

De gevolgen van veranderingen bij het bosbeheer voor de bosoperaties¹⁾

Forest operations and changing management practices

M. M. G. R. Bol²⁾ en N. A. Leek³⁾

1 Inleiding

De laatste jaren is de belangstelling in de bosbouw voor een meer aan de natuur aangepast beheer sterk toegenomen. Deze belangstelling richt zich onder meer op beheerssystemen die niet uitgaan van grootvlaktegewijze kaalkap. In deze bijdrage gaan wij na wat de toepassing van andere beheerssystemen betekent voor de uitvoering van boswerkzaamheden.

Bij deze beschouwing gaan we uit van bosbeheer gericht op meervoudig gebruik, waaronder de houtproductie. Wij richten ons daarbij op de problematiek van het Midden- en Westeuropese bosbedrijf. Bossen groeiend op zeer arme groeiplaatsen, waarbij de houtproductie marginaal is en het beheer is gericht op het minimaliseren van de kosten, blijven hier buiten beschouwing.

Uitgangspunt bij het beheer van bossen is het duurzaam instandhouden van een ecologisch verantwoord bos of de ontwikkeling daarvan. Bovendien is het bosbeleid erop gericht om veranderingen in gang te zetten om beter te kunnen voldoen aan verschillende maatschappelijke behoeften. De vragen uit de maatschappij zijn de afgelopen jaren gericht op:

- verhoging van natuurwaarden door het ontwikkelen van meer aan de natuur aangepaste beheersmethoden;
- vergroting recreatieve mogelijkheden o.a. door meer diversiteit;
- verhoging van de stabiliteit door menging en optimale aanpassing van houtsoort aan de groeiplaats;
- verhoging houtproductie en verbetering houtkwaliteit;
- betere financiële inkomsten voor de boseigenaar.

Hoe denkt de bosbouwer aan bovenstaande wensen te kunnen voldoen? De gedachten hierover verschillen natuurlijk, maar de aandacht gaat de laatste jaren sterk uit naar de volgende veranderingen in het beheer:

- verkleining van de kapvlakte;
- toepassing van andere kap/verjongingssystemen;

- langere omlopen;
- meer menging, meer etages;
- beter gebruik maken van natuurlijke processen (o.a. natuurlijke verjonging).

Centraal bij deze veranderingen staat de wens om grootschalig beheerde monocultures, die thans volgens het vlaktegewijze systeem worden verjongd, om te vormen in ongelijkjarig gemengde opstanden, waarbij indien mogelijk gebruik wordt gemaakt van natuurlijke verjonging. Dit proces van verandering duurt decennia lang. Ervaring met het kleinvlaktebedrijf zijn reeds lang opgedaan o.a. in Zwitserland en West-Duitsland, vooral bij de aanhangers van de *Natürgemässe Waldbau*. De belangstelling hiervoor neemt toe, zoals bijv. in Nedersachsen, waar verschillende staatsboswachterijen als voorbeeldbedrijven volgens meer natuurlijke uitgangspunten worden beheerd. In totaal gaat het om ca. 25.000 hectare (Unterberger, 1983). Ook in ons land zijn plannen ontwikkeld om op basis van bosdoeltypen te komen tot meer ongelijkjarig

Summary

During recent years the interest for forest management practices that follow natural processes more closely has increased.

The paper describes the background of these changes, specifically in multiple use forests with wood production as one of its functions. It specifies the changing management practices such as the use of smaller clear felling and regeneration areas, the use of other harvesting and regeneration techniques (e.g. shelterwood system and group selection system) and extension of the rotation period.

Special attention is paid to the analysis of the influences of changing management practices on forest operations: its technology (working methods and the use of implements and machinery), requirements on forest labour, and some cost difference indications of forest operations.

¹⁾ Bewerking van een bijdrage aan het IUFRO Symposium "Human Impacts on Forests", Straatsburg 1984.

²⁾ Vakgroep Bosbouwtechniek, Landbouwhogeschool.

³⁾ De Dorschkamp, Wageningen.

gemengde opstanden (Meerjarenplan Bosbouw, 1984).

De vraag kan worden gesteld of deze veranderingen bijdragen tot een betere financiële positie van het bosbedrijf. Vooral in een tijd waarin de financiën beperkt zijn, is deze vraag belangrijk. Tot nu toe zijn echter de uitspraken over de bedrijfseconomische gevolgen van meer natuurvolgend bosbeheer nauwelijks onderbouwd (Köpsell, 1983). Bedrijfseconomische vergelijkingen tussen de verschillende beheerssystemen zijn overigens bijzonder moeilijk te maken. Vandaar dat deze bijdrage is gericht op de gevolgen voor technologie en arbeid met de daaruit volgende indicaties voor kostenverschillen, indien genoemde beheersveranderingen worden toegepast.

2 Veranderingen in het bosbeheer

Het *kaalkapsysteem* is het meest eenvoudige en daardoor waarschijnlijk ook het meest toegepaste verjongingssysteem dat in de bosbouw wordt gehanteerd. Het biedt vele voordelen, die vooral zijn gericht op een efficiënte bedrijfsvoering.

Het kaalkapsysteem heeft echter in bepaalde klimatologische regio's (vooral in de tropen en subtropen en in mindere mate in de gematigde luchtstreken) ook duidelijke nadelen, vooral met betrekking tot veranderingen van het bosklimaat. Door sterke lichttoetreding ontstaat een explosie aan kruiden en loofhout. De temperatuur loopt op met als gevolg versnelde mineralisatie, waardoor meer voedingsstoffen uitspoelen. Zon en wind hebben een uitdrogende werking en de risico's voor nachtvorst nemen toe.

Genoemde nadelen zijn ernstiger naarmate de kap-

vlakte groter is. Dan nemen ook de risico's van afspoe-ling en winderosie toe.

Voor pionierhoutsoorten (Pinus en lariks) en in mindere mate halfpionierhoutsoorten (Picea) zijn deze nadelen van minder belang, maar toch wel zodanig dat het beter is ook voor deze soorten de oppervlakte van de kapvlakte te beperken.

Gezien de nadelen van het kaalkapsysteem en mede onder druk van de publieke opinie is men in de Europese bosbouw overgegaan op kleinere verjongingsvlakten. Daarbij gaat het in Scandinavië nog steeds om aanzienlijk grotere kapvlakten (> 10 ha) dan in Midden- en West-Europa. Op grond van biologische overwegingen (ontwikkeling vijfjarige culturen) wordt voor Oost-Duitsland de minimum kapvlakte voor groveden op minstens 3 ha bepleit (Mrazek, 1979). Op kleinere vlakten is de ontwikkeling van groveden slecht als gevolg van wortelconcurrentie van uit omliggende opstandsranden en van beschadiging door wild. Als maximale oppervlakte wordt 10 ha genoemd. In Oostenrijk is de grootte van de kapvlakte wettelijk vastgesteld op maximaal 2 hectare (Mayer, 1980). Ook de toepassing van stroken- en zoomkap heeft geleid tot verkleining van de kapvlakte. Zo is in ons land in de vijftiger jaren een strokenkapsysteem ontwikkeld speciaal voor de aanleg van douglas.

De tendens tot het verkleinen van de kapvlakte wordt nog versterkt onder invloed van de toegenomen belangstelling voor meer natuurvolgend bosbeheer. Vooral de behoefte om beter gebruik te maken van natuurlijke verjonging, maar ook het streven naar meer gemengde opstanden heeft de aandacht gericht op *kleinschalige kap/verjongingssystemen*. Kleinschalig



Natuurlijke verjonging van groveden.
Natural regeneration of Scots pine.
Foto: De Dorschkamp.

betekent dan kap van groepen (tot ca. 10 are) of van bomen. Houtzagers (1956) geeft de volgende indeling van kap/verjongingssystemen:

- kaalkap;
- schermkap;
- zoomkap (stroken);
- randstelling (combinatie van zoom- en schermkap);
- uitkap (groepsgewijs (femelkap) of individueel (plenterkap)).

Bij de keuze van een kap/verjongingssysteem is men niet volledig vrij, daar men te maken heeft met de beperkingen van de groeiplaats en de daarmee samenhangende houtsoortenkeuze (licht- en schaduwhoutsoorten!). Daarnaast treden beperkingen op doordat het bos maatschappelijke functies moet vervullen. We gaan hier niet in op de voor- en nadelen van de diverse kapsystemen. Onlangs is door Helliwell (1982) een uitgebreid literatuuroverzicht samengesteld, waarin de effecten van verschillende kapsystemen op bodem, flora, fauna, milieu, kosten en houtproductie worden vermeld. Hij maakt een vergelijking tussen kaalkap, schermkap, groepenkap en plenterkap. Voor het bestuderen van de gevolgen voor de bosoperaties bij toepassing van andere kap/verjongingssystemen hebben wij als voorbeelden gekozen voor een nadere analyse van schermkap en groepenkap.

Schermkap wordt klassiek toegepast bij het groot-schalig natuurlijk verjongen van groveden, eik en beuk. De nieuwe opstand bestaat dan grotendeels uit één houtsoort en is gelijkvormig van opbouw. Dit verjongingssysteem kan alleen worden gebruikt als de schermbomen redelijk stormvast zijn.

Schermkap wordt ook kleinschalig toegepast en dan vaak in combinatie met zoom- of groepenkap.

Bij groepenkap wordt de verjonging onregelmatig in de opstand uitgevoerd in groepen of horsten. Op deze wijze ontstaat een ongelijkjarig samengestelde opstand, waarbij meerdere houtsoorten zichzelf verjongen of worden ingeplant. De termijn, waarna de gehele opstand is verjongd, is lang en belooft veelal 30 tot 40 jaar. Diverse stadia komen dan naast elkaar voor.

Al vanaf het begin van deze eeuw werden in Midden-Europa diverse varianten op het groepenkapsysteem ontwikkeld als reactie op de grootschalige schermkap. Dit kleinvlaktebedrijf is vooral gericht op het ontwikkelen van gemengde ongelijkjarige opstanden, waarbij iedere houtsoort zo goed mogelijk aan de groeiplaats is aangepast. Door de *Naturgemässe Waldbau* wordt het kleinvlaktebedrijf beschouwd als een overgangsfase naar het uiteindelijk gewenste plenterbos. Gezien de bijzondere lange overgangstermijn om vanuit monocultures te komen tot uitkapbos hebben wij dit kapsysteem samen analyse gelaten.

Een verandering bij het bosbeheer, die veelal in directe relatie wordt gebracht met het gebruik van andere kap/verjongingssystemen, is het hanteren van *langere omlopen*. Door aanhangers van de "*Naturgemässe Waldbau*" wordt gesteld, dat een meer natuurlijk bosbeheer zwaarder en kwalitatief beter hout oplevert dan kaalkap (Leibundgut, 1983). Wij vinden dat niet zo vanzelfsprekend. Grotere afmetingen worden verkregen door bomen langer te laten groeien. Dat er bij het kleinvlaktebedrijf met langere omlopen wordt gewerkt, heeft vooral te maken met de zeer lange verjongingsperiodes, die 30 tot 40 jaar bedragen. Voor schermkap is dit 10 tot 15 jaar.

Ook bij kaalkap kan de omloop worden verlengd afhankelijk van bodem en boomsoort en dus zwaardere bomen worden geteeld. Bovendien zijn de mogelijkheden om via beheersmaatregelen de houtkwaliteit te beïnvloeden en dan vooral de dikte van de takken, bij gelijkjarige opstanden aanzienlijk groter dan bij ongelijkjarige opstanden. Zo zal bij het groepenkapsysteem de vele randwerking negatieve invloed hebben op de houtkwaliteit en is de takafsterving in het uitkapbos gering (Salinger, 1984).

In de Europese bosbouw wordt bij het grootvlaktebedrijf reeds een aantal jaren volgens het toekomstbomensysteem gewerkt, waarbij het beheer erop gericht is om reeds op jeugdige leeftijd (20-30 jaar) de meest geschikte exemplaren te selecteren en de verdere aandacht op deze toekomstbomen te concentreren. Doel van dit teeltsysteem is om op de daarvoor geschikte groeiplaatsen (mogelijkheden tot boniteit I en II) in lange omlopen zwaar kwaliteitshout te produceren.

3 Mechanisatieklassen

Voor de analyse van de gevolgen van beheersveranderingen op de bosoperaties, vooral als het gaat om de aspecten technologie en arbeid, hebben wij een indeling gemaakt van mechanisatieklassen. Technologie en arbeid hangen nauw met elkaar samen en komen tot uitdrukking in de mechanisatiegraad. Deze kan o.a. worden gedefinieerd als het procentuele aandeel van de machinekosten in het totaal van de kosten van machines en arbeid. De mechanisatie kan worden ingedeeld in een vijftal mechanisatieklassen, waarbij het aandeel menselijke arbeid steeds geringer wordt.

Wellicht ten overvloede zij vermeldt dat mechanisatie hulpmiddel is "in een bepaalde sociaal-economische situatie", en geen doel op zichzelf. De weg van klasse 1 naar 5 behoort geen automatisme te zijn.

Mechanisatieklassen

1 Gebruik van menselijke arbeid en dierlijke trekkracht, met gebruik van bestaande en nog te ontwikkelen hulpgereedschappen en werktuigen.

oogst/transport: handzaag, paard, etc.

verzorging: kapmessen

aanleg: terreinvoorbereiding in handkracht, paard en werktuig; planten in handkracht

2 Gedeeltelijke vervanging van menselijke arbeid en dierlijke trekkracht door universele machines en hulpapparatuur

oogst/transport: motorzaag, landbouwtrekker met tweewielaandrijving en eenvoudige hulpapparatuur (sleepletting, bord)

verzorging: bosmaaier, motorzaag

aanleg: terreinvoorbereiding met landbouwtrekker met tweewielaandrijving en eenvoudige hulpapparatuur (plantgatenboor en woeler); planten in handkracht

3 Verdergaande vervanging van menselijke arbeid en dierlijke trekkracht door specialistische machines en hulpapparatuur

oogst/transport: motorzaag, kleinere en grotere (bosbouw)trekker met vierwielaandrijving en met lier, hydraulische grijper, kraan; aanbouw opwerkingsmachines

verzorging: bosmaaier, motorzaag

aanleg: terreinvoorbereiding met (bosbouw)trekkers met vierwielaandrijving en met klepelmaaiers, takkenschuiven, bodemverwonders, plantmachines (getrokken of in hef-inrichting)

4 Volledige mechanisatie met specialistische machines en hulpapparatuur

oogst/transport: zelfrijdende oogst- en opwerkingsmachines; (bosbouw)trekkers met vierwielaandrijving en met lier, hydraulische grijper, kraan

verzorging: terreinmachines (rijdende cirkelzagen?)

aanleg: terreinvoorbereiding met (bosbouw)trekkers met vierwielaandrijving; one pass concepts; zelfrijdende plantmachines

5 (Volledige) mechanisatie met behulp van automatisering, robotisering, computerisering

De toepassing van "high technology" kan leiden tot automatisering van deelfuncties van specialistische bosbouwmachines, toepassing van afstandsbediening en mogelijk tot inzet van zelfstandige opererende ro-

bots. Voorts tot toepassing van (micro)computers bij beslissing terzake van bijv. keuze van houtoogststelsysteem en mechanisatiegraad, indeling van langhout in sortimenten op gemechaniseerde rondhoutsorteerders.

N.B.: Voorlopig zal de landbouwtrekker met tweewielaandrijving (kenmerk van 2) wel blijven bestaan. In de verdere toekomst kan het verschil tussen 2 en 3 problematisch worden.

4 Gevolgen van veranderingen voor technologie en arbeid

In grote lijnen bevindt zich het huidige mechanisatieniveau bij de houtoogst in de Midden- en Westeuropese bosbouw op niveau 3. Ontwikkelingen naar niveau 4, volledige mechanisatie, zijn in gang gezet door de inzet van oogst- en opwerk machines. Gezien de ongunstige kosten-opbrengsten verhouding bij de houtoogst in dunningen is vooral daar de behoefte aan produktiviteitsverbetering groot. De arbeidsproduktiviteit kan worden opgevoerd door bestaande werkmethode met de motorzaag te verbeteren of door verder te mechaniseren. Vooral de mechanisatie van het snoeiwerk (60-70% van de tijd voor vellen, snoeien en uitslepen) kan leiden tot verdere verlaging van kosten.

De in paragraaf 2 besproken veranderingen bij het bosbeheer hebben de nodige gevolgen voor de uitvoering van boswerkzaamheden. In dit hoofdstuk gaan wij na wat deze gevolgen betekenen voor de technologie (inzet gereedschap en machines) en voor de kwaliteit en kwantiteit van arbeid. Daarbij wordt tevens gezocht naar indicaties van optredende verschillen in kosten en worden de gevolgen voor bodem en begroeiing aangegeven. Achtereenvolgens worden de volgende beheersveranderingen aan de orde gesteld:

- 1 Verkleining van de kaalkapvlakte
- 2 Andere kap/verjongingssystemen (inclusief menging en natuurlijke verjonging)
- 3 Omloopverlenging

4.1 Verkleining van de kaalkapvlakte

Teruggang naar kleinere kapvlakten/behandelings-eenheden betekent voor de produktiefactor arbeid:

* dat ontwikkelingen naar mechanisatieniveau 4 in het algemeen worden afgesloten. Uit gegevens van Aardema (1978) kan worden afgeleid dat tussen mechanisatieniveaus 2 en 3/4 bij groeven een verschil in benodigde arbeid ligt in de orde van grootte van 70% ten opzichte van die voor aanleg, verzorging en oogst bij niveau 2. Figuur 1 schat dit verschil in kosten op ongeveer 20%. Deze figuur is samengesteld door Bol et al. (1981) voor het vaststellen van de relatie tussen schaal en kosten. De berekeningen hebben betrekking

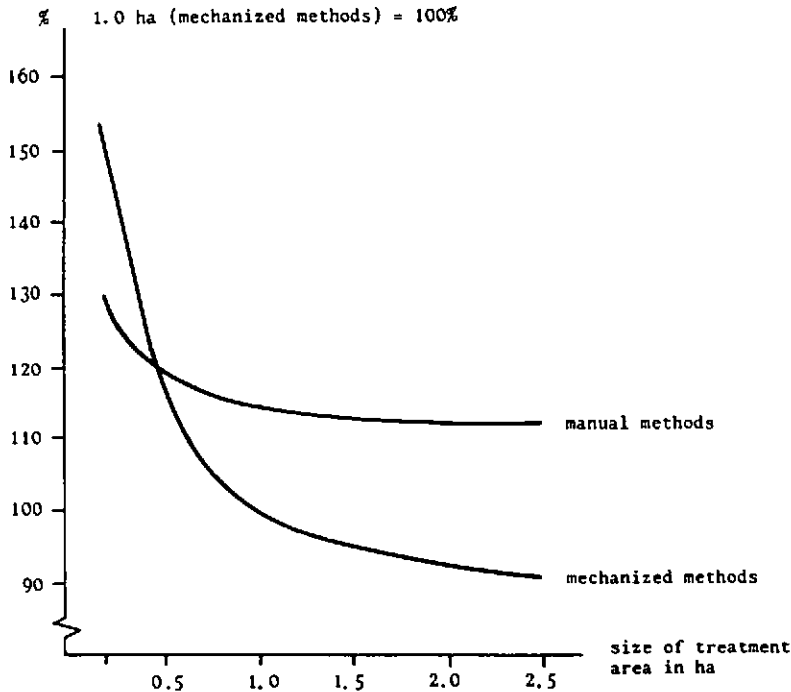


Fig. 1 De relatieve totale kosten van oogst, aanleg en transport tussen de objecten in relatie tot de objectgrootte. 1,0 ha (mach. methode) = 100% hand: mechanisatieniveau 2 machinaal: mechanisatieniveau 3/4

op de onderdelen transport tussen de objecten, aanleg (terreinvorbereiding en planten) en oogst (vellen, snoeien, korten en terreintransport).

* blijven in klasse 3 betekent in geval van schaalverkleining, hogere kosten als gevolg van lagere (arbeids) productiviteit (meer verplaatsingen, aan- en afvoertijden, etc.). In kwantitatief opzicht zou de uitvoerende en beherende arbeid met name in de sfeer van de houtoogst iets kunnen toenemen, in kwalitatief opzicht (kennis, kunde) zou er weinig veranderen. De organisatiestructuur van de uitvoerende arbeid zal weinig veranderen. Gekwalificeerde loonbedrijven zullen wellicht wat minder aan bod komen, met als gevolg meer arbeid in eigen beheer of gebruikmaking van minder gekwalificeerde niet-beroepsarbeid.

* verkleining van behandelingseenheden zou ter vermijding van kostenstijging als boven bedoeld ook enige de-mechanisatie b.v. naar klasse 2 tot gevolg kunnen hebben (zie fig. 1) doordat handwerk relatief goedkoper wordt. D.w.z. meer arbeidsplaatsen, die echter in kwalitatief opzicht bekende karakteristieken van fysieke zwaarte (manipuleren van hout in handkracht), onveiligheid, geringe sociale status zouden kunnen hebben.

Bij gemechaniseerde oogstsystemen heeft de grootte van de kapvlakte, zoals eerder vermeld, grote invloed op de oogstkosten. Vooral bij objecten kleiner dan 1 ha stijgen de kosten sterk voor gemechaniseerde methoden (zie fig. 1). De inzet van gespecialiseerde oogstapparatuur wordt dan niet zozeer door technische, maar veel meer door economische criteria beperkt.

Naast de grootte van de kapvlakte is ook de afstand tussen de objecten van invloed op de productie. Door een zorgvuldige planning van het werk, waarbij meerdere kleine objecten dicht bij elkaar liggen, kunnen transporttijden worden beperkt.

Om een kleine snoeier-korter minstens één dag in dezelfde opstand te laten werken moet in het diametertraject 10-20 cm dbh minstens 30-60 m³ dunningshout beschikbaar zijn. De opstand moet dan minimaal 1 tot 2 hectare groot zijn. Voor het kwantitatieve effect van de invloed van "schaal" in termen van benodigde arbeid en kosten moet o.a. worden verwezen naar LEI-rapportage (1984), waar het begrip schaal op bedrijfs-grootte niveau wordt gehanteerd; voorts naar Van Asperen (1983), waar de onderhoudsintensiteit van groenvoorzieningen wordt gerelateerd aan objectgrootte en groen-samenstelling (blz. 202, 203).

Mogelijkheden om bij kleine kapvlakten de arbeidsproductiviteit op te voeren door middel van mechanisatie worden op korte termijn geboden door toepassing van de boommethode. Door Grammel (1984) en zijn medewerkers wordt in Zuid-Duitsland diepgaand onderzoek verricht naar de verwerking van ongesnoeide bomen (eventueel getopt) op rondhoutsorteerbedrijven en naar de oogst en bereiding van spaanders in het bos. Bij kleine objecten kunnen de bomen naar een centrale worden getransporteerd en daar verder worden verwerkt. Dit komt neer op minimale activiteiten in het bos (vellen en uitslepen) en maximale mogelijkheden voor verdere automatisering op de centrale. De negatieve gevolgen van het onttrekken van extra biomassa kan

worden tegengegaan door te toppen en eventueel ruw uit te snoeien. Uit Nederlands onderzoek blijkt dat door het aftoppen van dunningsbomen de onttrekking van extra biomassa wordt gehalveerd (Kofman, 1983). Op langere termijn zou verhoging van de arbeidsproductiviteit op kleine kapvlakten gezocht moeten worden in kleinschalige mechanisatie met behulp van automatisering (vervanging van mens en motorzaag door robots?)

4.2 Andere kap/verjongingssystemen

Veel ingrijpender voor het boswerk dan het verkleinen van de kapvlakte, is de overgang naar andere kap/verjongingssystemen. In vergelijking met kaalkap komen bij de hier te behandelen schermkap en groepenkap obstakels voor die technische en economische restricties opleveren voor de mechanisatie. Obstakels zijn de blijvende opstand en de verjongde opstand die naast en boven elkaar voorkomen.

4.2.1 Schermkap De lichting van het scherm wordt in verschillende fasen uitgevoerd, afhankelijk van de te onderplanten houtsoort. Meestal gebeurt dit in drie fasen: eerste lichting, tweede lichting en ruimingskap.

Bij natuurlijke verjonging verloopt de lichting anders. Bij de voorbereidingskap worden alle slechte exemplaren verwijderd, bij de zaadkap wordt ca 25% van de massa gekapt, bij de daarop volgende lichten zorgt men ervoor dat de hoeveelheid licht toeneemt. Tenslotte volgt dan de ruimingskap.

In de fase dat er nog geen of weinig verjonging aanwezig is, dat wil zeggen tijdens de eerste lichting en de zaadkap kunnen de vellingen als normale dunning worden uitgevoerd. Problemen gaan ontstaan bij de tweede lichting en de ruiming van het scherm. Er ontstaat dan bij de velling en bij het uitslepen schade aan de verjonging.

De laatste vellingen vinden plaats met de motorzaag, inzet van oogstmachines is niet mogelijk. De vellingskosten nemen toe door:

- extra bleskosten (2 à 3 maal)
- vellingskosten in dunning zijn ca 5% hoger dan bij eindhak
- velling boven verjonging is moeilijker

Tegenover deze kostenverhogingen staat dat door de lichting van het scherm en de langere omlooptijd de bomen zwaarder zijn, waardoor de vellingskosten per m³ worden verlaagd. Zwaardere bomen veroorzaken tegelijkertijd weer meer schade aan de verjonging.

Ook de uitsleepkosten zullen gaan stijgen. Bij de eerste lichteningen zonder verjonging kan de trekker nog bij de stam komen. Is er eenmaal verjonging, dan gaat dat niet meer. De stammen moeten worden voorgeconcentreerd over korte afstanden. Dit zal met trekker

plus lier moeten gebeuren aangezien het hout veelal te zwaar is voor het paard (over korte sleepafstanden maximaal 0,5 m³). Om de schade aan de verjonging te beperken valt te overwegen het hout halflang uit te slepen. Daarmee nemen ook de inzetmogelijkheden voor het paard toe. Voor het verdere transport naar de bosweg met trekker plus lier is een intensieve detailontsluiting nodig.

Voor de houtoogst bij schermkap is meer arbeid nodig zowel bij de uitvoering als bij het beheer. Het effect van dikkere bomen in de eindfase van de verjonging (strenge met omloopverlenging) komt ter sprake in hoofdstuk 4.3. Ook in kwalitatief opzicht zullen er hogere eisen moeten worden gesteld: meer toezicht en beslissingen bij het beoordelen van de diverse fasen van lichting en bij de verkoop van kleinere houtkavels: deskundiger oogstoperaties als gevolg van de relatie tot de nieuwe begroeiing. Dit laatste kan ook meer uitvoerende arbeid in eigen beheer tot gevolg hebben.

Bij kunstmatige verjonging onder scherm blijft het mogelijk het kapafval met de klepelmaaier te verbrijzelen om daarna te planten. Ook als het nodig is om bij een natuurlijke verjonging in een verruigd terrein een bodemverwonding uit te voeren, zal het kapafval te voeren verbrijzeld moeten worden. Dit laatste geldt vooral in opstanden van groveden en lariks. Machinaal planten onder scherm is zeer wel mogelijk met intermitterende plantmachines. Met continu werkende plantmachines treedt gauw schade op door het verwonden van wortels van schermbomen.

Door verschillende auteurs (Helliwell, Klingen en Sevenster) wordt als voordeel genoemd dat bij het planten onder scherm, door de minder extreme klimaatsomstandigheden, minder planten per hectare nodig zijn dan bij kaalkap. Ondanks dit geringere aantal planten wordt toch een fijne takontwikkeling verkregen door de schaduw van het scherm.

Bij de bosaanleg lijkt in geval van kunstmatige verjonging minder arbeid nodig. Er zal sprake zijn van enige toename van arbeid als gevolg van de genoemde "obstakels", maar van een sterkere afname door toepassing van een ruimer plantverband.

Bij natuurlijke verjonging zal de benodigde arbeid voor terreinvoorbereiding (soms zal bodemverwonding nodig zijn) en voor planten duidelijk afnemen.

De verzorging van aanplant zal onafhankelijk van het kap/verjongingssysteem met hand- of motorhandgereedschap plaatsvinden. Door schaduwdruk van het scherm ontstaat differentiatie in groei. Dit gecombineerd met lagere plantaantallen vermindert volgens Klingen en Sevenster (1983) de noodzaak tot regulerend ingrijpen (alleen slechte voorlopers verwijderen),

waardoor de verzorging goedkoper uitvalt. Wij houden het ongeveer op gelijkblijvende arbeid (minder planten wegnemen, echter onoverzichtelijke werksituatie). Bij natuurlijke verjonging wordt beweerd dat de verzorgingskosten lager uitvallen dan bij geplante cultures (Loidl 1984, Leibundgut, 1984). Niet duidelijk wordt waarop dit is gebaseerd. Om de hoge plantaantallen terug te brengen op het niveau van een aangeplante cultuur is in ieder geval één forse ingreep nodig. Dit kan na de ruimingskap plaatsvinden met slagmaaier of bosmaaier. Wij houden het op wellicht minder arbeid bij onkruidbestrijding en vrijstellen maar meer ten behoeve van zuivering.

4.2.2 Groepenkap Bij de Zwitserse variant van het groepenkapsysteem wordt de verjonging ingeleid door horstvormige verjongingscentra aan te leggen rond de transportgrens. Vellen en uitslepen van de eerste groepen vinden dan zonder problemen plaats in een oude opstand. Er zijn varianten mogelijk met de velrichting, wat van belang is voor de verjonging. Door de bomen visgraatsgewijs te vellen, waarbij de toppen in de blijvende opstand terecht komen, wordt het meeste kroonmateriaal van de verjongingsvlakte verwijderd en liggen de ondereinden van de stammen in de sleeprichting. Tijdens het vellingswerk moet op de verjongingsvlakte achterblijvend tak- en tophout met de motorzaag worden verkleind en verspreid. De stammen worden met trekker met tang of lier naar de bosweg gesleept.

Bij latere verjongingsstadia, dus verder weg van de transportgrens, kunnen de bomen niet altijd volgens het visgraatsysteem geveld worden, omdat de bomen dan in de aangrenzende verjonging terecht komen. Dit betekent extra aandacht voor het ruimen van het tak- en tophout.

Onder deze omstandigheden moet men met hogere vellings- en uitsleepkosten rekening houden in vergelijking met het kaalkapsysteem. De velling is gecompliceerder, het uitslepen vraagt extra tijd (veroorzaakt bovendien beschadigingen aan de blijvende opstand) en de groepen moeten worden geselecteerd en gemerkt.

Met nadruk moet worden gewezen op het belang van een goede ruimtelijke ordening van de verjongingskernen. Gebeurt dit willekeurig bijv. afgestemd op plaatsen waar zich spontaan natuurlijke verjonging voordoet, dan nemen in latere verjongingsstadia de problemen aanzienlijk toe.

Al naar gelang de mogelijkheden verloopt de verjonging natuurlijk of kunstmatig. Inzet van machines voor eventuele bodemverwonding bij natuurlijke verjonging en plantplaatsbewerking voor het planten is technisch mogelijk, maar dan zullen wel meerdere kleine vlaktes



Kleinschalige verjonging van douglas.
Small scale regeneration of Douglas fir.

bij elkaar moeten liggen. Het planten zal op deze kleine vlaktes met de hand gebeuren. De verzorging van de jonge beplanting zal niet veel afwijken van die bij schermkap, er is alleen meer aandacht nodig voor het regelen van de menging. Het werk vindt plaats met hand- en motorhandgereedschap.

Problemen gaan pas echt ontstaan, wanneer de oudste verjongingsgroepen aan dunning toe zijn. Deze groepen liggen in de nabijheid van de transportgrens en het dunningshout zal dus door de verschillende verjongingsstadia moeten worden uitgesleept. Om schade aan de verjonging te beperken is een uitgekende detailontsluiting nodig, waarover de trekker het dunningshout naar de bosweg kan uitslepen. Het dunningshout moet dan eerst met een paard of trekker met lier naar de trekkerpaden worden voorgeconcentreerd.

Het oogsten van dunningshout zal onder deze omstandigheden kostbaar blijven. De mogelijkheden voor verlaging van de oogstkosten door verdere mechanisatie zijn sterk afgegrensd. Inzet van houtoogstmachines behoort niet of nauwelijks tot de mogelijkheden.

Het vóórkomen van een schaafeffect (oppervlakte van de verjongingseenheid) en van een obstakeffect (blijvende opstand, verjonging) zal voor de produktiefactor arbeid een combinatie van effecten zoals vermeld onder schaalverkleining bij het vlaktegewijze bedrijf en bij schermkap tot gevolg hebben, echter in verhevigde mate.

Wat zijn bij groepenkap met natuurlijke verjonging – de gunstigste veronderstelling – zonder strengeling met omloopverlenging, waarover straks, de voordelen met betrekking tot arbeid. Er ontstaat een geringere arbeidsbehoefte als gevolg van het wegvallen van:

– plantsoen kweken (Nieuwenhuis, 1979)	13,4 man-uren/ha
– plantsoentransport, inkuilen, plantsoenbehandeling*)	3,5 man-uren/ha
– planten in handkracht*)	53,0 man-uren/ha
– vrijstellen (bosmaaier, 2x)*)	18,0 man-uren/ha
	<hr/>
	88 man-uren/ha

Op dit voordeel wordt weer beslag gelegd door *extra* arbeid bij:

– zuivering met motorboogzaag (stamtaalreductie van 20.000-30.000 stuks/ha)	25 man-uren/ha
– groepenkap: 20% meer arbeid (op 232 man-uren voor 450 m ³ kaalslag met motorzaag en trekker, kraan, wagen combinatie*)	46 man-uren/ha
	<hr/>
	71 man-uren/ha

Duidelijk wordt dat aan de zijde van arbeid (en kosten) verandering van kap/verjongingssysteem in de vorm van schermkap of groepenkap alleen onder de meest gunstige condities enige verbetering zal brengen. Niet aan de zijde van vellings- en sleepschade aan de blijvende opstand.

De overige, hierboven niet vermelde bosoperaties zullen als gevolg van de met groepenkap gepaard gaande schaalverkleining voor wat betreft arbeid en kosten stijgen. Evenals de kosten bij houtverkoop (concentratiekosten als gevolg van versnipperde houtval). De beheerskosten zullen stijgen als gevolg van extra bemoeienis in kwantitatieve zin (beslissingen, toezicht, administratie over een diversiteit van percelen) en wellicht ook in kwalitatieve zin.

Er is enige, voorlopige aanduiding dat kostenstijging veroorzaakt door verkleining van schaal tot objectgrootte < 1 ha, in combinatie met toepassing van groeps- of boomsgewijze kap/verjongingssystemen niet in procenten maar eerder in tientallen procenten gemeten moet worden (Bol et al. 1981).

Wel kunnen er voordelen van andere aard optreden, zoals verbeterde stabiliteit van bossen, diversiteit van structuur.

4.3 Omloopverlenging

Omloopverlenging is toepasbaar afhankelijk van boomsoort en bodem. Zoals in paragraaf 2 is besproken, is omloopverlenging mogelijk bij verschillende kap/verjongingssystemen.

De keuze voor langere omlopen bij het vlaktegewijze bosbeheer wordt veelal gekoppeld aan het toekomstbomensysteem. De eerste dunningen beperken zich tot het vrijstellen van de toekomstbomen, waardoor de kosten per hectare zo laag mogelijk worden gehouden. Het hout wordt met paard of lier naar het dunningspad voorgeconcentreerd en vandaar met de trekker naar de bosweg gesleept. Door het beperkte aantal bomen, dat op deze wijze per hectare wordt verwijderd, zijn de mogelijkheden voor mechanisatie in deze fase gering. Na de eerste dunningen wordt sterker gedund over de gehele opstand; de mogelijkheden voor inzet van oogst- en opwerkmachines nemen dan toe.

De produktie van kwaliteitshout maakt het nodig om de toekomstbomen ook op te snoeien. Voor dit werk zijn diverse motorsnoeizagen ontwikkeld en er wordt gezocht naar verdere mogelijkheden van mechanisatie.

Het uitstellen van de eindkap leidt op de daarvoor geschikte groeiplaatsen tot dikkere stammen. De oostkosten per m³ van dik hout zijn laag, ook met de inzet van motorzaag en trekker. De mogelijkheden om te komen tot lagere oogstkosten door verder te mechaniseren (inzet van houtoogst- en opwerkmachines) zijn beperkt.

Het voornaamste effect van omloopverlenging op de bosarbeid is een zekere toename van de hoeveelheid arbeid per ha per omloop, als gevolg van een toenemende te kappen hoeveelheid, echter bij hout van grotere afmetingen. Deze toenemende hoeveelheid arbeid per ha per omloop resulteert in een afnemend gemiddelde hoeveelheid per ha per jaar.

Kwantitatief is één en ander het gemakkelijkst te benaderen bij het vlaktegewijze bedrijf, geïllustreerd aan de hand van een gesimplificeerd voorbeeld.

De hoeveelheid arbeid die is geïnvesteerd in de aanleg, verzorging, dunning en eindkap (velling, korten, terreintransport) van een grovedennen opstand, boniteit 3 van 70 jaar (vanaf aanleg) bedraagt ongeveer 450 man-uren per ha omloop (Aardema 1978) of 6,4 man-uren per ha per jaar. De bosaanleg wordt daarbij in handkracht uitgevoerd, de bosverzorging met motorhandgereedschap; vellen, snoeien en korten gebeuren

*) Gegevens douglasmodel van Aardema (1978).

met de motorzaag, het terreintransport met trekker met hydraulische laadapparatuur (vnl. mechanisatieniveau 2).

Omloopverlenging met 10 jaar betekent extra kap (verdeeld over dunning en eindkap) van ca 40 m³, bij 20 jaar omloopverlenging ongeveer 75 m³. D.w.z. de geïnvesteerde arbeid neemt toe tot 482 man-uren, resp. 508 man-uren per ha per omloop, of met 7% resp. 13%. Per ha per jaar neemt de hoeveelheid arbeid af van 6,4 tot 6,0 resp. 5,6 man-uren; ofwel een daling met ongeveer 7% resp. 12%. Deze percentages geven een orde van grootte aan.

Omloopverlenging heeft derhalve een belangrijk effect van extensivering van arbeid.

5 Conclusies

Het *vlaktekop/kaalkap systeem* is het eenvoudigste kap/verjongingssysteem. Grootschaligheid is – hoewel in sommige landen bijna karakteristiek – geen noodzaak. Wanneer echter de kapvlakte/behandelings-eenheden kleiner worden dan ca 1 ha, wordt de inzet van oogstmachines niet mogelijk als gevolg van sterk stijgende kosten. Dat kan ook de afsluiting van verdere mogelijkheden tot stijging van (arbeids)productiviteit betekenen. Het mechanisatieniveau blijft dan steken (op niveau 3); zelfs kan enige de-mechanisatie optreden. Inzet van het daarbij behorende machinepark vindt plaats tegen hogere kosten, als gevolg van lagere arbeidsproductiviteit.

Er zal in geval van schaalverkleining < 1 ha wat meer arbeid nodig zijn, zowel bij uitvoering als beheer, die bij de-mechanisatie de fysieke eisen aan bosarbeid weer kunnen doen toenemen en de veiligheid en sociale status zouden kunnen aantasten.

Schermkap en vooral groepenkap zijn kap/verjongingssystemen waarbij de houtoogst door de aanwezigheid van oude bomen en verjonging veel gecompliceerder wordt dan bij het vlaktegewijze bedrijf.

Ook bij een laag mechanisatieniveau ontstaat veel schade aan de verjonging, zowel tijdens de velling als bij het uitslepen. In de vijftiger jaren is dit in Nederland de reden geweest om van het planten van douglas onder scherm af te stappen en over te gaan op het coulissenkapsysteem.

Bij het oogsten van het scherm of van groepen is de inzet van houtoogstmachines niet mogelijk. De behoefte hieraan is ook niet groot, daar het veelal gaat om dik hout, als gevolg van koppeling aan omloopverlenging, waardoor de oogstkosten per m³ relatief laag zijn. De oogstkosten zijn wel hoger dan bij het kaalkapsysteem, waar koppeling aan omloopverlenging evenzeer kan worden toegepast. Zo komt Bol et al. (1981) tot een kostenstijging van 25-30% bij het vellen en uitsle-

pen van een scherm en Bhalla en Svanquist (1968) in een FAO-publicatie tot 20-60%.

Wil men voor de nieuwe bosgeneratie komen tot verhoging van de arbeidsproductiviteit dan is verdere mechanisatie bij de dunning wel een noodzaak. Na schermkap, mits grootschalig toegepast, is min of meer een situatie ontstaan vergelijkbaar met het kaalkapsysteem. Er zijn dan geen extra belemmeringen, die een ontwikkeling naar volledige mechanisatie tegengaan.

Na groepenkap is de situatie totaal anders. Er is een lappendeken ontstaan van kleine oppervlakten met verschillende leeftijden en houtsoorten. Vanuit de huidige stand van de techniek valt te verwachten dat de mechanisatie van de houtoogst op niveau 3 (trekker + motorzaag) zal blijven en dat bij de verjonging de mechanisatie terugloopt naar niveau 1 of 2. Daar het werkzaamheden betreffen, die over 25-30 jaar moeten worden uitgevoerd, is een voorspelling niet eenvoudig. Gezocht zal moeten worden naar inzet van kleinschalige machines. Automatisering zal onder deze omstandigheden, gezien de grote biologische variatie in de opstand, veel moeilijker zijn dan bij het kaalkapsysteem.

De invloed op arbeid in kwantitatieve zin volgt bij de andere kap/verjongingssystemen de grote lijnen, zoals geschetst onder schaalverkleining bij het vlaktekop/kaalkap systeem. Het sterkst geldt dit in geval van groepenkas met kunstmatige verjonging.

In kwalitatief opzicht zullen hogere eisen, zowel bij uitvoering als bij beheer moeten worden gesteld. Dat zou ook meer uitvoerende arbeid in eigen beheer tot gevolg kunnen hebben.

Omloopverlenging heeft bij alle kap/verjongingssystemen het effect van vermindering van arbeid, bij verlenging van een 70-jarige omloop met 10 of 20 jaar met 7 resp. 12% per ha per jaar als orde van grootte.

De andere kap/verjongingssystemen, zoals schermkap en vooral groepenkap, brengen vanuit de financiële kant bezien (nog) veel onzekerheden met zich mee t.o.v. het kaalkapsysteem (waarbij de grootte der verjongingsvlakte kan variëren). Er zijn geen verschillen in volumeproductie tussen de besproken kap/verjongingssystemen. Wel zullen in ongelijkjarige en/of gemengde opstanden de kosten voor de houtoogst, die ca 75% van de totale exploitatiekosten uitmaken, gaan stijgen. Deze kostenstijging zou kunnen worden gerechtvaardigd door voordelen van andere aard, zoals grotere diversiteit en stabiliteit.

Aan de kosten- en opbrengstzijde ligt wellicht perspectief in situaties waar strengeling van het systeem met duidelijke omloopverlenging tot de mogelijkheden behoort. Die strengeling kan dan echter ook worden toegepast met het vlaktegewijze bedrijf. In alle

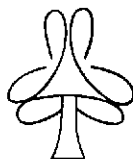
gevallen doemt bij omloopverlenging het vraagstuk van financiering en investeringsperiode op.

De in het Meerjarenplan Bosbouw voorgestelde ontwikkeling naar ongelijkjarige, gemengde bossen zou o.i., gezien de te verwachten financiële onzekerheden en gezien de noodzaak tot het ontwikkelen van verantwoorde teeltkundige en bedrijfskundige methoden en technieken als experiment in een aantal boswachterijen in gang kunnen worden gezet.

6 Referenties

- Aardema, J. W., 1978. Energieproductie en energieconsumptie in het huidige Nederlandse opgaande productiebos (Energy production and consumption in Dutch high production forest). Intern Rapport Vakgroep Bosbouwtechniek LH, Wageningen, nr. 1.
- Asperen, H. S. van. Samenhang ontwerp-uitvoering, bij het scheppen en instandhouden van groenvoorzieningen. Proefschrift Wageningen, 1983.
- Berger, E. P. Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse particuliere bosbouw over 1982. Periodieke Rapportage Landbouw-Economisch Instituut, Den Haag, nr. 29-82.
- Bhalla, B. K. en N. Svanquist, 1968. Optimising logging costs. Government of India (UNDP/FAO) Logging training project.
- Bol, M., R. Brand en W. Heij, 1981. Bosbouw: Schaal en kosten (Forestry: scale and costs). Ned. Bosbouw Tijdschrift 53 (3): 100-110.
- Grammel, R., 1984. Forstbenutzung in Zwiespalt zwischen Mechanisierung, Rohstoffausnutzung und Pfléglichkeit. Forst- und Holzwirt 39 (10): 251-252.
- Helliwel, D. R., 1982. Options in forestry. A review of literature on the effects of different tree species and silvicultural systems on soil, flora, fauna, visual amenity and timber production. Packard, Funtington UK. 60 p.
- Houtzagers, G., 1956. Houtteelt der gematigde luchtstreken. Deel II: Het bos. Tjeenk Willink, Zwolle.
- Kofman, P. D., 1983. De oogst van biomassa in dunningen en de gevolgen voor de bodemvruchtbaarheid. Rapport Wageningen Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp", nr. 335.
- Köpsell, R., 1983. Charakteristische Kennzifferstrukturen naturgemäss bewirtschafteter Forstbetriebe. Forstarchiv 54 (3): 83-89.
- Klingen, S. en J. Sevenster, 1983. De rol van spontane processen bij het bosbeheer. Ned. Bosbouw Tijdschrift 55 (1): 7-13.
- Leibundgut, H., 1984. Natürliche Verjüngung-Spielerei oder wirtschaftliche Notwendigkeit. Allgemeine Forstzeitung 95 (2): 27-31.
- Loidl, W., 1984. Alternativer Kunst- und Naturverjüngungsbetrieb in einem fichtenreichen Gebirgsrevier. Allgemeine Forstzeitung 95 (2): 36-38.
- Mayer, H., 1980. Behindert der Waldbau die weitere Mechanisierung im Forst? Holz Zentralblatt 106 (92): 1353-1357.
- Meerjarenplan Bosbouw; beleidsvoornemen 1984. Staatsuitgeverij, 's-Gravenhage.
- Mrazek, F., 1979. Der Einfluss der Flächengröße auf Sicherung und Qualität fünfjähriger Kiefernkulturen. Soc. Forstwirtschaft 29 (4): 111.

- Nieuwenhuis, M. A. Energieconsumptie bij het kweken van plantsoen voor bosaanleg. LH Wageningen, vakgroep Bosbouwtechniek, Doctoraalscripties 1979, nr. 1.
- Salinger, M., 1984. Verjüngungsverfahren im Hochwald. Allgemeine Forstzeitung 95 (2): 38-40.
- Unterberger, W., 1983. Liegt in Naturgemässer Waldwirtschaft die Chance zur Langfristigen Verbesserung forstlicher Betriebsergebnisse für die Landesforstverwaltung Niedersachsen. Forstarchiv 54 (3): 98-102.



BOSLAND BV

beheer, advies en uitvoering in bosbouw
Frederikstraat 2a, 6881 SJ Velp Tel. 085 - 640202



ton van den oever bv
boomkwekerijen

Bosplantsoen Bomen

Zowel van Drenthse dalgronden als van
Brabantse zandgronden.

Franco levering door het gehele land!

ton van den oever bv

Postbus 15 - 5076 ZG Haaren
Tel. 04117-1771 - Telex 50961 Tobo

ton van den oever bv

Europaweg 18-20 - 7742 PN Coevorden
Tel. 05240-17280 - Telex 50961 Tobo