

Bosinstandhouding
182.2
182.3
182.8
228.7/8

De instandhouding van bos in de tropen

J. H. A. Boerboom

Vakgroep Bosbedrijfsregeling, houtmeetkunde en bosinventarisatie, houtteelt in de tropen van de Landbouwhogeschool

Inhoud

Samenvatting
Inleiding
Mangrovebossen
Het laaglandregenbos
Tropische loofafwerpende bossen
Literatuur
Stellingen

Samenvatting

De processen van bosverjonging voltrekken zich in de tropen onder natuurlijke omstandigheden over het algemeen discontinu. "Catastrofes" vormen veelal de inleiding tot de verjonging. Deze laatste kunnen betrekking hebben op kleine, middelgrote en (bij uitzondering) grote oppervlakten. Voorbeelden worden gegeven met betrekking tot het tropisch regenbos, het mangrovebos en het tropisch loofverliezend bos.

Voor wat betreft de invloed van de pre-Industriële mens op het bos en de bosregeneratie moet onderscheid gemaakt worden tussen de permanent vochtige (merendeels equatoriale) gebieden en de periodiek vochtige (= moessongebieden). Waar in de permanent vochtige gebieden de bevolkingsdichtheid in deze fase laag bleef, d.i. in het grootste deel van het tropisch-regenbosareaal, sloten de activiteiten van de pre-industriële mens nauw aan bij de natuurlijke verjongingsprocessen van het bos en resulteerden deze niet in principiële veranderingen in het bos-ecosysteem. In de tropische gebieden gekenmerkt door een droog seizoen kon de mens zijn invloed op het bos sterker doen gelden, ook bij geringe bevolkingsdichtheid; brand en veeweide waren daarbij de belangrijkste hulpmiddelen. Daar bovendien deze gebieden over het algemeen reeds vroeg dichter bevolkt waren dan de vorige, is de menselijke invloed op het bos hier veel geprononcerder. Op veel plaatsen moet de vegetatie daar in haar huidige vorm dan ook beschouwd worden als het produkt van menselijk ingrijpen (vele loofverliezende bossen en savannen).

Ook moderne methoden van bosexploitatie behoeven het produktievermogen van het bos-ecosysteem niet te benadelen mits men perk stelt aan de intensiteit van

de exploitatie en de schade toegebracht aan ondergroei en bodem. Recente ontwikkelingen in technologie en markt scheppen echter een kritieke situatie. Zware exploitatie naar selectieve maatstaven en totale exploitatie, beide met inzet van zwaar materieel, vernietigen niet alleen de houtopstand doch leiden ook tot een degeneratie van de bodem.

Door de sterke bevolkingsdruk en diverse grote kolonisatieprojecten worden voorheen gespaarde tropische bosgebieden in de laatste decennia sterk aangetast. Herbebossingen van eertijds ontboste gebieden en de aanleg van vervangend bos na exploitatie vinden in sommige tropische landen in beperkte omvang plaats. Hoewel deze activiteiten toenemende aandacht krijgen kunnen zij bij lange na geen gelijke tred houden met de op gang zijnde ontbossingen. De houtproduktie in aangeplant bos is onder gunstige omstandigheden aanvankelijk hoog, er bestaan echter twijfels omtrent de duurzaamheid van deze (hoge) productie.

Inleiding

Bepaalde natuurverschijnselen en processen die wij van de gematigde zone kennen, doen zich eveneens in andere klimaatzones voor. Voor een beter begrip van wat hier gebeurt is het zinvol zich van de situatie elders op de hoogte te stellen. De tropen kunnen wat dit betreft leerzaam zijn, aangezien aldaar nog steeds enkele gebieden bestaan waarop de mens niet zijn stempel gedrukt heeft. Ook is van belang dat verschillende processen in de tropen sneller verlopen dan in de gematigde zone, na verstoring van het milieu manifesteert zich een sterke dynamiek. Daarbij mogen we echter niet vergeten dat in de tropen ook een aantal processen principieel anders gericht zijn dan in de gematigde zone, b.v. de bodemvorming. Het is bovendien in concrete situaties vaak moeilijk een goed inzicht te verkrijgen door de grote soortenrijkdom, de ingewikkelde structuren en de gebrekkige kennis.

Binnen de tropen, hier opgevat als het gebied gelegen tussen de beide keerkringen, bestaat een grote variatie in klimaat. De regenval, nabij de evenaar steeds hoog en vrij gelijkmatig over het jaar verdeeld, neemt in de

richting van de keerkringen af en wordt meer seizoen-gebonden. Ook de temperatuurverschillen (maandgemiddelden) worden in deze richting belangrijker. Met toenemende hoogte boven zee neemt aanvankelijk als regel ook de neerslag toe, de temperaturen dalen.

Het klimaat binnen de tropen is over het algemeen gunstig voor het optreden van bos. De overgang van gesloten bos naar open bos en struweel, resp. savanne en halfwoestijn, voltrekt zich onder natuurlijke omstandigheden bij een jaarlijkse neerslag tussen 800 en 400 mm, hetgeen bij de heersende temperaturen een hoge ariditeit meebrengt. Nabij de evenaar wordt de bosgrens bereikt tussen 3500 m en 4000 m in een gordel waarin gedurende het gehele jaar nachtvorsten optreden.

Binnen de zone die qua klimaat bos kan dragen bestaan grote verschillen in bodem en hydrologie, dit ondanks het feit dat in de uitgesproken vochtige tropen het klimaat sterk convergerend op de bodemvorming werkt. De continenten en regio's kenmerken zich door belangrijke verschillen in flora en fauna. Tenslotte heeft de menselijke invloed zich veelal sinds lang doen gelden, in de verschillende gebieden op naar aard en intensiteit uiteenlopende wijze.

Door al deze factoren doet zich binnen de tropen een grote verscheidenheid in bosformaties voor. Vele hiaten bestaan in de kennis omtrent deze bosformaties. Hun macro-fauna is over het algemeen goed bekend. Floristisch zijn zij in enkele gebieden redelijk onderzocht. Veel minder is er bekend over hun oecologie.

In welke relatie de bostypen tot elkaar staan, hoe zij zich ontwikkelden, in hoeverre zij zich in stand houden of nog in een proces van ontwikkeling verkeren, wat de invloed is van jaren met afwijkende weersgesteldheid (abnormaal droog of nat), in hoeverre de mens bij hun genese in het verleden een rol speelde, welke de gevolgen zijn van huidige activiteiten van de mens — het zijn alle vragen waarop nog geen definitief antwoord te geven is.

In hetgeen volgt worden de processen van natuurlijke regeneratie beschreven aan een drietal situaties, t.w.:

- A in zeer instabiel milieu, namelijk in mangrovebos (= vloedbos),
 - B in zeer stabiel milieu, namelijk in het tropisch laagland regenbos,
 - C in een milieu dat, afhankelijk van lokale condities, varieert van vrij instabiel tot vrij stabiel, namelijk in tropisch loofafwerpend bos.
- Bovendien wordt nagegaan hoe de mens in dit proces ingrijpt, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen activiteiten die niet resp. wel een regeneratie van het bos tot doel hebben.

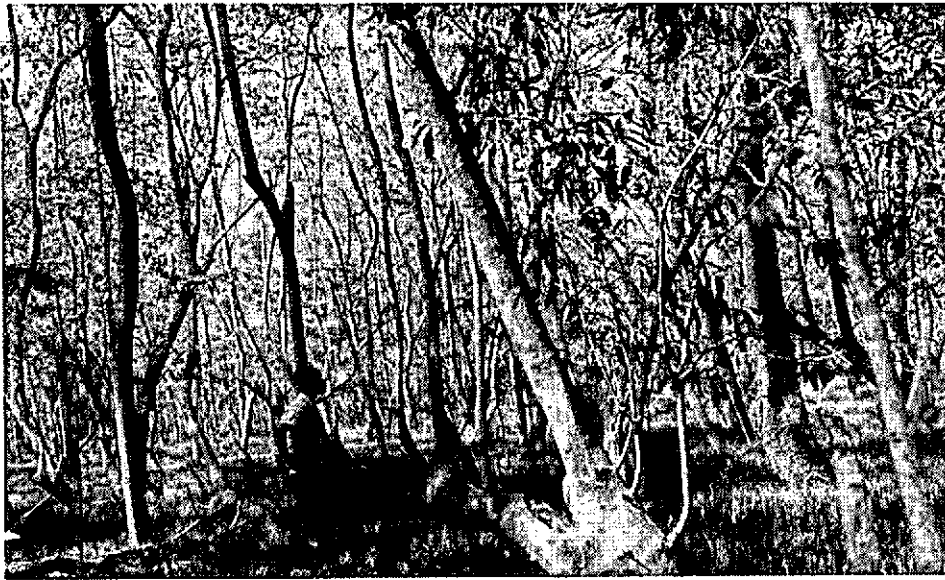
A Mangrovebossen

1 Het natuurlijk milieu

De dichte en monotone mangroves langs lage kusten en riviermondingen vormen een van de meest opmerkelijke begroeringen van de tropen. Men vindt deze bossen in de getijdenezone op slib, zand of koraalgruis, waar de sterkste golfslag door uitgestrekte modderbanken, door landtongen, eilanden of koraalriffen gebroken is. Tijdens vloed dringt het zeewater de kustbossen binnen, de frequentie van de overspoeling hangt samen met de hoogte van het bodemoppervlak en wordt vaak mede bepaald door de terreinconfiguratie. In estuariën heeft de inundatie plaats door brak tot vrijwel zoet water. Door de overheersende rol van het getijdenmilieu wijken deze bossen sterk af van de overige vegetatievormen in dezelfde gebieden. Ook verklaart deze omstandigheid de betrekkelijke onafhankelijkheid t.o.v. het klimaat en daarmee samenhangend de grote mate van uniformiteit naar structuur en soortensamenstelling die de mangrovebossen over grote delen van het areaal kenmerkt. De meeste bossen zijn uitgesproken arm-

Mangrovebos langs de kust van Suriname. Bij eb vallen de voor de kust gelegen modderbanken ten dele droog. Landinwaarts een moeras met lage begroeiing en gedeelten met open water. Kust en begroeiing zijn onderworpen aan een sterke dynamiek.





Blik in een mangrovebos, hier geheel bestaande uit *Avicennia nitida*. De bodem is geheel bedekt door de ademwortels van *Avicennia*. Ondergroei en verjonging ontbreken.

soortig, vaak zelfs eensoortig, ook in gebieden waar een relatief groot aantal mangrovesoorten voorkomt, zoals op Malakka (ca. 23). De voornaamste factoren die de samenstelling van het bos bepalen zijn de frequentie en duur van de overspoeling, het zoutgehalte van het water en de aard van het substraat (textuur, consistentie, organische stof). Doordat de oecologische gradiënten veelal verlopen in een richting loodrecht op de kust, treedt een markante zonatie op parallel aan de oever.

Langs de buitenzijde vindt men soorten die op het nog niet of weinig geconsolideerde substraat kunnen groeien en een veelvuldige en relatief langdurige overspoeling verdragen; op iets hoger terrein, meestal verder landinwaarts, de soorten kenmerkend voor een vastere bodem, onderhevig aan minder frequente overspoeling. Tijdens de periode dat de bodem droogvalt neemt door verdamping de zoutconcentratie van het bodemvocht toe, wanneer niet door regen uitspoeling plaatsvindt. In gebieden met een uitgesproken droog seizoen ontstaat daardoor langs de binnenzijde van het mangrovebos een strook waarin zich periodiek zeer hoge zoutconcentraties voordoen. Daar vindt men tussen de mangrovegordel en de niet-halofytische begroeiingen landinwaarts vaak een vegetatieloze zone of open begroeiingen van enkele kruid- of struikachtige halofyten. In de min of meer permanent humiede tropen sluiten in lage kustvlakten langs de binnenzijde van de mangrovebossen brakke of reeds geheel onder invloed van zoet water staande veenmoerassen aan, gevormd door kruid- en grasachtige planten, tenslotte gevolgd door moerasbos; ook sluit het moerasbos wel direkt bij de mangrovegordel aan.

Van vele kusten is deze zonatie beschreven. Het blijkt dat van plaats tot plaats belangrijke verschillen

voorkomen, waarvoor soms geen duidelijke verklaring bestaat. Langs Westafrikaanse kusten neemt *Rhizophora mangle* de buitenzone van de mangrovegordel in en sluit *Avicennia nitida* landinwaarts aan. Eenzelfde situatie bestaat veelal in Midden- en Zuid-Amerika, waar we dezelfde soorten terugvinden. Langs de Guyanese en Surinaamse kust echter groeit *Avicennia* als regel in de buitenste zone. In Zuidoost-Azië vormen onder uiteenlopende omstandigheden *Rhizophora*, *Avicennia* en *Sonneratia* spp. de buitenzone. In de meest landinwaarts gelegen mangroves overheersen o.m. *Brugulera gymnorhiza* en *Xylocarpus moluccensis*.

Men is geneigd om, waar zich een duidelijke zonatie voordoet, deze te interpreteren in termen van successie: de buitenste gordel vormt dan het pioniergezelschap en landinwaarts gaande zou men de respectieve oudere stadia aantreffen. De aangetroffen zonatie zou aldus de ruimtelijke projectie vormen van een ontwikkeling die zich in de tijd voordeed. Deze gedachtegang veronderstelt een continu proces dat zich over een lange reeks van jaren in eenzelfde richting voltrekt; in ons geval b.v. een geleidelijke opslibbing van de bodem, een afname van de overspoelingsfrequentie en -duur, rijping van de bodem en tenslotte gedeeltelijke of totale ontzilting en eventueel veenvorming. Op vele plaatsen echter doen zich gedurig discontinuïteiten voor in de opbouw en ontwikkeling van kust en vegetatie. Perioden van betrekkelijke rust en stabiliteit wisselen af met perioden van verhoogde sedimentatie en sterke kustaanwas, waarop weer tijden volgen waarin erosie en kustafslag overheersen. Ook kan door de vorming van nieuwe strandwallen of als gevolg van doorbraken het waterregiem schoksgewijze veranderen. Veel gebeurtenissen dragen het karakter van catastrofes die het milieu voor de betrokken vege-

taties plotseling en ingrijpend veranderen, wat kan leiden tot massaal afsterven. Trouwens doen zich bij een relatief hoge mate van continuïteit in het abiotisch milieu vaak toch schoksgewijze veranderingen voor in de ontwikkeling van de vegetatie. Zo kan het milieu slechts gedurende een beperkte periode geschikt zijn voor de vestiging van een bepaalde pioniersoort, b.v. *Rhizophora*. Bij gevolg is het bos dat zich ter plaatse ontwikkelt niet alleen éénsoortig maar ook gelijkjarig. In een latere fase zullen de volwassen individuen binnen een betrekkelijk kort tijdsbestek afsterven. Verjonging van de betrokken pioniersoort heeft zich onder de gesloten etage van volwassen bomen als regel niet kunnen installeren. Maar ook andere soorten laten soms verstek gaan in het gesloten pioniergezelschap, zij vestigen zich eventueel eerst nadat door sterfte gaten in het bos worden geslagen.

Uit het voorgaande moge duidelijk zijn dat de verschillende gezelschappen die binnen een zonerings voorkomen niet eenzelfde ontstaansgeschiedenis hoeven te hebben, zodat evenmin de respectieve zones de achtereenvolgende fasen binnen één serie hoeven te vertegenwoordigen. Dit betekent anderzijds niet dat deze zonaties ons niet enig inzicht zouden kunnen verschaffen in de mogelijke successiereksen. Vrijwel alles wat men thans over successie van mangrovebossen in de literatuur vindt berust op interpretatie van in het veld waargenomen zoneringen. Het is wel duidelijk geworden dat, ook waar slechts weinig soorten in het geding zijn, de successie, afhankelijk van soms onbekende factoren, verschillende wegen kan volgen.

Als — relatief eenvoudig — voorbeeld wordt hier kort weergegeven de beschrijving door Lindeman (1953) van de successie voor een aangroeiende slikkust van Suriname. Hij merkt op dat slechts een beperkt aantal stappen in deze reeks met zekerheid zijn aan te geven. In het hogere gedeelte van de getijdenzone vestigen zich op het slik *Avicennia nitida* en *Languncularia racemosa*. Terwijl de sedimentatie voortgaat ontwikkelt zich een gesloten, goed ontwikkeld *Avicennia*-bos van ca. 15 m hoog. Door de voortgaande ophoging wordt het terrein geleidelijk minder bereikbaar voor het tijdens vloed aangevoerde zoute water. Een definitieve afsnijding van de zee kan na vorming van een lage strandwal volgen. Door de slechte afwatering ontstaat een eerst nog brak, later zoetwatermoeras. *Avicennia* sterft af en er ontwikkelt zich een lage vegetatie van *Typha*, *Cyperaceae* en eventueel varens, leidend tot veenvorming. Uiteindelijk kunnen zich boomsoorten vestigen en kan zich een moerasbos ontwikkelen. Branden, spontaan of antropogeen, kunnen deze laatste stap lange tijd tegenhouden.

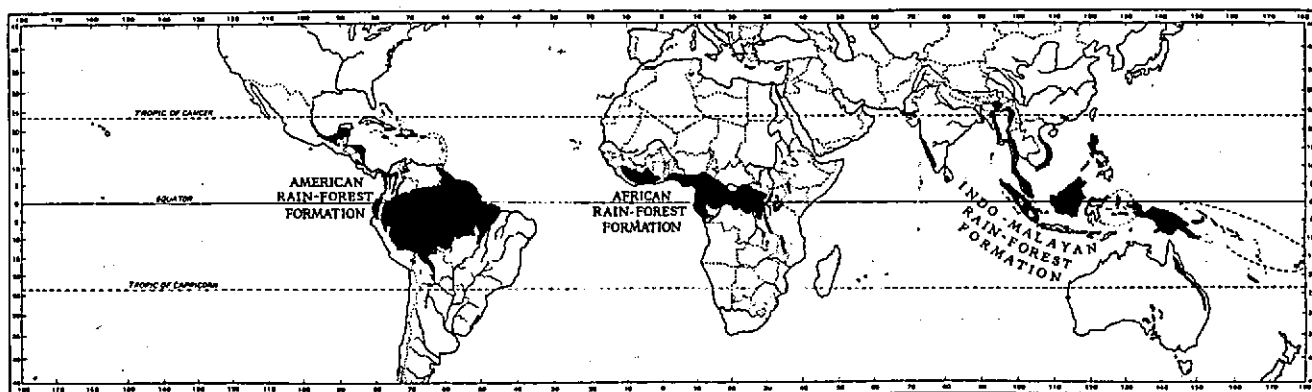
2 De invloed van de mens

De mangrovebossen staan in vele gebieden reeds

lang onder menselijke invloed. In dichtbevolkte streken is het mangrovebos een belangrijke leverancier van brand- en constructiehout. De bast van ettelijke soorten bevat een hoog gehalte aan tannine, vooral *Rhizophora* wordt daartoe zowel in Zuidoost-Azië als in Afrika en Zuid-Amerika geëxploiteerd. De moeilijke toegankelijkheid van het bos maakt dat de exploitatie zich in sommige gebieden beperkt tot de buitenste zone, waar dan min of meer verspreid bomen worden geoogst. Het regenereert zich onder deze omstandigheden goed aangezien klemplanten, zo niet reeds aanwezig, zich gemakkelijk kunnen installeren. Elders vindt de kap vlaktegwijs plaats. Ook dan zijn in principe de mogelijkheden voor een regeneratie van het bos als regel aanwezig.

Volledige exploitatie is te vergelijken met van nature plaatsvindende processen, gekenmerkt door discontinuïteit, mits de exploitatie slechts vrij smalle stroken beslaat en de tussengelegen gedeelten bos blijven dragen. Het gevaar voor erosie, dat in de mangrovegordel bij ernstige verstoringen van bestaande evenwichten steeds dreigt, blijft dan beperkt, terwijl de mogelijkheid tot een natuurlijke herkolonisatie vanuit omringend bos aanwezig is. In Venezuela leidde de exploitatie van *Rhizophora*-bos in 50 m brede stroken tot een overvloedige verjonging van de kapvlakte met opnieuw *Rhizophora*. Van elders wordt opgegeven dat na kaalkap van *Rhizophora* zich een *Avicennia*-bos ontwikkelt. Ook kunstmatige verjonging is met succes toegepast, vooral in Zuidoost-Azië. De zaailingen van *Rhizophora*, die zich aan de boom reeds vivipaar ontwikkelden, slaan, wanneer in de modder gestoken, gemakkelijk aan.

Ondanks de goede mogelijkheden tot bosverjonging zijn de mangrovebossen in de laatste decennia sterk teruggedrongen. Overmatige exploitatie over grote uitgestrektheden heeft geleid tot hun vernietiging in delen langs de West-kust van Afrika en in Zuidoost-Azië. Van de landzijde af wordt de gordel versmald door inpolderingen ten behoeve van rijstverbouw of voor de aanleg van visvijvers (Java). Bij sterke aantasting van de buitenzone neemt het gevaar voor erosie toe. De liquidatie van de mangroves heeft fatale gevolgen voor de van dit biotoop afhankelijke organismen, zoals dieren die een deel van of hun gehele levenscyclus daarin doorbrengen. Zo zijn verschillende vissoorten voor het kuit schieten op het mangrovenmilieu aangewezen. De meest radicale vernietiging van mangrovebos heeft zich voorgedaan in Vietnam. De mangrovebossen bleken uitermate gevoelig voor de door vliegstuiggen uitgevoerde acties met arboriciden (Flamm & Cravens, 1971). Het feit dat het mangrovebos meestal opgebouwd is uit slechts één boometage is er naar moet worden aangenomen mede de oorzaak van dat dit bos na één behandeling reeds volledig afsterft. Daar het bos over grote uitgestrektheid verloren ging moet een ernstige afbraak van de kust



Araal van het tropisch regenbos volgens Richards.

worden gevreesd, een snelle herinstallatie van het bos wordt onder deze omstandigheden zeer bemoeilijkt.

Ook langs indirecte weg oefent de mens invloed uit op de ontwikkeling van de mangrovebossen. Door verschillende activiteiten in de stroomgebieden der sedimentaanvoerende rivieren grijpt hij namelijk in in de hoeveelheid en aard van het vaste materiaal dat langs de kust ter beschikking komt. Vermeerdering van het sedimenttransport door rivieren treedt op in een door antropogene erosie aangetast landschap. In meerdere of mindere mate doet zich dit verschijnsel thans in vrijwel alle streken van de wereld voor. De verhoogde erosie kan tot versterkte kustaanwas leiden, waarbij de mangroves een actieve rol kunnen spelen. Afzetting van dikke sedimentpakketten in bestaand mangrovebos kan echter tot afsterven van het bos leiden. *Avicennia* verdraagt het niet dat de pneumatophoren, die normaliter 1 à 2 decimeter boven het bodemoppervlak uitsteken, in korte tijd geheel door zand worden afgedekt.

Omgekeerd kan sediment dat de rivieren voeren door de mens nog binnen het stroomgebied worden opgevangen. Dit gebeurt bij de aanleg van een stuw in de rivier of bij gebruik van het rivierwater voor irrigatie. In beide gevallen zet een deel van het sediment zich in het stroomdal af. Een plotselinge vermindering van de sedimentaanvoer door rivieren kan leiden tot een verstoring van het bestaande evenwicht tussen slibaan- en -afvoer langs de kust en tot gedeeltelijke afbraak van het mangrovebos.

B Het laagland regenbos

1 Het natuurlijk milieu

De meest imposante, waarschijnlijk ook wel meest bekende bosformatie van de tropen is het tropisch laagland regenbos. Het strekt zich uit in een zone weerszijden van de evenaar bij een min of meer permanent vochtig klimaat. De totale jaarlijkse neerslag ligt voor grote delen van het areaal tussen 2000 en

4000 mm. De gemiddelde jaartemperatuur bedraagt 26 à 28°C, de maandgemiddelden voor warmste en koelste maand ontlopen elkaar niet meer dan 3°C. Veel markanter is in de equatoriale zone de dagelijkse gang van de temperatuur, welke met de gebruikelijke maxima rond 34°C en minima van ca. 23°C een aanzienlijk breder traject beslaat dan wij als gemiddelde voor West-Europa kennen.

Onder de geschetste klimatologische omstandigheden vormt het tropisch regenbos op goedgedraineerde bodem de climaxformatie. Het verspreidingsgebied is in figuur 3 weergegeven. De totale omvang bedraagt $5,5 \times 10^6$ km², d.i. ca. 13% van het totale bosareaal op aarde.

De regenbossen van Amerika, Afrika en Azië bezitten, in het algemeen gesproken, fysiognomisch een grote mate van overeenkomst. Zij worden bepaald door de altijd groene loofboom. Een gesloten boometage bevindt zich meestal rond de 25 à 35 m, doch daarboven verheffen zich verspreide ultschieters tot 50 m of hoger. Zodoende ontstaat een vrij onregelmatig en golvend kronendak. In de ruimte daaronder vindt men de lagere bomen, palmen, struikgewas en tenslotte de etage van bodemkruiden en de nog kleine zaailingen. Lianen en epifyten vindt men van de hoogste kronen tot in de onderste etage. Hoewel de ondergroei niet uitermate dicht is, maakt het bos in zijn totaliteit een zeer weelderige indruk. Het gesloten loofdak en de aanzienlijke plantenmassa's in de middenetage en ondergroei brengen in het inwendige van het bos een serie microklimaten teweeg, die naarmate men lager komt sterker afwijken van het heersende algemene klimaat. Nabij het bodemoppervlak bedraagt de lichtsterkte vaak minder dan 1% van die in het open veld, de dagelijkse temperatuurverschillen zijn er sterk afgezwakt en de relatieve luchtvochtigheid blijft er gedurende de gehele dag hoog. De vormenrijkdom in het tropisch regenbos is groot, de soortenrijkdom zeer groot. De grote regenbosgebieden van Amerika, Afrika en Azië hebben onderling nagenoeg geen soorten gemeen.

Factoren die van invloed zijn geweest op de grote biologische rijkdom van het regenbos zijn ongetwijfeld de lange ontstaansgeschiedenis van dit bos en de relatief geringe verstoringen waaraan het blootgesteld is geweest (klimatologische fluctuaties). Gedurende dit lange evolutieproces hebben de heersende concurrentieverhoudingen ertoe geleid dat soorten elkaar waar mogelijk uit de weg gingen, d.w.z. dat deze een eigen ecologische niche gingen innemen. Anderzijds had een functionele afstemming van soorten op elkaar plaats, waardoor zij meer en meer op elkaar aangewezen raakten en een toenemende mate van integratie tussen de elementen waaruit het bos is opgebouwd, ontstond. De grote soortenrijkdom van het tropisch regenbos en de gecompliceerde structuur worden in verband gebracht met een aangenomen grote stabiliteit van het ecosysteem, waarmee bedoeld een in de tijd geringe variatie met betrekking tot de opbouw van het ecosysteem en de processen die zich in het ecosysteem voltrekken. 1)

Onder invloed van de heersende hoge neerslag en hoge temperaturen ontstaan, uitgaande van verschillend moedermateriaal, zeer diepe bodems met echter een laag adsorptiecomplex en een lage minerale reserve. Onder deze ongunstige edafische omstandigheden kan zich een bosformatie in stand houden (tropisch regenbos) met een grote biomassa en een hoge primaire produktie. 1)

De verklaring berust op het feit dat het ecosysteem in staat is de totale voorraad aan mineralen in een vrijwel gesloten kringloop vast te houden. Het is van belang vast te stellen dat het produktievermogen van deze bodems vrijwel geheel berust op de bovenste humeuze horizont van ca. 40 cm. Beard (1974) betoogt dat in zeer oude, sterk vervlakte landschappen (peneplain) zich tenslotte een slecht doorlatende bodemhorizont kan ontwikkelen die vrije drainage verhindert. Deze ontwikkeling zou kunnen leiden tot een degeneratie van het regenbos, in het bijzonder wanneer tevens andere factoren een ongunstige wending nemen, b.v. indien een sterkere periodiciteit in de neerslagverdeling gaat optreden. De mineralenkringloop zou zich niet op het aanvankelijke hoge niveau kunnen handhaven, gemeenschappen met geringere biomassa nemen de plaats van het regenwoud in. Op de sentele, onvruchtbare en door de voorhanden ondoordringbare horizont ondiepe en slecht ontwaterde bodem vormt zich tenslotte de savanne. Menselijke activiteiten kunnen dit natuurlijke proces ver-

snellen en tot de meest extreme eindfase voeren: een open, schrale begroeiing van grasachtige planten met verspreide struiken en knoestige boompjes op een bodem met een laterietpantser aan of nabij het oppervlak. Beard meent voorbeelden van deze ontwikkeling aan te kunnen wijzen in o.m. Trinidad, Venezuela en Brazilië.

Hoe dit ook zij, aangenomen moet worden dat op de plaatsen waar wij thans het regenbos aantreffen zich dit op vele plaatsen reeds zeer lang, tot tientallen miljoenen jaren, heeft kunnen handhaven. Het bos houdt zich in stand door een voortdurende vervanging van oude individuen door jonge. Het blijkt dat de overgrote meerderheid der boomsoorten een stamtalverdeling heeft die in hoofdtrekken de curve van De Liocourt volgt: d.w.z. weinig individuen in de hoge diameterklassen, een toenemend aantal voor de respectieve lagere klassen (schaduwsoorten). Zaailingen van deze soorten zijn in betrekkelijk grote aantallen aanwezig. Echter blijkt dat de diameteraanwas bij veel bomen gering is, in de orde van grootte van 1 mm/jaar. Vooral in de onderste etages stagneren hoogte- en diametergroei. De gemiddelde hoogtegroeï van zaailingen in het Surinaamse regenbos bedroeg minder dan 1 cm/jaar (Anon, 1969). De mortaliteit, vooral onder de kleinste planten, is in absolute zin hoog. De doorstroming uit de onderetage naar hogere etages is uiterst langzaam.

Meer ruimte voor groei ontstaat er pas wanneer naburige, concurrerende planten afsterven. In de lagere etages is vooral de lichtconcurrentie van betekenis. Afsterven van een grote boom leidt tot een sterke groei-stimulus in het onderstandige gewas. Onvolgroeide bomen van soorten die tot het kronendak kunnen doordringen reageren scherp. In betrekkelijk korte tijd nemen aanvankelijk onderstandige bomen de plaats van de uitgevallen boom in en sluit zich het geslagen gat. Lichtbehoevende lianen kunnen met de opgroeiende boom gelijke tred houden en dringen mede in het kronendak door. De val van een woudreus echter kan de bosbegroeiing over een oppervlak van duizend of meer vierkante meter vrijwel geheel verloren doen gaan. Onder deze omstandigheden komt een groep van soorten aan bod die in het regenbos een bijzondere plaats innemen. Het zijn de "lidtekenplanten": soorten die in alle fasen van hun ontwikkeling veel licht nodig hebben en zich explosief ontwikkelen waar zich een ernstige verstoring in het regenbos heeft voorgedaan. De zaden zijn klein en behouden, in tegenstelling tot de overwegend grote zaden van de overige regenbossoorten, hun kiemkracht in de bosbodem over een reeks van jaren. Onderzoekt men de bodem in ongestoord bos, dan blijkt iedere vierkante meter kiemkrachtige zaden van lichte houtsoorten te bevatten. Kieming treedt eerst op wanneer de bodem aan direct zonlicht wordt blootgesteld. In open plekken in het bos vinden de jonge planten een gunstig milieu. Tot de meest bekende vertegenwoordigers van deze

1) Met primaire produktie wordt bedoeld de produktie aan organische stof door de primaire producenten, i.e. de groene planten. Onderscheid maakt men tussen (1) de bruto produktie, d.i. de totale hoeveelheid gevormde assimilaten; en (2) de netto produktie, d.i. de bruto produktie verminderd met het verbruik wegens de ademhaling der planten — of te wel: de netto produktie is de door de planten geleverde hoeveelheid aan houten bastweefsel, strooisel, wortelmateriaal, etc. De bruto primaire produktie ligt voor het tropisch regenbos in de orde van 50-120 ton/ha/jaar, de netto produktie bedraagt 10-35 (gem. 20) ton/ha/jaar. Ter vergelijking: in het loofbos van de gematigde zone zijn deze waarden gemiddeld ca. 20 resp. 10 ton/ha/jaar.

groep behoren *Cecropia* spp. in tropisch Amerika, *Musanga* spp. in Afrika en *Macaranga* spp. in Zuidoost-Azië. Deze soorten vertonen gedurende de eerste jaren een lengtegroei tot 3 à 4 m/jaar. *Cecropia* en *Musanga* blijven een aantal jaren onvertakt en vormen eerst later een kroon. Onder deze zeer snel opgroeiende bomen ontwikkelt zich vaak een tweede etage van iets minder snel groeiende soorten met een overigens overeenkomstig oecologisch gedrag. Zij verdragen de vrij lichte schaduw van de eerstgenoemde soorten. De eventueel aanwezige verjonging der schaduwsoorten kan in deze tweede etage opgaan. *Cecropia* en *Musanga* produceren reeds na 5 à 10 jaar grote hoeveelheden zaad, dat o.m. door vleermuizen wordt verspreid. Zij bereiken geen hoge leeftijd, veelal niet meer dan 20 à 30 jaar — hoewel verspreid in het bos ook zeer zware exemplaren voorkomen die beslist ouder zijn. De bomen uit de tweede etage, waaronder nog typische licht-houtsoorten, nemen de heerschappij over. Diverse "liidtekensoorten" bereiken leeftijden van 100 jaar of meer, zij maken deel uit van het kronendak maar hun zaailingen vindt men niet in de dichte schaduw van het gesloten bos.

Uit het voorgaande blijkt dat de verjonging van het tropisch regenbos in hoofdzaak discontinu verloopt en wel pleksgewijze. Het bos verkrijgt daardoor de structuur van een micro-mozaïek, het is namelijk opgebouwd uit fragmenten van verschillende ouderdom. Het valt echter moeilijk deze opbouw in het terrein terug te vinden, slechts de open plekken waar recent bomen vielen en de groepen jonge bomen op plaatsen die enkele jaren eerder onpovolen trekken de aandacht. Door de geringe afmeting der mozaïekelementen en hun heterogeniteit vervagen bij het opgroeien der bomen de grenzen en worden zij onherkenbaar.

Slechts waar catastrofes het regenbos treffen geschiedt de regeneratie schoksgewijs over grotere oppervlakten. Gaat het bos geheel verloren, b.v. tengevolge van een terreinafschuiving, dan verloopt de regeneratie langzaam en via een reeks successiestadia waarvan de vroegste stadia nauwelijks enige floristische en geen structurele overeenkomst met het regenbos bezitten. Heeft een gedeeltelijke aantasting van het bos plaats, b.v. doordat de bomen uit de heersende etage door een orkaan worden geworpen of gebroken, dan kunnen in het geschonden bos de lighthoutsoorten opstaan en lianen treden sterk op de voorgrond (Carraïbisch gebied).

2 De invloed van de mens

De rol van de mens is lange tijd van te verwaarlozen betekenis geweest voor zover het de mogelijkheden tot regeneratie van het tropisch regenbos en het voortbestaan van het bos betreft. De nomadische stammen verzamelden en jaagden in het bos wat voor het levensonderhoud nodig was, de geringe bevol-

kingsdichtheid sloot gevaren voor uitputting uit. Ook toen de landbouw in het regenbos zijn intrede deed betekende dit nog geen rechtstreekse bedreiging. De als primitief aan te merken zwerflandbouw is uitstekend afgestemd op de oecologie van het tropisch regenbos. Na kappen van een klein bosperceel en branden van het materiaal in het relatief droge seizoen worden verschillende cultuurgewassen in onderlinge menging in de nabewerkte grond ingebracht. Voor hun groei profiteren zij van de nog intacte goede bodemstructuur, van de in de humeuze bovengrond aanwezige mineralen en van de extra-mineralen die via de as ter beschikking komen. Na één of enkele jaren wordt de cultuurvlakte verlaten en kan zich een regeneratie van de bodem en de vegetatie inzetten. De voor hun kleming direct zonlicht behoevende soorten, verspreid in het oorspronkelijke bos aanwezig, spelen een overheersende rol in de zich installerende begroeiing ("secondair bos"). Wordt het terrein verder ongemeeld gelaten dan vestigen zich succeslevelijk ook de soorten, die wel schaduw in de jeugd verdragen, d.w.z. de "gewone" regenbossoorten. Veelal onderbreekt een hernieuwde ontginning en cultivering van het terrein deze ontwikkeling. Volgens Nye & Greenland (1960) kan bij een cyclus van 2 jaar cultuur en ca. 10 jaar braak het humusgehalte van de bodem zich stabiliseren op een niveau van 75 à 80% van dat onder het oorspronkelijk regenbos.

Zolang de bevolkingsdichtheid laag bleef, ja grote delen van het regenbos nog nagenoeg onbevolkt bleven, vond globaal beschouwd geen ernstige aantasting van het regenbos plaats. Een grotere bevolkingsdichtheid ontwikkelde zich in het verleden in delen van Midden-Amerika, West-Afrika en Zuidoost-Azië. In de jongste tijden is de bevolking in vele delen waar oorspronkelijk het tropisch regenbos voorkwam uitermate sterk toegenomen. Onder invloed van de bevolkingsdruk is het areaal ingenomen door zwerflandbouw sterk uitgebreid, waarbij ook weinig geschikte terreinen in cultuur werden genomen (uitermate arme bodem, stelle hellingen). Secondaire begroeiingen hebben over grote delen de plaats van het regenbos ingenomen. Wegens schaarste aan bebouwbare grond werd de braakperiode binnen de cyclus teruggebracht, hetgeen tot ernstige bodemdegeneratie heeft geleid. Over uitgestrekte gebieden is het produktievermogen van de bodem dermate gereduceerd dat de terreinen werden verlaten of nog slechts extensieve veeteelt mogelijk bleef.

Waar bosbouwkundige exploitatie van het regenbos plaats vond, was deze aanvankelijk sterk selectief. In veel streken is dit nog steeds het geval. Geoogst werden, naast een wijd scala van bosbijproducten in hoofdzaak bestemd voor lokaal gebruik, slechts weinig boomsoorten en daarvan alleen de zwaardere afmetingen. Een eerste exploitatie van één of enkele stammen per ha is daarbij normaal, zo al een tweede ex-

exploitatie plaats heeft, gebeurt deze tientallen jaren later. De uitsleep geschiedde met primitieve middelen. Een dergelijke ingreep wijkt in principe weinig af van hetgeen in het natuurbos reeds spontaan gebeurt: het incidentele afsterven van bomen uit de bovenetage. De afvoer van de weinige stammen is voor de mineralenhuishouding van vrijwel geen betekenis. Een zekere verschuiving in de soortensamenstelling ten gunste van sommige secundaire soorten moet echter waarschijnlijk worden geacht.

Hoewel de commerciële exploitatie van het tropisch regenbos reeds eeuwen teruggaat (b.v. van mahonie), duurde het tot het begin van deze eeuw eer de bosbouwer getracht heeft in het verjongingsproces dat zich spontaan in het bos voltrekt in te grijpen. Dit was het geval in Zuidoost-Azië. Sindsdien hebben zich in verschillende gebieden verschillende systemen van een "natuurlijke verjonging" van het regenbos ontwikkeld. Het doel was de regeneratie van het bos te stimuleren en in een uit economisch oogpunt gewenste richting te leiden. In de tijd en naar intensiteit gedoseerd komen bij deze natuurlijke verjongingssystemen één of meer van de volgende handelingen aan de orde:

- 1 Ingerepen gericht op de begunstiging van de verjonging van bepaalde soorten: vrijstellen van zaadbomen, openen kronendak, bodemverwonding;
- 2 Ingerepen gericht op het beperken van de verjonging van ongewenste soorten: elimineren van zaadbomen, lianenkap;

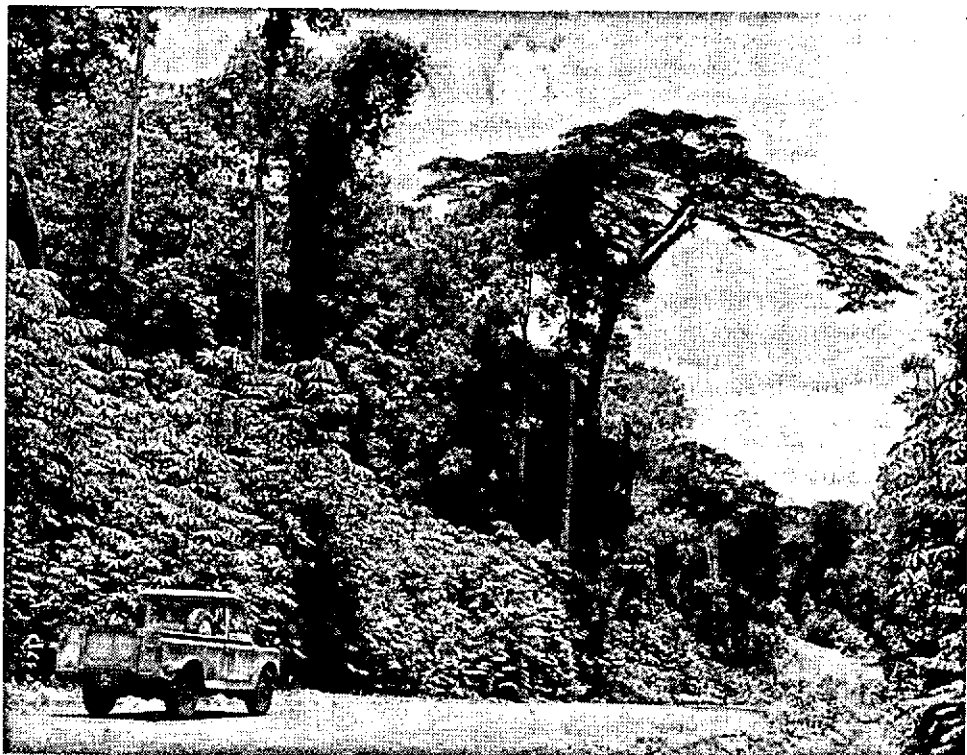
- 3 Ingerepen gericht op het scheppen van betere groei-condities in lagere etages, b.v. elimineren van bomen die veel schaduw werpen;

- 4 Ingerepen gericht op de verbetering van de concurrentiepositie van individuele planten: vrijstelling.

In de praktijk kunnen sommige ingerepen tevens (een deel van) de exploitatie insluiten of verschillende van de genoemde doelstellingen nastreven. Systemen hebben veelvuldig aanpassingen moeten ondergaan als gevolg van wijzigingen in exploitatiemethoden, sociale of politieke omstandigheden en afzetmogelijkheden. Het meeste succes met de natuurlijke verjonging is bereikt in de Dipterocarpaceeënbossen van Zuidoost-Azië.

De tegenwoordige ontwikkelingen leiden tot een intensivering van de kap in het regenbos. Steeds meer soorten dringen tot de markt door. De technologische en sociale ontwikkelingen en de grotere oogst per oppervlakte-eenheid brengen de inzet van zwaar tot zeer zwaar materieel met zich mee. Niet alleen door het groter aantal stammen dat wordt weggehaald maar ook door de grote schade die wordt toegebracht aan het resterende gewas en de bosbodem wordt een zware tol van het bos geheven. De mogelijkheden voor toepassing van een systeem van natuurlijke verjonging laten zich ongunstiger aanzien. Blijft de bosbouwer zeggenschap over het terrein houden, dan zal hij aan kunstmatige verjonging veelal de voorkeur geven. Dit kan gebeuren als lijnbeplanting of groepsgewijze beplanting in het uitgekapte bos, waarmee een geleide-

Weg ongeveer drie jaar terug aangelegd door ongestoord regenbos in Suriname. In de dichte begroeiing opgestaen in de berm domineert *Cecropia scladophylla*. Deze soort slaat in natuurlijk bos slechts op wanneer door de val van een woudreus voldoende licht tot de bodem doordringt; klemkrachtige zaden zijn steeds in grote hoeveelheid in de bodem aanwezig.



lijke algehele vervanging van dat bos bereikt wordt. Of het uitgekapt bos wordt mechanisch beplant, al dan niet met toepassing van een bodembedekker of met tussenplanting en tijdelijke cultuur van een landbouwgewas (bosakkerbouw = taungya). Hoge producties kunnen hierbij, althans gedurende een eerste aanloop, bereikt worden (tot 30 à 35 m³/ha/jaar voor diverse Pinus en Eucalyptus-soorten). Vaak echter ziet men dat het bos, wanneer eenmaal wegens de exploitatie toegankelijk gemaakt en uitgekapt, voor goed aan de houtteeltkundige produktie wordt onttrokken. Een landbouwkundige kolonisatie volgt, ofwel gewild en geleid door de plaatselijke of landelijke overheid, ofwel (ongewild) spontaan en ongeregeld onder invloed van bevolkingsdruk.

De bosbouwkundige exploitatie van het regenbos heeft tegenwoordig niet alleen meer op selectieve basis plaats, maar kan ook de totale houtmassa betreffen. Het hout dient dan als grondstof voor technologische industrieën: verwerking tot board, pulp, houtskool. Uiteraard is een dergelijke exploitatie voor het regenbos eenmalig. Ook hier bestaat in principe de mogelijkheid tot aanleg van vervangend bos.

Op deze plaats kan niet voorbijgegaan worden aan de grootschalige ontbossingen die tegenwoordig in enkele landen als deel van nationale kolonisatieprojecten worden uitgevoerd (Amazone). Volledige vernietiging van het bos over grote aaneengesloten gebieden houdt het gevaar in dat sommige soorten worden uitgeroeid: het areaal van vele soorten uit het tropisch regenbos blijkt namelijk relatief klein te zijn. Is wel een zaadbron aanwezig gebleven, dan zal spontane regeneratie toch verstek kunnen laten gaan wegens de geringe verspreidingsmogelijkheden van de meestal zware boomzaden en de korte tijd die het zaad kiemkrachtig blijft. Ook kunnen irreversibele processen in de bij ontbloting zeer kwetsbare bodem tot gevolg hebben dat de potentie om bos te dragen verloren is gegaan. Waar ontsluiting en ontginning leiden tot een sterke versnippering van het bos, bestaat de kans dat de regeneratie binnen de geïsoleerde relictarealen hapert en dat de bosrestanten op de lange duur verloren zullen gaan of althans van karakter zullen veranderen. Gómez-Pompa e.a. (1972), die uitgebreid onderzoek verrichtten, naar de dynamiek van het laagland regenbos in Mexico, spreken in dit verband van het tropisch regenbos als "a nonrenewable resource".

Over de instandhouding (of het verlies) van het produktievermogen van de bodem onder verschillende vormen van bodemgebruik in de vochtige tropen is in wetenschappelijke kringen reeds heel wat bekend, maar veel essentiële gegevens ontbreken. De Unesco heeft in haar Man and Biosphere Programme de hoogste prioriteit gegeven aan het onderzoek van het tropisch regenwoud en de daarvan afgeleide, door de mens in het leven geroepen ecosystemen. Veel uitvoering kon tot op heden aan dit programma niet ge-

geven worden.

C Tropische loofafwerpende bossen

1 Het natuurlijk milieu

In bossen voorkomend in een tropisch klimaat dat zich kenmerkt door een min of meer markant droog seizoen treden als regel loofverliezende soorten op. Het aandeel van deze soorten stijgt naarmate de droogte waaraan de planten zijn blootgesteld heviger is. Behalve klimatologische factoren (lengte droog seizoen, totale jaarlijkse neerslag) spelen edafische factoren hierbij een rol. Ook neemt binnen een bepaald bos het aandeel der loofafwerpende soorten in de diverse etages toe van laag naar hoog. Er bestaan bossen waarvan gedurende het droge seizoen de bovenste etage kaal staat, terwijl de lagere etages blad dragen; men vindt er obligaat en facultatief bladverliezende soorten in. Daarnaast kent men bossen die in het droge seizoen in alle etages (nagenoeg) kaal staan. De tropische loofafwerpende bossen sluiten in de verschillende werelddelen min of meer aan bij het areaal van het laagland regenbos. Zo vindt men ze langs de Pacific-zijde van Midden-Amerika en het Amazonebekken omgevend in Venezuela, Columbia, Ecuador en Brazilië. In Afrika nemen ze ten N van het regenbosareaal een betrekkelijk smalle gordel in, zij wisselen hier af met savannen. Aan de zuidzijde scheidt een savannegebied de loofafwerpende bossen in het gebied van de Zambesi van het equatoriale regenbos. In Oost-Afrika bedekken zij een groot oppervlak. Loofverliezend bos in Azië vindt men in Centraal-India (Deccan), Achter-Indië, Oost-Java en de Kleine Soenda-Eilanden. In Australië laat het in klimatologisch overeenkomstige gebieden vrijwel verstek gaan: altijd groene Eucalyptus-soorten nemen hier de plaats van de loofverliezende soorten in.

De tropische loofafwerpende bossen kunnen in fysiognomie sterk uiteenlopen. Niet alleen varieert het aandeel der loofverliezende soorten. Men kent rijkgestructureerd hoogopgaand bos (35 à 40 m), maar ook lage en min of meer open bossen, eventueel overgangen vormend naar boomsavanne. De bossen zijn vrij soortenrijk, maar in sommige gebieden komen één of enkele soorten tot dominantie. Voorbeelden daarvan ziet men in Zuidoost-Azië in de teak- (*Tectona grandis*) en sal-bossen (*Shorea robusta*). Vooral in bossen die onder klimatologisch meer extreme condities voorkomen treden merkwaardige groeivormen op, zoals bomen met succulente stam (div. *Bombacaceae* in Amerika, Afrika en Australië).

Wanneer men tracht na te gaan hoe de verjonging van de loofafwerpende bossen onder natuurlijke omstandigheden verloopt, stuit men op het probleem dat de mens sinds lang grote invloed op deze bossen heeft uitgeoefend. Nergens kan men met zekerheid stellen dat het aanwezige bos niet de sporen zou dra-

gen van vroegere menselijke activiteit. Onduidelijk is het daarbij in hoeverre de huidige opbouw en samenstelling het gevolg zijn van menselijk ingrijpen. Inzicht hierin zou men kunnen krijgen indien het lukte in de betrokken bossen de menselijke invloed gedurende een voldoende lange periode uit te schakelen, de ontwikkeling in de begroeiing volgend. Voor zover mij bekend bestaat een dergelijk onderzoek niet.

Een essentieel gegeven voor het tropisch loofverliezend bos is dat het optreedt in klimaten gekenmerkt door een voor de ontwikkeling van de plant ongunstig seizoen. Hierin stemt het overeen met de loofverliezende bossen van de gematigde zone. Is het in het laatste geval de winterkoude die een beperking voor de levensverrichtingen van de plant vormt, in de tropen is het de droogte. Het tropisch loofverliezend bos is dus, en dit in tegenstelling tot het tropisch regenbos, een typische seizoenformatie, d.w.z. dat de processen die zich in het bos voltrekken min of meer duidelijk seizoengebonden zijn. Dit geldt niet alleen het uitlopen en afwerpen van het blad en de groei van de bomen, maar evenzeer de bloei, vruchtdracht en kieming. Sommige soorten bloeien vlak vóór de droge tijd, andere aan het eind van de droge tijd of in het begin van de regentijd. Van een aantal soorten vindt men in de droge tijd de rijpe vruchten aan de overigens kale bomen.

Gedurende het droge seizoen dringt, vooral in de meer extreem loofafwerpende bossen, veel licht tot de bodem door. Hoge temperaturen en grote droogte treden op. Het blijkt dat zaden vaak toegerust zijn met beschermingsmiddelen tegen oververhitting en uitdroging. Zij behouden hun klemkracht als regel langer dan de soorten uit het regenbos en kennen klemrust. Voor hun kieming hebben zij veelal licht nodig, blootstelling aan hoge temperatuur kan de kieming bevorderen. Wegens het benodigde vocht geschiedt de kieming in het regenseizoen. De aan het begin van de regentijd aanwezige dikke laag strooisel kan de kieming of ontwikkeling van de jonge kiemplant ongunstig beïnvloeden.

Voor de jonge zaailingen vormt het droge seizoen een kritieke periode. De verdamping gaat ook aan de bladloze plant door. Een in de diepte nog niet krachtig ontwikkeld wortelstelsel kan de vochtreserves van de plant slechts onvoldoende aanvullen. Wortelconcurrentie speelt in deze fase een grote rol. Bovendien is de jonge plant kwetsbaar voor vraat door wild of vee en voor bodemvuur dat in het droge seizoen het bos kan teisteren. Verklaarbaar is het dat onder deze omstandigheden vegetatieve voortplanting van betekenis is: veel soorten vormen gemakkelijk uitlopers aan takken, stam, stronk of wortels.

2 De invloed van de mens

Zoals reeds gesteld is de menselijke invloed in de gebieden der tropische loofafwerpende bossen van

oudsher groot geweest. In sommige delen bestond reeds vroeg een naar verhouding grote bevolkingsdichtheid. Zwerflandbouw vormde ook in de zone der tropische seizoenbossen het overheersende landbouwkundige systeem, secundaire begroeiingen konden daardoor een grote omvang krijgen. Maar ook waar het bos niet werd gekapt drukte de mens daarop in sterke mate zijn stempel. Het seizoenbos is voor de nog niet modern toegeruste mens namelijk veel meer kwetsbaar dan het regenbos. In het droge seizoen is het dorre strooisel zeer brandbaar. De verjonging van het bos kan door herhaalde lichte branden in gevaar worden gebracht. Stelt het bos zich eenmaal licht, dan krijgen grassen in de ondergroei gemakkelijk de overhand. Veeweiden kan de mogelijkheden voor een regeneratie van het bos verder bemoeilijken. Wanneer de mens zich tijdelijk uit dergelijke gebieden terugtrekt, kunnen lighthoutsoorten zich op de verlaten landbouwgronden en in geschonden bossen vestigen. Een aantal van deze soorten kunnen grote afmetingen en een hoge leeftijd bereiken en tot lange tijd nadien het bosbeeld bepalen. Veel bossen dragen daardoor het karakter van laat-secondaire begroeiingen. Op deze wijze worden althans de opgaande en gemengde bossen verklaard, zowel in Amerika, Afrika als Azië, waarbij in het kronendak één of enige lighthoutsoorten de overhand hebben die zich in het bos niet of slecht regenereren. In Midden- en Zuid-Amerika zijn dit mahonie (*Swietenia macrophylla*), ceder (*Cedrela odorata*), saqui-saqui (*Bombacopsis quinata*) en verschillende *Cordia* spp.; in Afrika, limba (*Terminalia superba*) en okoumé (*Aucoumea klaineana*); in Zuidoost-Azië teak. Men moet aannemen dat deze soorten, wanneer het bos met rust wordt gelaten, teruggedrongen worden door een aantal soorten die in de hoogste etage kunnen voorkomen maar thans veelal sterker in de lagere etages vertegenwoordigd zijn en zich rijkelijk verjongen. Omdat onder deze laatste categorie meer altijd groene soorten voorkomen (in Zuid-Amerika o.m. Sapotaceae en Moraceae) lijkt de neiging aanwezig dat deze deels-loofafwerpende bossen zich ontwikkelen in de richting van een bos met overwegend altdigroene soorten. Uit economisch oogpunt ziet men deze ontwikkeling overigens niet graag, aangezien de diverse betrokken lighthoutsoorten over het algemeen een hoogwaardiger produkt leveren.

In het verleden waren de opgaande seizoenbossen bosbouwkundig meer aantrekkelijk dan de tropische regenbossen. Factoren ten gunste waren de veelal wat eenvoudiger structuur en geringer soortenrijkdom van het bos, de neiging van een aantal soorten tot dominantie, de goede houtkwaliteit van deze soorten, de gemakkelijker afvoer van het hout in het droge seizoen, de aanwezigheid van voldoende mankracht en betere afzetmogelijkheden voor de kleine sortimenten en tweede-rangsoorten op de lokale markt. Het is daarom niet verwonderlijk dat het bosbedrijf in de tropen

zich het eerst in deze bossen heeft ontwikkeld: teakbossen in Birma, India en later Java. Deze bossen kregen, nu mede als gevolg van een doelbewust streven, veelal het karakter van eensoortige bossen. De natuurlijke verjonging van teakbossen is in verschillende gebieden toegepast. De meeste perspectieven bleken te bestaan in de relatief droge gebieden, waar de concurrentieverhoudingen met de meer schaduwverdragende soorten gunstiger liggen. Overigens wordt de soort verjongd door aanplant, vaak in combinatie met landbouwgewassen (taungya).

Ook in Afrika worden de voor het loofverliezende bos kenmerkende soorten vnl. langs kunstmatige weg verjongd, interessante vormen van gecombineerd land- en bosbouwkundig bodemgebruik zijn daarbij bekend. Als exoten vinden teak en *Gmelina arborea* toepassing. In Amerika is in de zone van het tropisch seizoenbos alleen sprake van kunstmatige verjonging.

Overeenkomstig de verklaring van Beard over de degeneratie van het ecosysteem tropisch regenbos in zeer oude landschappen, wordt ook voor het tropisch loofverliezend bos betoogd dat als een zeer langzaam, natuurlijk proces verarming kan leiden tot savannevorming. Walter (1973) ziet de "campos" van Centraal-Brazilië als het eindresultaat van een dergelijke ontwikkeling. Klarheid bestaat hierover niet. Wel is het duidelijk dat door activiteiten van de mens op vele plaatsen het loofverliezend bos vervangen is door savanne. Regelmatig optredende branden houden de savanne in stand. Slaagt men er in deze te onderdrukken, dan kan een spontane herbebossing volgen. Maar ook is het denkbaar dat door degeneratie van de bodem (oerbankvorming, erosie) de potentie een goed ontwikkeld bos te dragen verloren is gegaan.

In verschillende gebieden worden savannen kunstmatig bebost, o.m. met diverse Pinus- en Eucalyptus-soorten. Brand blijft vooral in de eerste jaren het grote gevaar voor de aanplant. Over de duurzaamheid van deze produktiemethode valt in algemene zin nog wel-nig te zeggen.

Literatuur

- Anon. 1969. Succession studies in tropical lowland rainforest. In: Report for the year 1968 of the Centre for Agricultural Research in Surinam, CELOS Bull. 8: 22—23.
- Beard, J. S. 1974. Vegetational changes on aging landforms in the tropics and subtropics. Handbook of vegetation science 8: 219—224. Junk, The Hague.
- Flamm, B. R., & J. H. Cravens. 1971. Effects of war damage on the forest resources of South Vietnam. J. For. 69: 784—789.
- Gómez-Pompa, A. e.a. 1972. The tropical rain forest: a nonrenewable resource. Science 177: 762—765.
- Lindeman, J. C. 1953. The vegetation of the coastal region of Suriname. The vegetation of Suriname I, 1. Van Eedenfonds, Amsterdam.
- Nye, P. H., & D. J. Greenland. 1960. The soil under shifting cultivation. Commonw. Bureau of Soils, Techn. Comm. 51.
- Richards, P. W. 1964. The tropical rain forest. Univ. Press, Cambridge.
- Walter, H. 1973. Die Vegetation der Erde. I. Die tropischen und subtropischen Zonen. Fischer, Stuttgart.

Stellingen

- 1 Een betrekkelijk geringe antropogene verstoring van bossen leidt in de permanent vochtige tropen tot een snelle bosregeneratie. Voorbeelden van dergelijke activiteiten zijn de traditionele extensieve vormen van landbouw (nl. zwerflandbouw) en bosbouw (selectieve exploitatie). Wel zal het na landbouwkundig gebruik eeuwen duren eer het bos de oorspronkelijke samenstelling heeft herkregeen.
- 2 Bij volledige vernietiging van bossen in de vochtige tropen bestaat groot gevaar voor onomkeerbare reacties in de bodem, als gevolg waarvan het biologisch produktievermogen blijvend ernstig wordt geschaad. De potentie om bos te dragen kan daarbij verloren gaan.
- 3 De tropische loofafwerpende bossen (welke optreden in klimaten met afwisseling van droog en nat seizoen) hebben met de winterkale loofbossen der gematigde zone gemeen het optreden van een voor de groei ongunstige periode. Zij ondergingen op vele plaatsen in sterke mate de invloed van de mens.