

Kwaliteit van natuurlijke verjonging in relatie tot de moederopstand

**S.M.J. Wijdeven
C.A. van den Berg
A.F.M. van Hees
A. Oosterbaan**

Alterra-rapport 303

Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, 2001

REFERAAT

S.M.J. Wijdeven, C.A. van den Berg, A.F.M. van Hees & A. Oosterbaan, 2001. *Kwaliteit van natuurlijke verjonging in relatie tot de moederopstand*. Wageningen, Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte. Alterra-rapport 303. 50 blz.; 3 fig.; 33 tab.; 26 ref.

Natuurlijke verjonging wordt steeds vaker toegepast. Er wordt verondersteld dat de kwaliteiten van de moederopstand (m.b.t. de houtproductie) een indicatie vormen voor de kwaliteiten van de verjonging. In dit onderzoek blijkt echter dat dit nauwelijks het geval is. De moederopstand levert slechts een gedeelte van het genetische materiaal, de verjonging en de moederopstand zijn niet onder gelijke omstandigheden opgegroeid en kwaliteitsaspecten hebben slechts een geringe genetische basis. Het is aan te raden te sturen op voldoende verjonging en eventueel, bij onvoldoende kwaliteit, in latere fasen in te grijpen of bij te planten.

Trefwoorden: natuurlijke verjonging, moederopstand, kwaliteiten, Grove den, Douglas, Beuk

ISSN 1566-7197

Dit rapport kunt u bestellen door NLG 30,00 (€13,-) over te maken op banknummer 36 70 54 612 ten name van Alterra, Wageningen, onder vermelding van Alterra-rapport 303. Dit bedrag is inclusief BTW en verzendkosten.

© 2001 Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte,
Postbus 47, NL-6700 AA Wageningen.
Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: postkamer@alterra.wag-ur.nl

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alterra is de fusie tussen het Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek (IBN) en het Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied (SC). De fusie is ingegaan op 1 januari 2000.

Inhoud

Samenvatting	7
1 Inleiding	9
2 Opzet van het onderzoek	13
3 Grootschalige studie	15
4 Detail studie	17
4.1 Grove den	17
4.1.1 Methodiek	17
4.1.2 Resultaten	19
4.1.2.1 Onderlinge relaties moederbomen	19
4.1.2.2 Onderlinge relaties verjonging	21
4.1.2.3 Relatie moeder - verjonging	22
4.2 Douglas	25
4.2.1 Methodiek	25
4.2.2 Resultaten	26
4.2.2.1 Onderlinge relaties moederbomen	26
4.2.2.2 Onderlinge relaties verjonging	28
4.2.2.3 Relatie moeder - verjonging	30
4.3 Beuk	30
4.3.1 Methodiek	30
4.3.2 Resultaten	31
4.3.2.1 Onderlinge relaties moederbomen	31
4.3.2.2 Onderlinge relaties verjonging	33
4.3.2.3 Relatie moeder - verjonging	34
5 Discussie en conclusies	37
5.1 Grootschalige studie	37
5.2 Detail studie	37
5.3 Conclusies	40
Literatuur	41
Aanhangsels	
1 Kwaliteitsparameters Grove den	43
2 Kwaliteitsparameters Douglas	45
3 Kwaliteitsparameters Beuk	47
4 Topscheut/Taksysteem Beuk	49

Samenvatting

In het huidige bosbeheer wordt steeds vaker kleinschaliger beheerd en gebruik gemaakt van spontane processen. Natuurlijke verjonging is een van de cruciale spontane processen. Voordelen hiervan zijn onder andere: een grotere natuurlijkheid, verjonging behorende bij de groeiplaats en lagere kosten. Er is echter grote onzekerheid over de te verwachten kwaliteiten van natuurlijke verjonging met betrekking tot de houtproductie.

De kwaliteiten van natuurlijke verjonging worden beïnvloed door de genetische samenstelling van de vader- en moederbomen, door de omgeving zoals licht, vocht en nutriënten, door vraat en door het beheer. Algemeen wordt verondersteld dat men een inschatting kan maken over de te verwachten kwaliteiten van de verjonging door de kwaliteiten van de moederopstand te bepalen. Met andere woorden; de kwaliteiten van de verjonging worden voor een belangrijk gedeelte bepaald door de kwaliteiten van de moederopstand. Deze veronderstelling is echter nauwelijks in de praktijk getoetst. Het doel van dit onderzoek is dan ook: het onderzoeken of de kwaliteiten van de moederopstand een indicatie vormen voor de kwaliteiten van de verjonging.

Het onderzoek bestaat uit twee deel studies. In het eerste gedeelte, de grootschalige studie, worden de gegevens uit eerdere inventarisaties geanalyseerd met betrekking tot bovenstaande relaties. In deze deelstudie zijn veel opstanden van diverse soorten meegenomen, waarbij echter de gegevens van globale aard zijn. In de tweede deel, de detail studie, is voor drie boomsoorten (Grove den, Douglas en Beuk) in detail gekeken naar de relatie van diverse kwaliteitsaspecten tussen de moederopstanden en de verjonging.

In de grootschalige studie zijn voor de meeste soorten geen duidelijke verbanden gevonden tussen de kwaliteiten van de moederopstand en de verjonging. Slechts bij Grove den zou de stamkwaliteit en het aantal toppen van de moederopstand een geringe indicatie kunnen vormen voor de kwaliteit van de verjonging.

In de detail studie zijn zowel metingen als schattingen van kwaliteitsparameters uitgevoerd voor de moederbomen en de verjonging. Het blijkt de schattingen een redelijk adequaat beeld geven van de kwaliteiten. De dichtheid, algemeen verondersteld als een belangrijke bepalende factor, heeft een geringe invloed op de kwaliteiten van de verjonging. Doordat natuurlijke verjonging vaak in kleine groepen voorkomen zijn de randeffecten mogelijk groter dan het dichtheidseffect. Daarnaast is het mogelijk dat het dichtheidseffect pas in een later stadium optreedt. De sociale positie heeft wel invloed op de betakking van de verjonging.

Uit de detail studie blijkt dat de moederopstand nauwelijks of slechts een geringe indicatie vormt voor de kwaliteiten van de verjonging. Zelfs selectie opstanden hebben geen betere verjonging, en opstanden van slechte kwaliteit (boombos, vlieg-

den achtige Grove den) hebben geen slechtere verjonging dan de overige opstanden. Diverse verklaringen kunnen hiervoor gegeven worden. Het blijkt dat slechts een gedeelte van de verjonging afkomstig is van moederbomen in de nabijheid. Daarnaast zijn de vaderbomen onbekend, waardoor dus slechts een gedeelte van het genetische materiaal meegenomen is. De moederopstand is beïnvloed door beheer in het verleden, waarbij over het algemeen de beste individuen gespaard zijn. Tevens is de verjonging onderhevig aan diverse omgevingsinvloeden die niet identiek zijn aan de invloeden waaronder de moederopstand opgroeide. Verder blijkt dat kwaliteitsaspecten slechts een geringe genetische basis hebben.

De kwaliteiten van de moederopstand vormen dus nauwelijks een indicatie voor de kwaliteiten van de verjonging. Wil men het beheer richten op kwaliteit dan dient men in eerdere fasen te sturen op voldoende verjonging. Is de opgekomen verjonging van onvoldoende kwaliteit dan kan men eventueel in latere fasen ingrijpen in de bestaande verjonging of bijplanten.

1 Inleiding

In het verleden was het bosbeheer gericht op het opstandsgewijs beheren waarbij opstanden als een uniforme eenheid beschouwd werden. Op het moment dat een opstand kaprijp was werd deze als geheel gekapt om daarna opnieuw ingeplant te worden. Sinds enige jaren wordt deze vorm van bosbeheer omgezet naar een meer natuurlijk beheer – het 'geïntegreerde bosbeheer'. Hierbij worden spontane processen benut, gericht op houtproductie, natuur en recreatie, en wordt kleinschaliger beheerd. Natuurlijke verjonging is een van de cruciale spontane processen en wordt als zodanig in het geïntegreerde bosbeheer als methodiek gebruikt. Voordelen van natuurlijke verjonging zijn onder andere een grotere natuurlijkheid, verjonging behorende bij de groeiplaats en lagere kosten. De meest gangbare methodiek is om door middel van het maken van gaten in de bestaande opstand en eventuele bodembewerking de juiste groeiplaatsomstandigheden te creëren voor de kieming van zaden. Op deze wijze kan een volgende generatie zich vestigen.

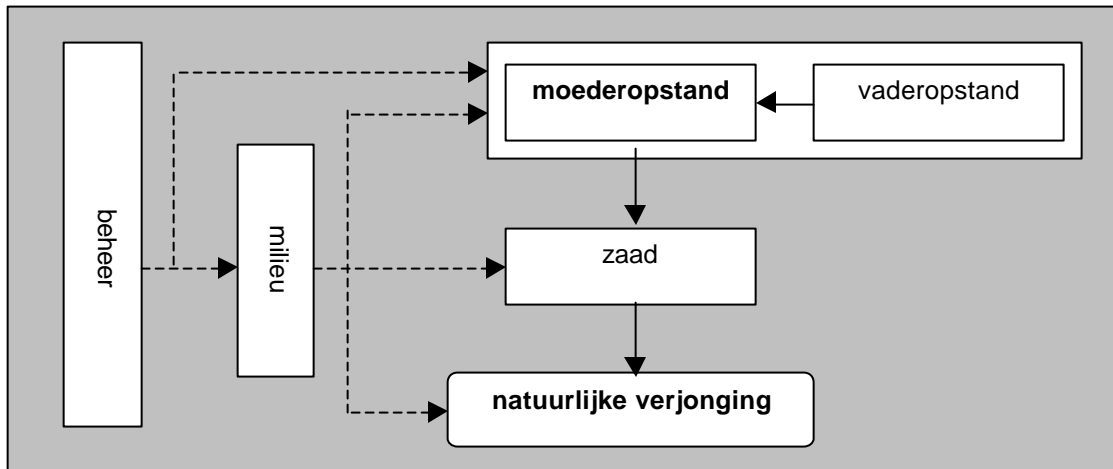
Over het algemeen dient het huidige bos, en als onderdeel hiervan de natuurlijke verjonging, drie doelen; houtproductie, natuur en recreatie. Een divers bos met pleksgewijs natuurlijke verjonging en opgaande bossen van verschillende leeftijden verhoogt de natuurwaarde en recreatieve beleving. Over de kwaliteiten van de verjonging met betrekking tot de houtproductie zijn er echter grote onzekerheden (Kuller 1997). Een belangrijke vraag hierbij is dus of de natuurlijke verjonging van voldoende kwaliteit is. Met andere woorden: ***kan de natuurlijke verjonging het bos van de toekomst vormen?***

Invloeden

De kwaliteit van spontane verjonging is afhankelijk van veel factoren waar het beheer rekening mee moet houden (Fanta 1982, van der Jagt et al. 2000). Met natuurlijke verjonging is het ten dele afwachten welke soorten in welke dichtheden op zullen komen en wat de kwaliteiten ervan zijn. Dit in tegenstelling tot de aanplant van opgekweekt geselecteerd plantsoen in het verleden. De kwaliteiten worden onder andere bepaald door de genetische samenstelling in samenhang met de omgevingsinvloeden en beheermaatregelen (figuur 1).

De kwaliteiten van de verjonging worden ten eerste bepaald door de genetische samenstelling van de vader- en moederbomen. Er wordt verondersteld dat factoren zoals stamvorm, betakking, kroonvorm en groei van invloed zijn op de kwaliteit van de verjonging (bijvoorbeeld Kriek 1981, Fanta 1983). Verscheidene factoren lijken een genetische basis te hebben, ook al is dat in veel gevallen (nog) niet direct aangetoond (Hannrup et al. 2000). Naast het genetische materiaal zijn er uiteraard belangrijke omgevingsinvloeden. De hoeveelheid licht, vocht en nutriënten zijn van belang voor kieming, vestiging en groei. Droogte en vorst kunnen de zaailingen beschadigen en een negatief effect hebben op de kwaliteit. Dit geldt eveneens voor ziekten, plagen en vraat van insecten en wild. Door concurrentie kunnen zaailingen

achterblijven in groei en/of onderdrukt worden, met mogelijk negatieve consequenties voor de kwaliteiten. Het beheer kan ten dele invloed uitoefenen en grijpt met name in op de milieu-omstandigheden. Voorbeelden hiervan zijn het maken van gaten, bodembewerking, het afrasteren maar ook in het verleden gebruik gemaakt te hebben van geselecteerd plantmateriaal (herkomsten).



Figuur 1. Factoren die natuurlijke verjonging beïnvloeden.

Beheerpraktijk

Van oudsher heeft men getracht de kwaliteit van de opstanden te verbeteren door gebruik te maken van geselecteerde herkomsten. Op deze wijze ging men ervan uit dat een opstand van hoge kwaliteit, op basis van uiterlijke kenmerken, goede genetische eigenschappen had en zodoende goed zaad zou produceren. Ook al was de directe relatie met overdraagbare (genetische) eigenschappen niet gekwantificeerd. Op deze wijze zijn door het hele land opstanden geselecteerd die gebruikt werden voor zaadwinning. De nakomelingen bestonden uit opgekweekt plantsoen wat aan allerlei normen en kwaliteitseisen moest voldoen en werden in bepaalde dichtheden aangeplant (Schütz & van Tol 1981, ten Kate 1989, 1990).

In het huidige bosbeheer wordt deze lijn voortgezet. Men veronderstelt dat de kwaliteiten van de huidige opstand een indicatie vormt voor de kwaliteiten van de natuurlijke verjonging. Voor een kwalitatief goede volgende generatie moet de beheerder dus inzicht hebben in het potentieel van de moederopstand. Tegenwoordig is de gangbare beheerpraktijk dat men vooraf de kwaliteiten van de moederopstand inschat, en op basis daarvan een verwachting uitspreekt over de kwaliteiten van de volgende generatie (Fanta 1983, Kriek 1981, Graf zu Orthenburg 1999). Deze inschatting wordt gemaakt op basis van groei- en uiterlijke verschijningskenmerken van de betreffende moederopstand. Is de groei redelijk en stamvorm, betakking, etc. bevredigend, dan kan men de opstand natuurlijk laten verjongen. Bij slechte kwaliteit wordt spontane verjonging afgeraden.

Kwaliteiten

Kwaliteiten worden beschouwd als uiterlijke kenmerken die te herkennen zijn in het bos, in aansluiting op de gangbare beheerspraktijk. Er is geen eenduidig kwaliteitscriterium. Afhankelijk van houtsoort en toepassing zijn er diverse kwaliteitskenmerken te hanteren (bijvoorbeeld Polman 1988, van Wijk et al. 1999, Lussenburg et al. 1992). Er zijn normen opgesteld voor toepassingen van diverse houtsoorten, de zogenaamde NEN-normen (KVH 1980). Daarnaast worden in de bosbouwliteratuur diverse kwaliteitskenmerken genoemd, die onderverdeeld kunnen worden in opstandkenmerken, groeikenmerken, stam- en takkenmerken, en boomsoortspecifieke kenmerken (tabel 1).

Op opstandniveau wordt ten eerste aangegeven dat een goede herkomst een belangrijk kwaliteitscriterium is. Daarbij zijn tevens opstanden in de nabijheid van belang aangezien die het stuifmeel kunnen leveren. Binnen de opstand is het van belang dat er tussen de moederbomen een lage spreiding in hoogte en diameter is; een indicatie voor uniforme kwaliteit. Een goede groei en productie is uiteraard van belang. Daarnaast is het tijdstip van uitlopen in verband met vorstschade een aandachtspunt en de mate van zaadproductie. De gevoeligheid voor ziekten en vitaliteit zijn eveneens belangrijke criteria. De meest gangbare algemene kwaliteitscriteria betreffen de stamvorm en de betakking. De stamvorm houdt verband met de rechtheid, het verloop en eventuele oneffenheden en deze kenmerken hebben dus effect op de gebruiksmogelijkheden van het hout. Hoe rechter de stam, lager het verloop en achterwege blijven van oneffenheden hoe groter de gebruiksmogelijkheden en waarde. Hetzelfde geldt voor de betakking; een groot takvrij stamstuk en fijne regelmatige betakking veroorzaken minder noesten en is dus waardevoller. Naast deze kwaliteitskenmerken zijn er soortspecifieke kenmerken. Voor Douglas bijvoorbeeld is de aanwezigheid van takkransen, doorlopende takken, een lichte dilaterende bast, en het ontbreken van sabelvoet een indicatie voor een goede herkomst (Van Goor 1994). Bij Beuk zijn de aanwezigheid van waterlot, draaigroei en gaffels, stamknobbels negatieve criteria en Eik kan de neiging hebben tot waterlotvorming wat negatieve consequenties heeft voor de houtkwaliteit (Ten Kate 1990, Fanta 1983, Kranenborg ongepubliceerd).

Doel

Er zijn een aantal onzekerheden met betrekking tot de hierboven geformuleerde veronderstellingen en methodieken. Ten eerste is het onduidelijk of de uiterlijke kwaliteitskenmerken overgedragen worden aan een volgende generatie en of deze kwaliteiten als zodanig herkenbaar zijn in de verjonging. Ten tweede is het onzeker of men, uitsluitend op basis van de moederopstand de kwaliteiten van de verjonging in kan schatten. Ten derde; een opstand bestaat uit moederbomen van uiteenlopende kwaliteit. Welk aandeel moet van acceptabele kwaliteit zijn om over te gaan tot natuurlijke verjonging?

Het doel van dit onderzoek is dan ook:

Het onderzoeken of kwaliteiten van de moederopstand een indicatie vormen voor de kwaliteiten van de verjonging.

Tabel 1. Overzicht kwaliteitskenmerken.

Kenmerk	Criteria	Opmerkingen	Bron
Opstand herkomst omgeving beheer gezondheid zaadproductie	rassenlijst slechte opstanden selectie goede individuen goede zaadproductie	negatieve invloed alle moederbomen	Kriek 1981 Kriek 1981 Kriek 1981 Kriek 1981 Kriek 1981
Groei hoogte/diam. spreiding groeikracht/vitaliteit productie	grote spreiding negatief goede boniteit		Kriek 1981; Goor 1994 Ten Kate 1990 Kriek 1981; Goor 1994
Stam rechtheid stam doorgaande spil verloop schorstype centriciteit kroon	frequent bepaald type		Ten Kate 1990 Ten Kate 1990 Jagt 2000 Kriek 1981 Boddez & Oling 1990
Tak betakking waterlotvorming	takdikte, takstand, aantal takken	kan genetisch zijn	Kriek 1981; Fanta 1983; Goor 1994 Kriek 1981; Goor 1994
Soortspecifiek kroonvorm/opbouw stamvorm betakking tijdstip uitlopen bestand wintervorst ziekte	aandeel type sabelvoet draaigroei bezem/gaffel stamknobbels takkrans aanw., lichte takken, golvend/doorlopend vatbaarheid	aangepast Douglas Beuk Beuk/Eik Beuk Douglas Douglas schot Grove den meeldauw Eik nectria Beuk Rhabo. pseudo Douglas Douglas	Kriek 1981 Kriek 1981; Fanta 1983; Goor 1994; Ten Kate 1990; Kranenburg Kriek 1981; Fanta 1983; Goor 1994; Polman 1988 vd Tweel 1986; Ten Kate 1990; Kriek 1981 Ten Kate 1990 Fanta 1983; Kriek 1981; Ten Kate 1990; Goor 1994
bast	glas, licht, regelmatig dilaterend		Goor 1994

2 Opzet van het onderzoek

Dit onderzoek is primair gericht op de relatie tussen de kwaliteiten van de moederopstand en van de natuurlijke verjonging. *Waarbij kwaliteiten gedefinieerd worden als potentiële kwaliteiten met betrekking tot de productie van zaaghout.*

Aannames

Een belangrijke beperking en aanname vooraf is dat verondersteld wordt dat de kwaliteiten zoals deze zich op dit moment manifesteren een indicatie vormen voor te verwachten kwaliteiten in de toekomst (potentiële). Dit is niet noodzakelijkerwijs het geval. Immers, er zijn vele onzekere factoren die van invloed zijn op de ontwikkeling van natuurlijke verjonging en die de kwaliteiten kunnen beïnvloeden (zowel positief als negatief). Op dit moment zijn de effecten hiervan echter niet te voorspellen, waardoor de pragmatische weg gevolgd is door de huidige kwaliteiten te beoordelen. In sommige gevallen is het mogelijk dat hierdoor een onderwaardering ontstaat doordat bepaalde soorten bijvoorbeeld krommingen in de stam in de loop der tijd 'wegtrekken' (Kuper 1994).

Een tweede belangrijke aanname is dat verondersteld wordt dat de volwassen bomen rondom de betreffende verjonging de moederopstand vertegenwoordigen. Het is waarschijnlijk dat de dichtstbijzijnde bomen de grootste kans hebben de moederbomen te zijn, aangezien een groot deel van het zaad dicht rondom de moederbomen terecht komt. Echter, een directe relatie tussen moeders en nakomelingen kon in dit kader niet gelegd worden. Zekerheid hierover is alleen via genetisch onderzoek mogelijk. Daarnaast zijn de vaderbomen volledig onbekend; stuifmeel kan over grote afstanden verspreid worden, waardoor de vaderbomen in dit kader niet bepaald kunnen worden. Hierdoor wordt slechts de helft van het (waarschijnlijke) genetische materiaal betrokken.

Ondanks deze beperkingen wordt, in dit onderzoek, de gangbare methodiek van de bosbouwpraktijk gevolgd. Volgens de handboeken en in het veld wordt een bepaling gemaakt van de kwaliteiten van de moederopstand, en op basis hiervan wordt een inschatting gemaakt van de te verwachten kwaliteiten van de verjonging.

Benadering

Om de relatie tussen moeder en verjonging te bepalen zijn er twee methodieken toegepast;

- Ten eerste zijn van een grootschalig onderzoek (van Hees ongepubliceerde data) naar natuurlijke verjonging in Nederland de basis gegevens met betrekking tot kwaliteiten geanalyseerd. In dit grootschalige onderzoek zijn de kwaliteiten van de moederopstand en verjonging globaal geschat, waarbij veel opstanden en boomsoorten geïnventariseerd zijn.
- Ten tweede zijn op gedetailleerde wijze de kwaliteiten van de moederbomen en verjonging opgenomen. In deze studie zijn binnen opstanden per individu in detail kwaliteitsparameters gemeten en geschat. Op deze wijze kon intensief

worden bekeken of er relaties bestaan tussen de kwaliteiten van de moederbomen en de nabije verjonging. Een nadeel is echter dat deze methode zeer arbeidsintensief is. Hierdoor was het aantal op te nemen soorten en opstanden beperkt.

Kwaliteiten

De kwaliteiten die in dit onderzoek zijn bepaald hebben betrekking op de actuele (moederbomen) en potentiële (verjonging) houtteeltkundige kwaliteiten voor zaaghout. Het betreft hier alleen uitwendige kwaliteitsparameters. Kwaliteiten zijn niet uniform geformuleerd. Afhankelijk van de boomsoort en toepassing zijn verscheiden kwaliteitscriteria te gebruiken. Voor een algemeen kwaliteitsoordeel, onafhankelijk van de eventuele toepassing, is ervoor gekozen de twee belangrijkste kwaliteiten op verscheidene manieren te beoordelen; stamvorm en betakking. Stamvorm betreft voornamelijk de rechtheid, doorgaande spil en oneffenheden, terwijl betakking betrekking heeft op takdiktes, aantal takken en takvrij stamstuk. Deze twee hoofdkwaliteiten zijn de belangrijkste uitwendig beoordeelbare aspecten van houtkwaliteit zoals ook vermeld in de NEN-normen voor zaaghout. Binnen deze twee kwaliteiten zijn diverse kwaliteitsparameters geformuleerd. Er is gebruik gemaakt van gedetailleerde metingen als van schattingen zoals in de praktijk veelvuldig gebeurt.

Presentatie van de studies

Aangezien dit onderzoek uit twee aparte studies bestaat zijn de resultaten hiervan apart gepresenteerd. In hoofdstuk 3 wordt de grootschalige studie besproken, waarin zowel de methodiek als de resultaten aan de orde komen. In het navolgende hoofdstuk wordt per boomsoort in de detailstudie de methodiek en resultaten gepresenteerd.

3 Grootschalige studie

In de grootschalige studie zijn per opstand de gemiddelde kwaliteiten van de moederbomen geschat. Daarnaast zijn van de verjongingsindividuen de kwaliteiten bepaald (tabel 2).

Tabel 2. Schattingsklassen voor de kwaliteitsparameters voor moederopstand en verjonging

top	betakking	stam
1 = eentoppig 2 = meertoppig	1 = fijn betakt 2 = zwaar betakt	1 = recht, bijna recht 2 = krom, doorgaande spil 3 = geen doorgaande spil

Uit de gegevensset is een selectie gemaakt waarbij opstanden geselecteerd zijn waarvan dezelfde boomsoort zowel in de moederopstand als in de verjonging voorkomen. Hiervan is door middel van een variantie analyse bepaald of er verschillen bestaan tussen de gemiddelde kwaliteit van de moederopstand en die van de betreffende verjonging (tabel 3).

Tabel 3. Gemiddelde waarde van de kwaliteitsparameters van de moederopstanden en verjonging. Verschillen tussen de moederopstand en verjonging wordt aangeduid door de p-waarde (Anova).

		aantal opstanden	moeder gemiddelde	verjonging gemiddelde	significantie (p)
Zomereik	stam	15	1.93	1.99	0.77
	top	15	1.93	1.87	0.75
	tak	15	2	1.22	<0.01
Grove den	stam	76	1.53	1.45	0.38
	top	76	1.73	1.27	<0.001
	tak	76	1.59	1.18	<0.001
Beuk	stam	14	1.71	1.63	0.63
	top	14	1.5	1.52	0.93
	tak	14	2.14	1.27	<0.001
Douglas	stam	92	1.01	1.22	<0.001
	top	92	1.03	1.16	<0.001
	tak	92	1.45	1.07	<0.001
Fijnspar	stam	13	1	1.04	0.14
	top	13	1	1.02	0.24
	tak	13	1.15	1.00	0.17
J. lariks	stam	60	1.07	1.41	<0.001
	top	60	1.17	1.09	0.08
	tak	60	1.35	1.04	<0.001

Uit bovenstaande tabel blijkt dat er over het algemeen geen significante verschillen bestaan in kwaliteiten tussen moederopstand en verjonging. Doordat de klassen grof zijn komen verschillen ook niet snel tot uiting, wat betekent dat hieruit niet geconcludeerd mag worden dat moederopstand en verjonging hetzelfde zijn. De verjonging van Zomereik is significant fijner betakt dan de moederopstand. Hetzelfde geldt voor Grove den, Beuk, Douglas en Lariks. Daarnaast bestaat de

verjonging van Grove den vaker uit eentoppigen, terwijl die van Douglas minder vaak uit eentoppigen bestaat dan de moederopstand. De stamkwaliteit van Douglas en Lariks is significant hoger in de moederopstanden.

Daarnaast zijn de moederopstanden per kwaliteitsparameter ingedeeld in kwaliteitsklassen (goed, matig, slecht). Hierbij is per kwaliteitsparameter geanalyseerd of de verjonging behorende bij moederopstanden van een bepaalde kwaliteitsklasse verschilt van verjonging behorende bij moederopstanden van andere kwaliteitsklassen. Alleen klassen waarvan meer dan 2 moederopstanden voorkomen zijn meegenomen (tabel 4).

Tabel 4. De gemiddelde waarde van de verjonging per klasse van de moederopstand (Anova).

		klasse 1	klasse 2	klasse 3	Significantie (p)
Zomereik	stam	2	2	1.93	0.42
	top	1.95	1.96		0.52
	tak	1.4	1.15		0.39
Grove den	stam	1.37	1.62		<0.01
	top	1.11	1.44		<0.01
	tak	1.14	1.36		0.07
Beuk	stam	1.34	1.78		0.13
	top	1.48	1.6		0.69
	tak	1.09	1.67		0.17
Douglas	stam	-			
	top	-			
	tak	1.02	1.09		0.39
Fijnspar	stam	-			
	top	-			
	tak	-			
J. lariks	stam	-			
	top	-			
	tak	1.06	1		0.25

Voor de meeste kwaliteitsparameters van Douglas, Fijnspar en Lariks zijn er te weinig opstanden in de lagere klassen, waardoor geen analyse uitgevoerd kon worden. Bij Zomereik en Beuk is de verjonging in opstanden bestaande uit de kwaliteitsparameters (stam, top, tak) in klasse 1 niet significant verschillend van moederopstanden van lagere kwaliteiten. Hetzelfde geldt voor de betakking van Douglas en Lariks; fijn betakte moederopstanden kunnen qua betakking van de verjonging niet onderscheiden worden van zwaar betakte moederopstanden. Daarentegen is bij Grove den de verjonging van moederopstanden bestaande uit goede stamkwaliteit en eentoppigheid significant beter dan moederopstanden die van lagere kwaliteit zijn.

4 Detail studie

In de detail studie was de intentie om zowel licht- als donkerhoutsoorten mee te nemen als naald- en loofboomsoorten en zodoende een breed spectrum van de in Nederland voorkomende boomsoorten te onderzoeken (tabel 5).

Tabel 5. Boomsoorten keuze

	licht	donker
naald	Grove den	Douglas
loof	Eik	Beuk

Aangezien de opnames zeer gedetailleerd en arbeidsintensief zijn konden niet meer soorten geïnventariseerd worden. De eis was dat de opstanden van de betreffende soorten op min of meer hetzelfde bodemtype moesten voorkomen en dat de verjonging in voldoende dichtheid stond om zodoende een volgende generatie te verkrijgen. Daarnaast moest uiteraard moederbomen en verjonging dicht bij elkaar en in bosverband voorkomen. Opstanden waarbij de moederbomen voorkwamen in lanen werden uitgesloten. Deze moederbomen hebben een volledig verschillende beheersgeschiedenis dan bomen in bosverband (opsnoeien, groei ruimte) en hierdoor zou een vergelijking tussen verjonging in bosverband en moederbomen verstoord worden. Voor Eik vormden deze eisen een probleem. Er waren te weinig geschikte Eikenopstanden voorhanden waar voldoende verjonging in voldoende dichtheid stonden met moederbomen in bosverband. Hierdoor is Eik uit dit onderzoeksdeel geschrapt.

Per opstand werden de verjongingsplekken geselecteerd en hierin 4 á 5 opnameplots (5 bij 5m) uitgezet. Rondom de verjonging werden de moederbomen geselecteerd. Per opstand werd gemiddeld 40 verjongingsindividuen beoordeeld en 10 moederbomen. Zowel van de verjonging als van de moederbomen werden de dbh en hoogte opgenomen. Daarnaast werd van de moederbomen de kroonhoogte bepaald. In de subplots werd alle voorkomende verjonging geteld, en alle verjongingsindividuen van de betreffende soort opgenomen. Op deze wijze werd dus de dichtheid van de verjonging meegenomen. Tevens werd de sociale positie van de verjonging bepaald. Diverse kwaliteitsparameters zijn geformuleerd en opgenomen waarvan een aantal parameters voor elke soort identiek zijn terwijl er eveneens soortspecifieke parameters opgenomen zijn.

4.1 Grove den

4.1.1 Methodiek

Bij Grove den werden in totaal 10 opstanden geïnventariseerd, alle voorkomend op de arme droge zandgronden. De opstanden werden geselecteerd op basis van het voorkomen van verjonging in voldoende dichtheden waarbij moederbomen in

nabijheid waren. Van deze 10 opstanden werden twee selectie-opstanden opgenomen, 1 opstand bestaande uit 'vliegden-achtige' moederbomen, en 7 onafhankelijk van vooraf opgelegde criteria. Op deze wijze werden in ieder geval moederopstanden van uiteenlopende kwaliteiten opgenomen en zouden eventueel voorkomende verschillen duidelijker naar voren moeten komen.

Kwaliteiten

De opgenomen kwaliteitsparameters staan in bijlage 1. Er is onderscheid gemaakt tussen kwaliteiten gerelateerd aan stamvorm en kwaliteiten gerelateerd aan betakking. Een aantal van deze parameters is getransformeerd en daarmee gerelateerd aan de hoogte of dikte van het individu. Immers, individuen kunnen verschillen in hoogte of dikte, waardoor de waarden van de parameters eveneens kunnen verschillen.

Stamvorm

Voor de meting van rechtheid van de stam zijn visueel de lengte van de rechte stamdelen bepaald. De rechte delen mogen maximaal een kromming hebben van 2 cm per m. Deze kromming is visueel goed te beoordelen. De lengte van de stamdelen zijn bepaald met behulp van een digitale hoogtemeter. Op deze wijze kan het percentage rechtheid bepaald worden. Voor de moederbomen is dit gedaan tot aan de kroonaanzet, terwijl voor de verjonging de rechtheid bepaald is tot aan de top. Hetzelfde geldt voor de lengte van de doorgaande spil. Bij de moederbomen is tevens het aantal knikken opgenomen en omgezet naar een relatieve maat in relatie tot de hoogte. Dit betreft het aantal duidelijke knikken in de stam tot aan de kroonaanzet. Aangezien knikken in de verjonging zich over het algemeen (nog) niet duidelijk manifesteren is hiervoor de kromming van de doorgaande spil bepaald. Tevens is er een schatting van de rechtheid uitgevoerd, voor zowel de moederbomen als de verjonging. De criteria die hierbij gebruikt zijn, zijn algemene afleidingen van de NEN-normen.

Betakking

Voor de algemene bepaling van de betakking is gekeken naar zowel de takzwaarte, de takhoeveelheid, als het takvrije stamstuk. Bij de moederbomen is de takhoeveelheid bepaald door het aantal takken (> 2 cm dikte) te tellen tot aan de kroonaanzet. Tevens is de lengte van het takvrije stamstuk gemeten. De takdikte van de verjonging is bepaald door de takdikte van de twee dikste takken te meten, in twee afzonderlijke takkransen, binnen twee meter hoogte. Deze waarden zijn gemiddeld en gerelateerd aan de dikte van de stam. Van twee kransen binnen twee meter hoogte is het aantal takken geteld. Daarnaast is er een schatting gemaakt van de takdikte. De beoordeelde takken zijn voor de moederbomen de takken tot aan de kroon en voor de verjonging over de gehele lengte. Er wordt verondersteld dat de kroonvorm van de moederbomen een indicatie is voor de kwaliteit. Spitse kronen zouden een hogere kwaliteit hebben dan afgeplatte kronen. Deze parameter is opgenomen in de studie.

4.1.2 Resultaten

De resultaten van de relatie tussen de kwaliteiten van de moederopstand en van de verjonging zijn in 3 delen opgesplitst. Ten eerste wordt bekeken of bepaalde kwaliteitsparameters onderling gerelateerd zijn, binnen zowel de moeders als binnen de verjonging. Op deze wijze kan worden bepaald welke kwaliteiten verbanden hebben, welke kwaliteiten van groter belang zijn en of bijvoorbeeld de schattingen een accuraat beeld geven (zodat het in het beheer toegepast kan worden). Ten tweede wordt geanalyseerd of er relaties bestaan tussen de kwaliteitsparameters van de moederbomen en die van de verjonging.

4.1.2.1 Onderlinge relaties moederbomen

In onderstaande tabel staan de gemiddelde waarden van de parameters van de moederbomen. De opstanden liggen in Molenbeek (1 en 2), Johannahoeve (3), Schaarsbergen (4), Amerongen (5 en 6), Kootwijk (7 en 8), Ommen (9) en Nunspeet (10). Er zijn grote verschillen in kwaliteiten tussen de opstanden.

Tabel 6. Overzicht van de gemiddelde waarde van de parameters per opstand.

	dbh mm	hg m	recht %	knik/m	spil %	tak/m	takvrij %	schatting		aandeel	
								recht	tak	recht	fijn betakt
1	320	18.66	76.85	0.13	100	2.15	64.99	2.2	1.7	80	40
2	350	20.21	93.52	0.12	100	2.13	58.74	2.28	2.6	80	20
3	305	17.87	80.83	0.16	92.9	1.55	57.85	2.4	1.6	60	60
4	310	18.27	88.24	0.14	100	2.73	52.68	2.7	2.1	30	20
5	353	15.53	63.33	0.36	100	2.41	51.29	2.6	2.6	40	0
6	280	17.76	71.55	0.12	100	3.05	36.17	2.4	2.4	60	0
7	272	12.43	45.71	0.36	97.7	6.0	39.29	3	2.8	0	0
8	418	11.88	28.16	1.08	100	3.41	41.68	3.1	3.0	30	0
9	392	19.43	89.38	0.13	100	0.88	80.64	2.1	1.2	70	80
10	313	17.49	93.79	0.02	100	3.18	36.01	2.2	2.1	80	20

Rechtheid

Het percentage recht stamstuk bij de moederbomen houdt duidelijk verband met het aantal knikken per meter ($p < 0.001$, $r^2 = 78.6$). Tevens komt een schatting van de rechtheid goed overeen met de meting van de rechtheid (percentage recht) ($p < 0.001$, $r^2 = 83.7$) en meting van het aantal knikken ($p < 0.001$, $r^2 = 64.0$). De gemiddelde waarden per rechtheid-schattingsklassen staan in tabel 7. Een schatting van de rechtheid komt goed overeen met de metingen, voor zowel het aandeel recht stamstuk als voor het aantal knikken. Echter, er is geen significant verschil tussen kaarsrecht en recht, terwijl de overige klassen wel significant van elkaar verschillen. Wat betreft het aantal knikken per meter; alleen de klasse krom heeft een significant hoger aantal knikken dan de overige klassen (waartussen geen verschil gevonden is).

Tabel 7. Gemiddelde waarden van rechtheids-meting bij schatting van de rechtheid. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$)

	schatting rechtheid			
	kaarsrecht	recht	matig	krom
meting rechtheid				
% recht stamstuk	100 ^a	87.8 ^a	61.7 ^b	0 ^c
aantal knikken per m	0 ^a	0.1 ^a	0.3 ^a	1.8 ^b

Betakking

Het percentage takvrije stamstuk is gerelateerd aan het aantal takken per meter ($p < 0.001$, $r^2 = 73.6$). Schatting van de betakking heeft een duidelijk verband met metingen van de lengte takvrij stamstuk ($p < 0.001$, $r^2 = 52.5$) en met het aantal takken ($p < 0.001$, $r^2 = 69$). Fijn betakte individuen hebben over het algemeen een groot takvrij stamstuk en het laagste aantal takken per meter (tabel 8). De lengte van het takvrije stamstuk is in fijn betakte individuen significant hoger dan bij matig of zwaar betakte (tussen de laatste twee is geen verschil). Het aantal takken per meter is significant verschillend tussen de drie klassen.

Tabel 8. Gemiddelde waarden van betakking-meting bij schatting van de betakking. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$)

	schatting betakking		
	fijn	matig	zwaar
meting betakking			
% takvrij stamstuk	71.3 ^a	47.5 ^b	45.6 ^b
aantal takken per m	1.4 ^a	2.9 ^b	3.5 ^c

Kroonvorm en opstandtype

Alhoewel een spitse kroonvorm gemiddeld een rechttere stam heeft en minder betakt is, zijn er geen significante verschillen gevonden tussen de drie kroonvormen. De verschillende, vooraf bepaalde, opstandtypes (selectie, normaal en slechte) zijn duidelijk verschillend in kwaliteitsparameters. Op vrijwel alle aspecten, op takvrij stamstuk na, zijn ze significant verschillend van elkaar, waarbij de selectie-opstanden de beste kwaliteiten bezitten (tabel 9).

Tabel 9. Gemiddelde waarden van rechtheids- en betakking-meting per opstandskwaliteitsklasse. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	opstandskwaliteit		
	selectie	normaal	slecht
rechtheid			
% recht stamstuk	91.6 ^a	74.5 ^b	28.2 ^c
aantal knikken per m	0.1 ^a	0.2 ^b	1.1 ^c
% recht geschatte bomen	76.0 ^a	51.0 ^b	31.0 ^c
betakking			
% takvrij stamstuk	58.3	51.8	41.7
aantal takken per m	2.0 ^a	2.9 ^b	3.4 ^c
% fijn betakt geschatte bomen	51.0 ^a	21.0 ^b	1.0 ^c

4.1.2.2 Onderlinge relaties verjonging

In tabel 10 staan de gemiddelde waarden van de verjonging per opstand. Over het algemeen is de verjonging van matige kwaliteit. Het aandeel rechte geschatte individuen is maximaal 44% en het aandeel fijn betakt geschatte individuen maximaal 33%.

Tabel 10. Overzicht van de gemiddelde waarde van de parameters per opstand.

	dbh	hg	stamtal	recht	hoek	spil	takdikte	krans	schatting		aandeel	
	mm	m	m ²	%	gr	%	mm	# tak	recht	tak	recht	fijn betakt
1	28.7	3.5	0.5	19.5	14.8	75.5	8.6	4.5	3.0	2.5	20.0	0.0
2	32.5	4.4	0.7	27.5	17.7	94.9	7.5	4.4	2.7	1.8	36.2	33.3
3	12.9	2.3	1.3	26.1	18.7	75.0	6.7	4.6	2.7	2.5	43.9	4.9
4	52.6	4.4	0.3	20.4	28.0	81.7	15.3	4.8	3.3	2.8	0.0	0.0
5	40.5	4.1	0.8	44.4	13.7	97.5	11.4	4.9	2.5	2.2	42.9	12.2
6	63.6	6.6	0.6	51.4	14.0	92.1	11.2	5.1	2.5	2.0	40.9	22.7
7	41.6	4.6	1.0	33.5	17.1	95.0	11.1	5.1	2.9	2.2	15.9	12.7
8	28.4	3.2	0.9	9.9	21.3	95.5	8.7	4.5	3.1	2.4	1.7	5.1
9	73.0	6.8	0.6	26.7	17.2	97.9	12.1	5.2	2.9	2.1	14.7	17.7
10	30.9	3.7	0.7	18.6	20.8	95.7	7.4	4.3	3.1	2.2	22.7	4.4

Dichtheid

Algemeen wordt verondersteld dat de dichtheid een belangrijk bepalende factor is voor respectievelijk de rechtheid en/of de betakking van verjonging. In dit onderzoek is er uitsluitend een (zwak) direct verband gevonden tussen de dichtheid en de takdikte ($p < 0.001$, $r^2 = 8.8$). Bij een toenemende dichtheid neemt de takdikte af. Bij de overige kwaliteitsparameters is er geen verband gevonden.

Rechtheid

De relatieve lengte van het rechte stamstuk houdt licht verband met de kromming ($p < 0.001$, $r^2 = 19.7$) en in nog mindere mate met de relatieve spillengte ($p < 0.001$, $r^2 = 4.2$). Er is slechts een zeer zwak verband tussen kromming en spillengte ($p < 0.001$, $r^2 = 3.2$). De schatting van de rechtheid geeft een indicatie voor de lengte van het rechte stamstuk ($p < 0.001$, $r^2 = 34.6$) en voor de hoek van de kromming ($p < 0.001$, $r^2 = 37.2$). De rechtheidschatting komt over het algemeen goed overeen met de metingen van rechtheid (tabel 11). De waarden van de rechtheids-metingen verschillen significant van elkaar tussen de schattingsklassen (behalve voor de klassen 'recht' en 'matig' bij de relatieve spillengte).

Tabel 11. Gemiddelde waarden van rechtheids-meting bij schatting van de rechtheid. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	schatting rechtheid			
	kaarsrecht	recht	matig	krom
meting rechtheid				
% recht stamstuk	99.0 ^a	56.3 ^b	21.1 ^c	5.4 ^d
hoek	1.7 ^a	11.0 ^b	18.1 ^c	37.6 ^d
% spillengte	100 ^a	92.8 ^b	92.2 ^b	82.1 ^c

Betakking

Zowel de werkelijke takdikte als de relatieve takdikte (in takdikte/dbh) zijn zwak gecorreleerd aan het aantal takken per takkrans ($p < 0.001$; $r^2 = 8.7$ en 9.2 respectievelijk). Een schatting van de betakking komt overeen met de takdikte ($p < 0.001$; $r^2 = 21.4$). De drie klassen van de betakkingsschatting verschillen significant van elkaar voor zowel de takdikte als de relatieve takdikte (tabel 12).

Tabel 12. Gemiddelde waarden van betakking-meting bij schatting van de betakking. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	schatting betakking		
	fijn	matig	zwaar
meting betakking			
takdikte	6.7 ^a	8.5 ^b	12.7 ^c
relatieve takdikte (dbh)	0.27 ^a	0.30 ^b	0.35 ^c
takkrans	4.7	4.8	4.7

Sociale positie

De sociale positie waarin een individu zich bevindt heeft variërende invloed op de kwaliteitsparameters (tabel 13). Onderdrukte individuen hebben een significant lager recht stamstuk en grotere kromming dan de overige individuen, terwijl medeheersende individuen een significant grotere spillengte hebben dan heersende, beheerste of onderdrukte (die onderling niet van elkaar verschillen). Wat betreft de takdikte zijn de klassen medeheersend en beheerst niet van elkaar te onderscheiden. Onderdrukte individuen hebben een fijnere betakking en heersende een Grovere betakking. Echter, voor de relatieve takdikte, gerelateerd aan de dikte van het individu, geldt het omgekeerde. In dit geval hebben heersende individuen een significant lagere relatieve takdikte dan medeheersende en beheerste (onderling gelijk) en onderdrukte. Het aantal takken per takkrans is significant lager bij onderdrukte individuen dan in de overige klassen (die onderling niet verschillen).

Tabel 13. Gemiddelde waarden van de kwaliteitsparameters per sociale positie klasse. Waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	sociale positie			
	heersend	medeheersend	beheerst	onderdrukt
rechtheid				
% recht stamstuk	33.9 ^a	40.8 ^a	38.4 ^a	19.0 ^b
hoek	16.9 ^a	16.4 ^a	15.3 ^a	20.5 ^b
% spillengte	92.3 ^a	99.2 ^b	93.8 ^a	89.7 ^a
betakking				
takdikte	12.8 ^a	10.5 ^b	9.5 ^b	7.0 ^c
relatieve takdikte	0.24 ^a	0.29 ^b	0.30 ^b	0.38 ^c
takkrans	4.9 ^a	4.9 ^a	4.9 ^a	4.5 ^b

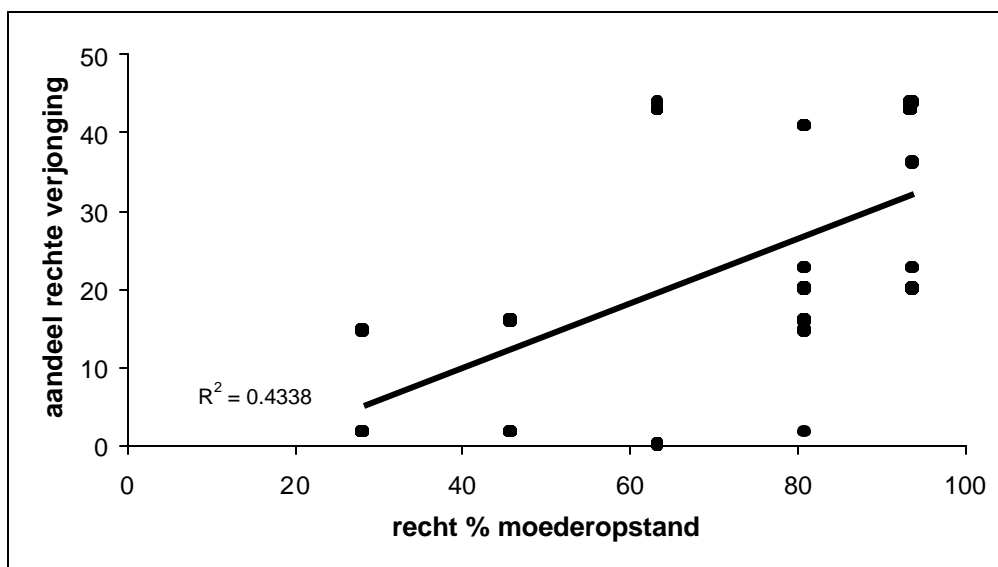
4.1.2.3 Relatie moeder - verjonging

Voor een vergelijking tussen de kwaliteiten van de moederbomen en de verjonging kunnen de moederbomen niet 1 op 1 vergeleken worden met de individuen van de verjonging. Immers, het is niet bekend welk verjongingsindividu van welke moeder

afkomstig is. Daarvoor zijn de gemiddelde waarden van de moederbomen aan de afzonderlijke verjongingsindividuen per opstand gekoppeld.

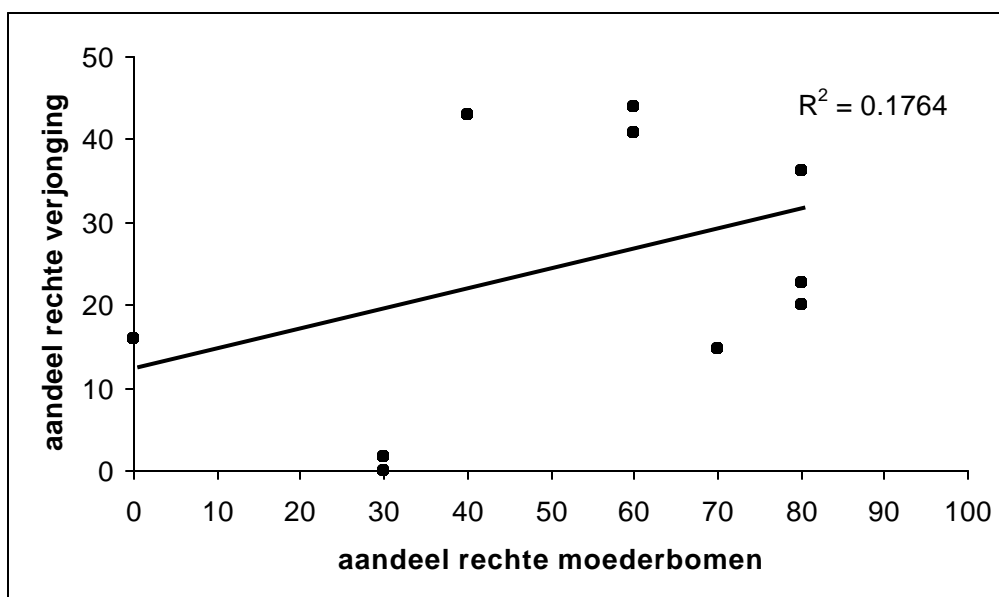
Rechtheid

De gemiddelde lengte van het rechte stamstuk en het aantal knikken van de moederbomen is niet gerelateerd aan de rechtheidsmetingen van de verjonging, voor zowel de lengte van het rechte stamstuk, de hoek van de kromming als de lengte van de spil. Echter, er is wel een verband tussen de gemiddelde lengte van het rechte stamstuk van de moederbomen en het aandeel recht geschatte verjongingsindividuen ($p < 0.001$; $r^2 = 17.2$). Wordt de dichtheid als co-variabele meegenomen dan is de verklaarde variantie zelfs 69.8. In figuur 2 is dit grafisch geïllustreerd, waarbij een verband gevonden wordt tussen de rechtheid van de moederopstand en het aandeel recht geschatte verjonging bij een dichtheid groter dan 0.75 per m^2 .



Figuur 2. Verband tussen het percentage recht stamstuk moederopstand en het aandeel recht geschatte verjonging bij een dichtheid groter dan $0.75 \text{ individuen per m}^2$.

Tevens is er een verband tussen het aantal knikken in de moederbomen en het aandeel recht geschatte verjongingsindividuen ($p < 0.001$; $r^2 = 37.1$). Daarnaast is er een verband tussen het aandeel recht geschatte individuen van de moederbomen en van de verjonging ($p < 0.001$; $r^2 = 17.6$, figuur 3).



Figuur 3. Verband tussen het aandeel recht geschatte moederbomen per opstand en het aandeel recht geschatte verjonging.

Betakking

Het gemiddelde takvrije stamstuk van de moederopstand is zwak gerelateerd aan de takdikte en relatieve takdikte van de verjonging ($p < 0.001$; $r^2 = 6.5$ en $r^2 = 13.9$ respectievelijk). Hetzelfde geldt voor het gemiddeld aantal takken van de moederopstand ($p < 0.001$; $r^2 = 7.4$ voor takdikte en $r^2 = 13.3$ voor relatieve takdikte van de verjonging). Tevens is er een verband tussen het aandeel fijn betakt geschatte verjongingsindividuen en de lengte van het takvrije stamstuk van de moederbomen ($p < 0.001$; $r^2 = 27.4$) en met het aantal takken bij de moederbomen ($p < 0.001$; $r^2 = 18.9$).

Opstandtype

De moederopstanden zijn vooraf geselecteerd, waarbij zowel kwalitatief goede (selectie), normale (normaal) als slechte opstanden meegenomen zijn. De drie opstandtypen verschillen duidelijk wat betreft de kwaliteiten van de moederbomen, welke overeenkomen met de vooraf gedane selectie (zie paragraaf 5.2.1). Ze verschillen eveneens van elkaar wat betreft de kwaliteiten van de verjonging. Er echter is geen uniform beeld in de relatie tussen de vooraf ingedeelde opstandkwaliteit en de kwaliteiten van de verjonging (tabel 14). De verjonging (lengte stamstuk, hoek en aandeel recht geschat) is significant rechter in de normale opstanden dan in de selectie of slechte opstanden. Daarentegen is de spillengte van de verjonging significant lager in de normale opstanden, waarbij er geen verschil is waargenomen tussen selectie en slechte opstanden. De relatieve takdikte is het laagst in selectie opstanden, het aantal takken per takkrans het laagst in de slechte opstanden en het aandeel fijnbetakte individuen het hoogst in de normale opstanden.

Tabel 14. Gemiddelde waarden van de kwaliteitsparameters van de verjonging in relatie tot de opstandkwaliteit. Waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	opstandkwaliteit moeder		
	selectie	normaal	slecht
verjonging			
rechtheid			
% recht stamstuk	22.1 ^a	33.6^b	9.9 ^c
hoek	19.2 ^a	17.2^b	21.3 ^c
% spillengte	96.7^a	89.3 ^b	95.5^a
% recht geschatte bomen	19.3 ^a	30.0^b	1.7 ^c
betakking			
takdikte	9.0	10.2	8.7
relatieve takdikte	0.24^a	0.33 ^b	0.36 ^c
takkrans	4.7 ^a	4.8 ^b	4.5^c
% fijn betakt geschatte bomen	10.1 ^a	14.0^b	5.1 ^c

4.2 Douglas

4.2.1 Methodiek

Er zijn in totaal 12 Douglas opstanden geïnventariseerd. De opstanden werden geselecteerd op basis van het voorkomen van verjonging in voldoende dichtheden waarbij moederbomen in nabijheid waren.

Kwaliteiten

De opgenomen kwaliteitsparameters staan in de bijlage 2. Er is onderscheid gemaakt tussen kwaliteiten gerelateerd aan stamvorm en kwaliteiten gerelateerd aan betakking. Een aantal van deze parameters is getransformeerd en daarmee gerelateerd aan de hoogte of dikte van het individu. Immers, individuen kunnen verschillen in hoogte of dikte, waardoor de waarden van de parameters eveneens kunnen verschillen.

Stamvorm

Voor de meting van rechtheid van de stam zijn visueel de lengte van de rechte stamdelen bepaald. De rechte delen mogen maximaal een kromming hebben van 2 cm per m. Deze kromming is visueel goed te beoordelen. De lengte van de stamdelen zijn bepaald met behulp van een digitale hoogtemeter. Op deze wijze kan het percentage rechtheid bepaald worden. Voor de moederbomen is dit gedaan tot aan de kroonaanzet, terwijl voor de verjonging de rechtheid bepaald is tot aan de top. Hetzelfde geldt voor de lengte van de doorgaande spil. Bij de moederbomen is tevens het aantal knikken opgenomen en omgezet naar een relatieve maat in relatie tot de hoogte. Dit betreft het aantal duidelijke knikken in de stam tot aan de kroonaanzet. Naast het aantal knikken is bij de verjonging de kromming van de doorgaande spil bepaald. Tevens is er een schatting van de rechtheid uitgevoerd, voor zowel de moederbomen als de verjonging. De criteria die hierbij gebruikt zijn, zijn algemene afleidingen van de NEN-normen.

Betakking

Voor de algemene bepaling van de betakking is gekeken naar zowel de takzwaarte, de takhoeveelheid, als het takvrije stamstuk. Bij de moederbomen is de takhoeveelheid bepaald door het aantal takken (> 2 cm) te tellen tot aan de kroonaanzet. Tevens is de lengte van het takvrije stamstuk gemeten bij zowel moeders als verjonging. De takdikte van de verjonging is bepaald door de takdikte van de twee dikste takken te meten, in twee afzonderlijke takkransen, binnen twee meter hoogte. Deze waarden zijn gemiddeld en gerelateerd aan de dikte van de stam. Van twee kransen binnen twee meter hoogte is daarnaast het aantal takken geteld. Er is een schatting gemaakt van de takdikte. Aangezien Douglas over het algemeen erg weinig takken heeft onder de kroon is de schatting gedaan voor de takdikte bij de kroonaanzet. Voor de verjonging is deze uitgevoerd over de gehele lengte.

4.2.2 Resultaten

De resultaten van de relatie tussen de kwaliteiten van de moederopstand en van de verjonging zijn in 3 delen opgesplitst. Ten eerste wordt bekeken of bepaalde kwaliteitsparameters onderling gerelateerd zijn, zowel binnen de moeders als binnen de verjonging. Op deze wijze kan worden bepaald welke kwaliteiten verbanden hebben, welke kwaliteiten van groter belang zijn en of bijvoorbeeld de schattingen een accuraat beeld geven. Ten tweede wordt geanalyseerd of er relaties bestaan tussen de kwaliteitsparameters van de moederbomen en die van de verjonging.

4.2.2.1 Onderlinge relaties moederbomen

In tabel 15 staan de gemeten kwaliteitsparameters per opstand. De verschillende opstanden liggen respectievelijk in: 1 t/m 4 boswachterij Ommen, 5 t/m 7 boswachterij Staphorst, 8 en 9 landgoed 'De Dellen' bij Epe, 10 boswachterij Zwolsche Bos, 11 landgoed Middachten en 12 kroondomein het Loo.

Tabel 15. Overzicht van de gemiddelde waarde van de parameters per opstand.

	dbh	hg	h/d	recht	spil	takvrij	tak	schatting		aandeel	
	mm	m		%	%	% stam	aantal/m	recht	tak	recht	fijn betakt
1	544	31.4	59	98	100	63	0.09	1.2	1.5	100	60
2	540	30.4	57	98	99	74	0.06	1.3	1.3	100	67
3	553	34.2	62	97	99	65	0.08	1.2	1.4	100	60
4	546	32.7	61	91	99	58	0.08	1.7	1.5	87	53
5	566	27.6	50	92	98	60	0.08	1.5	1.9	100	10
6	489	27.8	58	99	100	59	0.1	1.3	2.0	100	20
7	512	50.4	89	92	87	84	0.2	1.3	1.9	93	27
8	381	27.2	72	97	100	57	0.12	1.1	1.1	100	87
9	397	27.4	71	97	100	68	0.05	1.1	1.3	100	67
10	438	26.3	62	98	100	56	0.1	1.3	1.4	93	60
11	656	34.6	55	94	94	72	0.04	1.4	1.8	100	20
12	660	38.3	59	98	98	84	0.02	1.0	1.6	100	40

Er zijn slechts geringe verschillen tussen de opstanden. Over het algemeen heeft Douglas een groot takvrij stamstuk, een hoog rechtheidspercentage en vrijwel altijd een volledig doorgaande spil.

Rechtheid

Er is een zwak verband tussen de rechtmeting en het aantal knikken per meter ($p < 0.001$, $r^2 = 16$). Tevens is er een zwak verband tussen de rechtmeting en schatting van de rechtheid ($p < 0.001$, $r^2 = 11$) en tussen het aantal knikken en de schatting van de rechtheid ($p < 0.001$, $r^2 = 36$). De gemiddelde waarden per rechtheidsklasse staan in tabel 16. Hieruit blijkt dat alleen de klasse krom significant minder recht is dan de overige klassen. De overige klassen hebben alle een hoog percentage recht stamstuk en verschillen onderling niet van elkaar. Ondanks dat er een verband is tussen recht schatting en aantal gemeten knikken, blijken deze niet overeen te komen. Weliswaar hebben kaarsrecht geschatte bomen geen knikken, recht geschatte bomen bevatten daarentegen meer knikken dan matig recht geschatte bomen.

Tabel 16. Gemiddelde waarden van rechtheids-meting bij schatting van de rechtheid. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Schatting rechtheid			
	kaarsrecht	recht	matig	krom
Meting rechtheid				
% recht stamstuk	98 ^a	89 ^a	91 ^a	0 ^b
aantal knikken per m	0	0.1 ^a	0.02 ^b	0

Betakking

Er zijn geen relaties gevonden tussen de verschillende metingen van de betakking onderling, en tussen de schatting van de betakking en meting daarvan. In tabel 17 staan de gemiddelde waarden per schattingsklasse vermeld. Er zijn geen verschillen waarneembaar in de lengte van het takvrije stamstuk en de schatting van de betakking. Een schatting komt daarentegen meer overeen met het aantal takken per meter; hierbij is het aantal takken bij een zware betakking-schatting significant hoger dan bij fijn of matig geschatte individuen.

Tabel 17. Gemiddelde waarden van betakking-meting bij schatting van de betakking. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Schatting betakking		
	fijn	matig	zwaar
Meting betakking			
% takvrij stamstuk	64	65	100
aantal takken per m	0.07 ^a	0.1 ^a	0.2 ^b

Opstandtypen

Selectie-opstanden worden algemeen beschouwd als de betere opstanden, waarvan zaad wordt gewonnen. Uit de analyses blijkt weliswaar de lengte van het rechte stamstuk, de lengte van het takvrije stamstuk, het aantal takken, en het aandeel fijn betakt geschatte individuen hoger is bij de selectie-opstand, maar dat de gevonden verschillen niet significant zijn.

Tabel 18. Gemiddelde waarden van rechtheids- en betakkingmeting per opstandskwaliteitsklasse. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Opstandkwaliteit	
	selectie	normaal
Rechtheid		
% recht stamstuk	84	70
aantal knikken per m	0	0
% recht geschatte bomen	97	100
Betakking		
% takvrij stamstuk	84	67
aantal takken per m	0.02	0.01
% fijn betakt geschatte bomen	48	40

4.2.2.2 Onderlinge relaties verjonging

In onderstaande tabel staan de gemiddelde parameters van de verjonging.

Tabel 19. Overzicht van de gemiddelde waarde van de parameters per opstand.

	dbh mm	hg m	stamtal ha	recht %	hoek gr	spil %	takdikte % stam	krans # tak	schatting		aandeel	
									recht	tak	recht	fijn betakt
1	70	3.6	4686	70	15	97	38	3	2.0	1.4	67	86
2	15	3.1	10800	74	9	98	42	4	2.0	1.0	80	100
3	44	4.8	6800	53	20	96	31	3	2.8	1.3	45	75
4	39	3.9	3664	66	16	100	42	3	2.5	1.0	52	96
5	13	2.5	16000	70	6	94	52	3	1.9	1.0	92	96
6	22	3.3	6000	50	18	88	37	3	2.7	1.6	44	44
7	40	5.1	9545	54	17	97	28	4	2.6	1.0	46	56
8	21	3.2	3218	86	65	95	45	3	1.6	1.1	91	86
9	24	3.2	5143	75	14	96	47	3	2.2	1.3	61	75
10	22	3.1	4609	68	12	90	47	4	2.0	1.3	70	70
11	60	7.1	2800	79	8	98	23	3	1.9	1.3	80	75
12	44	5.9	3985	80	9	100	30	3	1.7	1.3	74	67

Dichtheid

Over het algemeen komt de verjonging in grote dichtheden voor. Er is geen relatie gevonden tussen dichtheid en kwaliteiten. De verjonging is gemiddeld van goede kwaliteit, bestaande uit een doorgaande spil, redelijke aandeel recht stamstuk en lage takdiktes.

Rechtheid

De recht schatting blijkt goed overeen te komen met de recht meting ($p < 0.001$, $r^2 = 51$) en met de hoek van de kromming ($p < 0.001$, $r^2 = 63$). De verschillende rechtheidsklassen verschillen significant van elkaar voor zowel lengte van het rechte stamstuk als de hoek van de kromming (tabel 20). De spillengte is hoog bij alle individuen en verschilt nauwelijks tussen de verschillende klassen.

Tabel 20. Gemiddelde waarden van rechtheids-meting bij schatting van de rechtheid. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Schatting rechtheid			
	kaarsrecht	recht	matig	krom
Meting rechtheid				
% recht stamstuk	97 ^a	71 ^b	52 ^c	28 ^d
hoek	1.4 ^a	8 ^b	23 ^c	37 ^d
% spillengte	99 ^a	97 ^a	91 ^b	94 ^a

Betakking

Uit tabel 21 blijkt dat de schatting van de betakking nauwelijks overeen komt met de gemeten waarden. Uitsluitend fijn betakte individuen hebben een lagere takdikte, maar wanneer dit gebaseerd is op de relatieve takdikte (gerelateerd aan de dbh), dan zijn er geen significante verschillen aanwezig.

Tabel 21. Gemiddelde waarden van betakking-meting bij schatting van de betakking. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Schatting betakking		
	fijn	matig	zwaar
Meting betakking			
takdikte	9 ^a	15 ^b	15 ^b
relatieve takdikte (dbh)	61	59	87

Sociale positie

Uit tabel 22 blijkt dat de onderdrukte bomen significant afwijkende waarden voor de kwaliteitsparameters (behalve bij de lengte van de spil) hebben t.o.v. de andere sociale positieklassen. De lengte van het rechte stamstuk, de hoek van de kromming als de takdikte zijn significant slechter bij onderdrukte individuen. Daarentegen is het aantal takken per takkrans lager bij onderdrukte ten opzichte van de overige sociale posities.

Tabel 22. Gemiddelde waarden van de kwaliteitsparameters per sociale positie klasse. Waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	Sociale positie			
	heersend	medeheersend	beheerst	onderdrukt
Rechtheid				
% recht stamstuk	77 ^a	73 ^a	72 ^a	53 ^b
hoek	11 ^a	10 ^a	11 ^a	18 ^b
% spillengte	96	99	95	95
Betakking				
takdikte	11 ^a	9 ^b	8 ^b	7 ^c
relatieve takdikte	27 ^a	36 ^b	44 ^c	61 ^d
takkrans	1.5 ^a	1.7 ^a	1.6 ^a	1.4 ^b

4.2.2.3 Relatie moeder - verjonging

Er is geen verband tussen de verschillende rechtheids parameters van de moederbomen en van de verjonging. Daarentegen is er een verband tussen de lengte van het takvrije stamstuk van de moederopstand en de takdikte van de verjonging ($p < 0.001$, $r^2 = 34$). Evenals de moederbomen van selectie opstanden niet significant verschillend zijn dan de overige opstanden, zijn ook de kwaliteiten van de verjonging van de selectie opstand niet significant verschillend van de overige opstanden (tabel 23).

Tabel 23. Gemiddelde waarden van de kwaliteitsparameters van de verjonging in relatie tot de opstandkwaliteit. Waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	Opstandkwaliteit moeder	
	selectie	normaal
Verjonging		
Rechtheid		
% recht stamstuk	68	80
hoek	13	9
% spillengte	95	100
% recht geschatte bomen	66	74
Betakking		
takdikte	13	7
relatieve takdikte	39	30
% fijn betakt geschatte bomen	78	67

4.3 Beuk

4.3.1 Methodiek

Er zijn in totaal 12 Beuken opstanden geïnventariseerd. De opstanden werden geselecteerd op basis van het voorkomen van verjonging in voldoende dichtheden waarbij moederbomen in nabijheid waren.

Kwaliteiten

De opgenomen kwaliteitsparameters staan in bijlage 3. Er is onderscheid gemaakt tussen kwaliteiten gerelateerd aan stamvorm en kwaliteiten gerelateerd aan betakking. Een aantal van deze parameters is getransformeerd en daarmee gerelateerd aan de hoogte of dikte van het individu. Immers, individuen kunnen verschillen in hoogte of dikte, waardoor de waarden van de parameters eveneens kunnen verschillen.

Stamvorm

Voor de meting van rechtheid van de stam zijn visueel de lengte van de rechte stamdelen bepaald. De rechte delen mogen maximaal een kromming hebben van 2 cm per m. Deze kromming is visueel goed te beoordelen. De lengte van de stamdelen zijn bepaald met behulp van een digitale hoogtemeter. Op deze wijze kan het percentage rechtheid bepaald worden. Voor de moederbomen is dit gedaan tot aan de kroonaanzet, terwijl voor de verjonging de rechtheid bepaald is tot aan de top. Hetzelfde geldt voor de lengte van de doorgaande spil. Bij de moederbomen is

tevens het aantal knikken opgenomen en omgezet naar een relatieve maat in relatie tot de hoogte. Dit betreft het aantal duidelijke knikken in de stam tot aan de kroonaanzet. Bij de verjonging is de kromming van de doorgaande spil bepaald, evenals de lengte van de topscheut. Er is een schatting van de rechtheid uitgevoerd, voor zowel de moederbomen als de verjonging. De criteria die hierbij gebruikt zijn, zijn algemene afleidingen van de NEN-normen. De vorm van de topscheut van de verjonging kan in drie klassen onderverdeeld worden (bijlage 4).

Betakking

Voor de algemene bepaling van de betakking is gekeken naar zowel de takzwaarte, de takhoeveelheid, als het takvrije stamstuk. Bij de moederbomen is de takhoeveelheid bepaald door het aantal takken (> 2 cm) te tellen tot aan de kroonaanzet. Tevens is de lengte van het takvrije stamstuk gemeten bij zowel moeders als verjonging. De takdikte van de verjonging is bepaald door de takdikte van de twee dikste takken te meten binnen twee meter hoogte. Deze waarden zijn gemiddeld en gerelateerd aan de dikte van de stam. Tevens is de gemiddelde takhoek bepaald. Dit is de hoek van de takken met een (denkbeeldige) rechtdoorgaande as. Daarnaast is het aantal gaffels en zuigers geteld. Er is een schatting gemaakt van de takdikte. De beoordeelde takken zijn voor de moederbomen de takken tot aan de kroon en voor de verjonging over de gehele lengte. Het algemene taksysteem van de verjonging is beoordeeld volgens de afbeelding in de bijlage 4.

4.3.2 Resultaten

4.3.2.1 Onderlinge relaties moederbomen

De gemiddelde waarden van de diverse parameters van de moederopstanden staan in tabel 24. De opstanden liggen respectievelijk in: 1 en 2 op het landgoed 'De Dellen' en 3,4,5,6 in het Speulderbos, 7 in het Zwolsche bos, 8 en 9 op het landgoed Middachten, 10 landgoed Welna bij Nunspeet en 11 in de boswachterij het Edesebos.

Tabel 24. Overzicht van de gemiddelde waarde van de parameters per opstand.

	dbh	hg	recht	spil	takvrij	tak	gaffels	knikken	schatting		aandeel	
	mm	m	%	%	%	aantal/m	aantal	aantal/m	recht	tak	recht	fijn betakt
1	471	23.5	24	45	48	0.08	3.6	0.03	2.7	2.3	47	13
2	485	23.9	26	41	50	0.04	4.0	0.02	2.8	2.4	33	7
3	514	27.0	35	42	58	0.02	3.8	0.02	1.7	2.6	100	0
4	570	27.4	32	39	58	0.03	3.7	0.02	2.3	2.9	60	0
5	502	24.6	17	28	96	0.02	5.9	0.06	3.6	3.0	8	0
6	510	26.6	28	43	59	0.01	4.2	0.02	2.4	2.4	53	13
7	415	20.8	38	48	53	0.1	2.8	0.02	1.6	2.5	100	0
8	535	32.4	45	56	72	0.03	2.0	0.01	1.7	2.3	93	0
9	508	31.4	41	56	70	0.02	2.5	0.01	1.9	2.9	75	0
10	466	26.8	35	62	64	0.03	2.4	0.02	2.0	2.2	80	0
11	661	37.3	36	40	79	0.01	3.5	0.01	1.5	1.7	100	48

Er zijn verschillen in kwaliteiten tussen de verschillende opstanden wat betreft de rechtheid (meting en schatting), aantal knikken, spilhoogte, takdikte en lengte takvrij stamstuk. Het gemiddeld aantal gaffels is hoog, variërend tussen 3 en 4 per individu. Middachten (nr 8) is van gemiddeld goede kwaliteit en het Speulderbos (nr 5) van lage kwaliteit. Tussen de overige opstanden is geen significant verschil.

Rechtheid

Er is een significant verband tussen het percentage recht stamstuk en het aantal knikken ($r^2=14.4$) en met de spilhoogte ($r^2=19.0$). Er is geen duidelijk verband tussen de lengte recht en het aantal gaffels. Daarnaast blijkt de lengte van het rechte stamstuk redelijk overeen te komen met de rechtschatting ($r^2=42.9$). Dit blijkt eveneens uit tabel 25. De verschillende rechtheidsklassen van de schatting verschillen significant van elkaar wat betreft lengte recht stamstuk en aantal knikken.

Tabel 25. Gemiddelde waarden van rechtheids-meting bij schatting van de rechtheid. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p<0.001$).

	Schatting rechtheid			
	kaarsrecht	recht	matig	krom
Meting rechtheid				
% recht stamstuk	45 ^a	33 ^b	27 ^c	16 ^d
aantal knikken per m	0.05 ^a	0.2 ^b	0.3 ^b	0.6 ^c

Betakking

De schatting van de takdikte van de moederbomen is niet gerelateerd aan het aantal takken en het percentage takvrij stamstuk en slechts zeer zwak aan het aantal gaffels ($r^2=6.7$). Dit blijkt eveneens uit tabel 26. Slechts fijn betakt geschatte individuen hebben een significant lager aantal takken dan de overige klassen.

Tabel 26. Gemiddelde waarden van betakking-meting bij schatting van de betakking. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p<0.001$).

	Schatting betakking		
	fijn	matig	zwaar
Meting betakking			
% takvrij stamstuk	79	60	64
aantal takken per m	0.09 ^a	0.4 ^b	0.3 ^b

Opstandtype

In de opgenomen opstanden kunnen twee typen onderscheiden worden; het boombos en de overige. Het boombos wordt algemeen gekarakteriseerd door de vele kromme bomen. Dit blijkt ook uit de analyse (tabel 27). Het percentage recht stamstuk, het aantal knikken en het aandeel recht geschatte bomen is significant lager in het boombos t.o.v. de overige opstanden. Dit geldt in mindere mate voor de betakking. Het takvrije stamstuk en het aantal takken is niet verschillend, alhoewel het aandeel fijn betakt geschatte individuen significant lager is in het boombos.

Tabel 27. Gemiddelde waarden van rechtheids- en betakkingmeting per opstandskwaliteitsklasse. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Opstandkwaliteit	
	boombos	overig
Rechtheid		
% recht stamstuk	29 ^a	35 ^b
aantal knikken per m	0.3 ^a	0.2 ^b
% recht geschatte bomen	58 ^a	73 ^b
Betakking		
% takvrij stamstuk	66	63
aantal takken per m	0.2	0.4
% fijn betakt geschatte bomen	26 ^a	62 ^b

4.3.2.2 Onderlinge relaties verjonging

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde waarden van de verjonging per opstand gepresenteerd. Gemiddeld is het percentage recht stamstuk laag en komen er veel individuen voor met een niet doorgaande spil en gaffels.

Tabel 28. Overzicht van de gemiddelde waarde van de parameters per opstand.

	dbh	hg	stamtal	recht	hoek	spil	takdikte	gaffels	h/d	schatting	aandeel	
	mm	m	ha	%	gr	%	% stam	aantal		recht	recht	fijn betakt
1	29	5.1	9200	23	24	67	64	2.7	194	1.9	5	65
2	15	3.2	20480	36	17	73	55	2.7	237	1.8	19	55
3	24	3.5	5776	33	17	74	66	2.7	171	1.8	19	66
4	10	2.4	5657	35	20	91	90	2.6	259	2.0	0	90
5	19	3.2	8000	37	23	93	62	2.0	185	1.9	14	62
6	32	4.7	4248	36	27	56	65	3.0	203	1.9	17	65
7	33	4.7	3600	58	23	81	56	2.6	153	1.7	43	56
8	48	7.8	6126	35	18	95	37	1.2	181	1.8	27	37
9	30	6.1	4920	16	24	90	47	1.1	206	2.0	0	47
10	40	5.1	4400	15	28	73	39	2.5	134	2.0	0	39
11	24	4.3	12600	29	21	92	50	1.5	191	2.0	4	50

Dichtheid en rechtheid

Het stamtal heeft een zwak effect op de hoek van de kromming ($r^2=15.5$), en geen significant effect op het aantal gaffels, het taksysteem, de takhoek en de schatting van de rechtheid. Er is een verband tussen de lengte recht en het taksysteem ($r^2=15.0$), de hoek van de kromming ($r^2=8.8$), de spilhoogte ($r^2=4.3$) en de lengte van de topscheut ($r^2=2.4$), alhoewel de verbanden zwak zijn. De spilhoogte is eveneens slechts zwak gecorreleerd aan de kromming ($r^2=7.1$). Een schatting van de rechtheid komt matig overeen met een meting ($r^2=15.0$). Zoals blijkt uit tabel 29, hebben recht geschatte individuen een hoger aandeel recht stamstuk en een lagere kromming.

Tabel 29. Gemiddelde waarden van rechtheids-meting bij schatting van de rechtheid. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Schatting rechtheid	
	recht	krom
Meting rechtheid		
% recht stamstuk	55 ^a	29 ^b
hoek	9 ^a	23 ^b
% spillengte	87	79

Betakking

De takdikte houdt verband met het aantal gaffels ($r^2=12.4$). De schatting van de betakking is niet gerelateerd aan de meting. In tabel 30, staan de gemiddelde waarden per betakingsklassen vermeld. De relatieve takdikte (gerelateerd aan de dbh) verschilt niet significant tussen de klassen.

Tabel 30. Gemiddelde waarden van betakkingmeting bij schatting van de betakking. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Schatting betakking		
	fijn	matig	zwaar
Meting betakking			
takdikte	9 ^a	15 ^b	15 ^b
relatieve takdikte (dbh)	61	59	87

Sociale positie

De sociale positie van een individu houdt geen verband met de rechtheid (tabel 31). Individuen in een lagere sociale positie hebben wel een lagere takdikte, maar de relatieve takdikte is juist hoger.

Tabel 31. Gemiddelde waarden van de kwaliteitsparameters per sociale positie klasse. Waarden met een verschillende letter zijn significant verschillend van elkaar (Anova, $p < 0.001$).

	Sociale positie			
	heersend	medeheersend	beheerst	onderdrukt
Rechtheid				
% recht stamstuk	34	35	27	27
hoek	20	21	22	24
% spillengte	78	80	92	80
Betakking				
takdikte	13 ^a	11 ^b	11 ^b	9 ^c
relatieve takdikte	48 ^a	64 ^b	76 ^b	77 ^b

4.3.2.3 Relatie moeder - verjonging

De kwaliteitsparameters van de verjonging zijn vergeleken met die van de moederopstanden. Hierbij zijn geen significante verbanden gevonden. De kwaliteiten van de moederopstand zijn in dit verband dus geen aanwijzing voor de kwaliteiten van de verjonging.

Opstandtype

Ondanks dat de moederbomen van het boombos over het algemeen een lagere kwaliteit bezitten dan de overige opstanden, komt dit niet tot uiting in de verjonging (tabel 32). Zowel de rechtheid als de betakking (behoudens absolute takdikte) zijn niet verschillend in de verjonging tussen deze opstandtypes.

Tabel 32. Gemiddelde waarden van rechtheids- en betakkingmeting per opstandskwaliteitsklasse. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Opstandkwaliteit moeder	
	boombos	overig
Verjonging		
Rechtheid		
% recht stamstuk	35	30
hoek	22	22
% spillengte	79	82
% recht geschatte bomen	21	20
Betakking		
takdikte	71 ^a	50 ^b
relatieve takdikte	93	68
% fijn betakt geschatte bomen	49	52

Hetzelfde geldt eveneens voor het taksysteem en het topscheut type (tabel 33). Weliswaar is het aandeel individuen met doorgaande spil en doorgaande topscheut lager in het boombos, de gevonden verschillen zijn niet significant.

Tabel 33. Gemiddelde voorkomen (% van stamta) van de verschillende taksystemen en topscheuttypes per opstandskwaliteitsklasse. Waarden met verschillende letters zijn significant verschillend (Anova, $p < 0.001$).

	Opstandkwaliteit	
	boombos	overig
Verjonging		
Taksysteem		
doorgaande spil	18	26
knievormig	51	39
boogvormig	30	32
plagiotroop	1	3
Topscheut		
doorgaand	4	5
gevorkt	47	41
Bezemvormig	4	5

5 Discussie en conclusies

5.1 Grootschalige studie

Over het algemeen hebben Fijnspar, Douglas en Japanse lariks de hoogste kwaliteiten moederbomen en verjonging. Eik en Beuk, de enige twee loofboomsoorten hebben meestal een matige tot slechte kwaliteit moederbomen en verjonging. De verjonging van Eik, Beuk en Grove den is gemiddeld genomen van betere kwaliteit dan de moederopstand (alhoewel verschillen vaak niet significant zijn). Douglas verjonging is gemiddeld van lagere kwaliteit dan de moederopstand, terwijl bij Japanse lariks de stam van mindere kwaliteit is en de betakking een hogere kwaliteit bezit. De constatering dat bepaalde kwaliteitsparameters bij bepaalde boomsoorten niet verschillen tussen moederopstand en verjonging betekent echter niet dat deze gerelateerd zijn. In bepalingen van kwaliteiten waarbij relatief weinig klassen gebruikt worden is het onderscheidend vermogen gering, waardoor verschillen moeilijk aantoonbaar zijn. Dit blijkt eveneens uit de analyse waarbij per kwaliteitsparameters moederopstanden ingedeeld zijn in verschillende kwaliteitsklassen. In de meeste gevallen blijkt de verjonging in moederopstanden van hoge kwaliteit niet te verschillen van verjonging in moederopstanden van lagere kwaliteit. Slechts bij Grove den zou de stamkwaliteit en het aantal toppen van de moederopstand een indicatie kunnen vormen voor de kwaliteiten van de verjonging.

5.2 Detail studie

In de gedetailleerde studie zijn diverse kwaliteitsparameters opgenomen. De kwaliteiten van de moederopstanden variëren tussen soorten en binnen soorten. Douglas heeft over het algemeen een hoge kwaliteit, Beuk daarentegen een lage. Schattingen van de kwaliteiten geven een redelijk adequaat beeld. Echter, het blijkt dat de schatting beïnvloed wordt door de gemiddelde kwaliteiten van de individuen. Bij Douglas bijvoorbeeld is het gemeten aandeel recht stamstuk hoger in lagere rechtheidsklassen dan bijvoorbeeld bij Beuk. Ondanks dat een schatting in de meeste gevallen redelijk tot goed overeen komt met de meting moet een schatting beschouwd worden als een relatieve maat.

Grove den

Bij Grove den zijn er grote verschillen in de rechtheid en betakking tussen de verschillende opstanden. Dit geldt voor zowel de moederbomen als de verjonging. De rechtschatting en de betakkingsschatting komt goed overeen met de metingen. De verjonging is meestal van lage kwaliteit; het aandeel recht geschatte individuen varieert tussen de 1 en 44%, en het aandeel fijn betakte individuen tussen de 5 en 33%. De sociale positie van de verjongingsindividuen is van invloed op de kwaliteit. Onderdrukte individuen hebben een lagere rechtheid maar zijn fijner betakt. Dichtheid, algemeen verondersteld als een belangrijk aspect, komt in dit onderzoek niet naar voren als een sterk sturende factor in kwaliteiten. Er is slechts een zwak

direct positief verband gevonden met de takdikte. Hetzelfde geldt voor de kroonvorm van moederbomen; ook deze is geen indicatie voor de kwaliteit daarvan. Moederbomen van selectieopstanden zijn van betere kwaliteit dan moederbomen van de overige opstanden. Desalniettemin komt dit niet tot uiting in de verjonging. Alleen de spillengte en relatieve takdikte zijn beter in verjonging van selectieopstanden. De overige kwaliteiten zijn hoger in 'normale' of zelfs 'slechte' opstanden. De rechtheid van de moederopstand is een matige indicatie voor de rechtheid van de verjonging. Uit de figuren (2 en 3) kan worden afgeleid dat als de gemiddelde rechtheid van de moederopstand hoger is dan 75% het aandeel rechte verjonging hoger is dan 25% bij een dichtheid van meer dan drie per vier m². Echter, de verklaarde variantie is laag, indicierend dat er slechts een zwak verband is. Meerdere factoren spelen hier dus een rol. Hetzelfde geldt voor de relatie in betakking tussen moederopstand en verjonging.

Douglas

Opstanden van Douglas zijn van hoge kwaliteit. De rechtheid van de moederbomen is gemiddeld minimaal 90% en van de verjonging 50%. Door de hoge kwaliteit en geringe variatie in met name de moederbomen geeft een schatting slechts een matig beeld van de voorkomende kwaliteiten. In de verjonging komt een schatting beter overeen met de metingen. Onderdrukte individuen in de verjonging hebben een lagere rechtheid en minder takken per takkrans, alhoewel de relatieve takdikte hoger is. De selectie opstand is qua moederbomen en verjonging niet verschillend van de overige opstanden. Ook uit de andere analyses blijkt dat de moederopstand geen indicatie is voor de kwaliteit van de verjonging. Alleen de lengte van het takvrije stamstuk van de moederbomen is gerelateerd aan de takdikte van de verjonging. Het is onduidelijk in hoeverre het natuurlijke takafstoting betreft en in hoeverre beheersmaatregelen als opsnoeien hierbij een rol spelen.

Beuk

Zowel de moederbomen als de verjonging hebben een matig tot slechte kwaliteit. Het aandeel recht stamstuk is maximaal 62% bij de moederbomen en 58% in de verjonging. Daarnaast is het gemiddeld aantal gaffels per individu meer dan 2. Schattingen van rechtheid en betakking komen redelijk overeen met de metingen. Bij Beuk heeft de sociale positie slechts invloed op de betakking en niet op de rechtheid, zoals bij de overige soorten. Heersende individuen hebben een lagere takdikte dan de overige individuen. De moederbomen in het boombos hebben een duidelijk lagere rechtheid dan de bomen in de overige opstanden. Daarentegen hebben ze wel een fijnere betakking. De verjonging in de opstanden van het boombos is niet verschillend ten opzichte van de andere opstanden wat betreft de opgenomen kwaliteitsparameters. Ook uit de andere analyses kan geen verband gelegd worden tussen de kwaliteiten van de moederopstand en die van de verjonging.

Dichtheid

In dit onderzoek is slechts een zwak verband gevonden tussen de dichtheid en de rechtheid en betakking van natuurlijke verjonging. Daarentegen wordt algemeen gesteld dat de dichtheid een kwaliteitsbepalende factor is. De dichtheid bevordert de takafstoting, takhoek, geringere takdikte en rechtheid van de stam (van der Jagt et al.

2000, Hermanussen & Oosterbaan 1991). Het is mogelijk dat deze aspecten pas op een later tijdstip optreden, wanneer de concurrentie om groei ruimte intenser is. Daarnaast is het ook mogelijk dat de verjongingsgroepen, zoals aangetroffen in de opstanden, relatief klein zijn, waardoor randeffecten het dichtheidseffect verkleinen. De aangetroffen verjongingsgroepen zijn echter wel natuurlijk voorkomende eenheden. Men kan zich dus afvragen in hoeverre het belang van dichtheid gewaardeerd moet worden in natuurlijke verjongingen op deze schaal.

Algemene relatie moederopstand – verjonging

Uit dit onderzoek blijkt dat de moederopstand nauwelijks of slechts een matige indicatie vormt voor de kwaliteiten van de verjonging. Er zijn slechts enkele directe (zwakke) verbanden gevonden. Daarnaast heeft verjonging van selectie opstanden geen duidelijk hogere kwaliteit dan de overige opstanden. Tevens hebben opstanden van slechte kwaliteit zoals het boombos en de 'vlieg den-achtige Grove dennen opstanden geen verjonging van lagere kwaliteit dan de overige opstanden.

Diverse verklaringen kunnen hiervoor gegeven worden. Het is aannemelijk dat het meeste zaad direct in de nabijheid van de moederboom terecht komt. Echter, uit genetisch onderzoek bij Grove den blijkt dat slechts 25% van de zaailingen binnen 5m van de betreffende moederboom afkomstig zijn en 5% binnen 15m van de moederboom (Yazdani et al. 1989, 1992). Veel zaailingen zijn afkomstig van bomen buiten de opstand. Daarnaast produceren sommige moederbomen relatief meer nakomelingen dan andere (Yazdani et al. 1989, 1992). Tevens is de vader component van het genetische materiaal onbekend; pollen van de vaderbomen kunnen uit de verre omgeving komen (zie bijvoorbeeld Bakker & van Dam 1999).

Door dunningen zijn de overgebleven moederbomen waarschijnlijk van betere kwaliteit dan de gedunde bomen (behalve bij het boombos). Deze fenotypische selectie moet nog plaats vinden in de verjonging. Hierdoor zou op termijn de verjonging gemiddeld een hogere kwaliteit krijgen en mogelijk meer overeenkomen met de oorspronkelijke moederopstand. Prins en Kuper (1989) vonden een vergelijkbaar principe. In de door hen onderzochte opstanden vonden zij geen relatie tussen de (matige) kwaliteit van de moederopstand en de beste verjongingsindividuen, die overigens groter zijn dan in dit onderzoek. De (toekomstboom) verjonging was over het algemeen van betere kwaliteit dan de moederopstand.

Naast beheer spelen verscheidene factoren een rol bij de ontwikkeling van zaailing tot volwassen boom. Vraat door wild of insecten, droogte, vorst, etc. hebben alle invloed op de kwaliteit. Deze processen zijn niet gecorreleerd tussen moederbomen en verjonging, waardoor verschillen kunnen ontstaan.

Tevens is het aannemelijk dat veel kwaliteitsparameters niet direct een genetische basis hebben. Het zijn mogelijk fenotypische verschijnselen van groei in relatie tot omgeving en beheer. Haapanen et al. (1997) vond slechts een gering genetisch verband in overdraagbaarheid van rechtheid en betakking bij Grove den. Ook Isik et al. (1999) vonden slechts een zwakke genetische basis voor kwaliteitsaspecten bij

Pinus brutia. Dit komt overeen met de conclusies van Hannrup et al. (2000) die voor Grove den stelt dat de overdraagbaarheid hoog was voor houtkarakteristieken, matig voor groeikarakteristieken en laag voor stamkwaliteiten, met uitzondering van takhoek.

Er kan dus gesteld worden dat diverse factoren, naast de kwaliteiten van de moederbomen, een rol spelen bij de kwaliteiten van de verjonging. Daarnaast is de verjonging slechts ten dele genetisch gerelateerd aan de moederbomen. Tevens hebben kwaliteitsparameters mogelijk slechts een geringe genetische basis. De moederopstand kan dus slechts een geringe indicatie vormen voor de kwaliteiten van de verjonging.

5.3 Conclusies

Uit de resultaten van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Schatting van rechtheid en betakking geven een redelijk adequaat beeld
- Moederopstanden en verjonging van Douglas vertonen hoge kwaliteiten
- Moederopstanden en verjonging van Grove den vertonen matige kwaliteiten
- Moederopstanden en verjonging van Beuk vertonen geringe kwaliteiten
- Dichtheid heeft slechts een gering verband met de rechtheid en betakking
- De sociale positie heeft invloed op de rechtheid en de betakking
- De kwaliteiten van de moederopstanden van vormen nauwelijks of slechts een geringe indicatie voor de kwaliteiten van de verjonging

De kwaliteiten van moederopstanden vormen slechts geringe indicatie voor de kwaliteiten van de verjonging doordat: (1) omgevingsfactoren beïnvloeden de kwaliteiten van de verjonging; (2) de moederopstand levert slechts een gedeelte van het genetische materiaal; en (3) de kwaliteitsparameters hebben slechts ten dele een genetische basis. Wil men zich in het beheer richten op kwaliteit dan dient men in eerdere fasen te sturen op voldoende verjonging door bijvoorbeeld gaten te maken, de bodem te bewerken en/of af te rasteren. Is de verjonging van onvoldoende kwaliteit dan kan men in latere fasen eventueel ingrijpen in de reeds bestaande verjonging of bijplanten.

Literatuur

- Bakker, E. & B. van Dam 1999. Vaderschapsanalyse bij eik: stuifmeel komt van ver. Nederlands Bosbouw tijdschrift 71(1): 35-38.
- Boddez, P. & A. Oling 1990. Een hanteerbare methode voor de kwaliteitsbepaling van spontane verjonging voor de teelt van zaaghout. Nederlands Bosbouw tijdschrift 62(8): 282-286.
- Fanta, J. 1982. Natuurlijke verjonging van het bos op droge zandgronden. De Dorschkamp, rap.nr. 303, Wageningen.
- Fanta, J. 1983. Verbetering van de genetische samenstelling van het Nederlandse bos door toepassing van een op veredelingsprincipes gebaseerde selectie. Nederlands Bosbouw tijdschrift 55(9/10): 331-339.
- Goor, C.P. van 1994. Schovenhorst; natuurlijke verjonging, genetische kwaliteit en uiterlijke kenmerken van douglasopstanden. Stichting Schovenhorst, Putten.
- Graf zu Ortenburg, A. 1999. Houtkwaliteit en bosbeheer. Vakblad Natuurbeheer 9: 133-135.
- Haapanen, M., P. Velling & M.L. Annala 1997. Progeny trial estimates of genetic parameters for growth and quality traits in Scots pine. *Silva Fennica* 31(1): 3-12.
- Hannrup, B., I. Ekberg & A. Persson 2000. Genetic correlations among wood, growth capacity and stem traits in *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15: 161-170.
- Hermanussen, A.G.M. & A. Oosterbaan 1991. Effecten van stamtalreductie in natuurlijke Douglas-verjongingen. Wageningen, De Dorschkamp, rap.nr. 655.
- Isik, F., K. Isik & S.J. Lee 1999. Genetic variation in *Pinus Brutia* Ten. In Turkey: I growth, biomass and stem quality traits. *Forest Genetics* 6(2): 89-99.
- Jagt, J.L. van der, J.M. Paasman, L.A.S. Klingen, M.R. Houtzagers & C.J.F. Konings 2000. Geïntegreerd bosbeheer; praktijk, voorbeelden en achtergronden. Expertisecentrum LNV, Wageningen.
- Kriek, W. 1981. Natuurlijke verjonging en genetische kwaliteit van het nederlandse bos. . Nederlands Bosbouw tijdschrift 53(9): 271-286.
- Kuller, R.S. 1997. Bosbeheerders en natuurlijke verjonging. Werkdocument IKC Natuurbeheer nr. W-146.

- Kuper, J.H. 1994. Sustainable development of Scots pine forests. Proefschrift Landbouwwuniversiteit Wageningen.
- KVH 1980. Kwaliteitseisen voor hout. NEN 5461, 5491, 5492. Nederlands Normalisatie Instituut, Delft.
- Lussenburg, L., D. Wering & S. Wijdeven 1992. Kwaliteiten van staand hout voor de verkoop; een methode voor de beoordeling van kwaliteiten van staand hout voor de verkoop. Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein, Velp.
- Polman, J.E. 1988. Beoordeling van houtkwaliteit. Nederlands Bosbouw tijdschrift 60(5/6): 104-109.
- Prins, G.A.H. & J.H. Kuper 1989. Kwaliteit van enkele spontane verjongingen van Grove den. Nederlands Bosbouw tijdschrift 61(10): 262-266.
- Sagheb-Talebi, K. 1996. Quantitative und qualitative Merkmale van Buchenjungwüchsen (*Fagus sylvatica* L.) unter dem einfluss des liches und anderer standortsfaktoren. Zurich, Schweizerischen Zeitung für Forstwesen 78.
- Schütz, P.R. & G. van Tol 1981. Aanleg en beheer van bos en beplantingen. Wageningen, De Dorschkamp.
- Ten Kate 1989. De uiterlijke kwaliteit van bosplantsoen van loofbomen. Directie Bos- en Landschapsbouw, rap.nr. 1989-14.
- Ten Kate 1990. De genetische kwaliteit van bosplantsoen van loofbomen. Directie Bos- en Landschapsbouw, rap.nr. 1990-10.
- Tweel, P.A. van den 1986. Genetische kwaliteiten van de douglas en consequenties voor het bosbeheer. Nederlands Bosbouw tijdschrift 58(11/12): 295-298.
- Wijk, M.N., M.J. Schelhaas & N.H. Edelenbosch 1999. Effecten van een veranderend bosbeheer op de houtkwaliteit. Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Wageningen, IBN-rapport 448.
- Yazdani, R., D. Lindgren & S. Stewart 1989. Gene dispersion within a population of *Pinus sylvestris*. Scandinavian Journal of Forest Research 4: 295-306.
- Yazdani, R. & D. Lindgren 1992. Gene dispersion after natural regeneration under a widely-spaced seed-tree stand of *Pinus sylvestris* (L). *Silvae genetica* 41(1):1-5.

Aanhangsel 1 Kwaliteitsparameters Grove den

Kwaliteitsparameter	Opname	Eenheid	M ¹	V ¹
<i>Stamvorm</i>				
lengte recht stamstuk	meting totale lengte rechte stamstukken (krom <2cm/m)	%	m	v
aantal knikken	meting totaal aantal knikken in stam	knik/m	m	
spillengte	meting spil lengte	%	m	v
hoek	hoek van de kromming in de spil	graden		v
schatting rechtheid	schatting rechtheid in 4 klassen		m	v
<i>Betakking</i>				
aantal takken	meting aantal takken (>2 cm dikte)	tak/m	m	
lengte takvrij	meting takvrij stamstuk	%	m	
takdikte	meting takdikte dikste 2 takken binnen 2m	cm/dbh		v
takken in krans	meting aantal takken in 2 kransen binnen 2m	aantal		v
schatting takdikte	schatting takdikte in 3 klassen		m	v
<i>Algemeen</i>				
dbh	diameter borsthoogte	cm	m	v
hoogte	tophoogte	m	m	v
kroonhoogte	hoogte kroonaanzet	%	m	
kroonvorm	bepaling kroonvorm in 3 klassen		m	
sociale positie	bepaling sociale positie			v

¹ M=opname aan individuen moederopstand, V=opname aan verjongingsindividuen

sociale positie	schatting rechtheid	schatting takdikte	kroonvorm
	<i>moeder</i> 1 = recht (<2cm/m) 2 = matig (2-4cm/m) 3 = krom (4-8cm/m) 4 = zeer krom (>4cm/m)	<i>moeder</i> 1 = fijn (<2cm) 2 = matig (2-4cm) 3 = grof (>4cm)	<i>moeder</i> 1 = spits 2 = gemiddeld 3 = afgeplat
<i>verjonging</i> 1 = heersend 2 = medeheersend 3 = beheerst 4 = onderdrukt	<i>verjonging</i> 1 = recht (<2cm/m) 2 = matig (2-4cm/m) 3 = krom (4-8cm/m) 4 = zeer krom (>4cm/m)	<i>verjonging</i> 1 = fijn (<2cm) 2 = matig (2-4cm) 3 = grof (>4cm)	

Aanhangsel 2 Kwaliteitsparameters Douglas

Kwaliteitsparameter	Opname	Eenheid	M ¹	V ¹
<i>Stamvorm</i>				
lengte recht stamstuk	meting totale lengte rechte stamstukken (krom <2cm/m)	%	m	v
aantal knikken	meting totaal aantal knikken in stam	knik/m	m	v
spil lengte	meting spil lengte	%	m	v
hoek	hoek van de kromming in de spil	graden		v
schatting rechtheid	schatting rechtheid in 4 klassen		m	v
<i>Betakking</i>				
aantal takken	meting aantal takken (>2 cm dikte)	tak/m	m	
lengte takvrij	meting takvrij stamstuk	%	m	v
takdikte	meting takdikte dikste 2 takken binnen 2m	cm/dbh		v
takken in krans	meting aantal takken in 2 kransen binnen 2m	aantal		v
takkrans	schatting betakkingstypen in takkransen		m	v
schatting takdikte	schatting takdikte in 3 klassen		m	v
<i>Algemeen</i>				
dbh	diameter borsthoogte	cm	m	v
hoogte	tophoogte	m	m	v
kroonhoogte	hoogte kroonaanzet	%	m	
sociale positie	bepaling sociale positie			v
basttype	bepaling type van de bast		m	

¹ M=opname aan individuen moederopstand, V=opname aan verjongingsindividuen

sociale positie	schatting rechtheid	schatting takdikte	takkrans	basttype
	<i>moeder</i> 1 = recht (<2cm/m) 2 = matig (2-4cm/m) 3 = krom (4-8cm/m) 4 = zeer krom (>4cm/m)	<i>moeder</i> 1 = fijn (<3cm) 2 = matig (3-10cm) 3 = grof (>10cm)	<i>moeder</i> 0 = niet 1 = in 1 krans 2 = >1 krans	<i>moeder</i> 1 = glad 2 = grof
<i>verjonging</i> 1 = heersend 2 = medeheersend 3 = beheerst 4 = onderdrukt	<i>verjonging</i> 1 = recht (<2cm/m) 2 = matig (2-4cm/m) 3 = krom (4-8cm/m) 4 = zeer krom (>4cm/m)	<i>verjonging</i> 1 = fijn (<2cm) 2 = matig (2-4cm) 3 = grof (>4cm)	<i>verjonging</i> 0 = niet 1 = in 1 krans 2 = >1 krans	

Aanhangsel 3 Kwaliteitsparameters Beuk

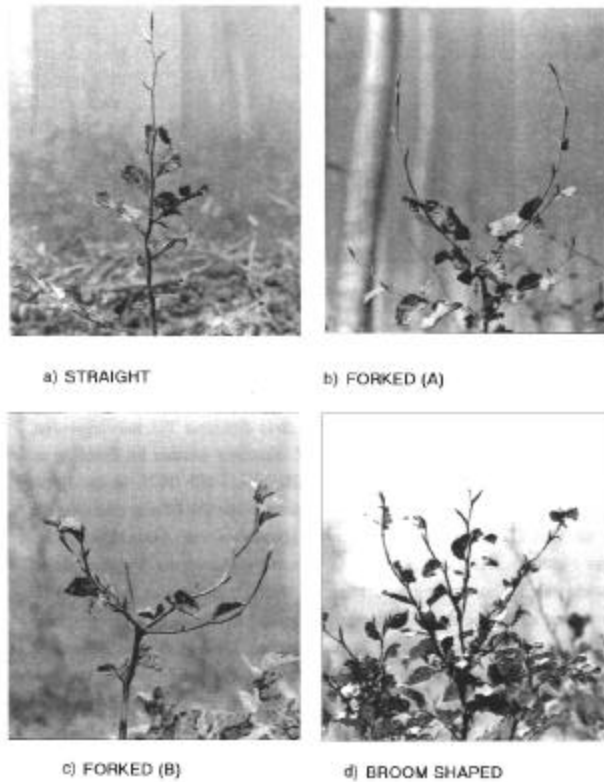
Kwaliteitsparameter	Opname	Eenheid	M ¹	V ¹
<i>Stamvorm</i>				
lengte recht stamstuk	meting totale lengte rechte stamstukken (krom <2cm/m)	%	m	v
aantal knikken	meting totaal aantal knikken in stam	knik/m	m	
spillengte	meting spil lengte	%	m	v
hoek	hoek van de kromming in de spil	graden		v
lengte topscheut	meting lengte laatste jaarscheut	cm/m xxx		v
stamvorm	schatting stamvorm		m	
schatting rechtheid	schatting rechtheid in 4 klassen		m	v
topscheut	schatting topscheut vorm			v
<i>Betakking</i>				
aantal takken	meting aantal takken (>2 cm dikte)	tak/m	m	
lengte takvrij	meting takvrij stamstuk	%	m	v
takdikte	meting takdikte dikste 2 takken binnen 2m	cm/dbh		v
takhoek	meting takhoek ten opzicht van rechtdoorgaande as	graden	m	v
aantal gaffels	meting aantal gaffels tot aan top	gaffel/m	m	v
schatting takdikte	schatting takdikte in 3 klassen		m	v
taksysteem	bepaling taksysteem in 4 klassen			v
<i>Algemeen</i>				
dbh	diameter borsthoogte	cm	m	v
hoogte	tophoogte	m	m	v
kroonhoogte	hoogte kroonaanzet	%	m	
sociale positie	bepaling sociale positie			v

¹ M=opname aan individuen moederopstand, V=opname aan verjongingsindividuen

sociale positie	schatting rechtheid	schatting takdikte	stamvorm
	<i>moeder</i> 1 = recht (<2cm/m) 2 = matig (2-4cm/m) 3 = krom (4-8cm/m) 4 = zeer krom (>4cm/m)	<i>moeder</i> 1 = fijn (<3cm) 2 = matig (3-10cm) 3 = grof (>10cm)	<i>moeder</i> 1 = regelmatig 2 = onregelmatig
<i>verjonging</i> 1 = heersend 2 = medeheersend 3 = beheerst 4 = onderdrukt	<i>verjonging</i> 1 = kromming < stamdikte 2 = kromming > stamdikte	<i>verjonging</i> 1 = fijn (<2cm) 2 = matig (2-4cm) 3 = grof (>4cm)	

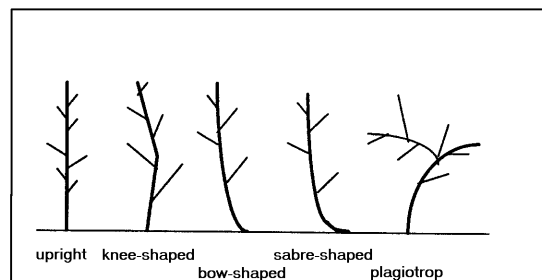
topscheut	taksysteem
<i>verjonging</i> 1 = recht doorgaande spil 2 = gevorkte spil (2 spillen) 3 = bezemvormige spil (>2 spillen) zie afbeeldingen	<i>verjonging</i> 1 = doorgaande spil 2 = knie-vormig 3 = boogvormig (bow- en sabre shaped) 4 = plagiogtroop zie afbeeldingen

Aanhangsel 4 Topscheut/Taksysteem Beuk



BRANCHING SYSTEM OF THE TERMINAL SHOOT
(Straightness of the terminal shoot)

Topscheut: a = recht (klasse 1); b en c = gevorkt (klasse 2); 3 = bezemvormig (klasse 3)
Naar Sagheb-Talebi 1996



BRANCHING SYSTEM OF THE WHOLE PLANT (mode of branching)

Taksysteem plant: 1^{ste} = doorgaand (klasse 1); 2^{de} = knievormig (klasse 2);
3^{de} en 4^{de} = boogvorm (klasse 3); 5^{de} = plagiotrop (klasse 4)
Naar Sagheb-Talebi 1996

