

Schaal, grootschaligheid en kleinschaligheid in de bosbouw

On large-scale and small-scale forestry

R. A. A. Oldeman,
Bosteelt LH, Wageningen

Bij ons heeft mij sinds mijn terugkeer van Java de treurige eentonigheid onzer bedrijfsbosschen getroffen, en schroomde ik tot heden niet daarvan in tijdschriften en dagbladen te doen blijken. Naarmate ik meer vertrouwd werd met de na-deellige gevolgen dezer richting en voortgezet onderzoek ook mij bestendig bevestigd in de vrees door dr. K. Gayer uitgesproken, hield ik het voor mijnen plicht in ruimeren kring de aandacht op dit onderwerp te vestigen. Een ieder die zich met het Nederlandsche bosch bezig houdt moet doordrongen zijn van de noodzakelijkheid in het boschbedrijf zoveel mogelijk de natuurkracht te laten werken, dan alleen zal aan voortdurende van het bedrijf te denken zijn; terwijl elke moedwillige verkrachting van de natuur straffend op het bedrijf zelf terugwerkt.

A. J. van Schermbeek, 1898

Niet zo lang geleden dook in onze samenleving een krachtige schaalmythologie op. Ondernemingen of activiteiten van "grootschalige" aard werden gedood-verfd als lelijk, eentonig, onmenselijk, arbeidsplaat-senarm en energieverslindend, kortom slecht. Daar-entegen werd "kleinschaligheid" opgevat als fraai, gevarieerd, menselijk, arbeidsplaatsenrijk en ener-giebesparend. De bekendste slagzin dienaangaande luidde "Small is beautiful". "De" bosbouwer, wie dat ook zijn moge, werd in dit verband het gebruik van grootschalige monoculturen verweten.

Nu komen veel van zulke opvattingen uit een be-paalde maatschappelijke stroming voort, waarin be-wegingen als de Landelijke Werkgroep Kritisch Bos-beheer opereren naast meer bekende zoals "Friends of the Earth" (USA), "Die Grünen" (BRD) of "Les éco-logistes" (Fr.). Discussie met aanhangers van zulke groepen is soms moeilijk, daar ze bepaalde gezichts-punten in principe verwerpen. "La Baleine", het blad van de "Amis de la Terre" (1980, nr. 54, p.6) zegt bij-voorbeeld expliciet: "Er is geen kwestie van dat (de Amis de la Terre) ecologische raadslieden van de machtshabbers worden, en nog minder pioniers van

Summary

Questions of scale are nowadays fashionable. The use of a scale-concept in forestry is useful and has been applied in the past by means of different cutting and planting methods. Large-scale is here used in the colloquial way, indicating large surfaces, numbers etc. Sites are arranged according to climatic and pe-dological patterns, their scale decreasing. Trees and forests naturally occur following increasing scales (fig. 1). Human use of forests is made on different scales, exemplified on figure 2. Each scale of use de-mands an optimal technique. Harmonization between the natural, socio-economic and technical scales should be aimed at. Criteria as to this harmonization can be found in table 3, which can be used as a diag-nostical tool when evaluating human use and mana-gement of forests.

een technocratie die de ecologische verworvenheden zou integreren".

Zonder verder op deze maatschappelijke stro-mingen in te gaan kan worden gesteld dat het op-duiken van bepaalde opvattingen in de maatschappij vaak wijst op bewustwording van een belangrijk pro-bleem. Zo is het ook met "schaal". Ofschoon deze in de bosbouw vanouds in aanmerking werd genomen - men denke bijvoorbeeld aan groepen, troepen, horsten en opstanden - is het niet overbodig om een en ander opnieuw aan de orde te stellen in het kader van de huidige samenleving en de huidige kennis van het bos. Er zijn twee eenvoudige en concrete uit-gangspunten.

Het eerste betreft bestaande bossen. Gebruik en verjonging daarvan brengen mee dat er gekapt wordt, waardoor er in rijp bos gaten vallen. Die kunnen de afmetingen hebben van één boom (uitkap), van verscheidene bomen (groepenkap) of van vele bomen (bijvoorbeeld kaalkap, zie tabel 2). In welk type bos, voor welke maatschappelijke doel-stelling en met welke technische middelen is elk van deze soorten gaten het geschiktste? Dat is de vraag-

stelling van de huidige studiekringdag.

Het tweede uitgangspunt is in zekere zin het spiegelbeeld van het eerste, namelijk het bosloze landschap. Daarin kan men losse bomen, rijen of groepen bomen, grotere opstanden of boscomplexen aanplanten of zaaien. Gezien de reusachtige bebossings- en herbebossingsproblemen in en buiten Nederland is een zuivere vaststelling van aard en omvang der geschiktste baselementen, als functie van groeiplaats, doelstelling, arbeid en technische middelen van groot belang voor een goede landschapsopbouw. Het ligt in de bedoeling deze vraagstelling tot onderwerp van de volgende studiekringdag te maken.

Tabel 1 Verwoestingsregimes in Panamá en Nieuw Guinea Volgens Garwood et al. (1979)

soort verwoesting	% gebied per eeuw	herstel-periode (jaren)	beïnvloed areaal als % van totaal
boomlijken	62-125	20 30 50	12-24 19-38 31-62
landverschuivingen door aardbeving			
Nieuw Guinea	8-16	200 300 500	16-33 24-49 41-89
Panamá	2	200-500	4-10
erosie-landverschuivingen	3	200-300	6-15

Tabel 2 Vlaamse en Nederlandse termen voor kapsystemen (kapwijzen)
(Voor definities zie Van Miegroet, 1976 en Houtzagers, 1956)

Vlaams		Noord-Nederlands	
Behandeling homogeen over groot oppervlak			
(grote schaal)			
Kaalslag, kaalstelling	meer beschutting	Kaalkap	} behalve schermkap alles per vlakte homogeen op grote schaal: Bol et al.
Schermslag, schermstelling	(micro-klimaat):	>(randstelling)	
Zoomslag (met coullissen- vorm)	Lust	Zoomkap	
		Coullissenkap	
Behandeling hoeft niet homogeen over groot vlak			
(middelgrote schaal)			
Femelslag		Groepenkap	
(kleine schaal)			
Plenterslag		Uitkap	} technisch: als schermkapprobleem; Bol et al.

Bosbouw en bos

Nadenken over de bosbouw wordt vergemakkelijkt door er drie aspecten in te onderkennen. Het onderwerp van de huidige studiekringdag illustreert dat. In de eerste plaats hebben wij te maken met het bos als een levend systeem, met al zijn eigenschappen (Koop, dit nummer NBT). Ten tweede willen wij dit bos ten dienste van de samenleving behouden en gebruiken, hetgeen een aantal doelstellingen en beheersingrepen vergt (Lust, dit nummer NBT). Tenslotte moet een en ander zo goed mogelijk verwerkelijkt worden via arbeid en hulpmiddelen (Bol et al., dit nummer NBT). Deze drie gezichtspunten zijn elk op zichzelf al zo veelomvattend dat ze volledige vakgebieden vormen. Ze hangen samen binnen het grote aandachtsveld van de bosbouw, dat daardoor vanouds moeilijk te definiëren valt. Aan de lijst van definities zij er hier nog een toegevoegd:

Bosbouw is de bezigheid van de mens met het bos, zodanig dat evenwichtig recht wordt gedaan aan de eisen die het ecosysteem bos aan de mens stelt, aan de eisen die de menselijke samenleving aan het bos stelt, en aan de noodzaak om deze bezigheid doelmatig en goedkoop te beoefenen.

Voor wie goed leest zitten hierin de klassieke criteria verborgen van duurzaamheid, aanleg, behoud, verzorging en zo verder, benevens een paar nieuwe. De definitie is misschien niet beter dan andere, maar legt wel een verschillende nadruk en bereidt discussie voor (zie ook tabel 3).

Tabel 3 Vergelijking van schalen op verscheiden niveaus

natuur	gebruikssysteem	technisch
A. niveau produkt		
1. Boom (alg.: plant, dier)	Verschafter produkten	Oogst, verwerking: individueel werk
B. niveau bosbehandeling		
2. Verjongingseenheid van meer dan 1 gevallen boom	Groep, troep, perceel, vak; algemeen: akker	Oogst, terreinvoorbereiding, afvoer (verwerking elders?)
C. niveau beheerseenheid		
3. Mozaïek van oppervlakken van alle verschillende leeftijden	Beheerseenheid met complete état, boerderij, boerenbos, landbosbouwsysteem . . .	Enige infrastructuur, oogst, terreinvoorbereiding . . .; familiewerk
4. Mozaïek van alle mogelijke successiestadia ("pioniers" t/m "climax")	Boswachterij met veel soorten en veel doelstellingen, coöperatie, rurale gemeenschap, dorp + omringend bos . . .	Infrastructuur, communicatie, arbeidsorganisatie groter dan familie, oogst, terreinvoorbereiding . . .
N.B. Dit is de grootste eenheid waarin groeiplaatsverschillen nog verwaarloosbaar kunnen zijn	N.B. Dit is de grootste sociale eenheid waarin ieder nog ieder kent	N.B. Dit lijkt de grootste nog ambachtelijk aan te pakken eenheid
D. niveau groeiplaatseenheid en landschap ter vereenvoudiging niet gescheiden; men denke aan kleine dalletjes, heuveltjes, stuifzandruggetjes . . .		
5. Regio met vergelijkbaar reliëf, bodem en waterhuishouding	Kleine eenheid van regionale planning met functiedifferentiatie per dorp, boswachterij . . .	Communicatie, infrastructuur, gesalarieerd werk, . . . etc.
6. Regio met vergelijkbaar macroklimaat (bosformatie)	Grotere eenheid van regionale planning met duidelijke ruimtelijke differentiatie per streek	Cultuurtechniek, communicatie, infrastructuur, migratie van gesalarieerde arbeid, . . .
7. Regio binnen een stroomgebied	Grote soms internationale planningseenheid	Civiele en cultuurtechniek, telecommunicatie, . . .
8. (Geen natuurlijk equivalent)	Eenheid van nationale planning en inrichting	Volledig gamma van urbane en rurale technieken

Schaal, grootschaligheid en kleinschaligheid

Men kan slechts verstandig praten over een onderwerp als men elkaars termen begrijpt. Zo is het ook met "schaal": veel misverstanden stelen op het ontbreken van een afspraak over hetgeen men ermee bedoelt. Een stadsbewoner met een klein tuintje vindt een kwart hectare kapvlakte grootschalig, doch een Zweed vindt vijf hectare pletpeuterig.

Etymologisch komt schaal van "scala", ladder. Via de toonladder voor het meten van klimmende en da-

lende tonen wordt "schaal" het laddertje onder een landkaart, waarbij de sporten aantallen kilometers of hectometers weergeven. Hoe groter de schaal is ten opzichte van de afbeelding, des te kleiner is het afgebeelde object, en omgekeerd. Een overzichtskaart, bijvoorbeeld 1:1.000.000 heeft een kleine schaal, namelijk een miljoenste. Een precieze kaart van 1:10.000, een tienduizendste, heeft een grotere schaal maar beeldt een kleiner stuk land af. Een microfoto kan een schaal van 500:1 hebben, meestal aangeduid als "500 X". Deze schaal is de grootste van

de drie, het afgebeelde voorwerp het kleinste.

Het spraakgebruik wil echter juist het omgekeerde. Een onderneming "op grote schaal" omvat dan grote oppervlakten, grote aantallen en grote volumes. "Op kleine schaal" wordt ingegrepen in het klein. Men spreekt ook van "kleinschaligheid" en "grootschaligheid", nieuwe woorden in onze taal, die slechts "grootscheeps" kende. Invoering van het woord "schaligheid" om geen misverstand te wekken (Oldeman, 1980) zou het Nederlands belasten met alweer een weinig fraai woord. Anderzijds is het een onhandigheid van sommige wetenschappelijke onderzoekers om hun begrippen afwijkend van het spraakgebruik te definiëren.

Kortom, op de huidige studiekringdag wordt dit spraakgebruik onverkort gevolgd: "op grote schaal" of "grootschalig" heeft met grote oppervlakten en aantallen te maken, "op kleine schaal" of "kleinschalig" met kleine. Verder betreft "de" schaal van een bosbouwkundig stelsel altijd een vergelijking tussen de onderdelen ervan (en wel via *een* schaal). Binnen een groot- of kleinschalig landschap vindt men klein- of grootschalige beheerseenheden, en daarbinnen klein- of grootschalige bosbehandelingen. Een grootschalig boslandschap, van horizon tot horizon met bos bedekt, kan bijvoorbeeld kleinschalige beheerseenheden bevatten van weinig hectaren elk, waarin tenslotte weer een grootschalig kaalkapsysteem wordt gebruikt. Ook allerlei andere combinaties zijn mogelijk.

Op basis van deze afspraken kan de verkenning van het probleem worden voortgezet.

Schaal van het abiotisch milieu: de groeiplaats

Voortbewogen door een spel van krachten bepaald door de invallende zonne-energie, de draaiing van onze planeet en het magnetische veld ervan, verdeelt de atmosfeer water en warmte over de aarde. Hierdoor ontstaat een klimaatpatroon. Barrett (1974) geeft een vrij recente, op gegevens van weersatellieten steunende beschrijving van dynamiek en structuur van het klimaatstelsel. Ook vaste en vloeibare materie zijn echter ongelijk over de aarde verdeeld in een patroon van zee en land, van vlakten en bergen. Hierdoor wordt het klimaat in nog kleinere eenheden opgedeeld: een voorbeeld zijn de rond 20 klimaatzones in een klein land als Ecuador (281.561 km²). Beide processen, klimaatvorming en land- of gebergtevorming zijn grootschalig, alleen gaat het eerste sneller dan het tweede.

Het reliëf grijpt op het klimaat aan. Zo ontstaat ten westen van de Andes, waar de wind slechts onregelmatig regen aanvoert, een grillig mozaïek van woest-

tijnen, semi-aride gebieden en semi-vochtige tropische streken. Ten oosten van deze bergen liggen daarentegen regenwoudgebieden, en naarmate men hoger komt bereikt men via gebergte- en nevelbos eerst de páramos, dan de eeuwige sneeuw.

Omgekeerd grijpt het klimaat op het reliëf aan. Door vertering en bodemvorming, via processen van erosie hier en afzetting van bodemdeeltjes elders wordt een nog fijner verdelingspatroon tot stand gebracht, dat van de bodemzones. Die worden weer onderverdeeld door een onderliggend patroon van vroegere klimaten en bodems, door tellurische activiteiten zoals vulkaanuitbarstingen die de asbodems in de Andes en op Java regelmatig verjongden, en last but not least door menselijke activiteiten.

Adams et al. (1978) spreken weliswaar niet over verdelingsfactoren, maar in hun beschrijvingen van aride en semi-aride landschappen herkent men de verdelingspatronen duidelijk. Wat zij zeggen over duinvorming en alluviale verschijnselen kan overigens direct vergeleken worden met de Nederlandse omstandigheden. In ons land zijn trouwens ook voorhistorische bodempatronen, zoals ondergestoven dekzanden, en de menselijke activiteiten belangrijke verdelingsfactoren.

Het steeds verder opdelen van groeiplaatsen wettigt de conclusie dat de *processen van groeiplaatsvorming van grootschalige naar kleinschalige patronen toe werken*. Hoe fijnmazig deze patronen zijn is kortelings geïllustreerd door bodemanalyses onder bos in onze luchtstreken (Koop, 1980; Bastiaens et al., 1980; Van de Winckel, 1980). Groeiplaatsen kunnen hier soms tot afmetingen van enkele aren teruglopen, waarbinnen ze vrij homogeen zijn. Vormen van bosbouw die zo kleinschalig zijn opgezet dat ze dergelijke verschillen weerspiegelen zijn niet altijd even praktisch. Deze ongelijkheden worden trouwens verwaarloosbaar zodra processen binnen het bos zelf groter effect sorteren dan de reactie van bomen en andere planten op de groeiplaats. Als voorbeeld neme men produktieverschillen bij bomen ten gevolge van de populatieschommelingen van een in het bos thuishorend bladvreter insect, verschillen die groter kunnen zijn dan afwijkingen als reactie op variaties van leemgehalte in de bodem.

Schaal binnen het levende systeem bos

In elk levend systeem zit groei, dat is geprogrammeerd groter worden. Het is groeien of doodgaan; stilstand is achteruitgang. In tegenstelling tot groeiplaatsvorming *werken de groeiprocessen bij bomen en bossen van klein naar groot*.

Nu kan men een "grootschalige" opstand bekijken

als een stuk bos met *grote aantallen* bomen van eenzelfde soort en leeftijd, ofwel als een stuk bos met *eenzelfde structuur over een groot oppervlak*. Beide benaderingen zijn waar en completeren elkaar.

Tot op heden werden echter allerlei wezens, van bacteriën tot bomen, met hun structuur op schaal *getekend*, terwijl daarentegen in ecosystemen - of "collectieven", om met Leibniz te spreken - vooral planten en dieren *geteld* werden. In het nu volgende wordt consequent, voor individuele planten en dieren even goed als voor ecosystemen, de architectuur beschouwd. Architectuur is de structuur van een levend systeem met weglating van alles wat te klein of te groot is op de gebruikte schaal; dit illustreert figuur 1. De architectuur op verschillende tijdstippen na elkaar maakt de groei zichtbaar (men zie bv. fig. 1f).

Van klein- naar grootschalige systemen onderscheiden wij een aantal stapjes. Dat zijn er meer dan in het gewone lijstje: cel-weefsel-orgaan-organisme-populatie-ecosysteem, met name vanaf het orgaan (fig. 1a).

Het *organistelsel* (fig. 1b) kan een bebladerde tak zijn, een bloeiende stengel, maar ook een onvertakte kiemplant, een palm of een dier.

Het *vertakte stelsel* (fig. 1c) is samengesteld uit organistelsels waarvan elke volgende een tak van de vorige is. Het vertakkingspatroon of architectuurmodel (Hallé en Oldeman, 1970; Hallé et al., 1978) is strak geprogrammeerd, overerfbaar en regelmatig. Jonge grovedennens, essen of linden geven voorbeelden van groei modellen. Bij vrij wat bomen karakteriseert het model de stakenfase, bij dieren vindt men het bij voorbeeld bij koralen. Bij tropische loofbomen is het duidelijker dan bij loofbomen uit onze streken.

Het *gereïtereerde stelsel* (fig. 1d) kenmerkt zich door herhaling van het groei model vanuit rustende knoppen of takken die zich oprichten. Het proces heet reïteratie (van het model), letterlijk "opnieuw gaan" van het modelmatige groei proces. Reïteratie zorgt voor regeneratie van afgebroken stammen of takken. Ook wortel- en stronkopslag en waterlotvorming zijn reïteratie processen. Tenslotte wordt de kroon van een heersende boom uitgebouwd door reïteratie processen (zie ook Oldeman en Westra, 1980). Via reïteratie kunnen enorme bomen ontstaan. Een precieze beschrijving van bomen in deze termen geeft een ingang tot begrip voor hun rol in het bos. In de tropen groeien de meeste loofbomen van *kiemplant* (fig. 1b) via een *stakenfase* als fig. 1c op tot een *heersende boom* als fig. 1d. In onze streken slaan veel soorten (eik!) de modelmatige stakenfase (fig. 1c) over en gaan zeer vroeg reïtereren (fig. 1d). Veel naaldbomen (douglas, spar) reïtereren slechts

indien ze beschadigd raken, zo niet dan blijven ze levenslang de strikte structuur van fig. 1c houden, ook als heersende boom. In het preadvies van Koop (fig. 6) zijn de heersende bomen dik getekend, de staken met potentiële toekomst gestippeld: daaruit volgt de dynamiek van het bos. Dit bos kan nu als collectief op drie niveaus bekeken worden.

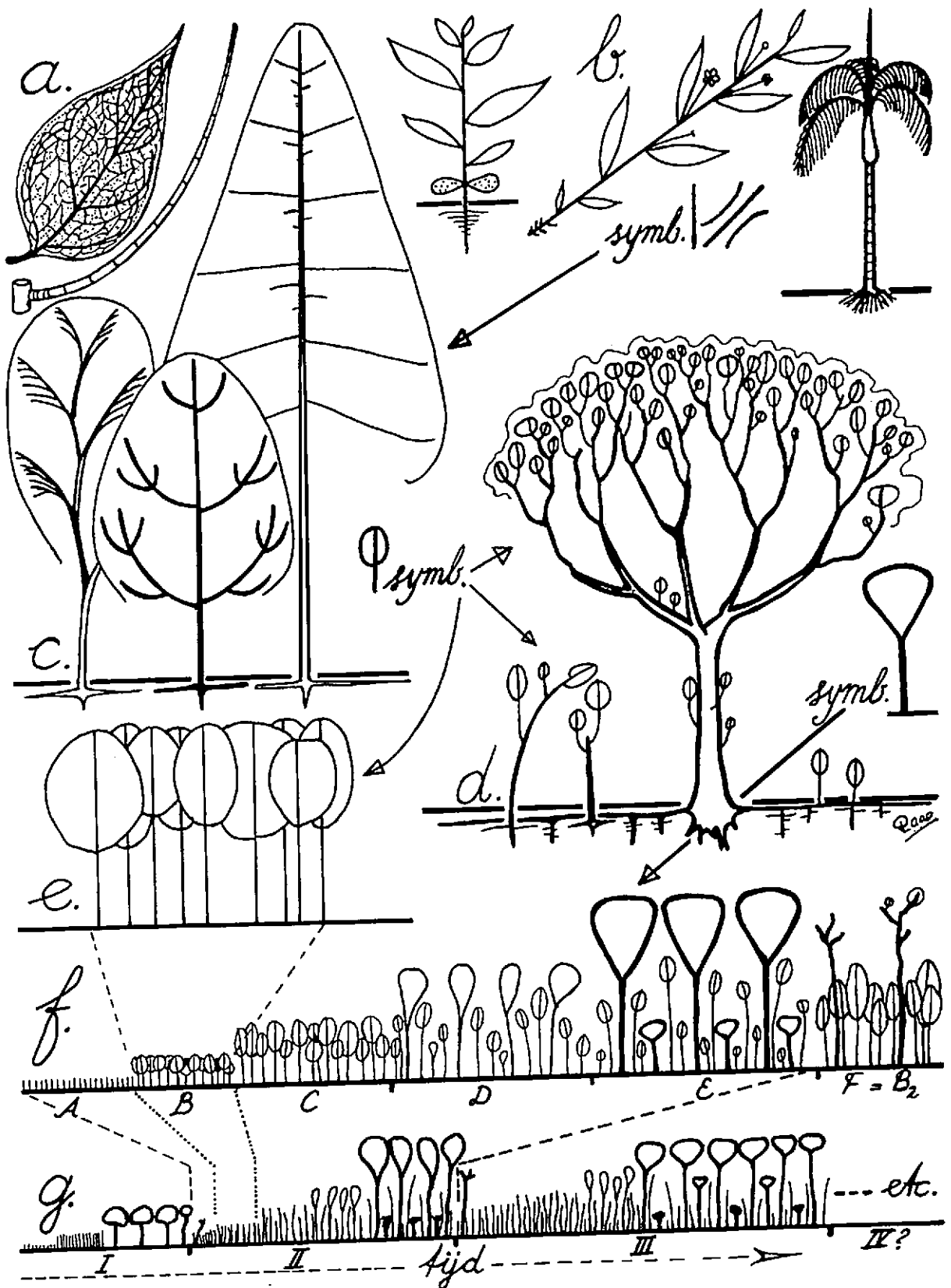
De *verjongingseenheid* (fig. 1e) is een stuk bos dat in zijn geheel begonnen is met groeien. In de natuur gebeurt dat op een plek waar één of meer bomen gevallen zijn; in de bosbouw daar waar er één of meer zijn gekapt.

Het *leeftijdsmozaiëk* (fig. 1f) bevat alle leeftijdsklassen van zo'n verjongingseenheid, bij voorbeeld een berkenbos met stukjes van nul, vijf, tien, vijftien . . . tot tachtig jaar. Dit zijn de groeifasen zoals we die in de bosbouw kennen: zaailingfase, jonge en oude stakenfase en rijpe fase, om onbegrijpelijke redenen ook "boomfase" genoemd.*)

Tenslotte volgt de aftakelingsfase. In een boswachterij of afdeling op één groeiplaats en gericht op één boomsoort ligt meestal een compleet leeftijds-mozaiëk. (Zie ook tabel 3).

Het *successiemozaiëk* (fig. 1g) bevat alle leeftijds-mozaiëken van alle successiestadia. Gaat de successie bij voorbeeld van groveden via eiken-berkenbos naar beukenbos, dan bevat een volledig successie-mozaiëk alle groeifasen van elk van deze stadia. Het is duidelijk dat een successiemozaiëk uitgestrekt is, en derhalve vaak te groot voor het oppervlak van één groeiplaats: het blijft dan onvolledig. Nu vergt elk successiestadium, om met opgroeien te beginnen, een verjongingseenheid van bepaalde grootte, expositie, vorm en bodemgesteldheid (organisch materiaal/minerale grond). Op grote, kale, gemineraliseerde oppervlakten groeien pionierstadia, op kleinere met takken bedekte strooiselrijke oppervlakten latere successiestadia. *In een compleet successiemozaiëk komen dus zowel grootschalige als kleinschalige verjongingsprocessen voor*. Een volstrekt grootschalig mozaïek is derhalve evenmin een successiemozaiëk als een geheel kleinschalig!

*) Uit Oostenrijkse literatuur blijkt dat een "Baumphase" zo heet omdat hij "Baumholz" levert.



Figur 1/ Figure 1

Figuur 1 Schalen van de levende systemen "bomen" en "bossen". - a - organen (blad, stengel of as); - b - orgaanstelsels (v.l.n.r. kiemplant, bebladerde bloeiende tak, palm) - c - vertakt stelsel, v.l.n.r. model van Troll (bv. linde), model van Rauh (bv. groveden, es), model van Massart (bv. douglasspar); deze modellen zijn overerfbaar en karakteriseren meestal de jonge stakenfase; op de tekening symboliseert elke dikke lijn een orgaanstelsel; - d - gereïtereerd stelsel, elk lepelvormig symbool betekent een modelmatige structuur; v.l.n.r. reïteratie, resp. op kromme stam, ter vervanging bij breuk, als waterloten en in uitbouw kroon en als wortelopslag; - e - eerste collectieve schaal: verjongingseenheid; dit stukje bos is terzelfder tijd op een zekere oppervlakte begonnen met groeien; - f - tweede collectieve schaal: leeftijdsmozaïek; deze oppervlakte bevat alle groei- of leeftijdsfasen van eenzelfde successiestadium: A. zaailingfase, B. en C. stakenfasen, D. overgang stakenfase/rijpe fase, E. rijpe fase, noteer rol sterk gereïtereerde heersende bomen en struiken tegenover onderdrukte "staken", modelmatig getekend, F. aftakelingsfase waaronder nieuwe verjongingseenheid; - g - derde collectieve schaal: successiemozaiëk, bevat alle leeftijdsfasen van alle successiestadia; I. pioniers, II. late pioniers (halfschaduw), III. later successiestadium, soms "climax" genoemd. Van schaal a tot schaal g worden de systemen complexer en in het algemeen groter; een successiemozaiëk is soms al groter dan één groeiplaats en komt dan versnipperd in het land voor. Hoe later in de successie des te kleiner de verjongingseenheden. Sterk geschematiseerd.

Figure 1 Scale of the living systems "trees" and "forests". - a. Organs (leaf, axils); - b. Organ complexes (left to right: seedling, axis bearing leaves and flowers, unbranched palm); - c. Branched complex, each branch being an organ complex (left to right: Troll's model, e.g. Elm; Rauh's model, e.g. Scots pine, Ash; Massart's model, e.g. Douglas fir); these models are hereditary and mostly express themselves well in saplings; - d. Reiterated complex, each spoon-like symbol represents a model-conform structure, trunk + branches; left to right: reiteration respectively on curved trunk, as a replacement after damage, as watershoots and in crown expansion, finally as root suckering; - e. First collective scale, the rejuvenation (= forest regeneration) unit: this small patch of forest is of the same age and started developing on the same surface; - f. Second collective scale: the age mosaic: this surface is covered by all developmental or age classes of one successional series, i.e. A: seedling phase; B, C: sapling phases; D: transitional phase; E: mature phase (note roles of strongly reiterated dominating trees and shrubs against suppressed "saplings", drawn as model-conform) F: decaying phase with underlying new rejuvenation unit; - g. Third collective scale: the successional mosaic, including all age classes of all successional series, i.e. I: pioneer trees; II: late pioneer (half-shadow); III: later successional stage, sometimes called "climax". - - From scales a to g, systems always become more complex and have a tendency to become bigger and longer-lived. A successional mosaic is sometimes larger than the site unit and then occurs in fragments throughout the landscape. Later successional series show always smaller rejuvenation units. - - Figure very schematic.

Hoe onherbergzamer de groeiplaats, des te vaker treedt er bosverwoesting op grote schaal op, ook in de natuur. In Ecuador vindt men ongeveer 15 boomlijken/ha op vlak terrein en 18 op hellend terrein in het laaglandregenbos op zeeniveau, respectievelijk 16/ha en 23/ha op 650 m boven zee, en 33/ha op 1900 m in de Andes. Bij dit laatste getal bestaan er onvermijdelijk grote gaten ("meerboomsgaten"), dus grote verjongingsvlakten waarop nogal wat pioniers groeien (Oldeman, 1978). Een ander voorbeeld van schaal in de natuur geeft tabel 1. Deze op luchtfoto-interpretatie stoelende gegevens van Garwood et al. (1979) ontkrachten de hypothese van "universeel kleinschalig natuurbos" volkomen.

In tabel 1 hebben korte herstelperioden betrekking op latere successie-stadia en lange op wederopbouw van een heel successiemozaiëk, via pioniers op grote schaal. De cijfers voor herstelperioden zijn op literatuur gebaseerde schattingen. Daarom is het percentage beïnvloed areaal (laatste kolom) berekend voor het geval de herstelperiode 20 of 30 of 40, resp. 200 of 300 of 500 jaar zou zijn. Dit zijn dus allemaal aanvaardbare orden van grootte.

Een zeer goed gedocumenteerd geval van een andere grootschalige vernielingsfactor, tropische cyclonen, werd gepubliceerd door Whitmore (1974).

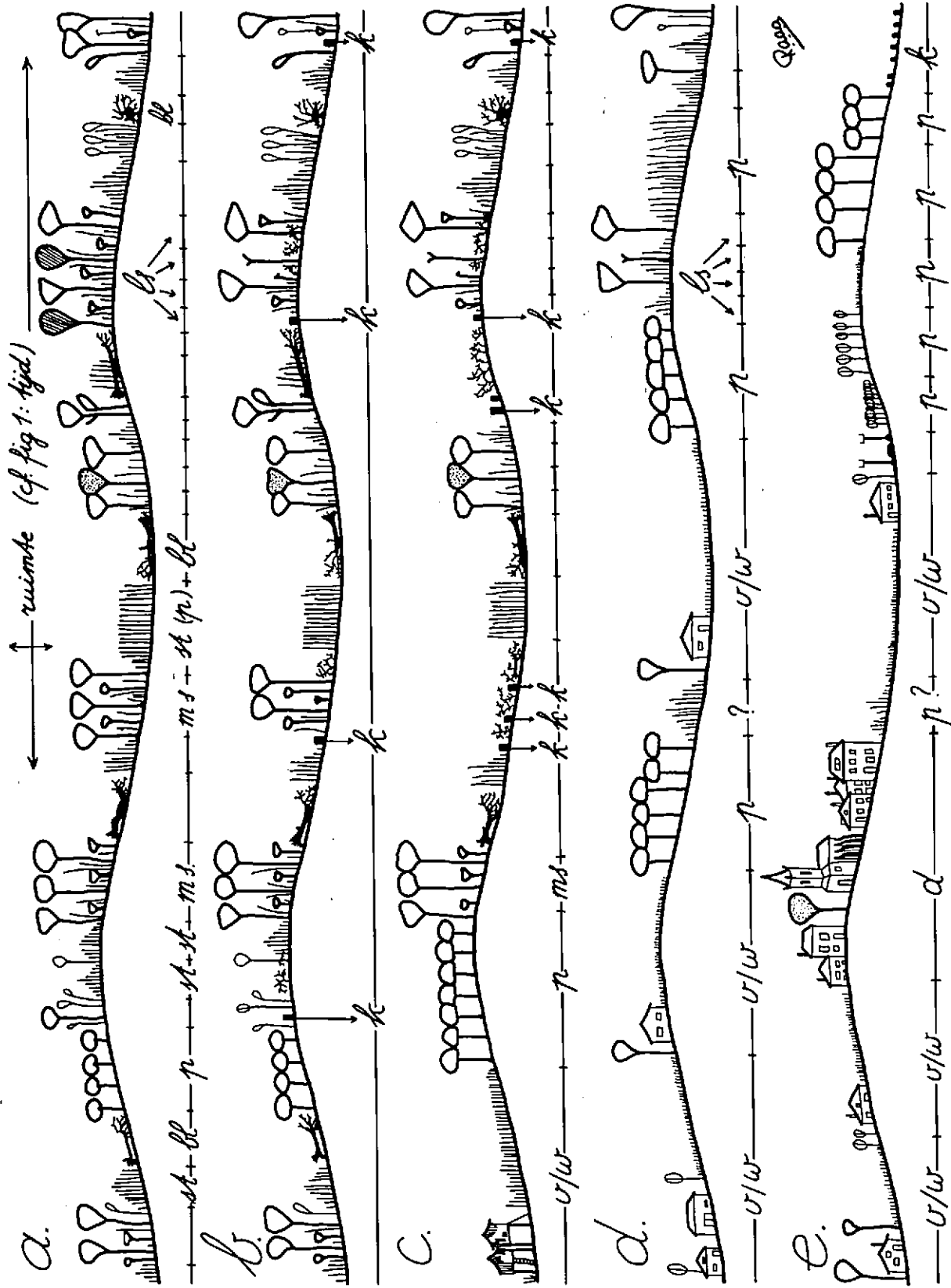
Naar de stormen van 1972 en 1973 uitwijzen ligt het voor de hand om ook in ons land de windkracht als voornaamste, ofschoon niet al te frequente grootschalige natuurlijke verjongingsfactor in het bos te zien, wellicht samen met overstromingen.

De schaal van bossen als nutsystemen

Een grondige aanpak van de voor de mens wenselijke schaal der processen in het bos moet eigenlijk wachten tot we weten wat een mens is! Volgens Leaky en Lewin (1979) was de vroegere mens aaseter alvorens tot jagen en verzamelen over te gaan. Misschien kan men menswording ook wel identificeren met het vervangen van sprokkelen door het kappen van bomen met vuur of werktuigen; dit is niet zo gepolariseerd bosbouwachtig als het op het eerste gezicht lijkt.

Het kappen van bomen is de prelude tot drie authentiek menselijke verrichtingen: vuur stoken, gebouwen oprichten en landbouw plegen. Dat is niet zo erg veranderd.

Nog steeds exploiteert men bos voor energievoorziening, constructiemateriaal en ontginning. Voor de eerste twee doeleinden en voor de bescherming van landbouwgrond wordt thans door bosbouwers bos



Figuur 2/ Figure 2

Figuur 2 Menselijke invloed binnen het successiemosaïek.
 - a - Natuurlijk mozaïek, waarin de verjongingseenheden van fig. 1g ongeordend door elkaar liggen zoals aangegeven op de schaal-lijn eronder; n.b.! veel omgevallen bomen; - b - produktgerichte extensieve uitkap, b.v. door bosnomaden: wat meer stakenfasen ontstaan, maar verschuiving in schaal gering; - c - vestiging van dorp, vlaktekop voor akkers, groepen voor hout: aandeel grootschalige pioniereenheden stijgt, aandeel midden- en late successiestadia daalt; - d - groter dorp, vrijwel geen kleinschalige late successiestadia meer over; - e - plattelandsgemeente: ruimtelijke ordening van landbouwgronden en snelgroeïende pionierbosculturen. De scheiding van functies, hier sterker naarmate de schaal groter wordt, hoeft dat niet te doen; tendens kan omkeren naar meergebruiksbos. p = pionierstadlum (grootschalig); st = groeiende stakenfase; ms = stadlum middenin successie; ls = idem, late successie; bl = boomrijk; k = kap; v/w = velden en woningen; d = dorpscentrum, begin verstedelijking.

bewaard of aangelegd. Soms is ook het bos voedselbron en eigenlijk veel te zelden wordt het doelbewust als "mijn" voor nuttige soorten gebruikt.

Nu heeft geen van deze doelstellingen op zichzelf een schaal. De oorspronkelijke opvatting was waarschijnlijk die van een stelsel waarin alle nutsfuncties *geïntegreerd* zijn ("meergebruiksbos"); het andere uiterste is een systeem waar *voor elke functie een perceel* is ("ruimtelijke ordening"). In de loop der tijden hebben deze opvattingen elkaar waarschijnlijk afgewisseld. Omdat beide soorten systemen opleverden wat men ervan verwachtte hebben doelstellingen geen eigen schaal.

In de optiek van deze studiedag is het kleinste nutssysteem één boom, in de groeifasen van fig. 1c en 1d, want als zaailing is hij te klein. Dat nutssysteem is produktgericht: In Zuid-Amerika komt uit één palm een voedselvoorraad (vruchten, palmhart), een dak (bladeren), constructiemateriaal (stam) en soms kleding (natuurlijke vezels). Loofbomen leveren vaak vruchten, steeds brand- en bouw hout.

Naaldbomen geven ons vooral hout, maar vaak ook hars en zelden eetbare zaden (*Pinus pinea*). Binnen een verjongingseenheid van minimale afmetingen kan één boom groeien. Zo'n verjongingseenheid ontstaat ook door de val van één boom. Kort na zijn ontstaan groeien er nuttige kruiden (kruidachtige planten vertegenwoordigen vaak de schaal van fig. 1b). Hiervan heeft de mens vanouds gebruik gemaakt. In het Frans heet zo'n gat een chablis, en het is niet ondenkbeeldig dat de bekende wijnstok er vandaan komt. Verder is zo'n éénboomsgat de basis van alle uitkapsystemen. Op deze schaal kan de opbrengst slechts een enkele mens, of een kleine familie dienen.

Wanneer de groep groter wordt moeten er meer

Figure 2 Human influence upon the successional mosaic. - a. Natural forest mosaic, rejuvenation units (cf. fig. 1g) distributed without apparent order as shown on scale-line below transect, note many gap phases; - b. product-harvest by selective cutting, e.g. by forest nomads, creates some more gaps and sapling phases; total shift in scales remains small; - c. Small village establishment, fields clear-cut, wood harvest by group-cutting; mosaic gets more large-scale and less small-scale units; - d. Larger village, nearly no older small-scale seres left; - e. Rural township with large-scale specialized food- and wood-producing (pioneer tree) plantations. Separation of functions not always durable, may revert to smaller-scale multiple use forest or agroforestry. p = pioneers (large-scale); st = (growing, unstructured) sapling stage; ms = sere in mid-succession; ls = sere in late succession; bl = dead, fallen tree; k = felling; v/w = fields + houses; d = town centre, starting urbanization.

bomen geveld worden en ook wanneer men zich metterwoon ergens vestigt. Meer produkten worden dan verkregen of door intensiever uitkap, of door groepenkap. Zodra er landbouw plaats vindt, ook zwerf-landbouw, wordt er kaalgeslagen, waarbij soms een aantal moeilijk kapbare bomen als scherm overblijft. Het ontwikkelingsproces van de mens en zijn samenleving gaat dus gepaard met een tendens naar grootschaliger ingrijpen in het bos (fig. 2). Daarbij neemt automatisch het aantal pionierstadia in het successiemosaïek toe, en dat van latere stadia af. Tenslotte verdwijnt het bos: honderd jaar geleden waren bijvoorbeeld de inter-Andiene vallei en de Veluwe beide vrijwel bosloos geworden.

De eigendomsverhoudingen bepalen soms de schaal van ingrepen in het bos: kleine terreinen leiden vaak tot kleine schaal. Echter vallen ook hier merkwaardige convergenties op. Bij de Aucas in Ecuadoriaans Amazonië, 600 bewoners op 20.000 km², is elke nuttige boom of struik eigendom van iemand. Land is echter zo overvloedig dat het bezitten ervan geen waarde heeft. In sommige Javaanse boerenbossen daarentegen is ook elke boom persoonlijk eigendom van iemand, maar daar is het grondbezit door bevolkingsdruk zo versnipperd dat elk "perceel" maar één boom draagt (Bompard et al., 1980). Bezitsgrootte bepaalt dus niet altijd de schaal van bosbeheer.

Hoe meer omvang en ingewikkeldheid van een samenleving toenemen, des te meer culturele doelstellingen er aan het bos worden verbonden. Recreatie, wetenschappelijk onderzoek en luchtzuivering horen duidelijk bij de tegenwoordige Europese beschaving, net als heilige bossen bij allerlei Middeleeuwse samenlevingen. Sedert een eeuw of twee is de Europese bosbouw steeds meer een eigen leven gaan

leiden, een tendens die nu voorbijgaat, daar de samenleving minder specialisatie en meer integratie vraagt. De gespecialiseerde bosbouw leidde tot een aantal teelt- en oogstsystemen, waarin schaalaspecten belangrijk zijn. De hieraan verbonden terminologie, die wij nog steeds gebruiken is, om spraakverwarring bij de preadviezen van Lust en van Bol et al. te voorkomen, samengevat in tabel 2.

Het werken in bossen op verschillende schaal

Eigenlijk ziet de mens biologische noden, zoals voeding, beschutting en kinderen krijgen als een corvée dat snel moet worden afgedaan om écht menselijke dingen te doen, zoals het verfraaien van de omgeving (kunst), het inkeren (religie) of gewoonweg zich te vermaken. Van oudsher is voor het afwerken van corvées een arsenaal van snelle en goedkope middelen uitgevonden, zodat zo veel mogelijk tijd overblijft om mens te zijn. Nieuwe doelstellingen van bosbeheer, zoals recreatie, natuurbehoud en landschappelijk schoon zijn in deze zin culturele of vrijetijdseisen. De gedachtengang ligt in de lijn van Ortega.

De bosbouwtechniek beschikt thans over een bewonderenswaardig gamma van mogelijkheden om efficiënt en economisch in het bos te arbeiden. Een technische ingreep heeft op zichzelf geen schaal, evenmin als een doelstelling dat heeft. De techniek kan worden aangepast aan de meeste combinaties van schalen, bepaald door bos en samenleving, op alle niveaus van tabel 3.

Elke techniek is enerzijds een verlengstuk, anderzijds een vervanging van menselijke arbeid. Als *verlengstuk* vergt hij van de technische mens vaardigheden: zodra deze te grof of te verflind zijn voor het te verrichten werk loopt de zaak mis. Als *vervanging* van arbeid, maakt de techniek tijd vrij om mens te zijn: indien dat de middelen opslokt om vrije tijd interessant te maken is het echter de moeite niet waard.

Dit dilemma ligt ook aan de basis van alle technische vragen betreffende het uitvoerend beheer in bossystemen op verschillende schaal. Gebeurt het werk te grof, dan leidt dit door gebrek aan precisie tot schaalvergroting. Het is echter goedkoop omdat scholing nauwelijks van het personeel geëist wordt en aangezien de machines of gereedschappen geen precisie-werktuigen zijn. Meestal blijven er veel tijd en middelen, uitgedrukt als "winst", voor andere dingen over. Maar wil men daarbij een schaalvergroting op de koop toe nemen?

Daarentegen is een zekere werkverfijning vereist om op kleine schaal te arbeiden. Betere scholing van personeel, precieuzere werktuigen en wellicht gebruik

van trekdieren zijn duur. Geheel of ten dele kunnen deze kosten terugkomen uit de kwaliteit van het produkt (hout), geheel of ten dele ook uit kwaliteitsverbetering van wat men "het" milieu of "de" natuur noemt.

Een zekere graad van arbeidsverfijning kon ook wel eens onmisbaar zijn in een bossysteem met volledige duurzaamheid, waarin niet de minste slijtage van het bos wordt toegelaten.

Deze extremen en de opstellingen die ertussen liggen vormen het moeilijke veld van keuze voor ieder die verantwoordelijk is voor praktische ingrepen in het bos. Niet alleen moet exact worden afgewogen wat de gewenste resultaten zijn, erger nog: er blijven storende lacunes zitten in de kennis waarop de beslissingen moeten stoeien. Het gebrek aan wetenschap wordt vaak min of meer gecompenseerd door praktische ervaring, maar dat verhindert niet dat er een kansspelelement in onze ingrepen beklijft. Elk brokje kennis dat de huidige studiekringdag aandraagt kan daarom ook in de praktijk nuttig zijn.

De drie schalen

De schalen van bosprocessen, die van nutssystemen in het bos en die van technische ingrepen hangen nauw samen. Tabel 3 is een poging om die samenhang zichtbaar te maken, vooral binnen het gebied dat door het huidige onderwerp bestreken wordt, tussen de nummers 1 en 4, op de niveaus A, B, en C. Niveau D waarop zich groeiplaats en landschap bevinden is slechts voorlopig en globaal geschetst, in afwachting van de volgende studiekringdag. Het grootste probleem is hier de hiërarchie naar opklimende of dalende schaal van de groeiplaatsvormende factoren: in Nederland bepaalt bij voorbeeld de waterhuishouding in grote mate de groeiplaats, in de Alpen het reliëf en in de Sahel het bodemmateriaal.

Met dit probleem hangt nauw de vaagheid van de onderscheiding tussen schaal C.4 en schaal D.5 samen. Indien een compleet successiemosaïek (zie fig. 1g) te groot is voor een kleine groeiplaats, dan kan schaaleenheid C.4 slechts in fragmenten bestaan. De boswachterij omvat dan verscheidene groeiplaatsen en is eigenlijk een micro-regio. Omgekeerd kan een zeer uitgestrekte homogene groeiplaats wellicht meer dan één boswachterij omvatten, waarbij men liever van een landstreek zou spreken. Het eerste geval is, zeker in Nederland het algemeenste. In de hele tabel is trouwens de *globale* tendens, van schaal 1 naar schaal 8 wel van klein naar groot, maar daarop zijn uitzonderingen. Zonder uitzondering kan men wel zeggen dat de situatie van

1 naar 8 stap voor stap complexer wordt.

Het gebruik van deze tabel om een "schaal-diagnose" in een bosbouwobject te stellen berust op het vergelijken van de kleinere eenheden binnen de eenheden op een schaal hoger, en vervolgens de vergelijking tussen de drie kolommen. We nemen als voorbeeld een boswachterij (C.4) met overwegend grootschalige afdelingen (C.3), waarbinnen wordt uitgekapt (A.1).

Vergelijking met de kolom "natuur" leert ons dan, dat bij het ontbreken van B.2 er geen verjongingseenheden van meer dan één boom bestaan in deze boswachterij. Ecologisch gezien is de situatie onnatuurlijk kleinschalig. Vergelijking met, aan de andere kant de technische kolom toont dat bij het ontbreken van vakken op niveau B.2 een zware infrastructuur en arbeid boven famillieniveau (mogelijk gesalarieerd) wordt ingezet voor arbeid van het niveau A.1, namelijk uitkap.

De knelpunten zijn nu duidelijk: oplossingen moeten gezocht worden in een betere vakkenindeling, waardoor een betere technische organisatie kan worden bereikt, en invoering van kaalkap op een zeker aandeel van de zo gemaakte percelen, waardoor het bosmozaïek natuurlijker, en het kapstelsysteem over de hele boswachterij gemiddeld rendabeler wordt. In de volgende preadviezen worden zulke maatregelen solide onderbouwd.

Samenvatting

Schaalkwesties zijn niet voor niets in de mode. Handteren van schalen is nodig in de bosbouw en werd ook vanouds gedaan. Schaal wordt hier gebruikt als "groot" wanneer grote oppervlakken, aantallen en dergelijke optreden. In de natuur vindt men structurele schalen, die hier gedefinieerd worden zoals aangegeven op figuur 1. Menselijk gebruik van het bos kent ook verschillende schalen, waarvan voorbeelden op figuur 2 staan. Bij elke gebruiksschaal hoort een techniek; de optimale toestand is een harmonisatie van natuurlijke, socio-economische en technische schalen. Tabel 3 geeft de mogelijkheid om te beoordelen in hoeverre deze harmonisatie gelukt is of verbeterd kan worden.

Bibliografie

- Adams, R., M. Adams, A. Willens, et al., 1978. Dry lands: man and plants. London, The Architectural Press. 152 p.
Barrett, E. C., 1974. Climatology from satellites. London, Methuen. 418 p.
Bastiaens, H., J. Bruggenkamp-Brinkman, G. Derkman, et al., 1980. Vergelijkend oecologisch onderzoek op kapvlakten van verschillende grootte. LH-Bosteelt/Bodem-

- kunde/Vegetatiekunde/Entomologie. Projectverslag.
Bompard, J., C. Ducatillon, P. Hecketsweiler, et al., 1980. A traditional agricultural system: village-forest-gardens in West Java. Rapp. DEA Bot. Trop., Université Montpellier (France), 101 p. + app.
Garwood, N. C., D. P. Janos & N. Brokaw. 1979. Earthquake-caused landslides: a major disturbance to tropical forests. Science 205: 997-998
Hallé, F., R. A. A. Oldeman & P. B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forests: an architectural analysis. Heidelberg, Springer, 441 p.
Houtzagers, G. 1956, Houtteelt der gematigde luchtstreek, 2: 294-316, Zwolle, Tjeenk Willink.
Koop, H., 1980. Structuur en inwendige dynamiek van twee Noordduitse Urwaldzellen. Wageningen, LH-Bosteelt/Vegetatiekunde/Bodemkunde (ter perse: Pudoc).
Kruf, J. P., 1980. Natuurbehoudsdoelstelling, bosbeheer en kleinschalige kapsystemen aan de Veluwezoom. Wageningen, LH-Bosteelt & 's-Graveland, Natuurmonumenten. 33 p. + bjl.
Leaky, R. & R. Lewin 1979. People of the Lake: man, his origins, nature and future. London, Collins. 223 p.
Miegroet, M. van, 1976. Van bomen en bossen, 2, 6:783-815. Gent, Story-Scientia.
Oldeman, R. A. A., 1978. Architecture and energy exchange of dicotyledonous trees in the forest. In: Tomlinson, P. B. & M. H. Zimmerman (red.), Tropical trees as living systems: 535-560, Cambridge, Univ. Press.
Oldeman, R. A. A. 1980. Grondslagen van de bosteelt. Wageningen, LH-Bosteelt. 202 p.
Oldeman, R. A. A. & J. J. Westra. 1980. De betekenis van hout in de oecologie van boom en bos. Nederlands Bosbouw Tijdschrift 52 (2): 39-46.
Whitmore, T. C. 1974. Change with time and the role of cyclones in tropical rain forest on Kolombangara, Solomon Islands. Institute Paper 46: 78 p., Oxford, Commonwealth Forestry Institute.
Winckel, R. van de 1980. Het Wyhlerwald: architectuur en dynamiek in een wild Rijnsoeverbos. Wageningen, LH-Bosteelt, manusc.