

# Dood hout in tropische regenbossen

*Dead wood in tropical rainforests*

R. A. A. Oldeman

Vakgroep Bosteelt, Landbouwhogeschool Wageningen

## Inleiding

Wat moeten tropische regenbossen in een themanummer dat overwegend over de gematigde streken gaat? De rechtvaardiging van hun aanwezigheid is tweërlei. In de eerste plaats is de situatie er extremer dan hier te lande: uit extremen komt vaak een overdreven maar wel duidelijk beeld. En op de tweede plaats komen de beschreven feiten uit bosecosystemen die een hogere graad van natuurlijkheid bezitten dan enig Nederlands bos, een – weliswaar ver verwijderde – nul-situatie.

## Dood hout in de bosontwikkeling

Figuur 1 situeert het sterven van bomen in de bosontwikkeling. Op deze grafiek staan in de tijd drie successiestadia: pionierbos, laat pionierbos en dat wat men met de vage naam "klimaxbos" aanduidt. Ieder stadium is verdeeld in groeifasen. Op een dynamische, snel groeiende fase (in de bosbouw in zaailing- en stakenfase onderverdeeld) volgt een "rijpe" fase (die in de bosbouw boomfase genoemd wordt), waarop tenslotte een aftakelingsfase (in de bosbouw vervalphase geheten) volgt. Onder de aftakelingsfase vindt men vaak reeds een volgende dynamische fase, behorende bij het volgende successiestadium (men zie ook Oldeman, ter perse).

Gedurende elke fase in elk stadium komt er sterfte van bomen voor. In de dynamische fase sterven zaailingen en jonge boompjes vanwege de concurrentiedruk. In de rijpe fase sterven kleinere bomen die in de schaduw van grotere onderdrukt staan. Tenslotte vindt men stervende staande of omgevallen bomen vooral in de aftakelingsfase; dood hout van deze afmetingen blijft nog geruime tijd aanwezig in de volgende dynamische groeifase. Ofschoon precieze cijfers ontbreken, schatten wij dat dode stammen en hun resten tussen de twee en de veertig jaar in tropische regenbossen zichtbaar blijven, afhankelijk van de eigenschappen van het hout, dus van de betreffende boomsoorten.

In tropisch bosonderzoek is, evenals elders, dood hout meestal opgevat als onderdeel van het strooisel. Cijfers over strooiselproductie zijn gewoonlijk gemid-

## Summary

*The developmental phases and successional seres in Figure 1 are used as a reference to the periods in which dead wood is formed. The processes implied are discussed, their variants qualitatively assessed, and distribution and quantity of dead logs are considered. Niche formation for many organisms in and around dead and rotting logs in the rain forest is examined in the light of the rare and scattered information in literature (Figs. 2 and 3). Finally, a rough outline is given of a possible land management system in the humid tropics. Attention is paid to the possibilities to conserve or at least respect dead wood niches in tropical rain forest reserves and in the desirable forestry buffers around them.*

delden per hectare (Zadelhoff 1976; Trochain 1980 bijvoorbeeld). Aangezien op een hectare tropisch regenbos in de meeste gevallen allerlei bosontwikkelingsfasen naast elkaar en door elkaar voorkomen, camoufleren die gemiddelden de grote verschillen in hoeveelheden dood hout van fase tot fase. Dit is zeker één van de redenen waarom cijfers uit verschillende landen en onderzoeken vaak zulke grote onderlinge afwijkingen vertonen. In andere milieus, waar elke fase een groter oppervlak beslaat, zijn die afwijkingen geringer omdat de kans groter is dat de toestand van het ene punt naar het andere op één hectare niet erg verschilt. Dat geldt ook voor pionierbossen (secundaire vegetaties), waarvoor in Noord-Amerika Bormann en Likens (1979) wél een dood-hout-curve tegen de tijd geven. Om deze redenen beschikken wij niet over tropische cijfers voor strooisel- en dood-hout-hoeveelheden per bosontwikkelingsfase. De grafiek onderaan figuur 1 kan dan ook niet gekwantificeerd worden bij de huidige stand van het onderzoek. Wel kennen wij de tendenzen die op deze grafiek staan, met name de abrupte toename van de hoeveelheid dood organisch materiaal op de bodem bij het instorten van een aftakelingsfase. Op dit thema bestaat echter een aantal variaties.

## Processen en resultaten

Geen boom is onsterfelijk. Na een periode van groei en een periode van handhaving takelt de boom door inwendige processen af en sterft (vgl. Van Roermund, 1982). Deze processen worden doorkruist door invloeden van buiten die bomen kunnen omwerpen of breken. De enige Europese term voor het hele proces van ontworteling, ontstane verwoesting op de bodem, opening van het kronendak, plus het boomlijk is "chablis". Dat is een oud-Franse bosbouwterm die niet inhoudt dat de oorzaak wind is. Door water of rot gedestabiliseerde wortels of sterk asymmetrisch uitgegroeide onevenwichtige kronen zijn andere chablis-oorzaken. Indien bomen door wind of omvallende burens zijn afgebroken zonder ontworteling is de term "volis". Er is geen term voor op stam gestorven en langzaam verteerde bomen. Elke groeiplaats kent, volgens bodemgesteldheid, reliëf en klimatologische gewelddadigheid (bv. stortregens, onweer, stormen) een bepaalde verhouding tussen chablis, volis en sterfte op stam.

In de door Oldeman (1974) onderzochte Guyaanse regenbossen is bijvoorbeeld het globale sterftepatroon 80% chablis, 10% volis en 10% sterfte op stam. Op kleinere schaal vonden wij onlangs in een oerwoud nabij Sungei Riang (Kalimantan Tengah, Indonesië) verschillen volgens het reliëf. De neerslag is daar ca. 7000 mm/j (D.J.T. en ORSTOM, 1981) en de onweerfrequentie ca. twee à drie per week (Nieuwolt 1977). Op kleine steile heuveltjes overwogen: sterfte op stam op de toppen, chablis en volis op de hellingen en chablis in de moerassige valleitjes. Een zelfde beeld is geconstateerd in het Forêt de Taï (Ivoorkust; Bech, pers. med.). Dergelijke variaties hebben een diepgaande invloed op het dood-hout-regiem en op de vormen van bosverjonging. Ze bestaan ook in Europa: men vergelijk de documenten van Koop (1981) die in Noordduits "Urwald" overwegend chablis aangeven met die van Van de Winckel (1980) die duiden op overwegende sterfte op stam in Franse Rijnoverbossen.

Energetisch vermogen en duur van klimaatsfactoren bepalen verder de schaal van sterfte. Cyclonen gooien grote oppervlakten bos open, windstoten bij onweer kleinere. Door vlaktegewijs afstromen van water ontstaan soms grotere oppervlakten zonder staand en met liggend hout; door geulsgewijs afstromen valt hier en daar slechts een boom. Op grotere oppervlakten is de kans op pionierbos (fig. 1, links) groter, op kleinere is er meer kans op kleinschalige bospatronen (fig. 1, rechts). In al deze gevallen blijft een grote hoeveelheid dode biomassa op de grond achter: wortels, stammen, takken, bladeren, bloemen, vruchten alsmede andere planten zoals epifyten en lianen. De grafiek onderaan figuur 1 toont dit door een abrupte afname van de levende massa en een abrupte toename van de dode.

"Levende" massa betekent hier massa in een levend organisme, inclusief bijvoorbeeld het metabolisch "dode" kernhout.

Naarmate het proces verschilt is de piek in de dode-massa-curve verschillend gevormd. Sterfte op stam begint vroeg, levert geleidelijk meer staande dode massa en blijft daarna nog lange tijd dode massa naleveren: de piek is minder steil en langer. Abrupt optredende chablis en volis geven een steilere en kortere piek. Voor zacht, makkelijk rottend hout, loopt de piek kort naar rechts uit en voor hard, rot-resistent hout veel verder. Dit hangt af van de boomsoort. Ook hiervoor zijn geen precieze cijfers, alleen de op de grafiek gegeven tendenzen kennen we in grote lijnen.

De dalen in de dode-massa-curve representeren een vermindering naarmate dood materiaal wordt hergebruikt bij de bosontwikkeling of verdwijnt via uitspoeling, dan wel door vraat gevolgd door migratie van de vreters (Westra, pers. med.). Onderwijl vormt echter het bos nieuw en fijn strooisel: bladeren, bloemen, vruchten, twijgen en gestorven jonge boompjes. De pieken en dalen geven dus alleen variaties aan op een basisniveau, beurtelings bepaald door continue fijne strooiselvorming en discontinue vorming van groot strooisel, waaronder dode stammen. In tropische regenbossen vervagen de pieken wat, door uit woudreuzen neerstortende deelkronen, waarvan de centrale as ("deelstam") meer dan 20 cm dik kan zijn. Figuur 1 geeft zulke kleine piekjes niet aan.

In beheersvragen over dood hout verwaarloost men vaak ten onrechte het basis-strooiselniveau, want men gaat van een momentopname uit. Die presenteert, via omgerekende gemeten grootheden in het bos, op één tijdstip het aandeel van de aanwezige biomassa dat verloren zou gaan bij kap en uitsleep van de stammen. Eigenlijk moet de *totale* hoeveelheid strooisel, door de boom *tijdens zijn leven* gevormd en verbruikt, worden bekeken. Op figuur 1 is dat de oppervlakte afgebakend door x- en y-assen en dode-massa-curve. Het "aftoppen" van deze curve door houtoogst geeft een heel ander beeld dan de gebruikelijke aftreksom op één moment. Wel heeft de aftopping ernstiger gevolgen naarmate het basisniveau lager ligt en de levende-massa-curve hoger. Dit is het geval in bossen met snelle strooiselomzetting, zoals tropische regenbossen. Volgens Zadelhoff (1976) zit daar wel rond twee derde van de mineralenrijkdom in levende componenten. Figuren 2 en 3 tonen hoe ook dode stammen rechtstreeks door wortels van levende bomen worden gebruikt.

Anders gesteld is het "ondergrondse" deel van tropische regenbossen zeer gering ten opzichte van het "bovengrondse" deel. De wortels opereren dan ook in het bovengrondse deel (Jenik 1979, fig. 260). Dat kan daar vanwege de hoge luchtvochtigheid en de weinige

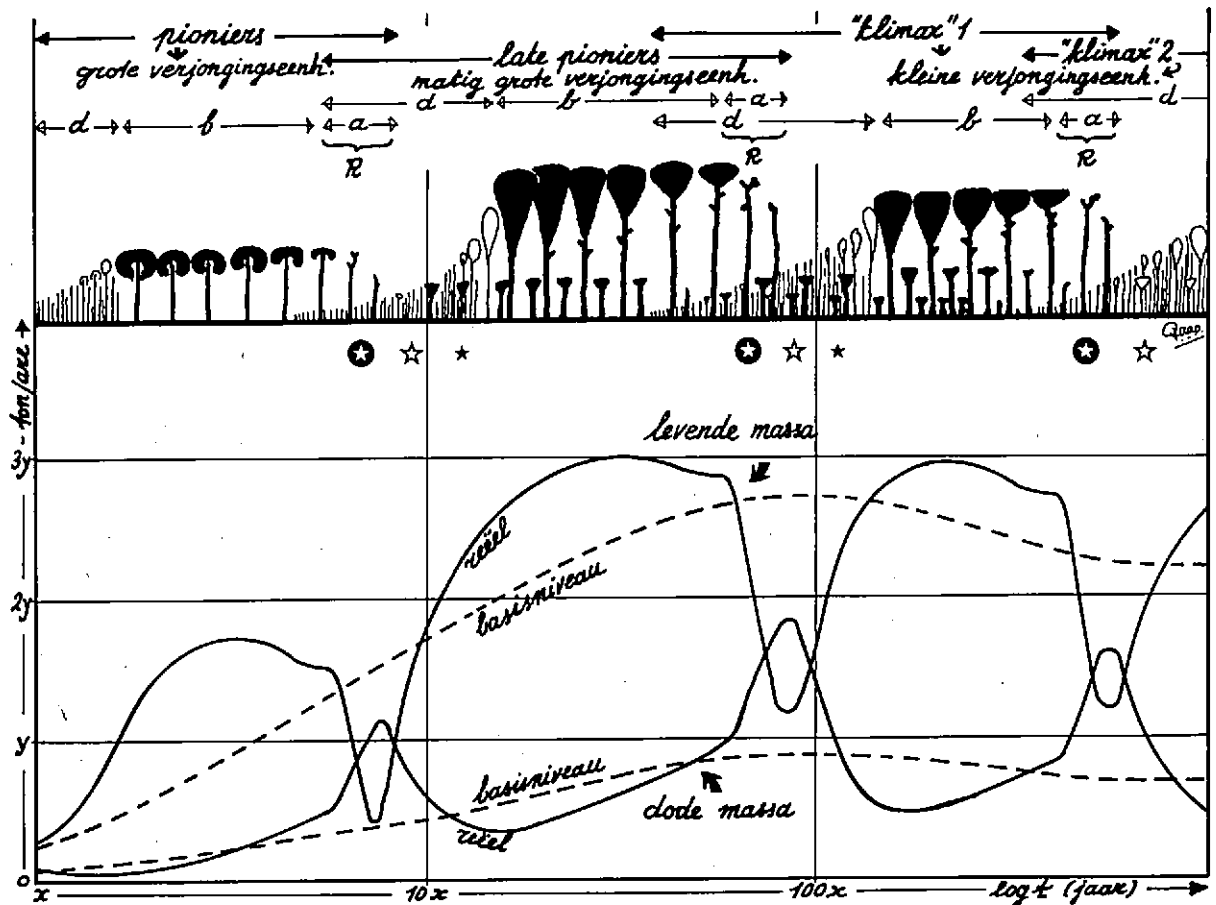


Fig. 1 Vorming van dood hout van successiestadium tot successiestadium, en van bosontwikkelingsfase tot bosontwikkelingsfase (vereenvoudigd beeld). Successiestadia: "pioniers", "late pioniers" en diverse "Klimax"-stadia; elk stadium gaat van een dynamische groeifase zonder laging (d) naar een boomfase (rijpe fase, biostatische fase) die gelaagd is (b) en tenslotte naar een aftakelingsfase (a). Het samenvallen van aftakeling van het oude stadium en dynamische fase van het nieuwe stadium, zichtbaar als overlap van (a) en (d) leidt Bormann en Likens (1979) ertoe een "reorganisatiefase" (R) te onderscheiden. Ster in cirkel: val van dode stammen; witte en zwarte ster: vertering gevallen stammen, nalevering uit dood hout. De grafiek geeft de curven per stadium en ook de gemiddelde curve ("basisniveau") over de hele successie; houtoogst is "aftopping" van de reële dode-massa-curve. Vorm van de curven in algemene trekken bekend per stadium (voorbeeld in Bormann en Likens), gewoonlijk in literatuur niet onderscheiden van de curve voor de hele successie. (gewijzigd, naar Oldeman, 1980, fig. 81).

Fig. 1 Dead wood formation from successional sere to successional sere and from growth phase to growth phase in each sere (simplified image). Succession from "pioneers" via "late pioneers" to several "climax" seres, each of which develops sequentially through a dynamic phase without storeys (d), a storied ripe or biostatic phase (b) and a decaying phase (a). Coexistence of decaying phases of old seres and dynamic phases of new ones, visible as overlapping (d) and (a) explain why Bormann and Likens (1979) distinguish a "reorganisation phase" (R). Circled star: logs falling; white and black star: logs decaying. Note in graph: curves per sere known in general form (e.g. ecosystem studied by Bormann and Likens), usually not distinguished in literature from curves for total succession ("basisniveau"). Wood harvest implies taking the tops off the real dead-matter-curve ("dode massa-reëel"). After Oldeman, 1980, fig. 81, modified.

stralingswarmte die tot beneden toe doordringt. Het vocht maakt het milieu ook geschikt voor cryptogamen, overvloedig zichtbaar op figuur 3B. Dit extreme geval staat tegenover andere extremen, waar het ecosysteem vooral ondergronds leeft zoals de lage struikvegetaties in de "páramos" in de Andes: een meter boven de grond, twee eronder. Dood hout zit hier vooral

in stervende wortels en wortelstokken. Tussen deze extremen liggen de andere bossen, met verrassende gevallen zoals fijnsparbossen in de Oostenrijkse bergen waarvan het ondergrondse deel soms even dun is als in een tropisch regenbos. Een en ander illustreert dat dood hout een verschillende rol speelt per levensgemeenschap en per groeiplaats. Het precies bepalen

van die rol is een onmisbare grondslag voor het beheer.

### Nisvorming door dood hout

De grote brokken stervende en verterende stammassa diversifiëren het strooiselmilieu sterk. Diversificatie is niet in de eerste plaats een functie van werkelijke of gemiddelde massa per hectare. Ze hangt vooral af van de ruimtelijke structuur die gecreëerd wordt door de verspreiding en localisatie van de dode stammen in het bos: niet een cijfer, maar een kaart is nodig om de nisvorming voor allerlei organismen door dood hout te verstaan. Ook een kaart is een kwantitatief document als hij goed op schaal is getekend. Hij verschaft bovendien een direct aanknopingspunt voor het begrijpen of ontwerpen van ingrepen.

De "eilandjes" dood hout vormen in alle bossen een complex van nissen voor veel planten en dieren. Dat ze in tropische bossen deel uitmaken van het ondergrondse gedeelte van de nissen van grote bomen (fig. 2) lijkt uitzonderlijk. Wij observeerden echter in een Veluws boombos een oude aftakelende berk die wortels had uitgezonden in dode delen van zijn eigen stamvoet. Misschien is het verschijnsel wel gewoner dan het lijkt.

Wat de cryptogamen en de dieren betreft bestaan voor tropische regenbossen alleen wat losstaande artikelen en teksten. In Ivoorkust werd onlangs door De Leeuw en Sinoo (1982) de hypothese getoetst dat in holle liggende stammen allerlei zoogdieren, waaronder bosduikers (Cephalophinae), wonen. De voorlopige conclusies luiden:

1 voor bosduikers (Cephalophinae) zijn dichtbegroeide chablis en stammen van groter belang als schuilplaats dan holle bomen. Ook is de dichte begroeiing belangrijk als fourageergelegenheid;

2 eekhoorns maken, evenals bosduikers, slechts een enkele keer gebruik van holen in stammen en hebben geen aantoonbare voorkeur voor een chablis;

3 rondom omgevallen stammen komen meer muizen voor dan elders in het bos, waar geen stammen liggen. Bovendien herbergen door-en-door verrotte en begroeide stammen meer muizen dan intacte en onbegroeide stammen".

Ieder die in een tropisch regenbos heeft gewerkt heeft wel gezien hoe op iedere dode stam even wordt getikt met het kapmes om slangen en schorpioenen te verjagen die erin, eronder of onder de schors leven. Oldeman en J. Lescure (ongepubl. gegevens) vonden een speciale amfibieënfauna in en om chablis, waarbij Oldeman de chablis definieerde en Lescure de kikkers verzamelde en determineerde (1971 Frans Guyana). Uit Singapore komt een schema van insectennissen in een laatste rest regenbos aldaar (Murphy 1973), waar-

in dood stamhout een rol speelt, bijvoorbeeld voor de termieten. Dit is het type verspreide gegevens dat hier en daar te vinden is en waarvan hier geen uitputtende opsomming wordt gegeven. Duidelijk is nog veel studie nodig om dit onderwerp te verbreden, uit te diepen en samenhang te geven.

Tijdens sterven en verteren van boomstammen blijven de nissen voor planten en dieren niet constant. Zo betreffen figuren 2 en 3 stammen in verregaande staat van ontbinding; op versere boomlijken in hetzelfde onderzoeksgebied troffen wij geen boomwortels, en wel andere soorten mossen en lichenen aan. Volgens Liese (pers. med.) zijn de zo gevreesde schimmels die op de houtstapelplaatsen en later in de havens het commerciële hout doen rotten afkomstig uit een natuurlijke nis in een bepaald verteringsstadium van dood hout in



Fig. 2 Dipterocarpaceae-stam (*Shorea* sp.), op circa drie meter hoogte afgebroken, en na een zekere graad van vertering tot bovenaan toe doorworteld door de omringende bomen en struiken. Kalimantan Tengah, natuurbos nabij Sungei Riang, dec. 1982. Foto Oldeman.

Fig. 2 Dipterocarp stump (*Shorea* sp.), broken at ca. 3 m high and, after a period of decomposition, invaded by roots of surrounding trees and shrubs up to its upper end. Pristine rain-forest at Sungei Riang (Kalimantan Tengah, Indonesia), Dec. 1982. Photograph: Oldeman.



Fig. 3 Liggende reeds sterk verteerde holle stam van een onbekende soort, doorworteld door naburige bomen en struiken, half bedolven onder opgehoopt strooisel en overgroeid door cryptogamen. A. Overzicht; zie zaailingen en jonge bomen naast en vlakbij de stam; zulke bomen op een rij suggereren later een plantverband; B. Détail, waarop de mossen goed te zijn zijn; mes ongeveer 10 cm lang. Kalimantan Tengah, natuurbos nabij Sungei Riang, dec. 1982. Foto Oldeman.



Fig. 3 Fallen, hollow log, far decomposed, of an unidentified species, deeply penetrated by roots of neighbouring trees and shrubs and covered by Cryptogams. A. General view; seedlings and saplings aligned along the trunk will later suggest "line-planting"; B. Detail with clearly visible mosses; knife ca. 10 cm long. Indonesia, Kalimantan Tengah, pristine forest near Sungei Riang. Photograph: Oldeman, Dec. 1982.

de natuur. Bij verzwakte of aftakelende bomen treedt vaak al rot op. Eusebio (1977) vond in verschillende Dipterocarpaceebossen in de Filippijnen twee tot vijf rotte staande bomen per hectare. Zijn beeld van aantasting en rot komt in grote trekken overeen met dat van Käärik in dit themanummer. Men vindt in de Filippijnse Dipterocarpaceae ook wit en bruin rot, waarbij schimmelgeslachten een rol spelen die ook in Europa en Noord-Amerika voorkomen, zoals *Fomes*, *Pestalotia* en *Polyporus*. Deze komen voor met verschillende soorten (waaronder *Fomes annosus*) die soms een specifieke boomsoort als gastheer hebben. In Frans Guyana schetste Mutoji A Kazadi (1977) een dergelijk beeld voor het vóórkomen van chablis veroorzaakt door kernrot, zonder echter de betreffende schimmels te identificeren.

Voor de exploitatie van de Filippijnse bossen geeft

Eusebio het advies om 1 bomen met tekenen van hartrot en aftakeling uit het bos te verwijderen om de schimmelpopulaties te reduceren; 2 zulke bomen niet te vermijden bij exploitatie maar ze te kappen om de nog bruikbare delen tot vezelprodukten te verwerken en 3 voorzichtig te exploiteren zodat onaangestaste staande bomen die een volgende opbrengst beloven niet worden verwond en via de wond aangetast. Dit is een gedocumenteerd geval van een geplande omzetting van natuurbos in gebruiksbos met een noodzakelijke reductie van de hoeveelheid dood hout, omdat die aantoonbaar de gebruiksmogelijkheden reduceert. Men kan hierbij natuurlijk twisten over het kwalitatieve niveau van de voorgestelde beheersvorm en over de wenselijkheid van de omzetting. Dat het moeilijk is om een gebruiksbos met natuurlijke hoeveelheden dood hout te ontwerpen in de Filippijnen wordt

aangetoond door Eusebio's cijfers over de snelheid van infectie. Die moeilijkheidsgraad neemt echter niet weg dat het ontwerpen van gebruiksbossen in deze streken onontbeerlijk is, ook als men natuurbos wil beschermen. Zonder gebruiksbos kan immers de exploitatiedruk op het natuurbos niet verminderen.

### Enige aanwijzingen voor beheer

Voor tropische regenbossen is de methode van inrichting en beheer die kan leiden tot behoud van arealen natuurbos, zonder dit bloot te stellen aan menselijke druk nog steeds volop in discussie, terwijl hectare na hectare in snel tempo verdwijnt of degradeert. Gezien de gigantische genetische rijkdom van deze bossen betekent dit een verlies dat moeilijk te aanvaarden is, ook wanneer men de ethische aspecten buiten beschouwing laat (vgl. Myers 1979).

Onder de keerkringen kan men zich nu nog permitteren om zeer grote arealen te reserveren. Het feit dat het zulke grote oppervlakten betreft maakt andere regelingen en andere beheerssystemen nodig dan het geval is in ons dichtbevolkte land waar 100 hectaren een flink bos zijn. Een voorbeeld is het Parc National de Taï in Ivoorkust, waarvan men zich beklaagt over de geringe oppervlakte: driehonderdduizend hectaren, evenveel als de totale Nederlandse bosoppervlakte. Om allerlei redenen, waaronder de grote complexiteit van tropenbos een belangrijke is, is inderdaad dit oppervlak aan de kleine kant.

In de praktijk is het beheer van dergelijke parken zeer moeilijk en het loopt dan ook vaak slecht, al was het maar door gebrek aan personeel en middelen om te surveilleren. Vandaar dat het kernthema van het Nationale Parken-congres van de IUCN te Bali (1982) dan ook het begrip "bufferzone" betrof. Dit begrip, het zij herhaald, heeft in de humide tropen een andere dimensie dan bij ons. Alleen ingesloten door geschikte landgebruiksklassen met ook economisch adequate beheerssystemen hebben de natuurlijke tropische regenbossen enige kans het te overleven. De dood-houtproblematiek is hier slechts een aspect van de veel grotere vraagstukken van het hele ecosysteembeheer. Zulk beheer *toesnijden* op dood hout is in de kleinschalige Nederlandse situatie bespreekbaar. Indien het er hier voor de tropen uitgelicht wordt is dat een kunstmatige zaak, niet omdat dood hout onbelangrijk is, maar aangezien er zoveel belangrijke samenhangende aspecten zijn. De hieronder geschetste opzet komt voort uit een aantal tropenreizen van de laatste jaren in de drie tropische continenten; de overwegingen van het Bali-congres zijn er nog niet bij betrokken.

Een bufferzone heeft als doel om natuurbos af te schermen tegen menselijke druk, maar ook om kwetsbare zeer kunstmatige menselijke voedselproductie-

systemen af te schermen tegen ongewenste bosinvoeden. Dat doel kan goed bereikt worden door een gelaagde buffer te ontwerpen, die van natuurbos via bosbeheerssystemen met afnemende natuurlijkheid naar landbouwstreken gaat. De redenen om het land duurzaam op de geplande manier te gebruiken tonen dan een dubbele gradiënt: van landbouw naar natuurgebied is het motief toenemend *ecologische* duurzaamheid, in de andere richting neemt het motief van *economische* duurzaamheid toe.

Grenzend aan het natuurbos zouden houtvesterijen kunnen liggen met zeer extensieve en nauw op het natuurlijke sterftepatroon gemodelleerde vormen van exploitatie. Hout wordt afgevoerd in minimaal economisch rendabele hoeveelheden: het systeem mag geen financieel verlies leveren. Omdat het sterftepatroon wordt gevolgd blijft ook het verjongingspatroon en daarmee de soortensamenstelling dicht bij de natuur. Dood hout is er iets minder. De noodzakelijke gegevens om zo'n systeem te ontwikkelen en de daarbij behorende begrippen worden op het ogenblik door Vooren (lopend onderzoek) in Ivoorkust bijeengebracht. Het onderzoek van De Leeuw en Sinoo vond plaats in dit kader (1982).

Een tweede "laag" van de buffer zou kunnen bestaan uit houtvesterijen met een wat intensiever beheerssysteem waarbij verjongingsproces en soortensamenstelling worden gestuurd naar grotere rijkdom aan verkoopbare boomsoorten en waarin niet-mechanische dunnings- en vrijstellingsmethoden bij het instrumentarium behoren. Deze gebruiksbossen bestaan echter niet uitsluitend uit gebruiksbomen; de andere worden wél zeldzamer. Kap en uitsleep zijn mechanisch en betekenen een zwaardere ingreep dan in het vorige systeem. Dood hout blijft in belangrijke hoeveelheden liggen, maar kwalitatief verschuift het sortiment in de richting van dunnere stammen. Aan een dergelijk rendabel economisch systeem is gedurende 20 jaar in Suriname gewerkt (De Graaf, in voorbereiding).

Een derde "laag" van de buffer kan een plantagesysteem met middellange omlopen zijn, dat wil zeggen met tientallen jaren tussen planten en oogsten. Dit tendert naar opbrengstmaximalisatie per hectare en het vrijkomende en ter plaatse achterblijvende dode hout is vrijwel altijd dun. In een dergelijk versimpeld ecosysteem, ook wanneer het uit een menging van boomsoorten bestaat, zijn een aantal ecologische remmen weggevallen. Hier moeten dus de dood hout bewonende organismen van te voren goed bestudeerd worden, maatregelen voor beheersing van hun populatiedichtheid moeten soms worden ontworpen en de hoeveelheid dood hout dient er zorgvuldig te worden gedomineerd.

Een vierde "laag" van de buffer, de laatste vóór de

landbouwzone, zou kunnen bestaan uit boerenbossen die vooral brandhout en boerengeriefhout produceren. Wie dorpsbossen heeft gezien weet dat de lokale bevolking hier al het grote dode hout weghaalt. Voorzover deze systemen nog boskarakteristieken hebben is daarvan het dode-hout-gehalte zwaar in het minimum of nul. Wel nemen boerenbossen voor de plaatselijke bevolking de verleiding weg om bosproducten elders te halen.

Het zij onderstreept dat dit landinrichtingspatroon nog nergens is gerealiseerd. De hier gegeven schets is een poging tot optimalisatie die wellicht maar zelden tot stand zal komen, behalve wanneer men er in nu nog dun bevolkte landen vlug bij is. Om het patroon compleet te maken kan men zich nog een web van natuurbosreservaten voorstellen, waartussen communicatie bestaat via hetzij vrij smalle natuurboszones, hetzij doorlopende bosbouwzones met een semi-natuurlijk karakter. Onze ervaringen in Ecuador tonen echter dat zelfs deze opzet al korte tijd nadat menselijke druk op nog onbewoonde streken begint op te treden onhaalbaar wordt. Indien een "bloempotlandschap" nog het beste is wat er van te maken valt moet men zich in de tropen niettemin realiseren dat de vaak honderdduizenden hectaren grote reservaten gigantische "bloempotten" zijn, die niets te maken hebben met de minieme oppervlakten die men er zich hier bij voorstelt.

Wat het dode hout betreft treedt echter een omgekeerd effect op van dat in de Europese bossen. Niet het nissencomplex "dood hout" baart in de regenbossen de eerste zorg, maar wel de bewoners ervan. De soorten zijn dikwijls van het ene valleitje of heuveltopje naar het andere verschillend (Myers 1979). Men zou kunnen spreken van "natuurlijke bloempotten", elk ervan voorzien van een eigen reeks schimmels, insecten, mossen en andere kleine organismen. Elke hectare tropisch regenwoud die verdwijnt betekent het uitsterven van dergelijke soorten met minieme verspreidingsgebiedjes. Wat het behoud daarvan betreft past dus het grootste pessimisme. Wie weet verdwijnt vandaag voorgeoed een korstmos dat een verjongende stof of een kankergenezend molecuul produceert, maar ook overigens een uniek en bewonderenswaardig organisme is. Men moet er niet aan denken?

Integendeel, slechts door hard en vindingrijk nadenken kan er nog, beter laat en onvolledig dan nooit, iets aan gebeuren.

## Bibliografie

- Bormann, F. H. & G. E. Likens. 1979. Pattern and process in a forested ecosystem. Springer, Heidelberg. 253 p.
- DJT en ORSTOM. 1981. Etudes de reconnaissance dans Kalimantan Centre. Direktorat Jenderal Transmigrasi, Jakarta; atlas, 14 kaarten.
- Eusebio, M. A. 1977. Occurrence of heart rot in virgin forests and decay in logged-over areas. Sylvatrop Philipp. For. Res. J. 2 (3): 195-208.
- Jenik, J. 1979. Pictorial encyclopedia of forests. Hamlyn, London, New York etc. 495 p.
- Koop, H. 1981. Vegetatiestructuur en dynamiek van twee natuurlijke bossen: het Neuenburger en Hasbrucher Urwald. Pudoc, Wageningen. 112 p.
- Leeuw, L. M. de & R. P. Sinoo. 1982. Het belang van dode, omgevallen stammen voor de fauna in het regenwoud van Ivoorkust (West-Afrika). LH-Natuurbeheer, Wageningen. 44 p.
- Myers, N. 1979. The sinking ark. Pergamon Press, Oxford, New York etc. 307 p.
- Murphy, D. H. 1973. Animals in the forest ecosystem. In: Chuang, S. H. (ed.), Animal life and nature in Singapore. p. 53-73. University Press, Singapore.
- Mutoji A Kazadi. 1977. Notes de sylvigénèse pour la Guyane: transect et photographies aériennes. Université de Montpellier. Rapport de D.E.A. 35 p.
- Nieuwolt, S. 1977. Tropical climatology. Wiley, Chichester, New York etc. 207 p.
- Oldeman, R. A. A. 1974. L'architecture de la forêt guyanaise. Paris, Mém. ORSTOM, nr. 73. 204 p.
- Oldeman, R. A. A. 1980. Grondslagen van de bosteelt. LH-Bosteelt, Wageningen. 202 p.
- Oldeman, R. A. A. (ter perse), Tropical rain-forest, architecture, silvigenesis and diversity. Trop. Rain Forest Symp., Leeds; Oxf. Univ. Press.
- Roermund, P. van. 1982. Plantaardige veroudering, speciaal bij bomen. LH-Bosteelt, Wageningen. 65 p.
- Trochain, J. L. 1980. Ecologie végétale de la zone intertropicale non désertique. Université Paul Sabatier, Toulouse. 468 p.
- Winckel, R. van de. 1980. Het Wyhlerwald, architectuur van een Rijnsoeverbos. LH-Bosteelt, Wageningen.
- Zadelhoff, F. J. van. 1976. Kringlopen van bio-elementen en organische stof in tropische regenwouden. LH-Bosteelt, Wageningen. 89 p.