

# Diameterbijgroei en boomafstand bij lijnvormige beplantingen van populier

In tabel 1 zijn enige statistische gegevens over de populier in Nederland vermeld (bron CBS, 1985 en 1989). Met gebruikmaking van de internationale conversiefactor ( $1 \text{ km} = 0,8 \text{ ha}$ ) blijkt de hoeveelheid lijnvormige beplanting een iets geringere omvang te hebben dan de bosoppervlakte. De hogere equivalente areïeke voorraad bij lijnbeplantingen is mogelijk een gevolg van het verschil in leeftijdopbouw. Aangezien gedetailleerdere statistische informatie over de leeftijdopbouw van lijnvormige beplantingen ontbreekt is dit niet aan te tonen. Een aanvullende verklaring voor het verschil in areïeke voorraad kan gevonden worden in de conversiefactor van km naar ha-equivalent, deze is gebaseerd op de kroonbreedte en is niet specifiek bepaald voor de populier. Uit deze summiere statistische gegevens blijkt dat voor de productie van populierehout de lijnbeplantingen van groot belang zijn. Over groei en behandeling van de populier in lijnbeplantingen bestaat nauwelijks (gepubliceerde) kennis.

Aan de Landbouwniversiteit wordt sinds 1950 op initiatief van prof. Becking onderzoek gedaan naar de groei van populier in weg- en grensbeplantingen bij verschillende plantafstanden en dunningsingrepen. De Vries (1962) constateert op grond van dit onderzoek een min of meer elliptische stamdoorsnede, met de grootste dia-

meter loodrecht op de rij. De Vries geeft hiervoor de volgende theoretische verklaring:

"Men krijgt de indruk dat de ellipsvorm samenhangt met de relatieve groei-ruimte van de bomen, welke laatste men kan karakteriseren als: de gemiddelde boomafstand uitgedrukt in procenten van de gemiddelde hoogte. Hoe kleiner dit percentage onder overigens gelijke omstandigheden is, des te sterker zal de ellipsvorm gemiddeld zijn. Een kleine relatieve groei-ruimte veroorzaakt zijdelings afgeplatte kronen en vermoedelijk ook dito wortelstelsels.

Het mechanisme van de onderlinge samenhang zou men zich als volgt kunnen voorstellen: In de afgeplatte kroondelen zal de assimilatie, vooral met het oog op de lichtvoorziening, onder minder gunstige omstandigheden plaatsvinden dan in de kroondelen die zich, loodrecht op de richting van de rij, ongehinderd hebben kunnen ontwikkelen. Bovendien is de assimilerende massa in de afgeplatte delen geringer. Deze factoren resulteren in een assimilatenstroom, die lateraal van geringer intensiteit is dan loodrecht daarop, waardoor de cambiale activiteit in overeenkomstige mate langs de stamomtrek varieert. Fysiologische experimenten die deze theorie staven zijn echter niet voorhanden. Men vindt het verschil ook bij randbomen van een opstand" (einde citaat De Vries, 1962).

Bijna 30 jaar later moeten we stellen dat de theorie van De Vries nog steeds

aannemelijk lijkt. De "pipe model theory" (Oohata and Shinozaki, 1979) is bruikbaar bij de verklaring van de elliptische groei van de stamdoorsnee bij de verschillen in kroonmassa. Deze theorie is nog niet in zijn totaliteit bewezen.

Ten behoeve van de studieringdag 1990 is een studie, waarvan hier verslag wordt gedaan, uitgevoerd. In deze studie is de elliptische groei van de stamdoorsnee in relatie tot de boomafstand gekwantificeerd. Het effect van deze elliptische groei op de lineïeke volume productie is gekwantificeerd door een groeimodel te ontwikkelen met opstands- en boomparameters. Op grond hiervan wordt gediscussieerd over het nut van dunning. Een opbrengsttabel wordt ontwikkeld. De conversiefactor voor de omrekening van km naar ha wordt ter discussie gesteld.

## Materiaal

In het onderzoek van Becking zijn 34 proefvakken in éénrijige wegbeplantingen van populier aangelegd in de regio's NOP (12 stuks), Achterhoek (3), Rivierengebied (9), Noord-Brabant en Midden-Limburg (6) en in Zuid-Limburg (4). Er zijn vijf klonen gebruikt, te weten 'Serotina' (7), 'Robusta' (10), 'Regenerata' (7), 'Heidemij' (7) en 'Gelrica' (3). Van een evenwichtige proefopzet is geen sprake, een verstregeling van klooneffecten en regio-effecten treedt op. De tijdseries lopen uiteen van 5 tot 35 jaar. De boomafstanden bij aanvang variëren

Tabel 1 Statistische gegevens populier in Nederland.

	totale oppervlakte of lengte	waarvan met een leeftijd kleiner dan 10 jaar	staande voorraad	
			totaal $10^6 \text{ m}^3$	per ha (eq) $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$
wegbeplanting	18000 km	15%	1,7	
idem in ha-eq	14400 ha-eq	15%	1,7	118
bos	16000 ha	35%	1,2	75

van 2,5 m tot 10,0 m, via systematische en onregelmatige dunningen is deze boomafstand later vergroot tot minimaal 5 meter (in de meeste gevallen meer dan 9 m). De dunningen zijn normale beheersmaatregelen en zijn niet door de onderzoeksgroep geïnduceerd.

Bij aanvang van de proef zijn de coördinaten van de boomvoeten vastgelegd. Van alle bomen is met intervallen van 1 tot 6 jaar de diameter op borsthoogte bepaald door overkruis te klemmen. Hierbij is de diameter in de richting van de rij (symbool: dir) en de diameter loodrecht op de richting van de rij (dor) in millimeters nauwkeurig gemeten. Van ongeveer één derde deel van de bomen is de hoogte gemeten met een Blume Leiss hoogtemeter, in halve meters nauwkeurig.

Deze studie is gebaseerd op het deel van het materiaal dat elektronisch is vastgelegd (15 proefvakken, 125 opnamen).

### Werkhypothese en methode

Er is een opstandsgroei-model ontwikkeld waarin de hoogte groei, de dor-groei, de gereduceerde dir-groei en de relatie "hoogte - dor" de bouwstenen vormen.

Er is verondersteld dat er per proefvak sprake is van voldoende homogene groeiplaatsomstandigheden (destijds een eis bij aanleg van het proefvak), zodat er één hoogteboniteit per proefvak is. Deze hoogteboniteit komt (bij klonen) in de relatie "leeftijd - gemiddelde hoogte" tot uitdrukking. Verder is er één gemiddeld produktieniveau per proefvak verondersteld, deze kan uitgedrukt worden in de relatie "leeftijd - dor".

Voor de hoogteontwikkeling is verondersteld dat het biologische relevante groei-model van Chapman-Richards, zoals dat door Faber en Tiemens (1975) wordt gebruikt bij populierenbos ook voor populierenlanen een goede beschrijving geeft:

(1a)

$$h = S \cdot (1 - e^{-c_1 t})^{c_2}$$

met S: site index (de asymptoot van de hoogtegroei)  
t: de leeftijd in jaar  
h: de hoogte in m  
c1, c2: constanten (c1 resp c2 bij Faber et al)

Door de windinvloed zal de hoogtegroei bij lijnbeplantingen anders zijn dan bij bos, dit komt tot uitdrukking in andere parameters. Het model bevat naast de twee soortspecifieke parameters c1 en c2 nog n (in dit geval 15) proefvakparameters S. Om c1 en c2 te schatten moeten derhalve de proefvakparameters S bekend zijn of robuust kunnen worden geschat. Dit is nogal problematisch, daarom werken Faber en Tiemens met een getransformeerd model:

(1b)

$$z = \frac{dh/dt}{h} = \frac{c_1 c_2}{e^{c_1 t} - 1}$$

Een bezwaar van het werken met dit model is de introductie van nogal wat ruis met de factor dh, enerzijds ten gevolge van de geringe meetnauwkeurigheid van de hoogte en anderzijds omdat dh sterk gecorreleerd is met de klimatologische karakteristieken van het betreffende groeiseizoen. Voor het schatten van de parameters c1 en c2 is daarom gewerkt met een uitgebreide variant van het Chapman-Richards model (naar Schnute, 1981):

(2)

$$y = y_{30} \left\{ \frac{1 - e^{-c_1 t}}{1 - e^{-c_1 t_{30}}} \right\}^{c_2}$$

met y het kenmerk (h in m)  
y<sub>30</sub> het kenmerk bij t = 30 jaar (h<sub>30</sub> in m)  
een maat voor de hoogteboniteit

Met niet-lineaire regressie volgens een Gauss-Newton procedure worden nu de parameters y<sub>30</sub>, c1 en c2 geschat. De benodigde beginschaters voor y<sub>30</sub> worden door interpolatie, of door extrapolatie over geringe afstand uit het waarnemingsmateriaal gevonden.

Voor de dor-ontwikkeling is hetzelfde biologisch relevante model (2) gekozen. De y staat nu voor de dor in cm, en de y<sub>30</sub> voor de dor<sub>30</sub> in cm. Er is verondersteld dat de dir-groei sterk gecorreleerd is met de dor-groei en dat deze door groeibelemerende factoren in de rij (de door concurrentie afgeplatte kroondelen) gereduceerd is ten opzichte van de dor-groei. Een reductiefactor zal goed kunnen worden gekwantificeerd op basis van kroonparameters en de afstanden tot de beide burens van een boom. De kroongegevens zijn echter niet beschikbaar. Zowel de kroonparameters als de doorsnee parameters dir en dor kunnen als een functie van de leeftijd worden uitgedrukt. Daarom kan de reductie in dir-groei per groeiklasse ook rechtstreeks aan de leeftijd worden gerelateerd, met het volgende simpele model:

(3)

$$i_{dir} = i_{dor} \star rf$$

$$rf = c3_{beh} + c4_{beh} \star t$$

met i<sub>dir</sub>: groei dir in cm/jr  
i<sub>dor</sub>: groei dor in cm/jr  
rf: reductiefactor  
c3 en c4: constanten  
beh: index voor de behandeling en boniteit (afstanden tot beide burens)

Er is voorts één (gemiddeld) produktieniveau per hoogteboniteit verondersteld. Deze aanname is met het volgende model aangegeven:

(4)

$$dor_{30} = c5 + c6 \star h_{30}$$

met dor<sub>30</sub>: dor op 30-jarige leeftijd (= parameter voor het produktieniveau)  
h<sub>30</sub>: hoogte op 30-jarige leeftijd (= parameter voor de hoogteboniteit)  
c5, c6: constanten

De boommassafunctie voor populier in bosverband van Faber en Tiemens (1975) is zonder nader onderzoek valide verondersteld:

(5)

$$v = 0,04734 \cdot d^{1,785070} \cdot h^{1,103251}$$

met  $d = \sqrt{(4 \cdot g / \pi)}$  (in cm)  
 $g = (\pi/4) \cdot \text{dor} \cdot \text{dir} \cdot 5$  (boom-  
 grondvlak in cm<sup>2</sup>)  
 $h$  in meter en  $v$  in dm<sup>3</sup>

## Resultaten

De modellen (2) en (4) zijn met de opstandsgegevens van al de 15 proefvakken gefit. Om de relatie (3) vast te stellen is gewerkt met de boomgegevens van het proefvak "Nop 4" (13 opnamen, 147 bomen) met een oorspronkelijke boomafstand van 3,2 m. Voor de hoogtegroei (functie 2) is gevonden  $c_1 = 0,03821$ ;  $c_2 = 0,9562$  en  $\sigma = 0,54$  m op het interval  $t = 10$  tot 55 jaar. Binnen dit waarnemingsinterval is er sprake van een afnemende groei bij het stijgen van de leeftijd.

Voor de dor-groei (functie 2) is gevonden  $c_1 = 0,02939$ ;  $c_2 = 1,1092$  en  $\sigma = 2,9$  cm op het interval  $t = 10$  tot 55 jaar. Binnen dit waarnemingsinterval is er nauwelijks sprake van een afnemende groei bij het stijgen van de leeftijd, er is eerder sprake van een lineaire groei op het interval. Aangezien het Chapman-Richards model de groei op dit interval voldoende beschrijft en aangezien een "rechte" biologisch geen relevant model is, is afgezien van het zoeken naar een beter model.

Voor het relatieve produktieniveau (functie 4) is bij  $n = 15$  een  $R^2$  van 0,53 gevonden, hierbij zijn 4 uitbijters aangetroffen. Drie van deze uitbijters betreffen de kloon 'Gelrica', aangezien dit alle 'Gelrica' proefvakken zijn mag

er worden verondersteld dat 'Gelrica' een ander relatief produktieniveau heeft als de andere klonen. Deze bevinding komt overeen met de conclusie over de groei in bosbeplantingen (Faber en Tiemens, 1975 en Van Broekhuizen, 1983). De vierde uitbijter (Valkenswaard 4) betreft een proefvak met één zijde zeer dicht tegen een bosopstand aan. Het proefvak kan daarom beschouwd worden als een bosrand. Voor de bepaling van het relatieve produktieniveau zijn de vier uitbijters daarom verwijderd, met de overige 11 proefvakken is het volgende resultaat gevonden:

$c_5 = -9,54$  en  $c_6 = 2,47$ , met  $\sigma = 3,6$  cm en  $R^2 = 0,77$ .

In het proefvak "NOP 4" zijn een aantal onregelmatige dunningen uitgevoerd, hierdoor varieert de afstand van een boom tot zijn burens in de loop van de tijd nogal sterk van boom tot boom. Wat betreft de individuele standruimte gedurende de tijd is er sprake van een zeer groot (doch overzienbaar) aantal behandelingen. Er is getoetst of er een behandelingseffect op de hoogte, de dor en op de dir is. Dit blijkt alleen significant voor de dir.

Voor de reductiefactor (functie 3) op het vijfjarige interval  $\{t-2\frac{1}{2}; t+2\frac{1}{2}\}$  zijn met de gegevens van "NOP 4" de volgende constanten gevonden:

$c_3 = 0,940$  en  $c_4 = -0,00383$  bij behandeling 3,2/3,2;

$c_3 = 0,963$  en  $c_4 = -0,00369$  bij behandeling 3,2/6,4;

$c_3 = 1,051$  en  $c_4 = -0,00382$  bij behandeling 6,4/6,4;

$c_3 = 1,163$  en  $c_4 = -0,00382$  bij behandeling 9,6/9,6);

Onder bij voorbeeld behandeling 3,2/6,4 wordt verstaan dat ten gevolge van een dunning de afstand van een boom tot de ene buurboom 3,2 m bedraagt en tot de andere buurboom 6,4 m. Het model heeft t.o.v. de  $i_{dir}$  een  $R^2$  van 0,97 en een standaard deviatie van 1,9 cm/jr.

Er blijkt dus dat hoe geringer de boomafstand is, hoe groter de reductie is, en dus hoe minder er aan doorsneevlak groeit. Een dichte stand leidt dus tot productieverlies per boom. Dit betekent niet dat er ook per strekkende km een lagere produktie bereikt wordt bij een dichte stand dan bij een wijde stand.

Om deze verschillen te kwantificeren is met het ontwikkelde groeiemodel de groei van "NOP 4" tussen 10 en 45 jaar gesimuleerd. Hierbij zijn drie alternatieve dunningssystemen doorgerekend:

A. ongedund, eindopstand met boomafstand van 3,2 m;

B. systematische dunning 50% bij 15 jaar, eindafstand 6,4 m;

C. systematische dunning 67% bij 20 jaar, eindafstand 9,6 m.

Uit tabel 2 blijkt dat de totale lineieke volumeproductie na 45 jaar bij niet dunnen (A) 448 m<sup>3</sup>/km bedraagt. Stellen we dit op 100%, dan blijkt deze volumeproductie bij behandeling B slechts 60% te bedragen en bij C 53%. Aangezien de einddiameters verschillen en daarmee de sortimenten kan het effect op de financiële resultaten anders liggen.

Bij ongedunde beplantingen wordt de excentriciteit van de ellipsvorm groter. Ik heb geen aanwijzingen kunnen vin-

**Tabel 2 Gesimuleerde groei NOP 4 voor drie dunningssystemen.**

TABLE 2. Commercially graded forest thinning results													
t jr	h m	dor cm	dir in cm		Spilhoutvolume in m <sup>3</sup> per km								
					Blijv. Opst.			Dunning		Tot. prod.			
					A	B	C	B	C	A	B	C	
10	9,4	15,3	14,6	14,6	14,6	22	22	22			22	22	22
15	12,7	22,3	20,7	20,7	20,7	58	29	58	29		58	58	58
20	15,4	28,4	26,0	26,7	26,0	110	56	37		73	110	85	110
25	17,7	33,9	30,6	31,9	31,8	173	90	60			173	119	133
30	19,5	38,6	34,5	36,4	36,8	241	126	85			241	155	158
35	21,0	42,8	37,9	40,2	41,1	312	164	112			312	193	185
40	22,3	46,4	40,7	43,4	44,8	382	202	139			382	231	212
45	23,3	49,6	43,2	46,2	47,9	448	238	164			448	267	237

den dat de excentriciteit van invloed is op de kwaliteit en/of de prijs van het hout. De financiële resultaten zijn niet onderzocht, maar enig inzicht kan ontstaan door de eindwaarden van de volumeproduktie bij de dunningssystemen A, B en C te berekenen. Hiervoor zijn de volgende houtprijzen (verkoop op stam) gebruikt: dunningshout van B (gem. 21 cm dbh) f 16,- per m<sup>3</sup>; dunningshout van C (gem. 27 cm dbh) f 24,- per m<sup>3</sup>; en hout uit de eindkap f 52,- per m<sup>3</sup>. Om de inkomsten uit dunning toe te voegen aan de opbrengst uit eindkap is met een rente-opbrengst van 4% gerekend. Voor de dunningssystemen A, B en C bedragen de eindwaarden respectievelijk f 23.300, f 13.900 en f 13.200. Bij gelijke houtprijzen voor de sortimenten zijn de verschillen wat minder extreem, maar de ongedunde beplanting heeft dan nog altijd een 25% hogere eindopbrengst dan de gunstigste, gedunde variant.

### Opbrengsttabel

Met het ontwikkelde model is een voorlopige opbrengsttabel met een gedunde en een ongedunde variant gegenereerd. De relatieve boniteiten zijn hierbij gedefinieerd op basis van equidistante  $h_{30}$ -waarden, met voor boniteit I, II, III, IV en V een  $h_{30}$  van respectievelijk 30, 27, 24, 21 en 18 m. De ongedunde versie van de opbrengsttabel voor de boniteit V is exemplarisch weergegeven in tabel 3. Het proefvak "NOP 4" heeft met een  $h_{30}$  van 19,5 m een boniteit IV,5. Voor de boniteiten I, II en III is de tabelsimulatie minder betrouwbaar aangezien de constanten voor de  $i_{dir}$  berekend zijn bij boniteit IV,5. Een toetsing heeft nog niet plaatsgevonden. De volledige opbrengsttabel is verkrijgbaar bij de auteur.

### Discussie

Bij de bespreking van de resultaten is deels al een kritische beschouwing gegeven. Daarnaast zullen vier onder-

werpen: "het dunnen van lijnbeplantingen", "de aanname van het ene produktieniveau per hoogteboniteit", "kwaliteit waarnemingen" en de "conversiefactor" in het licht van de gevonden resultaten afzonderlijk worden bediscussieerd.

1 Er is gevonden dat ongedunde beplantingen met een aanlegafstand van 3,2 m en een matige tot slechte boniteit een grotere produktie hebben dan dergelijke gedunde beplantingen. Het overige proefvak materiaal is hierop niet systematisch onderzocht, kwantitatief is deze bevinding dan ook niet te generaliseren. De tendens blijkt echter ook bij de andere proefvakken aanwezig. Er is nooit sterfte ten gevolge van een dichte stand geconstateerd. Er zijn geen economische aanwijzingen gevonden dat dunnen van wegen grensbeplantingen van populier een zinvolle bezigheid is. Er is overigens ook niet onderzocht of de aanleg van weg- en grensbeplantingen van populier op zich een economisch zin-

**Tabel 3 Voorbeeld opbrengsttabel.**

POPULIER WEG- EN GRENSBEPLANTINGEN, Relatieve boniteit V, Ongedund, MMAI: 7.9 m<sup>3</sup>/km/jr

T	Blijvende opstand						Bijgroei			
	hgem	N	G	dor	dir	V	lcG	lcV	lmV	T
5	4.9	313	1.2	6.9	6.9	3	.45	1.7	.5	5
10	8.7	313	4.5	13.9	13.2	17	.81	4.2	1.7	10
15	11.7	313	9.3	20.1	18.8	45	1.04	6.8	3.0	15
20	14.2	313	14.9	25.7	23.7	85	1.17	8.8	4.2	20
25	16.3	313	21.0	30.6	27.9	133	1.20	10.1	5.3	25
30	18.0	313	27.0	34.9	31.5	186	1.18	10.7	6.2	30
35	19.4	313	32.8	38.7	34.6	240	1.13	10.8	6.9	35
40	20.5	313	38.3	41.9	37.2	294	1.05	10.4	7.3	40
45	21.5	313	43.3	44.8	39.4	345	.96	9.8	7.7	45
50	22.3	313	47.9	47.3	41.2	392	.87	9.1	7.8	50

#### Verklaring symbolen:

T : leeftijd in jr.  
h<sub>gem</sub> : gemiddelde hoogte in m.  
N : lineieke stamtaai in aantal per km.  
G : lineieke grondvlak in m<sup>2</sup> per km.  
dor : diameter borsthoogte (1,30 m) loodrecht op de rij in cm.  
dir : diameter borsthoogte (1,30 m) in de rij in cm.  
V : lineieke spilhoutvolume in m<sup>3</sup> per km.  
lcG : lopende bijgroei van het grondvlak in m<sup>2</sup> per km.  
lcV : lopende bijgroei van het spilhoutvolume in m<sup>3</sup> per km.  
lmV : gemiddelde bijgroei van het spilhoutvolume in m<sup>3</sup> per km.  
MMAI : maximale gem. lopende bijgroei van het spilhoutvolume.

volle bezigheid is. Indien men hier toe overgaat dan luidt de aanbeveling een geringe plantafstand te gebruiken en dunning achterwege te laten. Beplantingen met dichtheden kleiner dan 3,2 m hebben waarschijnlijk een hogere totale produktie dan de onderzochte case. Met het beschikbare materiaal kan dit niet worden aangetoond. Een integratie met gegevens van solitaire bomen (nieuwe studie), bestaande proefperken (bos, boomweide en Nel-

derproeven) en verdere uitwerking van de proefvakken in lijnbeplantingen kunnen hierover verder uitsluitsel geven.

2 Er is als werkhypothese gesteld dat er één produktieniveau per hoogteboniteit is. De gevonden spreiding ( $\sigma = 3,6$  cm) bij het relatieve produktieniveau (model 4) geeft voor de  $V^e$  boniteit ( $h_{30} = 18$  m,  $d_{or30} = 34,9$  cm) een 95% betrouwbaarheidsinterval voor de  $d_{or30}$  van {28,7 cm; 41,1 cm}. Deze grenswaarden van  $d_{30}$  komen overeen (functie 4) met de waarden van  $h_{30} = 15,5$  en 20,5 m. Dit houdt een éézijdige marge (2,5 m) in van bijna één hele relatieve boniteit (3,0 m). De veronderstelling dat er bij één bepaalde hoogteboniteit ook één bepaald produktieniveau hoort, blijkt dus niet vol te houden. Dit kan enerzijds te maken hebben met de ware natuur, anderzijds kan het te maken hebben met beperkingen in de groei-ruimte loodrecht op de rij. Hierdoor is de waargenomen  $d_{or30}$  niet de maximale  $d_{or30}$  van het vak. Aanwijzingen hiervoor volgen enerzijds uit de verklaring van de uitbijter "Valkenswaard 4" en anderzijds uit de gevonden regressie-constanten van functie 3 bij een boomafstand van 9,6 m. De reductiefactoren blijken dan namelijk significant hoger dan 1. Hetgeen wil zeggen dat bij voldoende ruimte in de rij geldt:  $i_{dir} > i_{dor}$ . Onderzoek naar groeiplaatsen in combinatie met onderzoek aan solitaire bomen kan hierover nadere opheldering geven.

3 Bij de statistische analyse van zowel de hoogtegroeï als de dor-groeï blijkt er een hoeveelheid ruis in de waarnemingen te zitten die verklaard zou kunnen worden indien een jaarindexcijfer (gebaseerd op jaarlijkse klimaatgegevens) voor de groei bekend zou zijn. Aangezien die ruis verband houdt met het jaartal kan deze bij onevenwichtige proefschema's sterk correleren met de opstandleeftijd, en daardoor tot onzuivere schatters van parameters leiden. Slechte opbrengsttabellen kunnen hiervan het gevolg zijn. Men merkt dit pas veel later (na 10 jaar of meer), als men de tabel bijstelt op grond van voortgezette metingen. Dergelijke foutieve schat-

tingen kunnen elkaar versterken als er sprake is van een model met een basisfunctie en hiervan afgeleide grootheden. In deze studie is daarom gekozen om de hoogtegroeï en de diametergroeï afzonderlijk te fitten. Door beide onafhankelijk van elkaar te relateren aan de leeftijd ontstaat een redelijke afbeelding van de werkelijke afmetingen van de dor en de hoogte op verschillende leeftijden. Hiermee wordt de onderlinge verhouding en indirect daarmee mogelijk ook het volume onzuiver geschat. Bij gebrek aan een goed beschrijvend model van deze onderlinge verhoudingen is de gebruikte methode de minst slechte. Wat de genoemde jaarindexcijfers betreft, deze vormen in de dendrochronologie een bron voor onderzoek naar klimaatsverschillen in het verleden. Bij het groei- en produktieonderzoek is het opstellen van zo'n reeks indexcijfers voor Nederland voor één of enkele gidsboomsoorten een vereiste voor kwaliteitsverbetering.

4 Tot slot een beschouwing over de conversiefactor van km beplanting naar ha beplanting. Bij het opstellen van deze factor is rekening gehouden met het kroonprojectievlak (voor bos een goede en voor lijnbeplanting een slechte maatstaf voor het assimilatieoppervlak) en niet met het kroonmanteloppervlak (voor beide een goede maatstaf voor het assimilatieoppervlak). Dit houdt in dat de tot ha-equivalenten herleide produktie (uit de voorlopige opbrengsttabel) van lijnbeplantingen bijna tweemaal zo groot is als bij bos. Ondanks dat eerder vermeld is dat deze tabel deels niet al te betrouwbaar is, moet geconstateerd worden dat de huidige conversiefactor ten enenmale ontoereikend is om de produktie van weg- en grensbeplantingen te vergelijken met bosbeplantingen. Een inschatting van deze factor is mogelijk en gewenst. Voor de uitvoering zijn kroonparameters nodig, deze zijn in het verleden niet bepaald. Een meting op historisch luchtfotomateriaal biedt hier enig soelaas.

## Conclusies

1 Ongedunde lijnbeplantingen van populier hebben een veel hogere pro-

duktie dan gedunde beplantingen. Het produktieverlies aan individuele bomen door de concurrentie in de rij wordt ruimschoots gecompenseerd door het hogere lineieke aantal.

2 De groei van de populier in lijnbeplantingen laat zich goed modelleren (geringe varianties).

3 Er is een sterk vermoeden dat er spreiding is in produktieniveau bij dezelfde hoogteboniteit. Groeiplaatsonderzoek en onderzoek naar de groei van solitaire bomen is nodig om hierover uitsluitsel te geven.

4 Voor een verbetering van het model is kroononderzoek nodig. Een intergratie in één model voor solitair, laanbomen en bosbomen behoort dan tot de mogelijkheden.

5 De internationale conversiefactor tussen km lijnbeplanting en ha bosbeplanting geeft een zeer slechte basis voor produktiviteitsvergelijking. Deze factor zal veel groter moeten zijn dan de huidige factor  $0,8 \text{ ha km}^{-1}$ .

## Literatuur

- Broekhuizen, J. T. M. van. 1983. Het populierenproefveld in Elst na 50 jaar. *Nederlands Bosbouw* tijdschrift 55, 380-384.
- CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek). 1985. De Nederlandse Bosstatistiek, deel 1: de oppervlakte bos 1980-1983. CBS-publikaties, SDU/uitgeverij, 's-Gravenhage.
- CBS (Centraal Bureau voor de Statistiek). 1989. De Nederlandse Bosstatistiek, deel 2: Landschappelijke beplantingen 1983-1984. CBS-publikaties, SDU/uitgeverij, 's-Gravenhage.
- Faber, P. J. en F. Tiemens. 1975. De opbrengstniveaus van populier. Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en land-schapsbouw "De Dorschkamp". Uitvoerig verslag band 13.
- Oohata, S. and K. Shinozaki. 1979. A statistical model of plant form: further analysis of the pipe-model theory. *Japanese Journal of Ecology* 29, 323-335.
- Schnute, J., 1981. A versatile growth model with statistically stable parameters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 38, 1128-1140.
- Vries, P. G. de. 1962. Een onderzoek naar de invloed van de boomafstand op de massaproduktie en op de vorm van de stamdoorsnede bij eenrijige populierenbeplantingen. *Nederlands Bosbouw* tijdschrift 34, 238-248.