof (3.2), door het mitigatiebeleid te integreren met het adaptatiebeleid en ontwikkelingsbeleid (3.3), door een nieuwe visie te ontwikkelen op bosgerelateerde ethiek (3.4) en verbeterde certificering te ondersteunen als uniek marktinstrument (3.5).

3.1 SPILL-OVERS VAN VERMEDEN ONTBOSSING: DE SOCIO-ECONOMISCHE OORZAKEN VOOR ILLEGALE HOUTHANDEL EN ONTBOSSING

Enkele gevalsanalyses [147] illustreren dat bosbescherming in één land grote gevolgen kan hebben op het bos van naburige landen. **Hoe kunnen deze *spill-over* effecten beter gekwantificeerd worden en hoe kunnen we ze verminderen?**

Doorbraak

Het *spill-over* effect van vermeden ontbossing werd recent voor een aantal landen in Zuidoost-Azië gekwantificeerd. De analyse van landgebruikveranderingen op basis van satellietbeelden en een reeks export- en importdata van hout over een langere periode toonden de negatieve neveneffecten aan in Laos en Cambodja van een op zich geslaagde beleidshervorming in Vietnam [147]. Staatsgrond werd geprivatiseerd in percelen van gemiddeld 12 ha, op voorwaarde dat de bebossingsgraad in stand gehouden werd of toenam tot 30%. De vraag naar bosproducten, vooral hout, bleef echter hoog binnen de bloeiende Vietnamese economie. Deze hervorming en de aantrekkelijkheid van het bosbehoud en -beheer resulteerde dus in een toename van de import van illegaal hout uit buurlanden zoals Cambodja en Laos, waar de wet minder streng werd toegepast [147]. Deze studie toont aan hoe belangrijk verdragen en beleid op regionaal en globaal niveau zijn, omdat de *spill-over* effecten van wereldwijde handel zeer groot zijn.

Kennislacune

We weten nog niet in welke mate de binnenlandse houtproductie met illegaal geïmporteerd hout zal kunnen concurreren of het zelfs vervangen. In het geval van Vietnam is onduidelijk in welke mate de import van illegaal hout zal toenemen, afnemen of constant zal blijven. Er is nood aan meer gedetailleerde kwantificering op globaal en nationaal niveau, aangezien het aantal studies in andere landen en regio's eerder beperkt en vaak onvolledig is.

Beleidsaanbeveling

Er is nood aan een koolstofboekhouding op wereldschaal om lekken en *spill-over* effecten te vermijden. Meyfroidt en Lambin [147] toonden aan dat ook ontwikkelingslanden een nationale koolstofboekhouding moeten opstellen om tot echte emissiereducties te komen en louter verschuivingen in koolstofemissies te vermijden. Ontwikkelingslanden moeten geholpen worden om deze koolstofbalansen op te stellen en de datakwaliteit te verbeteren. Gelijkaardige analyses moeten ook uitgevoerd en gefinancierd worden in andere delen van de wereld.

3.2 ZIN OF ONZIN VAN EEN BOSDEFINITIE VOOR REDD

Tijdens de klimaatsonderhandelingen werd – en wordt nog – veel tijd gespendeerd aan het opstellen van een bosdefinitie voor REDD. Loont dit de moeite of is het een schijnprobleem?

Doorbraak

Waarschijnlijk bestaat er geen enkele geschikte bosdefinitie die het continuüm van landschappen met bomen goed kan beschrijven [148]. Een heel ruime definitie, zoals die momenteel gebruikt wordt in de Volksrepubliek China, maakt de bebossingcijfers aantrekkelijk, maar zegt niets over hoe duurzaam of biodivers de nieuwe bossen zijn [149]. In de meeste landen zou bijna elke bosdefinitie de bomen die zich buiten bosgebied bevinden (bv. in landbouwzones) uitsluiten, nochtans maken die zogenaamde zonevreemde bosjes en bossen een groter aandeel uit van de beboste oppervlakte. Een recente studie in Indonesië [150] toont aan dat bij de integrale uitvoering van het huidig geplande REDD-beleid, met een volledige en effectieve bosbescherming, de eerste emissiereducties pas na 6,4 jaar zou zouden plaatsvinden. De hoeveelheid bomen en bos in Indonesië die als dusdanig niet als bos erkend zijn, is zo groot dat betalingen binnen het REDD-mechanisme die eerste 6,4 jaar enkel tot verplaatsing van de ontbossing zouden leiden.

De enige momenteel bestaande UNFCCC-definitie werd opgesteld voor bebossing/herbebossing binnen het 'Clean Development Mechanism' (CDM – A/R) tijdens de Marrakesh-onderhandelingen op de UNFCCC COP-7 in 2001. Bos werd toen gedefinieerd als "een minimumoppervlakte van 0,05-1,0 hectaren bedekt met bomen met een kroonsluiting van meer dan 10 à 30%, met het potentieel om *in situ* een minimumhoogte van 2-5 meter te bereiken." Daarenboven wordt "een oppervlakte na kaalkap, waarvan verwacht wordt dat ze terug omgezet wordt naar bos" ook beschouwd als bos.

REALU (Reducing Emissions from All Land Uses; Reductie van Emissies van Alle Landgebruik), ook bekend als AFOLU (emissions from Agriculture, Forestry and Other Land Use; emissies van landbouw, bosbouw en ander landgebruik), maakt nutteloze discussies rond bosdefinities overbodig [148]. Er wordt beter gekozen om 'ecosysteemkoolstof' te meten in plaats van enkel koolstof in bos [151, 152]. De nadruk zou moeten liggen op het opvolgen van blijvende toe- en afnames van de koolstofopslag in de tijd, gebaseerd op de methodes van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

Kennislacune

Hoe kunnen de huidige voorbereidende REDD-activiteiten uitgebreid worden en leiden tot een sectoroverschrijdende beleidshervorming die lokale landgebruiksrechten garandeert? De REALU- of AFOLU-aanpak zou moeten worden getest in verschillende omstandigheden met verschillende contexten. De effecten op mitigatie, voedselzekerheid, biodiversiteit en armoedebestrijding moeten onderzocht worden. Vooral in het zuiden is de kwaliteit van de emissiefactoren van verschillende landgebruikstypes op nationaal vlak nog ontoereikend.

Beleidsaanbeveling

De huidige focus van de internationale REDD-onderhandelingen op koolstof uit enkel bos moet uitgebreid worden naar koolstof uit het hele ecosysteem. De huidige focus op landen met veel bos en/of veel ontbossing is begrijpelijk, maar doet het risico toenemen op louter een verschuiving in plaats van een vermindering van de ontbossing. Een aanpak waarbij de koolstofbalans voor alle landgebruikstypes per land en per regio opgemaakt wordt in een REALU- of AFOLU-benadering vermijdt die partiële balansen en heeft bovendien een groot potentieel qua geïntegreerde duurzame ontwikkeling. Er is een nood aan meer REALU-pilootprojecten in nauwe samenwerking met verschillende bestuursniveaus.

3.3 NIEUWE MANIEREN OM MITIGATIE EN ADAPTATIE TE VERZOENEN DOOR HET MILIEU- EN ONTWIKKELINGSBELEID SAMEN TE BRENGEN

Weinig ontwikkelingslanden (doorgaans niet-Annex 1-landen genoemd binnen een UNFCCC-context) voelen zich geroepen om te investeren in mitigatie, omdat de historische koolstofschuld grotendeels gegenereerd werd door de geïndustrialiseerde wereld. Hun focus ligt eerder op economische ontwikkeling en aanpassing aan de klimaatsverandering. **Welk soort beleid is er nodig voor het realiseren van de drievoudige doelstelling van mitigatie, adaptatie en ontwikkeling?**

Doorbraak

Er zijn steeds meer voorbeelden beschikbaar van een geïntegreerde beleidsaanpak met een brede reeks aan beleidsinstrumenten [153-155]. Klimaatsverandering betreft niet enkel milieu, maar is een sectoroverschrijdend thema. Een langetermijnvisie, participatie en een eerlijke verdeling van de lasten en de lusten zijn hierbij noodzakelijk. De interuniversitaire KLIMOS-onderzoeksgroep ontwikkelde een *toolkit* om geplande ontwikkelingsprojecten en programma's door te lichten op het vlak van mitigatie, adaptatie en algemene duurzame ontwikkeling [154].

Een mooi voorbeeld van het succes van zo'n geïntegreerde aanpak zien we in Vietnam. Het herstel van mangroves vermindert kusterosie en zorgt voor koolstofopslag. In het noorden van Vietnam werden mangrovebossen aangeplant zonder de traditionele landrechten te respecteren [155], zodat er landconflicten volgden. In het zuiden van Vietnam kaderde een gelijkaardig programma binnen een programma van armoedebestrijding. Boeren en vissers kregen er training, er werden scholen gebouwd en reservaatgebieden werden afgelijnd met lokale gemeenschappen, volgens de werkwijze beschreven in sectie 2.1. De nieuwe mangrovebossen in het zuiden van Vietnam slaan koolstof op en beschermen de kustlijn, maar leiden ook tot lokale economische ontwikkeling.

Bossen slaan grote hoeveelheden koolstof op en voorzien in het levensonderhoud voor veel armen op het platteland, maar dit lukt in het algemeen enkel bij een lage bevolkingsdichtheid. Meer bomen in het landschap en agrobosbouw (bv. met stikstoffixerende bomen of gereserveerde gebieden voor bosherstel) hebben het potentieel om oogsten te verhogen en te stabiliseren, om ecosysteemdiensten te leveren die boeren echt nodig hebben, maar bieden ook de mogelijkheid om koolstof op te slaan voor de globale gemeenschap. Landgebruik dat de hoeveelheid bodemorganische stof verhoogt, leidt niet enkel tot een verhoogde koolstofopslag, maar is ook gunstig vanuit een bodemvruchtbaarheidsperspectief [156].

Kennislacune

Het nastreven van zowel mitigatie, adaptatie als ontwikkeling kan eenvoudig zijn in het geval van duidelijke win-winsituaties, maar meer actie-onderzoek is nodig wanneer *trade-offs* lijken te bestaan. Er moet verkend worden wat de mogelijke directe en indirecte neveneffecten van beleidsmaatregelen zijn en in welke mate zij een impact hebben op landen, regio's en hun bevolking, met inbegrip van kleine boeren.

Beleidsaanbeveling

Ontwikkelings-, mitigatie- en adaptatieprojecten en -programma's moeten niet worden opgevat op een aparte sectorale basis, maar geïntegreerd. Een sectorale aanpak is niet bevorderlijk voor de realisatie van zowel de nieuwe klimaatdoelstellingen als de oudere doelstellingen qua ontwikkeling. Meer pilootstudies zijn nodig om transversale en participatieve manieren van bestuur te testen.

3.4 BOSETHIEK

Het oude dilemma tussen “bossen moeten efficiënt beheerd worden voor de menselijke economie” en “bossen moeten tegen deze ontwikkelingen beschermd worden op esthetische en morele gronden” speelt niet langer. Er bestaat consensus over het feit dat niet enkel de mens voor zijn grondstoffen maar het wereldecosysteem als geheel nuttig gebruik maakt van de natuurlijke functies van bossen. **Maar hoe moet deze hogere waarde van bos bepaald worden?**

Doorbraak

De inzichten van bosbouwer Aldo Leopold maakten een einde aan dit welles-nietesdebat tussen bestuurders met economische doelstellingen en beschermers met natuurbehoudsdoelstellingen. In zijn essay ‘A Sand County Almanac’ schreef hij: “Bekijk goed landbeheer niet langer als een zuiver economisch probleem, maar bekijk elke vraag tegelijk in termen van economie, ethiek en esthetiek. Goede keuzes zijn deze die de integriteit, stabiliteit en schoonheid van de levensgemeenschap bewaren. Slechte keuzes zijn degene die anders uitdraaien.” [157] Leopold was de eerste die een directe ethische verantwoordelijkheid voor het niet-menselijke leven bepleitte. Zijn ideeën maakten een einde aan de visie op het natuurlijk milieu als een vermarktbaar voorwerp dat nuttig is voor het bevredigen van de directe materiële behoeften van de mens (bouwhout, papier, cellofaan, terpentijn en brandhout). Het oorspronkelijke duurzaamheidsconcept van de bosbouwers (duurzame oogst) werd niet vervangen, maar vervolledigd door Leopolds respect voor de bredere levensgemeenschap van het bos. Elke vorm van antropocentrisch grondstofgebruik dat de relatie met de bredere levensgemeenschap negeert, degradeert niet alleen deze gemeenschap maar uiteindelijk ook de volledige menselijke gemeenschap.

Kennislacune

Omdat niet alleen de mens, maar het globale ecosysteem, nood heeft aan de ecosysteemdiensten van duurzame bossen, moeten alle ecosysteemdiensten gekwantificeerd worden. Bossen zijn ‘onzuivere’ publieke goederen, dit wil zeggen dat ze zowel een publiek als privaat karakter hebben [158]. Naast het gebruik van grondstoffen maken zowel de menselijke samenleving als het globale ecosysteem gebruik van de natuurlijke functies en milieuvordelen die bossen op lokale en globale schaal bieden. Deze ondersteunende functie van bossen is echter niet zeer zichtbaar en daardoor ook niet goed gekend. Recent onderzoek heeft sterk bijgedragen aan een betere kwantificering van deze functies. Bijkomende toegankelijke informatie over deze ecosysteemfuncties zou hun belang nog beter onderlijnen. Een goede aanpak is het economisch waarderen van deze niet-vermarktbare goederen en diensten. Door hun waarde in geld uit te drukken, kunnen overwogen keuzes gemaakt worden bij dilemma’s tussen de productie van vermarktbare goederen en de levering van niet-vermarktbare ecosysteemdiensten (zie ook sectie 1.1). Bij het kwantificeren van ecosysteemdiensten van bossen moeten zowel biomassagerelateerde functies (koolstofopslag, zuurstofproductie), bosmilieugerelateerde functies (luchtfiltrering, klimaatregeling, waterretentie), habitatfuncties voor fauna en flora, recreatieve mogelijkheden als esthetisch genoeg (zoals de landschapspracht van stadsbossen) in rekening gebracht worden [159, 160].

Beleidsaanbeveling

Een aanvaardbare methode voor de waardering van alle boscossysteemdiensten moet ontwikkeld worden om zo een globaal bosbeleid mogelijk te maken dat verder gaat dan enkel koolstofaccounting. Traditionele bosproducten zoals timmerhout, brandhout en voedsel worden verhandeld op conventionele markten die gebruikmaken van traditionele economische waarderingsinstrumenten. Boscossysteemdiensten, die we kunnen zien als publieke goederen met positieve externaliteiten voor de

mens en de planeet aarde, hebben onconventionele waarderingsmethoden nodig die rekening houden met hun niet-commerciële en niet-vermarktbaar kenmerken. De agenda van het post-Kyoto-klimaatregime is sterk gericht op de vermindering van broeikasgasuitstoot ten gevolge van ontbossing en bosdegradatie (REDD), en verwaarloost daarbij de andere ecosysteemdiensten [161, 162]. Er is al veel gebeurd om deze andere diensten te monetariseren, maar daarbij bestaat geen eensgezindheid over het principe van eerlijke verdeling. Het ontwikkelen van een werkbaar en breder aanvaarde methode van valuering van deze diensten is een must om deze diensten in economische waarde te vertalen voor een wereldwijd bosbeleid dat verder gaat dan de koolstofmarkt.

3.5 BOSCERTIFICERING ALS BOSBEHEERINSTRUMENT

Hoe kunnen we boscertificering (kader 4) optimaliseren als globaal bosbeheerinstrument?

Doorbraak

Boscertificering is een belangrijk privaat regulerend bosbeheersysteem [163-167]. Tot nu toe was onderzoek voornamelijk gericht op het verklaren van het ontstaan van boscertificeringssystemen [168-173] en de institutionele variatie tussen bestaande systemen [174-177]. Het FSC wordt algemeen beschouwd als het meest geloofwaardige en performante systeem. Ook is er convergentie tussen bijvoorbeeld het FSC en het PEFC, waarbij het PEFC in toenemende mate zijn standaarden en procedures spiegelt aan het FSC [178, 179]. Andere studies richten zich op de opname van deze certificeringssystemen, zowel FM- als CoC-certificering (zie kader 4). Een sterke groei in opname [163, 180, 181] wordt gedeeltelijk verklaard door de interesse van overheden voor dergelijke systemen [182]. De toegenomen opname is echter niet gelijk verdeeld over de wereld. Sommige onderzoekers [181, 183-185] identificeren een noord-zuidkloof. De opname van boscertificaten vindt voornamelijk plaats in het globale noorden, waardoor landen in het globale zuiden maar in beperkte mate betrokken zijn in het boscertificeringsproces.

Kennislacune

Wat de analyse van de effectiviteit van boscertificering betreft, ontbreekt er nog fundamentele kennis. Effectiviteit kan op basis van verschillende dimensies geoperationaliseerd worden. Voor sommige dimensies is het nog te vroeg om een analyse te maken. Voor andere dimensies, zoals de mate waarin certificeringssystemen problemen van onduurzaam gebruik van bossen oplossen, zijn er studies beschikbaar, maar de resultaten zijn erg fragmentarisch en niet eenduidig [186]. Dit laatste heeft verschillende redenen. Ten eerste zijn verschillende studies gebaseerd op één of maar enkele case studies [187-189], waardoor ze mogelijk kampen met het probleem van selectiebias. Ten tweede gebruiken sommige studies enkel indirecte meetmethodes om effecten te meten en geen longitudinale observationele studies of experimentele onderzoeksdesigns om effecten te analyseren [190]. Ten derde suggereren sommige studies dat de impact van certificeringssystemen beperkt is. Een studie uitgevoerd in Kameroen concludeerde dat gecertificeerde bossen mogelijk niet duurzaam werden beheerd omwille van de implementatie van weinig stringente standaarden [191]. Meer in het algemeen werd er een grote variatie aan standaarden binnen certificeringssystemen vastgesteld [70].

Kader 4 – Wat is boscertificering?

Boscertificering wordt in toenemende mate een belangrijk beleidsinstrument voor de implementatie van duurzaam bosbeheer. Cashore et al. [171] stelden dat boscertificering “one of the most innovative and startling institutional [governance] designs of the past 50 years” is. Boscertificering is volgens Meidinger [172] “a process through which

transnational networks of diverse actors set and enforce standards for the management of forests around the world” [172]. Bij boscertificering zijn twee vormen van certificering van belang. Ten eerste is er de certificering van de bosbeheerssystemen (FM-certificering). Hierbij wordt het management van het bos gecertificeerd ten aanzien van een set van principes en standaarden. Deze bossen voorzien een aanbod van gecertificeerd hout. Ten tweede worden ook andere organisaties in de waardenketen die klanten gecertificeerd hout aanbieden gecertificeerd met een ‘chain of custody (CoC)’ certificaat.

Momenteel bestaan er verschillende boscertificeringssystemen: Forest Stewardship Council (FSC), Sustainable Forest Initiative (SFI), Lembaga Ekolabel Indonesia (LEI), Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC), Malaysian Timber Certification Council (MTCC), Certificación Florestal (CerFlor Brazil), Canadian Standard Association (CSA) en American Tree Farm System (ATFS). De meeste initiatieven gaan uit van een organisatie die sociale en ecologische standaarden bepaalt en die een verificatieprocedure voorziet om na te gaan of producten en productieprocessen voldoen aan de standaarden (conformiteitsanalyse). Als producten of productieprocessen daaraan voldoen, ontvangen zij een certificaat dat al dan niet wordt gebruikt in de externe communicatie (label).

Beleidsaanbeveling

Om het gebruik van certificeringssystemen als beheerssysteem te optimaliseren, is er nood aan meer onderzoek naar de effectiviteit, certificering van de systemen zelf, en het stimuleren van de opname van de systemen.

Boscertificering is een opmerkelijk globaal beheerssysteem dat in toenemende mate wordt erkend door beleidsmakers en andere *stakeholders* [163, 164, 192]. We formuleren drie aanbevelingen om certificeringssystemen als beheerssysteem te optimaliseren.

Analyseer de impact en effectiviteit van boscertificering. Het gebrek aan overtuigend bewijs voor de effectiviteit en impact van certificeringssystemen moet worden aangepakt. Er is een omvattend impact-analysekader. Bovendien moet er, best via een experimenteel design, data verzameld worden. Er is voldoende tijd nodig om kortetermijn- en langetermijneffecten van certificeringssystemen te analyseren op economische, ecologische en sociale dimensies.

Certifieer de certificeringssystemen. Boscertificering wordt in toenemende mate beschouwd als een legaliteitsverificatie-instrument in de context van FLEG (Forest Law Enforcement and Governance) initiatieven. Zo erkent bijvoorbeeld Artikel 6 van EU-verordening 995/2010, over de preventie van de verkoop van illegaal hout en houtproducten binnen de Europese Unie, boscertificering als een waarborg voor overeenstemming met de relevante wetgeving. Deze verankering in de wetgeving kan resulteren in een proliferatie van certificeringinitiatieven, zoals gebeurde in de voedselsector bij de introductie van aansprakelijkheidsclausules in de voedselwetgeving [193]. Een dergelijke proliferatie zal de nood aan het certificeren van certificeringsinitiatieven in de hand werken om zo een onderscheid te kunnen maken tussen geloofwaardige en minder geloofwaardige systemen.

Voorzie technische en financiële ondersteuning om de opname van certificeringssystemen in ontwikkelingslanden te stimuleren. Als certificering effectief is, kan het een belangrijke bijdrage leveren aan het bevorderen van duurzaam bosbeheer. Om de opname te verhogen, voornamelijk in ontwikkelingslanden, is bijkomende financiële en technische ondersteuning noodzakelijk. Onderzoek toont aan dat de kosten om gecertificeerd te worden substantieel zijn [188, 194]. Verschillende donoragentschappen en technische coöperaties voorzien al financiële en technische steun, maar er is meer nodig. Er zou een fonds kunnen worden opgericht dat de opname van certificeringssystemen ondersteunt en in het bijzonder ondersteuning biedt aan kleine bosteigenaars of concessiehouders. Dit fonds kan gefinancierd worden door een speciale belasting op bosgerelateerde producten, of door donaties.

4 ALGEMENE AANBEVELINGEN

1. Eén derde van de landoppervlakte van Europa en de wereld is bedekt met bossen, maar ondanks het feit dat de maatschappij het belang van bossen erkent, worden de ecosysteemdiensten die ze verschaffen ondergewaardeerd. Het ontbreekt aan een coherent bosbeleid om die diensten maximaal te benutten, optimale afwegingen te maken tussen conflicterende functies, en bosbeheerders te vergoeden.
2. Biodiversiteit gaat achteruit in Europese bossen. De bossector moet dringend erkennen dat bosbeheer een rol speelt bij het verlies aan biodiversiteit en bijgevolg de nodige maatregelen nemen. Bijzondere aandacht moet gaan naar betere bescherming van oerbossen en oude bossen. Ook is er nood aan meer efficiënte indicatoren om biodiversiteit te monitoren in tijd en ruimte.
3. In complexe systemen als bossen kunnen externe stressfactoren plotselinge veranderingen teweegbrengen die moeilijk te voorspellen vallen. Klimaatveranderingen zullen naar alle waarschijnlijkheid nooit eerder geziene verstoringen veroorzaken, zoals zware stormschade, onbeheersbare bosbranden, of nieuwe bosziekten met grote regionale impact. Er is nood aan een Europese instantie die met geavanceerde rekenmodellen voorziet in vroegtijdige waarschuwing.
4. Milieustress ten gevolge van klimaatverandering en luchtpollutie kan grote negatieve gevolgen hebben voor de bosproductiviteit in Europa, weliswaar met grote verschillen tussen regio's. Dat kan de belangrijke rol die weggelegd lijkt voor bossen in een biogebaseerde economie grondig ondergraven. Nationale en regionale actieplannen voor adaptatie van bossen en bosbeheer zijn daarom nodig.
5. De rol van bossen in het vergroenen van de economie wordt enerzijds ondergewaardeerd, in de zin dat er teveel aandacht gaat naar het ruwweg verbranden van houtige biomassa in plaats van naar materiaal- of chemische toepassingen met meer toegevoegde waarde te streven. De potentie van bossen als energiebron wordt anderzijds overschat, omdat de methoden om een duurzaam oogstniveau te bewaken in termen van houtvoorraad en nutriëntenbehoud nog niet operationeel zijn.
6. De veelzijdige rol die bossen in klimaatmitigatie spelen door koolstofopslag in biomassa en bodem, en via materiaal- en energiesubstitutie van houtproducten, kan sterk verbeterd worden door de juiste beleidskeuzes. In elk geval mogen mitigatiemaatregelen niet geïsoleerd gezien worden, maar als integraal deel van adaptief beheer en van duurzame ontwikkeling van bossen in het algemeen.
7. Bosbehoud is een basisvereiste voor de volgehouden levering van ecosysteemdiensten. Europa kan een hoofdrol spelen bij het uitwerken van een eerlijk en performant REDD-instrument voor het vermijden van ontbossing wereldwijd. In deze context geloven wij dat koolstofaccounting op landschapniveau als alternatief voor koolstofaccounting op bosniveau een groot deel van de huidige problemen rond bosdefinitie, *spill-over* en lekkage kan oplossen.

8. Goed bestuur van bossen kan nog veel verbeteren in Europa en de wereld. Ten eerste moet meer coördinatie worden nagestreefd tussen initiatieven op internationaal, Europees, nationaal, regionaal en lokaal niveau . Ten tweede is er een belangrijke rol weggelegd voor echte participatie van belanghebbenden en voor privaat initiatief zoals certificering door onafhankelijke partijen. Ten derde wordt het belang van bossen in het beleid nog steeds onderbelicht, wat verholpen moet worden door grootschalige campagnes die de bewustwording op alle niveaus vergroten. Ten vierde moet het beleidsprincipe van integratie gevolgd worden, waarbij goed bosbestuur ook geïntegreerd wordt in andere beleidsdomeinen als energie, landbouw, klimaat en biodiversiteit. Ten slotte moeten meer inspanningen geleverd worden voor de harmonisatie en integratie van databestanden.
9. In het bosbeheer is er een tendens van heroriëntering naar houtproductie en koolstofaccounting. Daarbij mogen de vele niet-vermarktbare ecosysteemdiensten van het bos niet vergeten worden, zeker gezien hun grote relevantie voor de verstedelijkte samenleving. Het is bovendien een kwestie van ethiek om bossen niet enkel als bron van goederen voor mensen te beschouwen, maar ook als patrimonium ten dienste van het planetair systeem.
10. Bosonderzoek vervult een sleutelrol in het ondersteunen van al deze uitdagingen en ambities van het wereldbosbeheer. Maar het bosonderzoek is vooralsnog te fragmentarisch en monodisciplinair, en het ontbreekt aan grootschalige faciliteiten om de genoemde uitdagingen aan te gaan. Het uitbouwen van een coherente Europese ruimte voor bosonderzoek met versterkte internationale en interdisciplinaire samenwerking is daarom een prioriteit ter ondersteuning van de nieuwe EU-bosbouwstrategie.

VERKLARENDE WOORDENLIJST

Adaptatie

Adaptatie houdt maatregelen in om negatieve impacten van klimaatsverandering te reduceren.

AFOLU

“Agriculture, Forestry and Other Land Uses” De UNFCCC (Framework Convention on Climate Change) en haar Kyoto-protocol verplicht de betrokken partijen (waaronder de EU-15 en de meeste nieuwe lidstaten) regelmatig verslag uit te brengen over inventarisaties van antropogene broeikasgasuitstoot, en om regelmatig de nationale programma's met maatregelen voor de beperking van klimaatsverandering te publiceren en bij te werken. In deze context wordt AFOLU belangrijk geacht omwille van de uitstoot van N₂O en CH₄ in de landbouw en de sequestratie van CO₂ in bosbouw.

Annex-1 landen

Er zijn 41 annex-1 landen binnen de Europese unie die het Kyoto-protocol tekenden. Deze landen worden geclassificeerd als de geïndustrialiseerde landen en landen in transitie: Australië, Oostenrijk, Wit-Rusland, België, Bulgarije, Canada, Kroatië, Tsjechië, Denemarken, Estland, Finland, Frankrijk, Duitsland, Griekenland, Hongarije, IJsland, Ierland, Italië, Japan, Letland, Liechtenstein, Litouwen, Luxemburg, Malta, Monaco, Nederland, Nieuw-Zeeland, Noorwegen, Polen, Portugal, Roemenië, de Russische Federatie, Slowakije, Slovenië, Spanje, Zweden, Zwitserland, Turkije, Oekraïne, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten van Amerika.

Antropocentrisme

(synoniem: humanocentrisme) De neiging om de werkelijkheid en de natuur alleen vanuit een menselijk perspectief te benaderen.

Biodiversiteitsfunctie

De diversiteit van soorten in ecosystemen beïnvloedt het functioneren van deze ecosystemen. De twee belangrijkste gebieden waarbinnen de invloed van biodiversiteit op ecosysteemfunctie bestudeerd is, zijn de relatie tussen diversiteit en productiviteit, en de relatie tussen diversiteit en populatiestabiliteit. Meer biologisch diverse gemeenschappen lijken productiever te zijn (in termen van biomassa-productie) dan minder diverse gemeenschappen, en ze lijken stabielere ten opzichte van verstoringen.

Bosinformatiesystemen

Een gezamenlijke inspanning gericht op het maximaliseren van de waarde van verschillende bosinformatiebronnen en informatieverstrekkers, door bosgerelateerde informatie te delen via een enkel kanaal.

Bosproductiviteit

De netto primaire productie (NPP) van een bos is een zeer geschikte indicator van de bosproductiviteit. Ze geeft de jaarlijkse accumulatie weer van stamhout in bomen plus de groei van alle andere weefsels of componenten, waaronder ook die van kortlevende boomdelen en wortels.

Bostransitie

Deze term verwijst naar een geografische theorie die de omkering of de ommekeer in landgebruiktrends beschrijft voor een bepaald grondgebied van een periode van netto verlies aan bosoppervlakte (dat wil zeggen, ontbossing) tot een periode van netto toename aan bosoppervlakte.

Bosvermarkting

De transformatie van de natuurlijke omgeving tot een grondstof, een verkoopbaar product geproduceerd om te voldoen aan verlangens of behoeften.

Complexiteitswetenschap

Een recent domein binnen de wetenschap. Dit domein omvat het beschrijven, begrijpen en modelleren van de structuur en het gedrag van complexe systemen zoals ecosystemen en menselijke systemen.

Criteria en indicatoren

Criteria en indicatoren zijn instrumenten die gebruikt kunnen worden om duurzaam bosbeheer te conceptualiseren, evalueren en implementeren. Criteria definiëren en karakteriseren de essentiële elementen, evenals een reeks voorwaarden of processen, waaraan duurzaam bosbeheer kan worden getoetst. Periodiek gemeten indicatoren geven de richting van de veranderingen weer in het licht van elk criterium.

Duurzame opbrengst

De productie van een biologische hulpbron (zoals hout of vis) onder beheersprocedures die de vervanging van het geoogste onderdeel door hergroei garandeert of die voor reproductie zorgt voor een volgende oogst.

Ecosysteemdiensten

Al de voordelen die de mens haalt uit ecosystemen.

Effectiviteit van beheer

De effectiviteit van een internationaal beheersregime kan worden geoperationaliseerd volgens zes met elkaar verbonden dimensies, namelijk het oplossen van problemen, het doel bereiken, gedragseffectiviteit, proceseffectiviteit, en constitutieve en evaluatieve effectiviteit. Het oplossen van problemen heeft betrekking op de mate waarin het probleem, waarvoor de oprichting van een internationaal beheersregime wordt gevraagd, opgelost is. Het bereiken van het doel verwijst naar de mate waarin specifieke doelen, zoals bijvoorbeeld vermeld in de principes en standaarden, worden bereikt. Gedragseffectiviteit beoordeelt de mate waarin het regime verschillen in gedrag en praktijken genereert, zoals verschillen in bospraktijken. Proceseffectiviteit evalueert de adoptie van een nieuwe regeling in een regio of land. Constitutieve effectiviteit verwijst naar de aanvaarding van het regime door een grote groep van belanghebbenden. Ten slotte beoordeelt evaluatieve effectiviteit de regeling op basis van een set van criteria zoals efficiëntie, gelijkheid en duurzaamheid.

Facilitatie

Ecologische facilitatie beschrijft hoe een organisme profiteert van de aanwezigheid van een ander organisme. Voorbeelden zijn verpleegplanten die schaduw bieden voor nieuwe zaailingen of jonge boompjes.

Gemeenschappelijke hulpbronnen

Middelen of goederen die problemen van overmatig gebruik of degradatie ondervinden. Hoewel de term nauw verbonden is met middelen die onder gemeenschappelijk eigendom vallen, horen gemeenschappelijke hulpbronnen niet per se onder de bepalingen van de sociale reglementeringen, waarbinnen de gemeenschappelijke goederen vroeger gewoonlijk beheerd werden.

Herbebossing

Het herstel van bestaande of recent verdwenen bossen.

Hysteresis

De afhankelijkheid van een complex systeem niet alleen van de huidige omgeving, maar ook van zijn verleden. Deze afhankelijkheid ontstaat omdat het systeem meer dan één interne toestand kan kennen. Om de toekomstige evolutie te voorspellen moet de interne status of de geschiedenis bekend zijn.

Landgebruiksimpact

Landgebruik en managementpraktijken, ook bosbouw, hebben een grote invloed op de natuurlijke

hulpbronnen, zoals water, bodem, nutriënten, planten en dieren.

Metadata

Data over data. Door het beschrijven van de inhoud en context van databestanden is de kwaliteit van de originele data / files sterk toegenomen.

Millenium Ecosystem Assessment (MEA)

De MEA werd in 2001 opgestart op vraag van de Verenigde Naties, met name secretaris-generaal Kofi Annan in 2000. Het doel was om de gevolgen van ecosysteemverandering voor het menselijk welzijn te begroten en de wetenschappelijke basis te evalueren voor de nodige actie om het behoud en duurzaam gebruik van die systemen en hun bijdrage aan het welzijn van mensen te verbeteren (source: www.maweb.org).

Mitigatie

Mitigatie heeft betrekking op maatregelen om de antropogene uitstoot van broeikasgassen te verminderen.

Oerbossen

Bossen die in hun ontwikkeling niet direct zijn beïnvloed door de mens. Ze worden gevormd door locatiespecifieke boomsoorten, afkomstig uit de biogeografische regio en phytogeographic zone, en vormen specifieke bostypes met hun karakteristieke soortensamenstelling, bijbehorende ruimtelijke structuren, dynamiek en de algemene diversiteit, als resultaat van de postglaciale geschiedenis en de ecologische relaties met hun abiotische omgeving. Boomsoorten zijn aanwezig in verschillende stadia van hun levenscyclus, ook als dood hout (staand en liggend op de grond) in verschillende stadia van verval. De verticale en horizontale structuren kunnen variëren van complex tot onregelmatig, afhankelijk van het bostype, verstoringsregime en de natuurlijke ontwikkelingsdynamiek. Een typisch structureel kenmerk is de aanwezigheid van zeer oude en zeer dikke bomen. De dynamieken van oerbossen zijn verbonden aan de ecologische eigenschappen van de dominante boomsoorten, locatie-factoren en verstoringsregimes.

Ontbossing

Ontbossing is het verwijderen van een bos, waarna het land wordt bezet met een niet-bosgebruik.

Oude bossen

Oude bossen worden gedefinieerd als bossen die al minstens een aantal eeuwen bestaan.

Participatieve bosbouw

Bosbouw waarin samenwerkingsverbanden worden gevormd tussen de staatsbosafdelingen en lokale gemeenschappen om gezamenlijk de bossen te beheren. Momenteel wordt er soms ook een derde, particuliere partner toegevoegd om het beheer duurzaam te laten verlopen. Participatie geeft slechts aan dat de lokale bevolking wordt betrokken bij het beheer.

Publieke goederen

Goederen die niet rivaliserend of uitsluitend zijn. Niet rivaliserend betekent dat de consumptie van een publiek goed de beschikbaarheid van het goed voor anderen niet beïnvloedt. Niet uitsluitend betekent dat niemand kan uitgesloten worden van het gebruikmaken van een publiek goed.

REALU

Reducing Emissions of All Land Uses.

REDD

Reducing Emissions of Deforestation and forest Degradation.

Regimewissel

Snelle verschuiving in een ecosysteem van de ene relatief stabiele toestand naar de andere, als gevolg van fysieke oorzaken zoals klimaat, de menselijke degradatie, etc.

Stadsbosbouw

Stadsbosbouw is de zorgvuldige verzorging en beheer van de stedelijke bossen, dat wil zeggen,

boompopulaties in stedelijke omgevingen, met als doel het verbeteren van het stadsmilieu. Stadsbosbouw benadrukt de rol van bomen als een kritisch onderdeel van de stedelijke infrastructuur.

Toelaatbare oogst

Het volume hout dat in een bepaalde periode kan geoogst worden om de productie op peil te houden.

UNFCCC

United Nations Framework Convention on Climate Change.

REFERENTIES

*: De asterisk duidt zeer interessante werken aan die sterk worden aanbevolen als achtergrondliteratuur.

1. Potschin, M.B. and R.H. Haines-Young, *Ecosystem services: exploring a geographical perspective. Progress in Physical Geography* 2011. **35**: p. 575-594.
- * 2. Constanza, R., et al., *The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature*, 1997. **387**(6630): p. 253-260.
Een van de eerste globale schattingen van economische waarde van ecosystemen wereldwijd.
3. Walpole, M., *Measuring, modeling & mapping of ES, in 4th ESP conference*. 2011: Wageningen.
4. Spangenberg, J.H. and J. Settele, *Precisely incorrect? Monetising the value of ecosystem services. Ecological Complexity*, 2010. **7**: p. 327-337.
5. Seppelt, R., et al., *Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessments based on reviews and case studies. Ecological Indicators*, 2011. In press (doi:10.1016/j.ecolind.2011.09.003).
6. Thompson, I.D., et al., *Forest resilience, biodiversity and climate change, in Secretariat on the Convention of Biological Diversity*. 2009: Montreal.
- * 7. Pretzsch, H., *Diversity and productivity in forests: evidence from long-term experimental plots, in Forest diversity and function: temperate and boreal systems. Ecological studies*, M. Scherer-Lorenzen, C. Körner, and E.-D. Schulze, Editors. 2005, Springer-Verlag: Berlin Heidelberg. p. 41-46.
Het volledige boek van Scherer-Lorenzen et al. is een uitstekende introductie op het thema van biodiversiteitsfuncties in bossen.
8. Körner, C., *An introduction to the functional diversity of temperate forest trees, in Forest diversity and function: temperate and boreal systems. Ecological studies*, M. Scherer-Lorenzen, C. Körner, and E.-D. Schulze, Editors. 2005, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. p. 13-37.
9. Piotta, D., *A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations Forest Ecology and Management*, 2008. **255**: p. 781-786.
10. Vila, M., et al., *Species richness and wood production: a positive association in Mediterranean forests. Ecology Letters*, 2007. **10**: p. 241-250.
11. Loreau, M., et al., *Biodiversity and Ecosystem Functioning: Current Knowledge and Future Challenges. Science*, 2001. **294**: p. 804-808.
12. Tilman, D., et al., *Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment Science*, 2001. **294**: p. 843-845.
13. Harris, J., *Soil microbial communities and restoration ecology: facilitators or followers? Science*, 2009. **325**: p. 573-574.
14. Kardol, P. and D.A. Wardle, *How understanding aboveground-belowground linkages can assist restoration ecology. Trends in Ecology & Evolution*, 2010. **25**: p. 670-679.
15. Lovelock, C.E. and J.J. Ewel, *Links between tree species, symbiotic fungal diversity and ecosystem functioning in simplified tropical ecosystems. New Phytologist* 2005. **167**: p. 219-228.
16. Verheyen, K., et al., *Can complementarity in water use help to explain diversity-productivity relationships in experimental grassland plots? Oecologia*, 2008. **156**: p. 351-361.
17. Scherer-Lorenzen, M., et al., *Exploring the functional significance of forest diversity: A new long-term experiment with temperate tree species (BIOTREE). Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 2007. **9**: p. 53-70.
18. Isbell, F., et al., *High plant diversity is needed to maintain ecosystem services. Nature*, 2011. **477**: p. 199-202.
19. Worster, D., *The Intrinsic Value of Nature. Environmental Review* 1980. **4**: p. 43-49.
20. Delière, G. and S. Neuteleers, *Moet biodiversiteit nuttig zijn. Ecosysteemdiensten versus natuurervaring. Natuurfocus* 2011. **10**: p. 77-80.
21. da Fonseca, G.A.B., *No Forest Left Behind. PLoS Biology*, 2007. **5**: p. 1645-1646.
22. Griscom, B., *Sensitivity of amounts and distribution of tropical forest carbon credits depending on baseline rules. Environmental Science & Policy*, 2009. **12**: p. 897-911.

23. Geist, H.J. and E.F. Lambin, *Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation*. *Bioscience*, 2002. **52**(2): p. 143-150.
 24. Rudel, T.K., *Forest transitions: towards a global understanding of land use change*. *Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 2005. **15**: p. 23-31.
 25. van Noordwijk, M., *Facilitating agroforestation of landscapes for sustainable benefits: Tradeoffs between carbon stocks and local development benefits in Indonesia according to the FALLOW model*. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2008. **126**: p. 98-112.
 26. Chomitz, K.M., *At loggerheads? : Agricultural expansion, poverty reduction, a. environment in the tropical forests*. 2007: Washington, D.C. p. 284.
 27. Martin-Benito, D., et al., *Growth responses of West-Mediterranean Pinus nigra to climate change are modulated by competition and productivity: Past trends and future perspectives*. *Forest Ecology and Management*, 2011. **262**: p. 1030-1040.
 - * 28. Boisvenue, C. and S.W. Running, *Impacts of climate change on natural forest productivity - evidence since the middle of the 20th century*. *Global Change Biology*, 2006. **12**(5): p. 862-882.
- Een bewijs van de impacten van klimaatsverandering op bosproductie sinds het midden van de twintigste eeuw, gestoffeerd met een overzicht van de literatuur.
29. Charru, M., et al., *Recent changes in forest productivity: an analysis of national forest inventory data for common beech (Fagus sylvatica L.) in north-eastern France*. *Forest Ecology and Management*, 2010. **260**: p. 864-874.
 30. Jump, A.S., J.M. Hunt, and J. Penuelas, *Rapid climate change-related growth decline at the southern range edge of Fagus sylvatica*. *Global Change Biology*, 2006. **12**(11): p. 2163-2174.
 31. Laubhann, D., et al., *The impact of atmospheric deposition and climate on forest growth in European monitoring plots: An individual tree growth model*. *Forest Ecology and Management*, 2009. **258**(8): p. 1751-1761.
 32. Braun, S., et al., *Does nitrogen deposition increase forest production? The role of phosphorus*. *Environmental Pollution*, 2010. **158**(6): p. 2043-2052.
 33. de Vries, W., et al., *Ecologically implausible carbon response? Nature*, 2008. **451**(7180): p. E1-E3.
 34. Huang, J.G., et al., *Response of forest trees to increased atmospheric CO₂*. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 2007. **26**(5-6): p. 265-283.
 35. Bréda, N., et al., *Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of ecophysiological responses, adaptation processes and long-term consequences*. *Annals of Forest Science*, 2006. **63**(6): p. 625-644.
 36. Friedrichs, D.A., et al., *Species-specific climate sensitivity of tree growth in central-west Germany*. *Trees-Structure and Function*, 2009. **23**(4): p. 729-739.
 37. Mund, M., et al., *The influence of climate and fructification on the inter-annual variability of stem growth and net primary productivity in an old-growth, mixed beech forest*. *Tree Physiology*, 2010. **30**(6): p. 689-704.
 38. Kint, V., et al., *Radial growth change of temperate tree species in response to altered regional climate and air quality in the period 1901-2008*. *Climatic Change*, under review.
 - * 39. Lindner, M., et al., *Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems*. *Forest Ecology and Management*, 2010. **259**(4): p. 698-709.
- Dit document compileert en synthetiseert de bestaande kennis over de waargenomen en verwachte gevolgen van klimaatverandering op bossen in Europa.
40. Vrska, T., et al., *The Boubín virgin forest after 24 years (1972-1996) - development of tree layer*. *Journal of Forest Science*, 2001. **47**: p. 1-20.
 41. Veen, P., et al., *Virgin forests in Romania and Bulgaria: results of two national inventory projects and their implication for protection*. *Biodiversity and Conservation*, 2010. **19**: p. 1805-1819.
 42. Hermy, M., et al., *An ecological comparison between ancient and other forest plant species of Europe, and the implications for conservation*. *Biological Conservation*, 1999. **91**: p. 9-22.
 43. Peterken, G.F., *A method of assessing woodland flora for conservation using indicator species*. *Biological Conservation*, 1974. **6**: p. 239-245.
 44. Rackham, O., *Ancient woodland, its history, vegetation and uses in England*. 1980, London: Arnold.

- * 45. Verheyen, K., et al., *Response of forest plant species to land-use change: a life history trait-based approach. Journal of Ecology* 2003. **91**: p. 563-577.

Het beste overzicht van de oude bosplanten in zowel Europa als het noordoosten van de Verenigde Staten. Met een *life history trait*-gebaseerde analyse biedt het een helder inzicht in het fenomeen.

46. Peterken, G.F. and M. Game, *Historical factors affecting the number and distribution of vascular plant species in the woodlands of central Lincolnshire. Journal of Ecology*, 1984. **72**: p. 155-182.
47. Baeten, L., M. Hermy, and K. Verheyen, *Environmental limitation contributes to the differential colonization capacity of two forest herbs. Journal of Vegetation Science*, 2009. **20**: p. 209-223.
48. Asmann, T., *The ground beetle fauna of ancient and recent woodlands in the lowlands of north-west Germany (Coleoptera, Carabidae). Biodiversity and Conservation*, 1999. **8**: p. 1499-1517.
49. De Keersmaecker, L., et al., *Ecosysteemvisie bos Vlaanderen, ruimtelijke uitwerking van de natuurlijke bostypes op basis van bodemgroeperingseenheden en historische boskaarten*. 2001, AMINAL, afd. Natuur. p. 109.
50. Peterken, G.F., *Habitat conservation priorities in British and European woodlands. Biological Conservation*, 1977. **11**: p. 223-236.
51. Kirby, K.J., et al., *The ancient woodland inventory in England and its uses*, in *The ecological history of European forests*, K.J. Kirby and C. Watkins, Editors. 1998, CABI: Wallingford, UK. p. 323-336.
52. Lorber, D. and D. Vallauri, *Contribution à l'analyse des forêts anciennes de Méditerranée. 1. Critères et indicateurs du gradient de naturalité*. 2007, WWF: Marseille. p. 95.
53. Vallauri, D., et al., *Contribution à l'analyse des forêts anciennes de Méditerranée. 2. Critères et indicateurs d'empreinte humaine*. 2009, WWF: Marseille. p. 62.
54. Bossuyt, B., M. Hermy, and S. Deckers, *Migration of herbaceous plant species across ancient-recent forest ecotones in central Belgium. Journal of Ecology*, 1999. **87**: p. 628-638.
- * 55. Hewitt, N., et al., *Taking stock of the assisted migration debate. Biological Conservation* 2011. **144**: p. 2560-2572.

Het meest recente overzicht van het levendige, vaak waarde-beladen debat over het gebruik van ondersteunde migratie, de belangrijkste belemmeringen voor consensus, en de aanbevelingen voor beleid, planning of uitvoering in de literatuur.

56. Solé, R. and J. Montoya, *Complexity and fragility in ecological networks. Proc. Roy. Soc. London* 2001. **268**: p. 2039-2045.
57. Walker, B., et al., *Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. Ecology and Society*, 2004. **9**: p. 5.
58. Arthur, B. *On the evolution of complexity*. in *Complexity, metaphors, models and reality. Santa Fe Institute studies in the sciences of complexity*. 1994.
59. Schneider, E.D. and J.J. Kay, *Life and manifestation of the second law of thermodynamics. Mathematical and computer modelling*, 1994. **19**: p. 25-48.
60. Dewulf, J., et al., *Exergy: its potential and limitations in environmental science and technology. Environmental Science & Technology*, 2008. **42**(7): p. 2221-2232.
61. Holling, C.S., *Understanding complexity of economic, ecological and social systems. Ecosystems*, 2001. **4**: p. 390-405.
- * 62. Scheffer, M., et al., *Catastrophic shifts in ecosystems. Nature*, 2001. **413**: p. 591-596.

Klassieke inleiding tot het complexe niet-lineaire gedrag van ecosystemen.

- * 63. Homer-Dixon, T., *The upside of down, catastrophe, creativity and the renewal of civilisation*. 2006: Island press.

Uitstekend boek over complexe systemen en de toekomst van de menselijke samenleving.

64. Holling, C.S., *Forest insect, forest fires and resilience*, in *Fire Regimes and Ecosystem Properties USDA Forest Service General Technical Report*, H. Mooney, et al., Editors. 1980.
65. Staver, A.C., S. Archibald, and S.A. Levin, *The Global Extent and Determinants of Savanna and Forest as Alternative Biome States. Science*, 2011. **334**: p. 230-232.
66. Mintzberg, H., *The rise and fall of strategic planning: reconceiving roles for planning, plans and planners*. 1994, New York: Free press.
67. Suding, K.N. and R.J. Hobbs, *Threshold models in restoration and conservation: a developing framework. Trends in Ecology and Evolution*, 2010. **24**: p. 271-279.

68. Andersen, T., et al., *Ecological thresholds and regime shifts: approaches to identification. Trends in Ecology and Evolution*, 2008. **24**: p. 49-57.
 69. Puettmann, K.J., K.D. Coates, and C. Messier, *A Critique of Silviculture. Managing for Complexity*. 2009, Washington: Island Press.
 70. Holvoet, B. and B. Muys, *Sustainable Forest Management Worldwide: A Comparative Assessment of Standards. International Forestry Review*, 2004. **6**: p. 99-122.
 71. Lammerts van Bueren, E.M. and E.M. Blom, *Hierarchical Framework for the Formulation of Sustainable Forest Management Standards, Principles, Criteria, Indicators*. 1997, Tropenbos Foundation: Wageningen.
 - * 72. Maes, W.H., et al., *A quantitative indicator framework for stand level evaluation and monitoring of environmentally sustainable forest management. Ecological Indicators*, 2011. **11**: p. 468-479.
- Dit document beschrijft mooi het proces van het selecteren, testen en operationaliseren van een indicatorenset voor duurzaamheidsevaluaties in bosbouw.
73. Lindner, M., et al., *ToSIA - A Tool for sustainability impact assessment of forest-wood-chains. Ecological Modelling*, 2009. **221**: p. 2197-2205.
 74. Muys, B., et al., *Simulation tools for decision support to adaptive forest management in Europe. Forest Systems*, 2010. **19**: p. 86-99.
 75. Van Orshoven, J., et al., *Upgrading geographic information systems to spatial decision support systems. Mathematical and Computational Forestry and Natural Resources Science*, 2011. **3**: p. 36-41.
 76. Vandenbroucke, D., et al., *A network perspective on spatial data infrastructures: Application to a sub-national SDI in Belgium. Transactions of GIS* 2009. **13**: p. 105-122.
 77. Janssen, S., et al., *Spatial interpolation of air pollution measurements using CORINE land cover data. Atmospheric Environment* 2008. **42**: p. 4884-4903.
 78. Teillet, P.M., R.P. Gauthier, and A. Chichagov, *Towards integrated earth sensing: The role of in situ sensing.*, in *Real-Time Information Technology for Future Intelligent Earth Observing Satellites*. 2003, Hierophantes Pub: Pottstown, PA. p. 19-30.
 79. EU, *Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE). Official Journal of the European Union*, 2007. **L108**: p. 1-14.
 80. Ellis, E.A. and L. Porter-Bolland, *Is community-based forest management more effective than protected areas?: A comparison of land use/land cover change in two neighboring study areas of the Central Yucatan Peninsula, Mexico. Forest ecology and management* 2011. **256**: p. 1971-1983.
 81. Blomley, T., et al., *Seeing the wood for the trees: an assessment of the impact of participatory forest management on forest condition in Tanzania. Oryx*, 2008. **43**: p. 380-391.
 82. Benjaminsen, T. and C. Lund, *Politics, property and production in the West-African Sahel. Understanding natural resource management*. 2001, Nordiska Afrikainstitutet: Uppsala.
 83. Hildyard, N., et al., *Pluralism, participation and power: joint forest management in India*, in *Participation: the new tyranny?*, B. Cooke and U. Kothari, Editors. 2001, Zed Books: London.
 84. Fortwangler, *Friends with money: private support for a national park in the US Virgin Islands. Conservation and Society* 2007. **5**: p. 504-533.
 85. Gibson, C., F.E. Lehoucq, and J.T. Williams, *Does privatization protect natural resources? Property rights and forests in Guatemala. Social Science Quarterly* 2002. **83**: p. 206-225.
 86. Greenough, P. and A. Tsing, *Nature in the Global South: environmental projects in South and South East Asia*. 2003, Durham, NC: Duke University Press.
 87. Russell, D., P. Mbile, and N. Tchamou, *Farm and forest in Central Africa: Toward an Integrated Rural Development Strategy. Journal of Sustainable Forestry*, 2011. **30**: p. 111-132.
 88. Ribot, J.C., C. Lund, and T. Treue, *Democratic decentralization in sub-Saharan Africa: its contribution to forest management, livelihoods, and enfranchisement. Environmental Conservation*, 2010. **37**: p. 35-44.
 89. Brown, K., *Innovations for conservation and development. The Geographical Journal*, 2002. **168**: p. 6-17.
 90. Hulme, D. and M. Murphree, *African wildlife & livelihoods : the promise & performance of community conservation*. 2001, Portsmouth & Oxford: Heinemann & James Currey.
 91. NCCR North-South, *Conservation in protected areas: do local people benefit? Evidence for policy 1*, 2009.
 92. Gray, L., *Decentralization, land policy, and the politics of scale in Burkina Faso*, in *Globalization and new geographies of conservation*, K. Zimmerer, Editor. 2006, University of Chicago Press: Chicago & London.

93. Brockington, D., *Forests, Community Conservation, and Local Government Performance: The Village Forest Reserves of Tanzania. Society and Natural Resources*, 2007. **20**: p. 835-848.
94. Lyster, R., *REDD+, transparency, participation and resource rights: the role of law. Environmental science & policy* 2011. **14**: p. 118-126.
95. Phelps, J., A.L. Webb, and A. Agrawal, *Does REDD+ threaten to recentralize forest governance? science*, 2011. **328**: p. 312-313.
96. Agarwal, B., *Participatory exclusions, community forestry, and gender: An analysis for South Asia and a conceptual framework. World Development*, 2001. **29**: p. 1623-1648.
97. Poppe, J., *The local conservationist. Community-based natural resource management in Burkina Faso's periphery of park W. forthcoming*, K.U.Leuven: Leuven.
98. Zougouri, S., *Derrière la vitrine du développement. Aménagement forestier et pouvoir local au Burkina Faso*. 2008, Uppsala: Uppsala Universitet.
99. Dove, M.R., *Indigenous people and environmental politics. Annual Review of Anthropology* 2006. **35**: p. 191-208.
100. Igoe, J., *Global indigenism and spaceship earth: convergence, space and re-entry friction. Globalizations*, 2005. **2**: p. 377-390.
101. Li, T.M., *Articulating indigenous identity in Indonesia: Resource politics and the tribal slot. Comparative Studies in Society and History* 2000. **42**: p. 149-179.
102. Li, T.M., *Engaging simplifications: community-based resource management, market processes and state agendas in Upland South-East Asia. World Development* 2002. **30**: p. 265-383.
103. Brosius, J.P., A.L. Tsing, and C. Zerner, *Communities and Conservation: Histories and Politics of Community-Based Natural Resource Management*. 2005, Lanham: Altamira Press.
104. Agrawal, A. and C.C. Gibson, *Enchantment and disenchantment: the role of community in natural resource conservation. World Development* 1999. **27**: p. 629-649.
- * 105. Rayner, J., A. Buck, and P. Katila, *Embracing complexity: meeting the challenges of international forest governance. A global assessment report prepared by the global forest expert panel on the international forest regime*, in *IUFRO World Series*. 2010: Vienna.
 State of the art beoordeling van de huidige ontwikkelingen in en uitdagingen voor het internationale bosbouwbeleid door de meest toonaangevende sociaal-wetenschappelijke experts in het veld.
106. Raubenheimer, S., *Facing climate change. Building South Africa's Strategy*. 2011, Cape Town: Idasa, Unity Press.
107. Mustalahti, I. and J.F. Lund, *Where and how can participatory forest management succeed? Learning from Tanzania, Mozambique, and Laos Society and Natural Resources*, 2010. **23**: p. 31-44.
108. Dondeyne, S., et al., *Soils and vegetation of Angai forest: ecological insights from a participatory survey in South Eastern Tanzania African Journal of Ecology*, 2004. **42**: p. 198-207.
109. De Waal, D., *Setting precedents in the Hangai forest. Forests, Trees and People Newsletter* 2001. **44**: p. 42-46.
110. Neumann, R.P. and E. Hirsh, *Commercialization of non-timber forest products: Review and analysis of research*. 2000, CIFOR & FAO: Indonesia.
111. Aubertin, C., F. Pinton, and V. Boisvert, *Les marchés de la biodiversité*. 2007, Paris: IRD.
112. Cock, J., *The war against ourselves. Nature, power, and justice*. 2007, Johannesburg: Wits University Press.
113. Binns, T. and E. Nel, *Tourism as a local development strategy in South Africa. The geographical journal*, 2002. **168**: p. 235-247.
114. Zeppel, H.D., *Indigenous Ecotourism. Sustainable Development and Management*. 2006, Cairns, Australia: James Cook University.
115. Russell, A. and G. Wallace, *Irresponsible ecotourism. Anthropology Today*, 2004. **20**.
116. Duffy, R., *Shadow players: Ecotourism development, corruption and state politics in Belize. Third World Quarterly*, 2000. **21**: p. 549-565.
117. Igoe, J., K. Neves, and D. Brockington, *A Spectacular Eco-Tour around the Historic Bloc Theorising the Convergence of Biodiversity Conservation and Capitalist Expansion. Antipode*, 2010. **42**: p. 486-512.
118. Peterson, R.B., et al., *Seeing (and Doing) Conservation Through Cultural Lenses. Environmental Management*, 2010. **45**: p. 5-18.
119. European Commission, *Forestry in the EU and the world - a statistical portrait*. 2011, Eurostat.

- * **120.** Mantau, U., et al., *EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests*. 2010: Hamburg. p. 160.

Het EUwood project biedt een gedetailleerde en transparante inschatting van de toekomstige potentiële houtbevoorrading in Europa.

121. Lehtimäki, J. and J. Nurmi, *Energy wood harvesting productivity of three harvesting methods in first thinning of scots pine (Pinus sylvestris L.)*. *Biomass & Bioenergy*, 2011. **35**(8): p. 3383-3388.
122. André, F., M. Jonard, and Q. Ponette, *Biomass and nutrient content of sessile oak (Quercus petraea (Matt.) Liebl.) and beech (Fagus sylvatica L.) stem and branches in a mixed stand in southern Belgium*. *Science of the Total Environment*, 2010. **408**(11): p. 2285-2294.
123. Blanco, J.A., et al., *Sustainability of Forest Management Practices: Evaluation Through a Simulation Model of Nutrient Cycling*. *Forest Ecology and Management*, 2005. **213**(1-3): p. 209-228.
124. Duchesne, L. and D. Houle, *Impact of Nutrient Removal Through Harvesting on the Sustainability of the Boreal Forest*. *Ecological Applications*, 2008. **18**(7): p. 1642-1651.
125. Walmsley, J., et al., *Whole tree harvesting can reduce second rotation forest productivity*. *Forest Ecology and Management*, 2009. **257**: p. 1104-1111.
126. Rees, W.E., *Urban ecosystems: the human dimension*. *Urban Ecosystems* 1997. **1**: p. 63-75.
127. EEA, *Urban sprawl in Europe: the ignored challenge*. 2006, EEA: Copenhagen.
128. Tratalos, J., et al., *Urban form, biodiversity potential and ecosystem services*. *Landscape and Urban Planning* 2007. **83**: p. 308-317.
129. Miller, J.R., *Biodiversity conservation and the extinction of experience*. *Trends Ecology and Evolution*, 2005. **20**: p. 430-434.
130. Dye, C., *Health and urban living*. *science*, 2008. **319**: p. 766-768.
131. TDAG, *No trees, no future. Trees in the urban realm*, in *Report The Trees and Design Action Group*. 2008.
132. Manning, A.D., J. Fischer, and D.B. Lindenmayer, *Scattered trees are keystone structures - implications for conservation*. *Biological Conservation* 2006. **132**: p. 311-321.
133. Maco, S.E. and G. McPherson, *A practical approach to assessing structure, function, and value of street tree populations in small communities*. *Journal of Arboriculture*, 2003. **29**: p. 84-97.
134. Nowak, D.J., et al., *Assessing urban forest effects and value, Chicago's urban forest*, in *Report US State Forestry*. 2010.
135. de Vries, S., J. Maas, and H. Kramer, *Effecten van nabije natuur op gezondheid en welzijn; mogelijke mechanismen achter de relatie tussen groen in de woonomgeving en gezondheid*. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. Wotrapport, 2009. **91**: p. 83 pp.
136. McPherson, E.G., *A benefit-cost analysis of ten tree species in Modesto, California, U.S.* *Journal of Arboriculture*, 2003. **29**: p. 1-8.
- * **137.** Wolf, K.L. and L.E. Kruger, *Urban forestry research needs: a participatory assessment process*. *Journal of Forestry*, 2010. **108**: p. 39-44.

Een zeldzaam voorbeeld van het participatieve stakeholder proces om het onderzoek in stadsbosbouw en de nood aan technologie-overdracht te verkennen en te begrijpen.

138. Palmer, M., et al., *Ecology for a Crowded Planet*. *Science*, 2004. **304**: p. 1251-1252.
139. Jensen, A.A., et al., *Life Cycle Assessment. A guide to approaches, experiences and information sources*. 1997, European Environment Agency. p. 121.
140. Swarr, T.E., et al., *Environmental life-cycle costing: a code of practice*. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 2011. **16**: p. 389-391.
- * **141.** EC JRC, *ILCD handbook - International reference life cycle data system*. 2010, EC JRC: Ispra.
Het meest recente, meest allesomvattende handboek dat je begeleidt bij het uitvoeren van een volledige, state-of-the-art levenscyclusanalyse.
142. Buytaert, V., et al., *Towards integrated sustainability assessment for energetic use of biomass: A state of the art evaluation of assessment tools*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2011. **15**: p. 3918-3933.
143. Mila i Canals, L., J. Romanya, and S.J. Cowell, *Method for assessing impacts on life support functions (LSF) related to the use of 'fertile land' in Life Cycle Assessment (LCA)*. *Journal of Cleaner Production*, 2007. **15**: p. 1426-1440.

144. Koellner, T. and R.W. Scholz, *Assessment of land use impacts in the natural environment - Part 2 Generic characterization factors for local species diversity in central Europe. International Journal of Life Cycle Assessment*, 2007. **13**: p. 32-48.
145. Koellner, T. and R.W. Scholz, *Assessment of land use impacts on the natural environment - Part 1 An analytical framework for pure land occupation and land use change. International Journal of Life Cycle Assessment*, 2007. **12**: p. 16-23.
146. Achten, W.M.J., E. Mathijs, and B. Muys. *Proposing a life cycle land use impact calculation methodology. in Proceedings of the 6th International Conference on LCA in the Agri-Food Sector - Towards a sustainable management of the food chain. 2009. Zurich, Switzerland: Agroscope Reckenholz-Tänikon Research Station.*
- * 147. Meyfroidt, P. and E.F. Lambin, *The causes of reforestation in Vietnam. Land Use Policy*, 2008. **25**: p. 182-197.
 Baanbrekende werk over herbebossing, de impact van de wereldmarkten en ontbossing elders.
- * 148. Van Noordwijk, M. and P. Minang, *If we cannot define it, we cannot save it, in Forests and Climate Change: adaptation and mitigation. 2009, European Tropical Forest Research Network (ETFRN). p. 5-10.*
 Deze hele, zeer leesbaar speciale editie van ETFRN geeft een duidelijk zicht op hoe een beter beheer van het landgebruik kan bijdragen aan het tegengaan van klimaatmitigatie en -adaptatie
149. Jianchu, X., *China's new forests aren't as green as they seem. Nature*, 2011. **477**: p. 371.
150. Ekadinata, A., et al., *Reducing emissions from deforestation, inside and outside the 'forest', in ASB PolicyBrief 16. 2010, ASB Partnership for the Tropical Forest Margins: Nairobi, Kenya.*
- * 151. Guariguata, M.R., R. Nasi, and M. Kanninen, *Forest degradation: it is not a matter of new definitions. Conservation Letters*, 2009. **2**: p. 286-287.
 Dit is een wetenschappelijk artikel van CIFOR (Center for International Forestry Research) dat de huidige focus op bosdefinitie in de klimaatsonderhandelingen in vraag stelt.
152. Verbist, B., P. Moonen, and B. Muys, *The undervalued role of ecosystem carbon in climate change mitigation, in KLIMOS Policy Brief 1. 2011, KLIMOS: Leuven.*
- * 153. OECD, *Integrating Climate Change Adaptation into Development Co-operation: Policy Guidance. 2009, OECD: Paris.*
 Een interessante gids voor mensen die werken in de ontwikkelingssector.
- * 154. Waas, T. and J. Hugé, *Developing an Environmental Sustainability Toolkit to Integrate Climate Change Issues in Development Cooperation, in Climate Change and the Sustainable Use of Water Resources. Climate Change Management, W. Leal Filho, Editor. 2012, Springer Berlin Heidelberg: Berlin. p. 401-413.*
 Dit hoofdstuk beschrijft de beschikbare KLIMOS Environmental Sustainability toolkit. Je kan de toolkit zelf uitproberen op www.kuleuven.be/klimos of www.vub.ac.be/klimostoolkit
- * 155. WRI/UNEP/World Bank, *World Resources 2010-2011: Decision Making in a Changing Climate-Adaptation Challenges and Choices. 2011, World Resources Institute: Washington.*
 Dit verslag geeft een overzicht van feitelijke casussen. Het bevat verhalen van verschillende geslaagde en misluktegeteste benaderingen voor adaptatie aan klimaatsverandering.
156. Akinnifesi, F.K., et al., *Fertiliser trees for sustainable food security in the maize-based production systems of East and Southern Africa. A review. Agronomy for Sustainable Development*, 2010. **30**: p. 615-629.
157. Leopold, A., *A Sand County Almanac. 1968, Oxford University Press: Oxford. p. 224-225.*
158. Schepers, D.H., *Challenges to legitimacy at the forest stewardship council. Journal of Business Ethics*, 2010. **92**: p. 279-290.
- * 159. Rolston III, H. and J. Coufal, *A Forest Ethic and Multivalue Forest Management. Journal of Forestry*, 1991. **89**: p. 35-40.
 In dit historische artikel maakt Rolston een scherp onderscheid tussen het bekijken van een bos als een grondstof of als een gemeenschap. Multifunctionaliteit wordt verbonden met meerdere waarden.
160. Chan, W.Y. and C.Y. Jim, *Assessment and valuation of the ecosystem services provided by urban forests, in Ecology, planning, and management of urban forests: International perspectives, M. Carreiro and et al., Editors. 2008, Springer: Dordrecht. p. 53-83.*
161. Okereke, C. and K. Dooley, *Principles of justice in proposals and policy approaches to avoided deforestation. Towards a post-Kyoto climate agreement. Global Environmental Change-Human and Policy Dimensions*, 2010. **20**: p. 82-95.

- * **162.** *Randalls, S., Broadening debates on climate change ethics: beyond carbon calculation. The Geographical Journal, 2011. 177: p. 127-137.*

In dit artikel roept Randalls belangrijke ethische vragen op over internationale strategieën om de uitstoot van kooldioxide te verminderen door markten, omdat de klimaatverandering "evenzeer een culturele, morele kwestie lijkt te zijn als een technische uitdaging"

163. *Rayner, J., A. Buck, and P. Katila, Embracing Complexity: Meeting the Challenges of International Forest Governance. A Global Assessment, in Report by the Global Forest Expert Panel on the International Forest Regime. International Union of Forest Research Organizations. 2011.*
164. *European Commission, Report on the stakeholder consultation concerning the commission green paper on forest protection and information. COM (2010) 66 final. Brussels; Report on the Commission Green Paper on forest protection and information in the EU: preparing forests for climate change. 2011.*
165. *European Commission, Sustainable Forestry and the European Union. Initiatives of the European Commission. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities; ITTO (2008) Developing Forest Certification. ITTO Technical series #29. 2003.*
166. *ITTO, Annual Review and Assessment of the World Timber Situation 2008. 2009.*
167. *Conroy, M., Branded! How the Certification Revolution is Transforming Global Corporations. 2007, Gabriola Island, BC.: New Society Publishers.*
168. *Bartley, T., Certifying forests and factories: States, social movements, and the rise of private regulation in the apparel and forest products fields. Politics and Society, 2003. 31: p. 433-464.*
169. *Bartley, T., Institutional Emergence in an Era of Globalization: The Rise of Transnational Private Regulation of Labor and Environmental Conditions. American Journal of Sociology, 2007. 113: p. 297-351.*
170. *Bartley, T., Certification as a mode of Social Regulation, in Handbook on the Politics of Regulation, D. Levi-Faur, Editor. 2011, Edward Elgar.*
- ***171.** *Cashore, B., G. Auld, and D. Newsom, Governing Through Markets. Forest Certification and the Emergence of Non-state Authority. 2004, New Haven, CT: Yale University Press.*

Uitstekende verhandeling over het ontstaan en het potentieel van de certificering van bossen als een internationaal beleids- en bosbouwinstrument.
172. *Meidinger, E., Forest Certification as a Global Civil Society Regulatory Institution, in Social and Political Dimensions of Forest Certification, E. Meidinger, C. Elliott, and G. Oesten, Editors. 2003, Forstbuch Verlag: Remagen-Oberwinter, Germany. p. 265-292.*
173. *Vogel, D., Private Global Business Regulation. Annual Review of Political Science, 2008. 11: p. 261-282.*
174. *Abbott, K.W. and D. Snidal, Strengthening International Regulation Through Transnational New Governance: Overcoming the Orchestration Deficit. Vanderbilt Journal of Transnational Law, 2009. 42: p. 501-578.*
175. *Gereffi, G., R. Garcia-Johnson, and E. Sasser, The NGO-Industrial Complex. Foreign Policy 2001. 125: p. 56-65.*
176. *Marx, A., Global Governance and the Certification Revolution: Types, Trends and Challenges, in Handbook on the Politics of Regulation, D. Levi-Faur, Editor. 2011, Edward Elgar*
177. *Van Waarden, F., Varieties of Private Market Regulation: Problems & Prospects, in Handbook on the Politics of Regulation, D. Levi-Faur, Editor. 2011, Edward Elgar.*
178. *Cashore, B., et al., Can Non state Governance 'Ratchet Up', Global Environmental Standards? Lessons from the Forest Sector. Review of European Community & International Environmental Law, 2007. 16: p. 158-172.*
179. *Overdevest, C., Comparing Forest Certification Schemes: The Case of Ratcheting Standards in the Forest Sector. Socio-Economic Review, 2010. 8: p. 47-76.*
180. *Auld, G., L. Gulbrandsen, and C. McDermott, Certification Schemes and the Impacts on Forests and Forestry. Annual Review of Environment and Resources, 2008. 33: p. 187-211.*
181. *Marx, A. and D. Cuypers, Forest certification as a global environmental governance tool: What is the impact of the Forest Stewardship Council? Regulation & Governance, 2010. 4: p. 408-434.*
182. *Mechel, F., et al., Public Procurement and Forest Certification: Assessing for Policy, Law, and International Trade. 2006, Eco-Logic in association with Chatham House: Berlin.*
183. *Dingwerth, K., North-South Parity in Global Governance: The Affirmative Procedures of the Forest Stewardship Council. Global Governance, 2008. 14: p. 53-71.*

184. Cashore, B., et al., *Confronting Sustainability: Forest Certification in developing and transitioning countries*. Environment, 2006. **48**: p. 6 - 25.
185. Pattberg, P., *Private Governance and the South: Lessons from Global Forest Politics*. Third World Quarterly, 2006. **27**: p. 579-793.
186. Karmann, M. and A. Smith, *FSC Reflected in Scientific and Professional Literature. Literature Study on the Outcomes and Impacts of FSC Certification*. 2009, FSC: Bonn.
187. Ebeling, E. and M. Yasue, *The effectiveness of market-based conservation in the tropics: Forest certification in Ecuador and Bolivia*. Journal of Environmental Management, 2009. **90**: p. 1145-1153.
188. Carrera, F., et al., *Forest certification in Guatemala*, in *Confronting sustainability: forest certification in developing and transitioning countries*, B. Cashore, et al., Editors. 2006, Yale School of Forestry and Environmental Studies: New Haven, Connecticut, USA. p. 363-406.
189. Gulbrandsen, L.H., *The effectiveness of non-state governance schemes: a comparative study of forest certification in Norway and Sweden*. Int. Environ. Agree. Polit. Law Econ., 2005. **5**: p. 125-149.
190. Hirschberger, P., *WWF European Forest Programme (2005): The Effects of FSC-certification in Estonia, Germany, Latvia, Russia, Sweden & the United Kingdom: An analysis of Corrective Action Requests 2008*.
191. Cerutti, P.O., et al., *Legal vs. certified timber: Preliminary impacts of forest certification in Cameroon*. Forest Policy and Economics, 2011. **13**: p. 184-190.
192. European Commission, *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. Reporting on the implementation of the EU Forestry Strategy*. COM (2005) 84 final. Brussel. 2005.
193. Wouters, J., A. Marx, and N. Hachez, *Private Standards, Global Governance and Transatlantic Cooperation. The Case of Global Food Safety Governance*, in *Handling Global Challenges. Managing Biodiversity/Biosafety in a Global World EU, US, California and Comparative Perspectives*, J. Swinnen, et al., Editors. 2009, Leuven Centre for Global Governance Studies: Leuven.
194. Marx, A. and D. Cuypers, *Halting Deforestation and Forest Certification. What is the macro-impact of the Forest Stewardship Council*, in *KLIMOS Working Paper 1*. 2011: Leuven.