

# Verbetering van de genetische samenstelling van het Nederlandse bos door toepassing van een op veredelingsprincipes gebaseerde selectie

J. Fanta

Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw  
"De Dorschkamp", Wageningen

## Inleiding

Het merendeel van het Nederlandse bos is direct of indirect uit buitenlands zaad ontstaan. Al in de 16e eeuw werd het zaad van groveden uit het buitenland ingevoerd (Tutein Nolthenius, 1891). Ook zaad van fijnspar en Europese lariks werd al in de 17e en 18e eeuw geïmporteerd. Na 1850 werden, in verband met de grote behoefte aan plantsoen voor de omvangrijke ontginningen, ook zaden van boomsoorten uit Amerika (douglas, tsuga) en Japan (Japanse lariks) geïmporteerd. De kennis van de genetische eigenschappen van diverse ecotypen van boomsoorten (geografische rassen aangepast aan plaatselijke omstandigheden, zoals klimaat, bodem e.d.) was toen niet voorhanden. Het geïmporteerde materiaal bleek later niet altijd even goed en even geschikt voor de Nederlandse omstandigheden. Hierdoor ontstonden opstanden van uiteenlopend produktievermogen en uiteenlopende kwaliteit, vaak gevoelig voor ziekten.

Dit herkomstprobleem speelt al van oudsher bij de naaldboomsoorten – groveden, douglas, fijnspar en lariks (Heybroek, 1974; Kriek, 1981). Door de sterk toegenomen vraag naar plantsoen van loofboomsoorten begint dit probleem ook actueel te worden voor eiken, beuk, ruwe berk en andere loofboomsoorten.

## Herkomstonderzoek

Deze problematiek is overigens niet specifiek voor de Nederlandse bosbouw. Ook andere Europese landen hadden en hebben met soortgelijke problemen te kampen. In Midden Europa zijn deze problemen bijv. al eerder gesignaleerd en dan vooral in samenhang met de vaak negatieve ervaringen met de monocultures van fijnspar en groveden (bijv. Cieslar, 1895; Scholl, 1904; Engler, 1905; Nägeli, 1931, e.a.). De nadelige gevolgen van een slechte genetische kwaliteit van bosopstanden kunnen als volgt worden samengevat:

- vatbaarheid voor ziekten, soms al vroege sterfte;
- geringe weerstand tegen klimaatsinvloeden (bijv. sneeuw);

*Improving the genetic quality of Dutch forests by applying the principles of breeding and selection to silviculture and forest management.*

## Summary

*The unknown origin of forests in The Netherlands and their poor genetic standard pose very difficult problems. There is a tradition of breeding forest trees in The Netherlands and its results offer good prospects for improving the genetic quality of forests. Allowing natural processes to operate in forestry (e.g. natural regeneration) seems, however, to impede this positive development. There is a danger that natural regeneration will prolong the "provenance problem" into the next generation of forest.*

*In this paper it is advocated that this undesirable development should be avoided by applying principles of genetic selection (both individual and mass selection) to silviculture and forest management. For this, stands should be classified according to their origin and genetic standard. This classification ought to be based on the results of provenance trials and progeny testing, phenotypic characteristics of tree populations, forest appearance, etc. Each category would have its own forest designation, silvicultural treatment and type of regeneration (natural and/or cultural). An example of such a classification is given in Table 2 (p. 336).*

*Stands should be classified in close co-operation between research workers, managers and foresters. The task of the research workers would be to produce criteria for the classification. Using these criteria the foresters should draw up a preliminary classification, which should be checked by the forest manager. The strategies for thinning and felling must be developed in a close co-operation between the forester and forest manager. In young stands, individual selection should be applied during thinnings. In mature stands, in contrast, mass selection (selection of whole stands) should be applied: annual regeneration fellings in mature stands ought first to be done in stands of poor genetic quality (categories 4 and 3). In this way, the trees and stands of poor genetic standard would be felled first, whereas those of good standard would*



Genetische eigenschappen van bomen zijn vaak al aan de jonge boompjes te zien: natuurlijke verjonging van beuk met een groot aantal boompjes die gaffelvorming vertonen.

- lagere produktie van houtmassa;
  - slechte kwaliteit van het hout;
- en als gevolg hiervan:
- onzekerheid t.a.v. het bosbeheer en de bosbouwkundige planning;
  - ten onrechte uitsluiten van de soort voor bebossing;
  - hoge kosten (bijv. voor bestrijding van ziekten, inboeten en/of herplanten van de niet geslaagde culturen e.d.);
  - onbevredigende produktiviteit van het bosbeheer en van de bosbouw.

Deze omstandigheden hebben in de eerste helft van deze eeuw in heel Europa de aanleiding gevormd voor onderzoeken naar de geografische variabiliteit van boomsoorten, en naar de bosbouwkundige en economische betekenis van hun rassen en ecotypen (bijv. Cieslar, 1907; Rubner, 1936, 1939, 1941; Vincent, 1942; Langlet, 1936-1937; Svoboda, 1953, 1955, 1957; Schmidt, 1953; Samek, 1959; enz.). Later werden ook nationale en internationale herkomstproefvelden aangelegd.

Op grond van de verworven kennis zijn in Europa dan ook maatregelen getroffen voor de erkenning en

*systematically be spared. As a result of this procedure the average genetic standard of the population would improve.*

*The classification proposed could be carried out successively, beginning e.g. with 50- or 60-year-old stands. The designation of particular stands could be modified when their genetic standard would improve as the result of the selection (see remarks in the table). This can best be effected during the periodical review of the forest management plans (every decade). The results of the classifications, the designation assigned to particular stands and the silvicultural measures prescribed (including the type of regeneration) ought to be stipulated in the forest management plans, so that they become measures that the forester is obliged to take. They could also be indicated on forest maps, together with the young stands of good genetic standard. In this way a very informative forest genetic map would arise.*

*The stand classification also enables current natural regeneration to be evaluated. Depending on the category of the stand, the natural regeneration is classified as: obligatory; possible; permitted as auxiliary species; prohibited. This evaluation of current natural regeneration is important for the future planning of natural regeneration.*

*The silvicultural measures proposed for a stand must, of course, be co-ordinated with site properties (because of natural regeneration), the plan of silvicultural operations (e.g. thinning), the felling plan, and other forestry aims. An increase in the quality and mean increment of the stands can be expected to result from an improvement in the average genetic standard of the forest.*

identificatie van zaadopstanden, officieel gecontroleerde zaadwinning en een rationeel zaadbeheer, zowel op nationaal als internationaal niveau.

Gezien deze omstandigheden behoren dan ook het herkomst- en veredelingsonderzoek en het zaadbeheer traditioneel tot de taken van de Europese bosbouwkundige instellingen (Lindquist, 1948; Larsen, 1955; Gathy, 1958; Rohmeder & Schönbach, 1959; Vincent, 1962; Toda, 1974).

Ook in Nederland zijn de problemen die samenhangen met de herkomst van boomsoorten al vanaf het begin van deze eeuw uitvoerig bestudeerd. De resultaten van dit onderzoek hebben geresulteerd in de selectie van goed groeiende en gezonde opstanden en bomen vooral van naaldboomsoorten (Heybroek, 1974). Daarnaast werd en wordt nog steeds onderzocht en getest welke boomsoorten uit welke groeigebieden voor aanplant in Nederland het meest geschikt zijn. Een overzicht van deze werkzaamheden geeft Kriek

(1981). Het onderzoek was tot voor kort vooral op de naaldboomsoorten gericht. In de laatste tijd worden ook generatief vermeerderde loofboomsoorten onder de loep genomen. Het uiteindelijk doel van dit onderzoek is het leveren van genetisch betrouwbaar en gezond plantmateriaal waarmee de oude opstanden van een vaak slechte of onvoldoende genetische kwaliteit zouden kunnen worden vervangen.

### Nieuwe ontwikkelingen in de Nederlandse bosbouw

Het gunstige perspectief dat het veredelingsonderzoek op lange termijn biedt, lijkt echter door een nieuwe oriëntatie in de Nederlandse bosbouw bedreigd te worden. Dit komt door de grote belangstelling van de laatste jaren voor het gebruik van natuurlijke processen in de bosbouw. Natuurlijke verjonging van bossen en opstanden wordt een actueel verschijnsel. Door o.a. het ouder worden van het bos en de groeiplaats nemen de mogelijkheden voor de natuurlijke verjonging toe. Ook

het doorbreken van regelmatige sluiting van opstanden bijv. door de stormen van 1972/73 heeft aan dit proces bijgedragen. Hierdoor neemt de kans toe dat ook de bestaande opstanden van slechte en/of onbekende genetische kwaliteit natuurlijk worden verjongd. De vraag rijst hoe deze natuurlijke verjonging moet worden gewaardeerd. Door natuurlijke verjonging wordt de eenzijdigheid van cultuurbossen doorbroken en de weg ingeslagen naar de gewenste grotere diversiteit van het bos. De opslag is echter dikwijls van slechte kwaliteit en geeft geen goede vooruitzichten voor de toekomst (Kriek, 1981). Dit houdt zonder twijfel verband met de slechte genetische eigenschappen van moederbomen. Het gevolg is dat via deze natuurlijke opslag het voortbestaan van genetisch slechte of minderwaardige opstanden wordt gecontinueerd. Soms wordt dit proces nog eens versterkt door het verschijnsel dat juist de opstanden van een slechte genetische kwaliteit zich het best verjongen. De beheerder komt hierdoor voor het dilemma te staan: Natuurlijk verjongen of toch planten?



Herhaalde gaffelvorming bij beuk getuigt van een slechte herkomst en biedt nauwelijks perspectief op kwaliteitsproductie.



Een oude opstand van beuk van slechte genetische eigenschappen: draaigroei, gaffel- en bezemachtige groeivormen. Bomen met doorlopende rechte stammen ontbreken geheel. Een voorbeeld van een opstand van categorie 4, bestemd voor snelle liquidatie, natuurlijke verjonging verboden.



Een voorbeeld van beuk van uitstekende kwaliteit: bomen met rechte, doorlopende stammen en fijne betakking, geen draaigroei.

### Mogelijkheden voor een oplossing

Het herkomstprobleem raakt alle drie componenten van de Nederlandse bosbouw: het beheer, het beleid en het onderzoek. Zijn volledige oplossing is slechts mogelijk door samenwerking van al deze componenten, waarbij elke component zijn eigen inbreng heeft. Tot nu toe hebben vooral het onderzoek (door het herkomstonderzoek en veredelingswerk) en het beleid (door het zaadbeheer) aan de oplossing bijgedragen. Een belangrijke bijdrage aan de oplossing van de hiervoor geschetste problematiek kan echter ook door het beheer worden geleverd vooral door toepassing van criteria van zowel individuele als massaselectie in het beheer van het bos. Dat betekent *toepassing van gedifferentieerde beheersmaatregelen in opstanden die verschillende genetische eigenschappen vertonen. Hiervoor zullen de genetische eigenschappen van bomen en opstanden die in het verdelingswerk worden gehanteerd ook een rol moeten gaan spelen bij de beslissing hoe een opstand zal worden beheerd: met welke opzet zullen de zuiveringen en dunningen worden uitgevoerd; wat voor een kapregeling zal worden toe-*

*gepast; of de opstand natuurlijk dan wel kunstmatig zal worden verjongd.*

Dit kan door toepassing van criteria van de genetische kwaliteit in de individuele en massaselectie, d.w.z. *selectie naar genetische kwaliteit van individuele bomen en hele opstanden.*

Om de criteria van de individuele en massaselectie toe te kunnen passen in het beheer hebben wij *een classificatie van opstanden naar genetische kwaliteit nodig.* Bij deze classificatie moeten zowel theoretische kennis als historische gegevens en praktische ervaring worden betrokken. De begrippen "*genotype*" en "*fenotype*" staan hierbij centraal.

*Het genotype* van een individu of populatie is het totale pakket van erfelijke informatie (eigenschappen). Deze genetische informatie is in de chromosomen gecodeerd en wordt ook voornamelijk via deze chromosomen aan de nakomelingen doorgegeven.

*Het fenotype*, daarentegen, is het totale pakket van merkbaar aanwezige (zichtbare) kenmerken (bijv. type van betakking van een boom of populatie).

Het genotype van ieder individu ligt vast terwijl het fenotype beïnvloed wordt door de omgeving. Hierbij speelt het totale pakket van groeiplateuseigenschappen een belangrijke rol. Onder invloed hiervan ontwikkelt een genotype bepaalde fenotypische kenmerken. Soms zijn het bepaalde milieufactoren die een doorslaggevende invloed hebben op het uiterlijk van bomen, bijv. wind in de kuststreken, sneeuw in de bergten. Maar ook deze factoren behoren tot de eigenschappen van deze groeiplaatsen en zijn voor deze groeiplaatsen karakteristiek.

Elke boomsoort, elk ras of ecotype stelt eigen eisen aan de groeiplaats. De groeiplaats is bepalend voor zijn groei. Op verschillende groeiplaatsen vertoont hetzelfde genotype een andere groei, heeft een andere productiecapaciteit en ontwikkelt andere fenotypische kenmerken. Het is dan ook vanzelfsprekend dat de *primaire fenotypische kenmerken* van populatie (opstanden) aan de groei zijn gerelateerd: groeiritme, regelmatigheid van groei, grootte van bijgroei, produktie in tijd enz. In de praktijk van de veredeling en van het beheer zijn ook andere fenotypische kenmerken bekend die als *secundair* kunnen worden beschouwd. Deze betreffen bijv. stamvorm (bezemachtige, gaffelachtige of doorlopende stamvormen bij beuk en eik), type betakking (golvende of doorlopende takken bij douglas; grove of fijne betakking bij groveden en Japanse lariks), vatbaarheid voor ziekten (meeldauw bij eik, schot bij groveden, Nectria bij beuk), en dergelijke.

Het is van belang te constateren dat populaties niet eenvormig zijn. Zij vertonen altijd een bepaald *spectrum van fenotypische kenmerken* dat karakteristiek is voor het genotype op een bepaalde groeiplaats. Met andere woorden: het fenotype (uiterlijk) is ten dele de

uitdrukking van het genotype (erfelijke eigenschappen). Dit betekent dat het *met behulp van het spectrum van fenotypische kenmerken mogelijk is het genotype te karakteriseren, of diverse genotypen, groeiende onder vergelijkbare groeiplaatsomstandigheden, van elkaar te scheiden.*

De fenotypische informatie kan gemakkelijk in afzonderlijke opstanden worden "afgelezen". Deze informatie kan verder worden aangevuld met gegevens over de herkomst van zaad, de geschiedenis van opstanden en dergelijke uit de beheersadministratie. Het type behandeling van de opstanden in het verleden speelt bij de waardering natuurlijk ook een belangrijke rol: door toepassing van een negatieve selectie (d.w.z. uitkap van bomen van de beste kwaliteit) kan een opstand van een goede herkomst in kwaliteit sterk achteruit gaan; door toepassing van positieve selectie (d.w.z. sparen van bomen van de beste kwaliteit) kan de kwaliteit van een opstand van een twijfelachtige herkomst zijn verbeterd. Mogelijke relaties tussen de genetische kwaliteit van opstanden en de behandeling hiervan zijn in tabel 1 schematisch weergegeven.

Op grond van al deze gegevens en met inachtneming van de bovenbeschreven aspecten kunnen afzonderlijke opstanden worden gewaardeerd en kan een *classificatie* hiervan worden uitgevoerd. Deze wordt dan *uitgangspunt voor de vastlegging van de bosbouwkundige bestemming, toekomstige behandeling en verjonging van opstanden.* Een mogelijk voorbeeld van zo'n classificatie geeft tabel 2.

### Uitvoering en toepassing

De waardering en classificatie van opstanden zou in een *nauwe samenwerking van het onderzoek, de in-*

*richtingsdienst, en het beheer* verwezenlijkt moeten worden. Het is daarbij de taak van het onderzoek de handleiding en de waarderingscriteria per boomsoort uit te werken. Verder moeten beheerders en inrichters-planners van de onderzoekers een scholing krijgen hoe met deze handleiding en waarderingscriteria in de opstand te werken. Volgens deze criteria zou het beheer een ontwerp van de classificatie moeten maken. De inrichtingsdienst zou aan de hand hiervan elke opstand moeten keuren. Door toepassing van deze werkwijze zullen in de hele provincie dezelfde criteria worden toegepast en eventuele subjectieve verschillen in de waardering van opstanden door de beheerder zullen worden geëlimineerd.

De individuele selectie wordt in de loop van de opstandsbehandeling toegepast (zuiveringen, dunningsen, voorraadsverzorging). Het instrumentarium voor de massaselectie is daarentegen de kapregeling. Van de planning hangt het af welke kapregeling wordt toegepast en welke opstanden in de lopende inrichtingsperiode worden gekapt. *Gezien de genetische criteria zou de jaarlijkse velling met voorrang in de opstanden van slechte genetische kwaliteit (categorie 4 en 3) moeten plaatsvinden om deze zo snel mogelijk af te schaffen terwijl de opstanden van redelijke kwaliteit worden gespaard.* Hierbij moeten natuurlijk ook economische criteria (lopende en gemiddelde bijgroei, kwaliteit e.d.) in overweging worden genomen. Deze planning is een zaak van samenwerking tussen de beheerder en inrichter-planner.

De fenotypische kenmerken van boomsoorten zijn soms al in jonge opstanden zichtbaar. Soms komen deze echter pas op hogere leeftijd duidelijk tot uiting. In de eerste fase kunnen opstanden ouder dan bijv. 50 of 60 jaar onder de loep worden genomen en geclassifi-

Tabel 1 Schematische weergave van de relaties tussen de genetische kwaliteit en opstandsbehandeling, en de invloed op de potentiële beheersresultaten

genetische kwaliteit	goed	goed	slecht	slecht
behandeling	geschikt	niet geschikt	geschikt	niet geschikt
resultaat	1	2	3	4

- 1 – *optimaal resultaat:* goede behandeling van genetisch waardevolle opstanden maakt *het bereiken van potentieel maximale produktie van de beste kwaliteit mogelijk*
- 2 – *suboptimaal resultaat:* het verwaarlozen van de positieve selectie = vermindering van de produktie en van de kwaliteit; *het bereiken van maximale produktie van de beste kwaliteit niet mogelijk*
- 3 – *suboptimaal resultaat:* door een intensieve positieve selectie kan de kwaliteit van de houtproduktie worden verbeterd; *het bereiken van maximale produktie van de beste kwaliteit niet mogelijk*
- 4 – *pessimaal resultaat:* verkeerde behandeling van opstanden van slechte genetische eigenschappen levert *minimale produktie van slechte kwaliteit.*

Table 2 Toepassing van genetische criteria in het bosbeheer: voorbeeld van de classificatie van opstanden, hun bosbouwkundige bestemming en behandeling, en consequenties voor de wijze van verjonging

Categorie van opstanden	Bosbouwkundige bestemming	Behandeling	Wijze van verjonging	Opmerkingen	
1 Geselecteerde opstanden en bomen	a opstanden van topkwaliteit; nakomelingen getoetst en goedgekeurd	materiaal voor het onderzoek; produktie van zaad "Getoetst"; zaadwinning aan staande bomen	duurzame strikte bescherming; noodzakelijke ingrepen alleen in overleg met het onderzoeks-instituut	geheel ondergeschikt aan bosbouwkundige bestemming	
	b zaad-opstanden en bomen	produktie van zaad van kwaliteit "Geselecteerd"; zaadwinning aan staande bomen		natuurlijke verjonging t.z.t. <i>verplicht</i> voor zover de groeiplaats-omstandigheden het toelaten; anders aanplant van geselecteerd materiaal	
2 Opstanden van redelijke genetische eigenschappen en/of toegelaten herkomst; goed van groei en kwaliteit	voor velling in aanmerking komende opstanden; niet bestemd voor zaadwinning	systematische positieve selectie met als doel verbetering van de kwaliteit	natuurlijke verjonging na de selectie <i>mogelijk</i>	opstanden waarvan een verbetering van de kwaliteit mogelijk is, bijv.: jongere opstanden en/of opstanden gemengd van herkomst	
3 Opstanden van matige genetische eigenschappen; niet toegelaten en/of onbekende herkomst; matig van groei, slecht van kwaliteit	met voorrang voor velling in aanmerking komende opstanden; niet bestemd voor zaadwinning	vellen zonder toepassing van selectie	natuurlijke verjonging <i>tijdelijk toegelaten als vulhout</i> ; combinatie met aanplant van genetisch waardevol materiaal	opstanden waarvan een verbetering van de kwaliteit nauwelijks of niet mogelijk is, bijv. oudere opstanden verwaarloosd door verkeerd beheer in het verleden; ook (tijdelijk) opstanden ad 2) omgeven door opstanden ad 4) (bestuiving!)	
4 Opstanden van slechte genetische eigenschappen; slecht van kwaliteit, vatbaar voor ziekten	bosbouwkundig minderwaardige opstanden; met voorrang voor velling bestemd	snelle liquidatie	natuurlijke verjonging <i>verboden</i> ; aanplant van genetisch waardevol materiaal over de gehele oppervlakte		

Table 2 An example of stand classification, forest designation and prescribed treatment, and the consequences for regeneration (natural and/or cultural)

Category of stands	Forest designation	Silvicultural treatment	Regeneration	Remarks	
1 Selected stands & trees	a top quality, progeny tested	material for research work; seed production - quality "Tested"; seed harvesting on standing trees	permanent protection; measures to be taken must be agreed by the Forest Research Institute	completely subordinated to the forest designation	
	b approved seed crop stands & trees	material for research work; seed production - quality "Selected"; seed harvesting on standing trees		natural regeneration <i>obligatory</i> if site conditions permit; otherwise planting of selected material	
2 Stands of a good genetic standard and/or admissible origin; good in quality and increment	harvestable stands	systematic positive selection to improve quality	natural regeneration after selection <i>possible</i>	improvement in quality of stands possible, e.g. young stands; stands of mixed origin	
3 Stands of moderate genetic standard; origin unknown; unsatisfactory quality	harvestable stands	felling without selection	natural regeneration temporarily <i>permitted</i> as <i>auxiliary species</i> , combined with planting of selected material	improvement in quality of stands not possible, e.g. older stands neglected as a result of wrong treatment in the past; temporarily stands of cat. 2 surrounded by stands of cat. 4 (pollination)	
4 Stands of poor genetic standard; poor quality; disease-prone	inferior harvestable stands	felling as soon as possible	natural regeneration <i>prohibited</i> ; planting of selected material		

ceerd (in principe alle opstanden die op het punt van mogelijke verjonging staan of al aan het verjongen zijn). Voor deze opstanden zou in samenwerking met het beheer en de inrichtingsdienst ook de bosbouwkundige bestemming moeten worden vastgelegd, en zouden principes van de behandeling van de opstanden (t.a.v. selectie in de loop van de dunningen en voorraadsverzorging, kapregeling) en wijze van verjonging (aanplant, maatregelen ten behoeve van natuurlijke verjonging e.d.) moeten worden geformuleerd. *De resultaten van de classificatie, de bosbouwkundige bestemming en de principes van de behandeling en wijze van verjonging moeten in het beheersplan en de opstandsleggers worden opgenomen als bindend voorschrift voor de beheerder.* Controles van de toestand van de opstanden, verschuiving naar een andere categorie, het in het plan opnemen van nieuwe en afschrijven van gekapte of verwaarloosde opstanden kan het best in de loop van de vernieuwing van het beheersplan geschieden.

De classificatie kan ook in aparte bedrijfskaarten worden ingetekend. Hierin kunnen ook jonge opstanden worden opgenomen, aangelegd met geselecteerd materiaal van bekende herkomst. Op deze manier zou stapsgewijs een "bosgenetische kaart" tot stand kunnen komen die waardevolle informatie zou omvatten, onontbeerlijk voor het beheer en de bosbouwkundige planning. Het voordeel van een volledig overzicht van de genetische toestand van het bos spreekt voor zichzelf.

### Verwachte effecten en resultaten

De bovenbeschreven werkwijze maakt het mogelijk de principes van de genetische selectie op twee niveaus in het beheer van het bos toe te passen:

- in de opstand – gebaseerd op de selectie van bomen (*individuele selectie*),
- in de boswachterij en/of district – gebaseerd op de selectie van opstanden (*massaselectie*).

De toepassing van de bovenbeschreven werkwijze in het beheer van het bos betekent in de praktijk:

- het stapsgewijs verwijderen van bomen en opstanden die weinig goede en/of onvoldoende genetische eigenschappen vertonen, en het vervangen daarvan met genetisch hoogwaardig materiaal,
- het systematisch sparen en vermenigvuldigen van genetisch waardevolle bomen en opstanden.

Door toepassing van dezelfde waarderingscriteria in alle groeigebieden van het land wordt een compleet overzicht verkregen van de beste opstanden en bomen van afzonderlijke boomsoorten. Deze kunnen dan als zaadbron van genetisch waardevol materiaal maximaal worden benut. Ook nieuwe opstanden aangelegd met genetisch hoogwaardig plantsoen kunnen te zijner

tijd als zaadbron dienen voor volgende generaties bos. Daardoor wordt de *continuïteit van de zaadproductie van hoogwaardig materiaal* gewaarborgd.

De indeling van opstanden in categorieën geeft ook aan hoe de bestaande natuurlijke verjonging moet worden gewaardeerd en hoe verder met de natuurlijke verjonging actief zou moeten worden gewerkt. Afhankelijk van de categorie (tabel 2) wordt de natuurlijke verjonging verplicht (cat. 1), mogelijk (cat. 2), tijdelijk toegelaten als vulhout (cat. 3), verboden (cat. 4). Slaagt de natuurlijke verjonging niet, dan is de beheerder verplicht slechts genetisch waardevol materiaal voor de aanplant te gebruiken. In de opstanden van categorie 4 moeten maatregelen worden genomen om de natuurlijke verjonging van deze opstanden tegen te gaan. Deze duidelijke indeling is van belang voor de juiste planning van zowel natuurlijke als kunstmatige verjonging.

Welke invloed individuele selectie van bomen op de kwaliteit van opstanden heeft is algemeen bekend. Op deze wetenschap is de hele dunningsleer gebouwd. Massaselectie, uitgevoerd op grond van de toekenning van een bepaalde bosbouwkundige bestemming aan elke opstand, wordt in de bosbouw daarentegen – met uitzondering van zaadopstanden – nog nauwelijks toegepast. Voor de Nederlandse omstandigheden is echter de toepassing van de massaselectie van groot be-



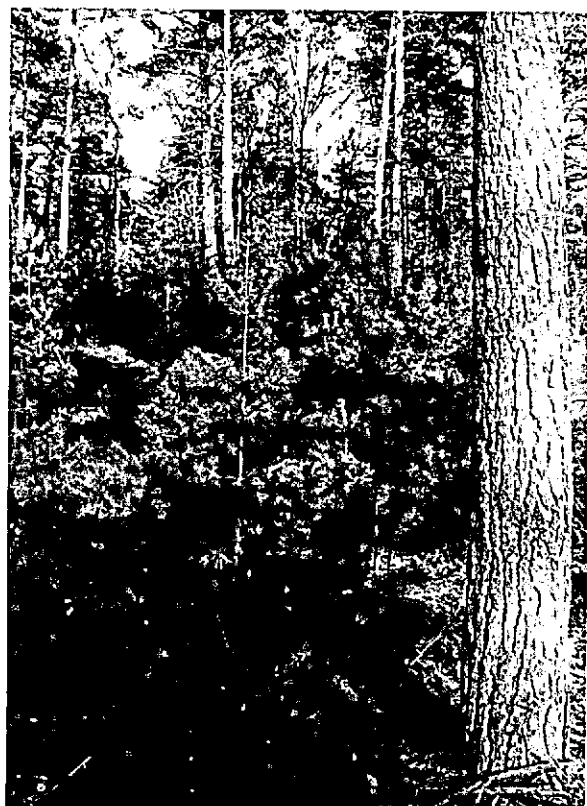
Aanplant van genetisch waardeloos materiaal van groveden.



Een bosbouwkundig minderwaardige opstand van groeven van onbekende herkomst en slechte genetische eigenschappen: categorie 4, bestemd voor snelle liquidatie, natuurlijke verjonging verboden.



De natuurlijke verjonging weerspiegelt slechte genetische eigenschappen van de moederboom: kromme stam, zware betakking, schotgevoeligheid. Categorie 4, opstand bosbouwkundig minderwaardig, natuurlijke verjonging niet toegestaan.



Opstand van groeven met redelijke genetische eigenschappen, goed van groei en kwaliteit, wat takkig (vroeg lichting!). Categorie 2. Ook natuurlijke verjonging is van redelijke kwaliteit. Door toepassing van een systematische selectie kan de kwaliteit nog worden verbeterd.



lang. Een doelgericht afschaffen van de genetisch slechtste onderdelen betekent altijd essentiële verhoging van de gemiddelde genetische kwaliteit van de resterende populatie. Alleen al hierdoor kan een flinke stap vooruit worden gezet in de verbetering van de genetische samenstelling van het bos.

Verwacht mag worden dat een nauwe samenwerking van het veredelingsonderzoek met het bosbeheer en inrichtingsdienst en rationele verdeling van de taken een zeer effectief resultaat oplevert. Het onderzoek blijft verder doorwerken op de individuele selectie van genetisch hoogwaardig materiaal. Van de kant van het beheer en de inrichtingsdienst wordt, door toepassing van zowel individuele als massaselectie, een grote bijdrage geleverd aan de systematische verhoging van de gemiddelde genetische kwaliteit van het bos. De hierdoor bereikte *betere genetische samenstelling zal zonder twijfel ook het productievermogen van het Nederlandse bos positief beïnvloeden.*

De bovenbesproken maatregelen moeten natuurlijk met de groeiplaatsomstandigheden (in verband met de natuurlijke verjonging), met het dunnings- en vellingsplan, met de economische criteria (bijv. behoefte aan bepaalde sortimenten) en met andere speciale doeleinden van de bosbouw (bijv. behoud van bepaalde spontaan ontwikkelde bostypen) worden gecoördineerd. Het zwaartepunt van de uitvoering ligt in de bosbouwkundige planning. Een doordachte kapregeling in de boswachterij, district en houtvesterij is een belangrijk middel met behulp waarvan de verbetering van de genetische samenstelling van het bos kan worden bereikt.

## Literatuur

- Cieslar, A. 1895. Über die Erblichkeit des Zuwachsvormögens bei den Waldbäumen. Centralblatt für das gesamte Forstwesen: 7-29.
- Cieslar, A. 1907. Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Centralblatt für das gesamte Forstwesen: 1-19, 49-62.
- Engler, A. 1905. Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse I, II, Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 8 (1): 81-236; 10, 3: 189-386.
- Fanta, J. 1974. Morphologische Variabilität der Fichte und Grundzüge der genetischen Rekonstruktion der Gebirgsfichtenwälder im Krkonoše Nationalpark (CSSR). Archiv f. Naturschutz u. Landschaftsforschung 14 (3): 179-200.
- Gathy, P. 1958. La génétique forestière dans quelques pays d'Europe occidentale. Stat. de Recherches des Eaux et Forêts, Groenendaal-Hoelaart, Travaux, S.B. no. 21.
- Heybroek, H. M. 1974. The development of forest tree breeding in the Netherlands. In: Toda, R. (ed.) Forest tree breeding in the world. Uechi Office, Tokyo, pp. 30-39.
- Kanák, K. 1959. [Bewirtschaftung von Kiefernbeständen gemäss der Züchtungsauslese]. Lesnická práce 38 (10): 436-440.
- Kriek, W. 1981. Natuurlijke verjonging en genetische kwaliteit van het Nederlandse bos. Nederlands Bosbouw tijdschrift 53 (9): 271-286.
- Langlet, O. 1936-1937. Studier över tallens fysiologiska variabilitet och des samband med klimatet. (Studien über die Physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima.) Meddelander fran Statens Skogförsöksanstalt 29: 219-470.
- Larsen, S. 1958. Angewandte Genetik im Waldbau. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 109: 433-457.
- Lindquist, B. 1948. Genetics in the Swedish forestry practice. Stockholm.
- Nägeli, W. 1931. Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. IV. Die Fichte, Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das forstliche Versuchswesen 18.
- Rohmeder, E. & A. Schönbach. 1959. Genetik und Züchtung der Waldbäume. Parey, Hamburg-Berlin.
- Rubner, K. 1936, 1939, 1949. Beitrag zur Kenntnis der Fichtenformen und Fichtenrassen I-IV. Tharandter forstliches Jahrbuch 87: 101-176; 90: 883-915; 92: 462-472, 526-544.
- Rubner, K. 1956. Zum Baumrassenproblem in Mitteleuropa. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 4: 1-10.
- Rubner, K. 1961. Zur forstlichen Rassenfrage. Forstarchiv 32 (3): 45-50.
- Samek, V. 1959. [Über die Bedeutung der Ökotypen bei der Fichte]. Lesnická práce 38: 299-303.
- Schmidt, W. 1953. Wärmeklima und Ökotypen. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft 66: 101-113.
- Schott, P. K. 1904. Pinus silvestris L., die gemeine Kiefer, Beiträge zur Systematik und Provenienzfrage mit besonderer Berücksichtigung des im Deutschland in dem Handel kommenden Samens. Forstwissenschaftliches Centralblatt 26: 123-141, 307-324, 436-449, 515-536, 587-606.
- Svoboda, P. 1953, 1955, 1957. [Waldbaumarten und ihre Bestände - I, II, III]. SZN, Praha.
- Sindelár, I. 1974. The application of genetic principles and tree breeding research results in Czechoslovakia. In: Toda, R. (ed.) Forest tree breeding in the world. Uechi Office, Tokyo, pp. 62-69.
- Toda, R. (ed), 1974. Forest tree breeding in the world. Uechi Office, Tokyo, 205 pp.
- Tutein Nolthenius, C. E. H. 1891. Handleiding voor het aanleggen en behandelen van grovedennenbossen. Ned. Heidemij, Arnhem, 194 pp.
- Vincent, G. 1942. Kurzer Beitrag zur Unterscheidung der Kiefern- und Fichtenrassen. Forstwissenschaftliches Centralblatt 63: 260-279.
- Vincent, G. 1962. [Auslese und Züchtung in der Forstwirtschaft]. SZN, Praha, 233 pp.