

meenschappelijk taal. Al moet je die wel leren en bijhouden wil je er wat aan hebben.

LCA is een goed hulpmiddel voor EMAS, een steeds meer gebruikt milieu management systeem. Dit schrijft voor dat je milieu mee moet nemen vanaf het begin van je product ontwikkeling.

LCA biedt de mogelijkheid om informatie te geven over een product, bijvoorbeeld ecolabels.

De methode is nog volop in ontwikkeling en het loont dus om bij die discussie betrokken te zijn en niet achteraf met de resultaten opgescheept te zitten. Zo is de discussie rond landgebruik in LCA nog volop bezig. De uitkomst daarvan zal zeker gevolgen hebben voor de vergelijking met concurrerende materialen.

Rol voor de brancheorganisatie

Het biedt een aantal voordelen om LCA als branche op te pakken.

Ten eerste zal het de kwaliteit van beschikbare gegevens en een juiste benadering van de productiesystemen ten goede komen want de branche beschikt over de nodige inhoudelijke vakkennis en zal geen moeite hebben met een goede systeembeschrijving. Bovendien is het voordeel van zelf gegevens verzamelen en LCA kennis opbouwen, dat er een gegede basis is om discussies over milieuaspecten aan te gaan. Onafhankelijk van derden kunnen de basisgegevens steeds opnieuw gebruikt worden om informatie te geven waaraan in verschillende situaties behoefte is.

Het als branche verzamelen van gegevens biedt ook mogelijkheden om te zien hoe een bepaalde producent het doet ten opzichte van het gemiddelde. Dit kan voorkomen dat producenten tegen elkaar uitgespeeld worden. De branche krijgt ook de mogelijkheden om op nieuwe ontwikkelingen in te spelen die de branche als geheel aangaan, waardoor je beter voor de belangen van de leden op kan komen. Aanpak door de branche betekent bovendien dat de kosten gedeeld kunnen worden.

De ontwikkelingen rond duurzaamheid bieden een prachtige kans aan de bosbouw, omdat in toenemende mate, naast milieu en economie, aandacht gevraagd wordt voor sociale, maatschappelijke invloeden.

Han van Dobben, Alterra

Ecologische aspecten van landgebruik: LCA en biodiversiteit

Doel van levenscyclus-analyse (LCA) is het in kaart brengen van alle milieu-effecten van productie en gebruik van objecten, vanaf de winning van grondstoffen tot de verwijdering van het object als afval. Veelal wordt hierbij aandacht besteed aan aspecten als verontreiniging en beslag op energie en grondstoffen. Sommige bouwmaterialen zoals zand, grind en hout vragen voor hun productie weinig energie en leveren weinig verontreiniging, maar vergen wel een groot oppervlak. Dit oppervlak is dan niet meer beschikbaar voor de 'natuurlijke' biodiversiteit. Doel van deze studie was na te gaan of het mogelijk is dit aspect van biodiversiteit mee te nemen in LCA

studies. De studie werd uitgevoerd door het toenmalige IBN-DLO en IVAM bv in opdracht van Rijkswaterstaat (Dienst Weg en Waterbouwkunde).

Wat is biodiversiteit?

De internationaal geaccordeerde definitie van biodiversiteit luidt als volgt (Agenda 21):

"the variability among living organisms from all sources, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems"

Deze definitie is uitermate breed en is voor het doel van deze stu-

die dan ook sterk ingeperkt. Om te beginnen is alleen rekening gehouden met terrestrische biodiversiteit, en verder zijn aspecten van variatie binnen de soort (genetische diversiteit) en variatie tussen ecosystemen buiten beschouwing gelaten. Het gaat hier dus uitsluitend om soorten, en verderop zullen nog meer beperkingen worden aangebracht.

Hoe biodiversiteit te meten?

Voor LCA studies is het essentieel te beschikken over een lineaire maat. Dit betekent dat als we een zeker verlies aan biodiversiteit (zeg x) kunnen toerekenen aan een bepaalde eenheid pro-

duct (zeg 1 m³), we aan een andere eenheid product (zeg 2 m³) een evenredig verlies aan biodiversiteit kunnen toerekenen (in dit geval dus 2x). Aan globale uitspraken in de trant van 'door de bosbouw is de biodiversiteit in Europa met 20% afgenomen' hebben we dus niets. Ook beschouwingen van specifieke gevallen van verlies aan biodiversiteit zijn voor LCA niet bruikbaar. Dit laatste is bijvoorbeeld het geval wanneer een concreet reservaat wordt omgezet in een industrieterrein. Dit leidt tot achteruitgang (eventueel het uitsterven) van een aantal met name te noemen soorten, en het verlies aan biodiversiteit is dus precies te berekenen. Dit type studie hoort thuis in de Milieu Effect Rapportage (MER). Bij LCA weten we wel hoe ons object is geproduceerd maar we weten slechts globaal waar het vandaan komt (bijvoorbeeld hout uit tropisch Afrika).

Een maat voor biodiversiteit in LCA?

Ecologen hebben een groot aantal maten bedacht om de biodiversiteit van een concreet terrein in uit te drukken. Deze variëren van heel simpele (soorten tellen) tot gecompliceerde maten waarbij elke soort op zijn eigen wijze aan de totale biodiversiteit bijdraagt. De bijdrage van elke soort kan bijvoorbeeld afhankelijk zijn van een 'waardering' van die soort; meestal tellen bedreigde soorten dan extra zwaar. Het bekende 'rode lijst' concept is een voorbeeld van een dergelijke weging. In LCA studies is wel voorgesteld te wegen naar 'endemisme', dit is de mate waarin een soort beperkt is tot een klein verspreidingsgebied. Bij andere methoden wordt de hoeveelheid waarin elke soort aanwezig is meegewogen. In dat geval tellen soorten die in kleine hoeveelheden

aanwezig zijn meestal zwaarder, zodat een systeem met veel soorten in kleine hoeveelheden een grotere biodiversiteit krijgt dan een systeem met maar een paar soorten in grote hoeveelheden.

Een groot probleem voor LCA studies is dat gegevens mondiaal beschikbaar moeten zijn. Hout kan immers overal vandaan komen en we willen juist graag verschillende herkomsten met elkaar vergelijken! Dit legt enorme beperkingen op aan de te gebruiken maat voor biodiversiteit. Van de meeste organismen is de verspreiding niet op mondiale schaal bekend. Rode lijsten zijn er alleen voor noord-Europa en dan nog maar voor een beperkt aantal soortengroepen. En gegevens over de hoeveelheid van voorkomen zijn er al helemaal niet, zelfs niet voor Nederland. De meest simpele maat (soorten tellen) is daarom de enige die in dit geval bruikbaar is, en ook dan moeten we ons beperkingen opleggen in de mee te nemen soortengroepen. In deze studie is gekozen voor hogere planten (vaatplanten) omdat daarvoor mondiaal redelijk veel gegevens beschikbaar zijn. Andere mogelijk keuzen zouden zijn geweest vogels of zoogdieren, maar deze zijn hier niet verder onderzocht. Van alle andere soortengroepen zijn de beschikbare gegevens te beperkt of te onbetrouwbaar om tot een mondiaal beeld te komen.

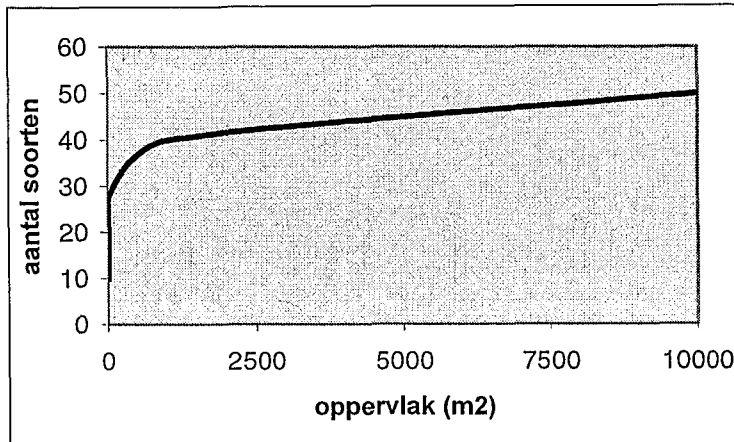
Lineariteit

Zoals reeds uiteengezet is lineariteit een essentiële voorwaarde voor LCA, maar juist voor biodiversiteit is het heel moeilijk om aan deze voorwaarde te voldoen. In dit opzicht verschilt biodiversiteit fundamenteel van andere ecologische grootheden als biomassa of productie. Dit is als volgt voor te stellen: neem een groot homogeen stuk bos. Kies hieruit een

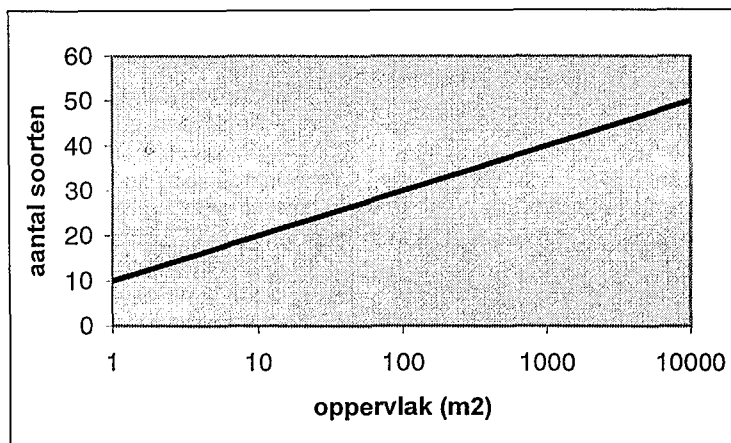
willekeurige hectare. Hierop staat dan bijvoorbeeld 100 ton aan biomassa en er komen 100 soorten voor. Neem er nu een tweede hectare bij. Hierop staat dan weer 100 ton biomassa, maar als de we soorten op deze extra hectare gaan tellen komen we groten-deels dezelfde soorten tegen die ook al op onze eerste hectare stonden, en we vinden misschien 20 echt nieuwe soorten. Dus: terwijl bij verdubbeling van het oppervlak de biomassa ook verdubbelde nam het aantal soorten met slechts 20% toe (Figuur 1). Nu blijkt in de praktijk dat de toename van het aantal soorten bij een groter wordend oppervlak binnen zekere grenzen logaritmisch verloopt (Figuur 2); (een goede theoretische verklaring voor dit verschijnsel is er overigens niet). Deze logaritmische toename geldt in elk geval zolang we het oppervlak niet zo groot maken dat we in het verspreidingsgebied van nieuwe soorten komen (d.w.z. zolang de 'species turnover' nul is). De coëfficiënt van deze logaritmische toename (de steilheid van de lijn in Figuur 2) duiden we aan het de Griekse letter α .

Maar hiermee is het LCA probleem nog niet opgelost. Want uit de bovenstaande beschouwing blijkt dat als je een willekeurige hectare in een groot homogeen bosgebied kapt, het verlies aan biodiversiteit eigenlijk wel meevalt: de meeste soorten komen immers buiten die hectare ook wel voor! Om nu toch tot een lineaire maat te komen is een werkhypothese opgesteld, die uit de volgende drie onderdelen bestaat:

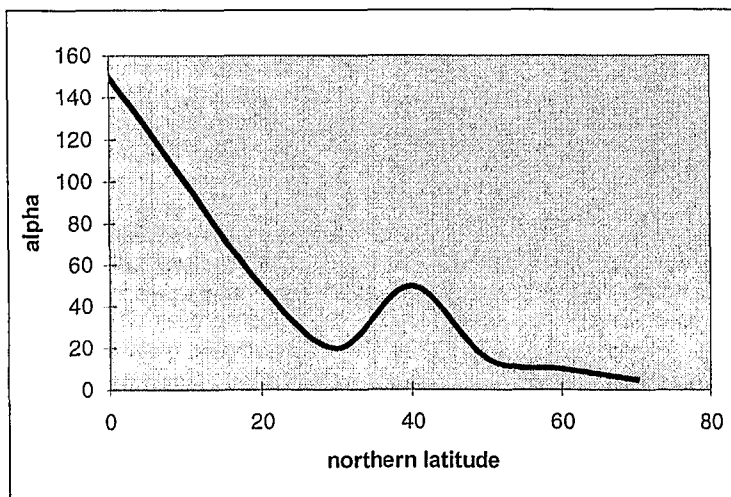
1. in een homogeen gebied zijn ze soorten niet echt willekeurig verdeeld, maar er zijn 'hot-spots' van biodiversiteit, waar de soortenrijkdom veel groter is dan elders (dit is een praktijkervaring; denk bijvoorbeeld aan venetjes in heide, breukzones in bergte, enz.);



Figuur 1: relatie tussen aantal soorten en oppervlakte (hypothetisch)



Figuur 2: als Figuur 1 maar dan op een logaritmische schaal uitgezet



Figuur 3: Globaal verloop van (met breedtegraad

2. het verlies aan biodiversiteit ten gevolge van menselijke activiteit is rechtevenredig met de kans om met die activiteit zo'n hotspot te treffen (dit volgt uit bovenstaande redenering: een willekeurige hectare treffen is niet zo erg, een hotspot wel);
3. de dichtheid aan hotspots is evenredig met de soorten-dichtheid, d.w.z. met α , de steilheid van de soorten versus $\log(\text{oppervlakte})$ relatie; (dit is een geheel onbewezen werkhypothese).

Fysiotopen

Deze studie vereist dat we de biodiversiteit gebiedsgewijs karakteriseren. De hier gehanteerde gebieden waaraan we een vaste biodiversiteit toekennen noemen we fysiotopen. Zoals boven gezegd geldt de lineaire toename van aantal soorten met $\log(\text{oppervlakte})$ slechts binnen zekere grenzen. Om tot een mondiale karakterisering te komen zijn in eerste instantie deze fysiotopen erg groot gekozen, namelijk als combinatie van breedtegraad en hoogte boven zeeniveau. Hierop is later nog enige verfijning aangebracht, onder andere omdat blijkt dat in de tropen de biodiversiteit nogal verschilt tussen de continenten, en bovendien sterk afhankelijk van de jaarlijkse regenval. Er is getracht om in de bestaande literatuur schattingen te vinden van aantal soorten per eenheid oppervlakte voor zoveel mogelijk verschillende gebieden. Hierbij doet zich nog een technisch probleem voor. Om α te kunnen bepalen hebben we voor elk fysiotop minstens twee punten nodig (want één punt is te weinig om een rechte lijn door te trekken). In de praktijk is er meestal maar één schatting per fysiotop. Daarom is er steeds 'kunstmatig' een extra punt toegevoegd door aan te

nemen dat op 1 m² 10 soorten voorkomen (dit aantal is gebaseerd op praktijkervaring).

De gebruikte gegevens zijn zeer uiteenlopend van aard. Het kunnen soortenlijsten zijn of schattingen van aantallen soorten voor een land of een half continent, maar ook soortenlijsten voor één reservaat van een paar hectare. In de tropen zijn vaak dan alleen nog maar houtige gewassen boven een zekere diameter meegenomen, maar hiervoor kon worden gecorrigeerd. De correctheid van bovenstaande hypothesen is op globale wijze getoetst door α uit te zetten tegen het gebruikte oppervlak; het blijkt dat bij oppervlakten onder ca. 10¹⁰ m² (=100 * 100 km²) α inderdaad min of meer onafhankelijk is van het gebruikte oppervlak. Boven 10¹⁰ m² neemt α sterk toe met het oppervlak, dit is te verklaren door aan te nemen dat de species turnover dan geen nul meer is (we komen dan in het verspreidingsgebied van nieuwe soorten). Gegevens die betrekking hebben op dergelijke grote oppervlakten zijn daarom verder niet gebruikt.

Het mondiale patroon van biodiversiteit

Globaal gekomen komt uit de beschikbare gegevens het volgende patroon naar voren: een zeer hoge biodiversiteit in de tropen, die sterk afneemt naar gematigde breedten (althans naar het noorden), die een minimum bereikt in de woestijnzone, vervolgens weer toeneemt tot een maximum in het mediterrane gebied, om tenslotte langzaam af te nemen in de richting van de pool (Figuur 3). Op grotere hoogte boven zeeniveau is de biodiversiteit in de tropen minder dan in het laagland, maar in gematigde streken juist meer. De hoogste biodiversiteit ($\alpha \approx 150$) komt voor in tropisch Azië, lagere waarden

Tabel 1. Schatting α per fysiotoop. Vet = redelijk betrouwbare schatting, gebaseerd op meerdere onafhankelijke data; normaal = tentatieve schatting.

80	<5	0	0
60	10	15	0
50	15	25	0-10
40	40-60	30	20
30	10-20	5-15	5
20	50-75	25	15
0	100	35	20
	0-1000	1000-3000	>3000 Altitude (m)

Tabel 2. Reductiefactoren per type landgebruik

landgebruik	mate van menselijke beïnvloeding	reductiefactor voor α
'maagdelijk'	geen	1
secundair bos aangeplant bos extensieve landbouw enz.	matig	0.8
stedelijk & industrieel gebied weg & spoorwegbermen recreatiegebied militair oefenterrein enz.	hoog, maar lokaal laag, abiotische diversiteit	0.6
intensieve landbouw	hoog, lage abiotische diversiteit	0.4
geasfalteerd, zandafgraving etc.	geen vegetatie mogelijk	0

activiteit	geschatte α referentie	voor		
		voor	tijdens	na
zandwinning in Europees landbouwgebied	10-15	5	0	0-8 ¹⁾
baxietwinning in Zd amerikaans tropisch bos	100	100	0	80 ²⁾
storten van huishoudelijk afval in Europees landbouwgebied	10-15	5	0	9 ²⁾

¹⁾ uitgegaan is van recreatiegebied na afloop van de activiteit; α (na) hangt sterk af van de lokale situatie (diepte van de put, steilheid van de oever enz.)

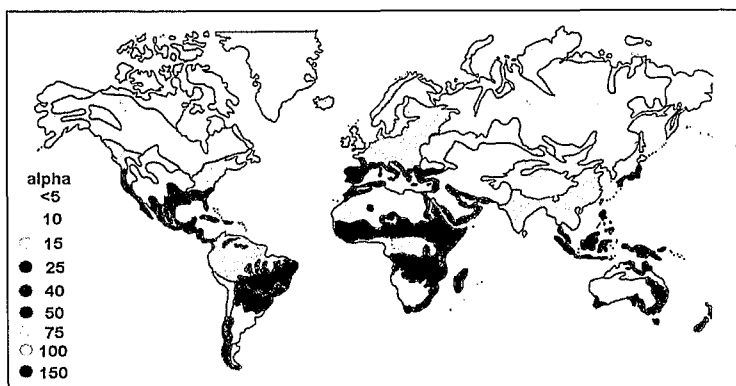
²⁾ uitgegaan is een secundair bos na afloop van de activiteit

komen voor in Afrika en Zuid-Amerika. Dit wordt samengevat in Tabel 1 en Figuur 4.

Relatie tussen α en landgebruik

In het bovenstaande is er impliciet vanuit gegaan dat iedere

vorm van landgebruik de biodiversiteit tot nul zal reduceren. In de praktijk is dat natuurlijk niet zo. Zelfs een industrieterrein kent nog 'overhoeken' met een zekere biodiversiteit (in de praktijk blijken dit soms zelfs 'hotspots' te zijn waar bijzondere soorten ge-



Figuur 4. Wereldkaart van α .

vonden worden). Het is daarom nodig voor iedere vorm van landgebruik een reductiefactor voor α te schatten, zodat een eerlijke vergelijking van verschillende activiteiten (zoals beheersystemen in de bosbouw) kan plaatsvinden. Het bleek bijzonder moeilijk om geschikte gegevens te vinden om deze reductiefactoren te kunnen schatten. Op grond van gegevens uit Nederland is geschat dat intensieve landbouw de biodiversiteit (uitgedrukt in α) zal reduceren tot ongeveer 40%

ten opzichte van de 'ongestoorde' situatie. Andere vormen van landgebruik grijpen ofwel minder diep in het functioneren van het ecosysteem in (zoals bosbouw), ofwel laten een grotere abiotische diversiteit toe (zoals wegbermen, industrie, recreatieterrein). Daarom zijn hiervoor reductiefactoren geschat van 60 tot 80%. Dit wordt samengevat in Tabel 2.

Toepassing

Tot slot geeft Tabel 3 aan hoe de

biodiversiteitsgegevens voor een LCA studie er uit zouden kunnen zien. Er zijn vier α -waarden geschat: voor de 'ongestoorde' referentie situatie (voor een eerlijke vergelijking mag geen rekening gehouden worden met reductie van α door andere activiteiten voorafgaand aan de beschouwde activiteit!), en voor, tijdens en na de activiteit. Het blijkt wel mogelijk te zijn voor de verschillende fasen van deze activiteiten α 's in te vullen, maar de onzekerheid is groot. De reductiefactoren leveren waarschijnlijk de grootste bijdrage aan deze onzekerheid. Daarom zal in een vervolgstudie hierop het meest moeten worden ingezet. Voor de bosbouw valt hierin ook de meeste winst te behalen omdat verschillen in reductiefactoren ook verschillen in het effect van beheerssystemen op de biodiversiteit zichtbaar kunnen maken!

Louk Dielen, Stichting Bos en Hout

Milieu: de troefkaart van de bos- en houtsector

Van de inleider Louk Dielen is geen schiftelijke bijdrage voor het NBT ontvangen. Dielen belichtte in zijn lezing op heldere wijze de milieu-aspecten van hout naast die van concurrerende materialen. Zijn conclusie was duidelijk: hout is het materiaal van de toekomst. Dat in de huidige praktijk het relatief gebruik van hout eerder af- dan toeneemt ten opzichte van minder milieuvriendelijke materialen als aluminium, staal, plastic en beton, weet hij aan enkele zwakke pun-

ten in de bos-, hout- en papiersector: de PR en lobby zijn zwak in vergelijking met de sectoren die concurrerende materialen produceren. Ook de beschikbare fondsen voor bijvoorbeeld advertentiecampagnes zijn zeer verschillend. Daarbij maken de concurrenten slim gebruik van zwakke plekken van de bos- en houtsector: zo bedient de kunststofindustrie zich van slogans als "Voor deze verpakking stierf geen boom" en "Bescherm het bos, gebruik PVC". Dielen pleit

daarom voor een grote inhaalslag op PR- en lobbygebied en op het verzamelen van betrouwbare informatie over de sector, zijn milieubesparende producten en de productieprocessen. Hiervoor is wel een nauwere samenwerking nodig tussen de bos-, hout- en papierbedrijven. Daarnaast is certificering een onmisbare stap bij de imagoverbetering van product en sector. (Voor meer informatie: zie artikel van Dielen met gelijke titel in Bos en Hout Berichten, 1999 nr.2).