

# DST 1/97



## Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug

J. Bo Larsen (red.)

**Dansk Skovbrugs Tidsskrift**

82. årgang, hæfte 1 . Udgivet af Dansk Skovforening  
August 1997

# **Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug**

J. Bo Larsen (red.)

**Dansk Skovbrugs Tidsskrift  
82. årgang 1997  
Dansk Skovforening, København**

## INDHOLDSFORTEGNELSE

side

Forord .....	4
Resumé og læsevejledning .....	5
Træartsvalget og en bæredygtig udvikling af skoven .....	8
(J. B. Larsen, K. Raulund-Rasmussen)	
Samspil mellem proveniensvalg, forædling og skovdyrkning .....	27
(E. D. Kjær, L. Graudal, J. B. Larsen)	
Bevaring af genetiske ressourcer i skovbruget .....	54
(L. Graudal, E. D. Kjær, S. Canger, J. B. Larsen)	
Bøg ( <i>Fagus sylvatica</i> ) – proveniensvariation og frøkildevalg .....	69
(J. B. Larsen, S. F. Madsen, I. S. Møller)	
Eg ( <i>Quercus robur</i> og <i>Quercus petraea</i> ) – arts- og proveniensvariation, forædling og frøkildevalg .....	82
(J. B. Larsen, J. S. Jensen, I. S. Møller)	
Ask ( <i>Fraxinus excelsior</i> ) – proveniensvariation, forædling og frøkildevalg .....	98
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
Ær ( <i>Acer pseudoplatanus</i> ) – proveniensvariation og frøkildevalg .....	105
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
Lind ( <i>Tilia cordata</i> ) – proveniensvariation og frøkildevalg .....	112
(I. S. Møller, J. B. Larsen)	
Fuglekirsebær ( <i>Prunus avium</i> ) – proveniensvariation og frøkildevalg .....	117
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
Rødel ( <i>Alnus glutinosa</i> ) – proveniensvariation og frøkildevalg .....	123
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
Birk ( <i>Betula pubescens</i> og <i>Betula pendula</i> ) – arts- og proveniensvariation, forædling og frøkildevalg .....	129
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
Poppel ( <i>Populus sp.</i> ) – dyrkning, klonforsøg og klonanbefalinger .....	135
(J. B. Larsen)	

<b>Rødgran (<i>Picea abies</i>) – proveniensvariation, forædling og frøkildevalg</b> . . . . .	144
(J. B. Larsen, H. Wellendorf)	
<b>Sitkagran (<i>Picea sitchensis</i>)</b>	
– proveniensvariation, forædling og frøkildevalg . . . . .	158
(J. B. Larsen, H. Roulund)	
<b>Douglasgran (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)</b>	
– proveniensvariation, forædling og frøkildevalg . . . . .	169
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
<b>Ædelgran (<i>Abies alba</i>) – proveniensvariation og frøkildevalg</b> . . . . .	179
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
<b>Grandis (<i>Abies grandis</i>) – proveniensvariation og frøkildevalg</b> . . . . .	186
(J. B. Larsen, S. F. Madsen, I. S. Møller)	
<b>Nobilis (<i>Abies procera</i>) – proveniensvariation, forædling og frøkildevalg</b> . . . . .	193
(J. B. Larsen, I. S. Møller, U. B. Nielsen)	
<b>Nordmannsgran (<i>Abies nordmanniana</i>)</b>	
– proveniensvariation, forædling og frøkildevalg . . . . .	203
(J. B. Larsen, U. B. Nielsen, I. S. Møller)	
<b>Lærk (<i>Larix decidua</i>, <i>Larix kaempferi</i> og <i>Larix x eurolepis</i>)</b>	
– arts- og proveniensvariation, forædling og frøkildevalg . . . . .	214
(C. N. Nielsen, J. B. Larsen)	
<b>Skovfyr (<i>Pinus sylvestris</i>) – proveniensvariation, forædling og frøkildevalg</b> . . .	226
(J. B. Larsen, I. S. Møller)	
<b>Østrigsk fyr (<i>Pinus nigra</i>) – proveniensvariation og frøkildevalg</b> . . . . .	235
(J. B. Larsen)	
<b>Contortafyr (<i>Pinus contorta</i>) – proveniensvariation og frøkildevalg</b> . . . . .	240
(J. B. Larsen)	
<b>Certificering og kontrol med forstligt formeringsmateriale i Danmark</b> . . . . .	246
(J. Sjøgaard)	

# FORORD

Udgangspunktet for denne publikation var oprindeligt et ønske om at opdatere min nu 14 år gamle "proveniensbog": Danske skovtræer – raceforhold, frøforsyning og proveniensvalg (udgivet i Dansk Skovforenings Tidsskrift 1983). Som arbejdet skred frem, blev det klart, at der var et behov for at inddrage en række "nye" træarter i takt med det voksende behov for et mere varieret og nuanceret træartsvalg. For flere af de "klassiske" træarters vedkommende var det desuden blevet nødvendigt at behandle skovtræforædlingen og dens resultater.

I den forløbne periode har sigtet med skovbruget udvidet sig. Hvor benyttelsesaspektet tidligere var i centrum, understreger bæredygtighedstanken med dens krav om balance mellem benyttelse og beskyttelse i dag behovet for at se skovdriften i større helheder. Det medfører, at jeg har fundet det nødvendigt at indplacere den enkelte træart og dens frøkildebefalinger i en mere overordnet ramme.

Publikationen indledes derfor med en generel behandling af træartsvalget som grundlag for en bæredygtig udvikling af skoven. Spørgsmålet om brug og sikring

af genetiske ressourcer i skovbruget er ligeledes blevet selvstændigt behandlet. Tilsvarende er de egentlige træartsmonografier udvidet med overvejelser af mere dyrkningsmæssig art, herunder vurdering af træarternes reaktion på mulige klimaændringer samt deres rolle i naturnære dyrkningssystemer.

Læseren bør være opmærksom på, at specielt de meget brugerorienterede frøkildebefalinger undergår justeringer i takt med udviklingen af nye frøkilder og tilgangen af nye forskningsresultater. Det er derfor vigtigt løbende at holde sig orienteret om denne udvikling gennem FSL-videnblade, Skov-info, Planteavlstationens frøkildebefalinger, Kåringfortegnelsen samt diverse fagblade. Udover forfatterne til de enkelte artikler har en række personer bidraget til denne publikation. Her skal specielt nævnes og takkes statskovrider Bjerne Ditlevsen og afdelingsleder Kaj Østergaard for værdifulde kommentarer til træartsmonografierne, samt assistent Dorthe Christiansen for det store arbejde med at sammenskrive publikationen.

*Frederiksberg og Hørsholm,  
J. Bo Larsen*

*Udgivelsen af dette hæfte er muliggjort gennem velvillig støtte fra:  
Vemmetofte Kloster, Carlsen-Langes Legatstiftelse,  
Vallø Stift, Statsskovenes Planteavlstation samt Levinsen Skovfrø.*

# Resumé og læsevejledning

Den foreliggende publikation består af 24 enkelte artikler, der hver især kan læses selvstændigt. Tilsammen behandler de træarts- og proveniensvalget i skovbruget med udgangspunkt i bæredygtighedsprincippets krav om en balance mellem benyttelse og beskyttelse af skoven som naturressource.

## **Træartsvalget og en bæredygtig udvikling i skoven**

Publikationen indledes med en generel behandling af træartsvalget som grundlag for en bæredygtig udvikling af skoven. Med udgangspunkt i definitionen af bæredygtighed og en deraf afledt træartspolitik gennemgås de økologiske, sociologiske og økonomiske forhold, der har betydning for valg af træart på den enkelte lokalitet.

Artiklen afsluttes med at diskutere og definere "det bæredygtige træartsvalg" i balancen mellem det at opfylde vore behov og samtidig sikre kommende generationers muligheder for en fleksibel brug af skoven.

## **Samspil mellem proveniensvalg, forædling og skovdyrkning**

Artiklen gennemgår og diskuterer de generelle muligheder for at benytte vore skovtræers genetiske variation i skovdyrkning.

Indledningsvis defineres den genetiske diversitet, dens oprindelse og udvikling samt menneskets påvirkning af de genetiske variationsmønstre. Derpå gennemgås den genetiske diversitets betydning for skovøkosystemets stabilitet, herunder modstandsevne overfor stresspåvirkninger og mulighederne for at udnytte variationen i arts- og proveniensvalget samt i skovtræforædlingen.

Skovdyrkningens påvirkninger af genressourcerne behandles i relation til: (i) indførsel af nye træarter, (ii) brug af "eksotiske" provenienser, (iii) anvendelse af forædlet plantemateriale, (iv) valg af foryngelsesmetode samt (v) hugst og bevokningspleje.

De generelle principper for proveniensvalget diskuteres i relation til dyrkningslokalitet samt driftsformål. Videre diskuteres skovdyrkningens "manipulation" med den genetiske ressource i relation til natursyn og bioetik, herunder begrebet autenticitet. Artiklen afsluttes med at opstille konkrete forskningsbehov samt understrege nødvendigheden af at udvikle en samlet strategi for valg af frøklider i skov og landskab.

## **Bevaring af genetiske ressourcer i skovbruget**

Artiklen gennemgår og diskuterer nødvendigheden af og muligheder for at beskytte den genetiske ressource.

Værdien af at opretholde genetisk variation hos vore træer og buske behandles i

relation til nødvendigheden af at sikre træers tilpasningsevne overfor forandringer i omgivelserne samt med henblik på at kunne anvende disse ressourcer til fremtidige frøkilder.

Herefter gennemgås bevaringsbehovet samt de konkrete muligheder for og metoder til at sikre den genetiske variation for træer og buske. Det arts- og arealmæssige omfang af den eksisterende danske strategi for genbevaring gennemgås, og artiklen afsluttes med nogle betragtninger over, hvordan man gennem skovdyrkningen kan understøtte det generelle behov for bevaring af genressourcer.

### Træartsmonografierne

Publikationens centrale del behandler i 20 artikler raceforhold, frøforsyning, dyrknings- og provenienserfaringer, forædlingstiltag og deres resultater samt frøkildeanbefalinger for træarterne *bøg*, *eg*, *ask*, *ær*, *lind*, *fuglekirsebær*, *rødel*, *birk*, *poppel*, *rødgran*, *sitkagran*, *douglasgran*, *ædelgran*, *grandis*, *nobilis*, *nordmannsgran*, *lærk*, *skovfyr*, *østrigsk fyr* og *contortafyr*.

Gennemgangen af den enkelte træart er opdelt på følgende 6 afsnit, der kan læses uafhængigt af hinanden. Den utålmodige læser kan begynde med afsnit 5 (frøkildeanbefalinger).

#### 1. Udbredelse og raceforhold

Dette afsnit gennemgår hovedtrækkene i artens udbredelse, genetiske uddifferentiering og racedannelse suppleret med et udbredelseskort.

#### 2. Dyrkning af træarten i Danmark

Her omtales artens historie i landet, dens jordbundskrav samt de vigtigste biotiske

og abiotiske faktorer, der begrænser dyrkningen. Desuden behandles artens dyrkningsmuligheder set i et flersidigheds- og stabilitetsperspektiv. Endelig vurderes træartens muligheder for anvendelse i relation til naturnær dyrkning samt dens reaktion på mulige klimaændringer.

#### 3. Frøforsyning

Afsnittet giver en oversigt over frøforbruget gennem de sidste 35 år fordelt til typer af frøkilder og provenienser.

For perioden 1960-80 bygger tallene på Herkomstkontrollens statistik, mens materialet for perioden 1980-95 er uddraget af tre artikler: *Tilgang af frø og planter 1980-1985* (S. F. Madsen, Skoven, 1986, 466-468), *Frø og planter til det danske marked 1985-1990* (S. F. Madsen, Skoven, 1991, 129-133) og *Frø og planter til det danske marked* (S. F. Madsen og J. Søgaard, Skoven 1996, 389-392, 458-461).

Desuden angives antallet og arealet af de pr. 1. januar 1997 eksisterende kårede danske frøavlsbevoksninger og frøplantager. Det må dog påpeges, at netop disse forhold løbende undergår forandringer, idet der anlægges nye frøplantager og kåres nye bevoksninger, mens ældre kåringsenheder udgår.

Læseren anbefales derfor at sammenligne disse talstørrelser med den nyeste udgave af kåringsfortegnelsen, der kan rekvireres hos Plantedirektoratet, samt at abonnere på Planteavlstationens frøkildebeskrivelser (se pkt. 5).

#### 4. Provenienserforsøg og forædling

I dette afsnit gennemgås den danske litteratur om træarten suppleret med alle tilgængelige endnu upublicerede resultater fra proveniens- og afkomsforsøg.

Afsnittet indeholder desuden en oversigt over provenienserfaringer i vore nabolande. Kildeangivelser er anført (forfatter og årstal), således at læseren kan søge tilbage til originalmaterialet. I den udstrækning træarten behandles forædlingsmæssigt er grundlaget og målsætning for denne forædling samt dens resultater behandlet.

Målet med denne sammenstilling af provenienserfaringer og -forædlingstiltag er at omsætte denne til konkrete proveniens- og frøkildeanbefalinger og formidle dette til skovbrugets praktikere.

### 5. Frøkildeanbefalinger

Afsnittet er en kortfattet gennemgang og opstilling af egnede frøkilder, provenienser og proveniensområder – den egentlige konklusion – der kan læses uafhængigt af de øvrige afsnit.

I den udstrækning, det har været muligt og nødvendigt, er anbefalingerne opdelt efter anvendelsesområde (skov, landskab, læ/værn, pyntegrønt m.v.) og i relation til dyrkningsbetingelser (jordbund, klima). Rækkefølgen, i hvilken frøkilderne er nævnt, er ikke tilfældig, men er foretaget efter faldende prioritet, således at de under 1. nævnte p.t. må anses som værende de bedste.

*Frøkildebekrivelser:* Statsskovenes Planteavlsstation udarbejder løbende beskrivelser af de enkelte frøkilder (frøplantager, kårede bevoksninger m.v.), som Planteavlsstationen markedsfører. Disse beskrivelser, der kan betragtes som korte og brugerorienterede “varedeklARATIONER”, udgør et supplement til de generelle frøkildeanbefalinger i denne bog.

### 6. Litteratur

Den enkelte træartsmonografi afsluttes med en liste over den anvendte litteratur.

## Certificering og kontrol med forstligt formeringsmateriale i Danmark

Publikationen afsluttes med en gennemgang af de gældende bestemmelser for handel med forstligt formeringsmateriale i Danmark. De nugældende regler trådte i kraft den 1. januar 1997 og opfylder både OECD-ordningens og EU-direktivernes bestemmelser.

Artiklen indeholder en liste over træarter underlagt bestemmelserne samt en oversigt over de pr. 1. januar kårede bevoksninger og frøplantager opdelt efter træarter og kategorier.

### Forfatterne

Temahæftet er udarbejdet af følgende:

J. Bo Larsen, Inge Stupak Møller, Hubert Wellendorf, Hans Roulund og Christian Nørgaard Nielsen (Sektion for Skovbrug og Arboretet, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole)

Karsten Raulund-Rasmussen, Søren Fl. Madsen, Jan Svejgaard Jensen og Ulrik Bräuner Nielsen (Forskningscentret for Skov & Landskab)

Erik D. Kjær, Lars Graudal og Sonja Canger (Statsskovenes Planteavlsstation) Jørgen Søgaard (Plantedirektoratet)





# Træartsvalget og en bæredygtig udvikling af skoven

Af J. Bo Larsen og Karsten Raulund-Rasmussen

Dette arbejdes forløber blev indledt med følgende memento: *“Proveniensvalgets muligheder er begrænset af de rammer træartens genetiske variation afstikker; valget af selv den bedste proveniens kan derfor ikke råde bod på et dårligt træartsvalg”* (Larsen 1983).

Sandheden i denne sætning er vel i dag ligeså aktuel som for 14 år siden. Derfor synes det vigtigt at sætte proveniensvalget ind i den større ramme, som valget af træart afstikker. Alt for ofte bliver et uegnet træartsvalg solgt under betegnelsen “forkert proveniens”.

I det følgende diskuteres en række grundlæggende principper for træartsvalget med udgangspunkt i den aktuelle bæredygtighedsdebat.

## 1. Træartspolitik og bæredygtighed

Det klassiske skovbrug, med normal-skovsmodellen som idealbillede, er primært udviklet til en kontinuerlig vedproduktion. Træproduktionen er stadig et hovedformål med skovdriften, men en række andre funktioner får større betydning. I relation til bæredygtighedstanken er det især skovens naturbeskyttende rolle – og her specielt dens funktioner til sikring af biodiversiteten, der for øjeblikket bliver opprioriteret. Men også andre behov får stigende betydning, som fx sikring af grundvand og funktioner i relation til friluftsliv.

Det må samtidig understreges, at når bæredygtighedstanken er koncentreret

*Thuja, Petersgårds skovdistrikt, 66 år. Under skovforeningens ekskursion i juni 1991 diskuteredes her træartsvalget på Petersgård. Der var enighed om, at thuja er et fornuftigt træartsvalg på næringsrige og fladgrundede morænelokaliteter, mens der samtidig var udbredt skepsis med hensyn til salgsmulighederne af thuja. I dag er thuja særdeles efterspurgt på grund af dens gode naturlige holdbarhed. (Foto: S. Fodgaard, 1991).*

omkring kravet om at sikre fremtidige generationers muligheder for at få deres behov opfyldt, hersker der en vis usikkerhed om de behov kommende generationer vil udvikle, og specielt hvordan vægtningen mellem de forskellige behov vil blive.

En anden vigtig usikkerhedsfaktor, som skovdyrkeren må indarbejde i skovdriften, og som har speciel betydning for træartsvalget, er sandsynligheden for betydelige klimaskift inden for en skovgeneration. Muligheden for sådanne klimamændringer understreger behovet for at udvikle langsigtede strategier til sikring af skovens stabilitet og produktionssevne.

Hensynet til kommende generationers varierende behov samt nødvendigheden af at imødegå usikkerheden vedrørende fremtidens klima kan bedst tilgodeses ved generelt at fremme en langsigtet skovudvikling, der sikrer *funktionaliteten* i bred forstand.

Skovenes langsigtede funktionsevne er primært knyttet til økosystemets *stabilitet*, det vil sige modstandsdygtighed overfor naturligt og menneskeskabt stress, og til dets *fleksibilitet*, det vil sige økosystemets evne til løbende funktionsomstilling i relation til ændrede behov.

Hvor mulighederne for at øge fleksibiliteten og dermed funktionsomstillingen på bevoksningsniveau hovedsageligt kan tilgodeses gennem valg af dyrkningssystem, udgør træartsvalget den vigtigste mulighed for at sikre den langsigtede stabilitet såvel på skov- som på bevoksningsniveau.

Valg af træart på den enkelte lokalitet må bygge på en overordnet *træartspolitik*. En "bæredygtig" træartspolitik bør tage udgangspunkt i en funktionsanalyse af flersidighedskravet set i et genera-

tionsperspektiv. Med andre ord: Hvad er de primære og de langsigtede formål med skoven, og hvilke krav stiller ejeren og samfundet til skoven?

På dette niveau kan der i relation til træartsvalget indgå en række centrale målsætninger, som fx:

- 1) sikring af en høj og værdifuld vedproduktion (udnyttelse af produktionsgrundlaget),
- 2) sikring af et bredt og kontinuert udbud af forskellige produkter (opbygning af en række driftsklasser af forskellige træarter, som sikrer en afsætningsmæssig risikospredning og derigennem økonomisk stabilitet), og
- 3) anvendelse af lokalitetstilpassede træarter og provenienser (behovet for langsigtet stabilitet).

Disse målsætninger er afgørende for sikring af den langsigtede stabilitet.

Udover disse centrale retningslinier for skovdriften kan der afhængig af ejerskabet og lokale forhold nævnes en række andre retningslinier, som kan få betydning for træartsvalget. Det kan fx være retningslinier til generel fremme af løvtræ og blandskov (risikospredning, stabilitet, biodiversitet, naturæstetik), begrænsning af renafdrifter (fremme af et skovklima), ønsket om udfasning af hjælpestoffer, herunder pesticider (biodiversitet, grundvandssikring), samt ønsket til fremme af rentabilitet (biproduktion i korte omdrifter) og sikring af likviditet (udjævnet udgifts- og indtægtsforløb).

Det er på basis af disse forhold, at det overordnede træartsvalg bestemmes: Ud fra en generel viden om dyrkningsforholdene og deres variation samt en række ejerspecifikke retningslinier begrundet i kravet til produktion samt økologisk og afsætningsmæssig risikospred-

ning bestemmes på ejendomsniveau hovedtræarterne og deres indbyrdes arealmæssige betydning.

## 2. Valg af træart på den enkelte lokalitet

Realisation af den overordnede træartspolitik på det enkelte areal gennemføres under hensyntagen til de økologiske betingelser samt produktions- og samfundsøkonomiske forhold. Her er de økologiske forhold særligt vigtige, idet en analyse af, og hensyntagen til, de på den pågældende lokalitet eksisterende økologiske rammebetingelser, er en afgørende forudsætning for skovens langsigtede stabilitet, og hermed også dens socioøkonomiske funktionalitet.

I alt for høj grad synes kortsigtede økonomiske forhold, såsom krav til rentabilitet og likviditet, at være grundlaget for det aktuelle træartsvalg uden hensyntagen til dyrkningsforholdene. Dette har i mange tilfælde ført til destabilisering af bevoksninger og skove med heraf følgende tab af produktivitet og langsigtet funktionalitet (Larsen 1995a).

### 2.1. Økologiske forhold

Træers produktion, sundhed og stabilitet er nøje knyttet til en række økofysiologiske forhold, der betinger de primære livsytringer. Det drejer sig om forhold som temperatur og dennes årstidsvariation, lysindstråling samt tilførsel af vand og en række nødvendige næringsstoffer. De økofysiologiske betingelser kan primært knyttes til klimaet og jordbunden.

#### *Klima*

*Temperaturen* og dens variation over årstiden er den vigtigste enkeltfaktor for

træers vækst og udvikling. I relation til træartsvalg er det her ikke så meget middeltemperaturen, men snarere forekomsten af ekstremer, som virker begrænsende.

Generelt vil hjemmehørende træarter og lokale provenienser være veltilpasset på grund af generationers tilpasning til de lokale klimaforhold.

Anderledes stiller det sig med importerede arter og provenienser fra andre klimaområder. Således er den oceanisk prægede sitkagran veltilpasset i de forholdsvis milde og især kystprægede dele af landet, mens den i de let subkontinentalt prægede dele af Midtjylland kan have problemer med efterårs- og forårsfrost.

Tilsvarende synes kontinentalt prægede træarter, som fx rødgran, ikke særlig tilpasset de ofte meget milde og blæsende danske vintre og nedbørsfattige forsomre. Generelt er lærken og fyrrerarterne særdeles tolerante overfor både efterårs-, vinter- og forårsfrost, mens de mest anvendte ædelgranarter, og blandt løvtræerne især bøg, er følsomme specielt overfor forårsfrost.

*Forårsfrosten* er som oftest et problem i kulturfasen, og som sådan er den meget afhængig af den valgte foryngelsesform. Dette er især et problem når typiske subklimaks- og klimaksarter - såsom bøg, ask, ær, lind, ædelgran, grandis og nordmannsgran - forynges som markkulturer, eller efter renafrift uden et egentligt skovklima.

For de fleste af de nævnte træarter kan man tildels råde bod på dette ved at vælge meget sent udspringende provenienser, men også her sætter proveniensvariationen grænser, som betinger valg af en anden træart eller etablering af en egnet forkultur.

*Nedbøren* og dens fordeling over årstiden er en anden central faktor for træartsvalget. Selvom de fleste træer sjældent dør på grund af vandmangel, er vandforsyningen en af de vigtigste faktorer for træernes vækst.

Træarter som eg, lind, birk, tildels grandis, douglasgran og lærk, samt specielt fyrrearterne stiller relativt ringe krav til vandforsyningen. Derimod er bøgens, askens, ærens, rødgranens og sitkagranens trivsel særlig knyttet til en god og nogenlunde jævn vandforsyning.

En bestemt lokalitets vandhusholdning er selvfølgelig knyttet til nedbøren, men den er også meget afhængig af jordens vandholdende evne og træernes roddybde. Derfor har jordbundsforhold, såsom tekstur samt forekomsten af jordlag, der begrænser roddybden, afgørende betydning for træernes vandforsyning.

Et veludviklet *rodsystem* med dybtgående rødder sikrer alt andet lige en bedre vandforsyning, og træarter med mere dybtgående rodsystemer kan anvendes på mere tørre lokaliteter, end træarter med mere fladtgående rodsystemer. Det sættes således i forbindelse med dybere rodsystemer, at fx eg, lind, skovfyr og østrigsk fyr klarer sig bedre end rødgran og sitkagran på tørre lokaliteter.

Hvorvidt disse forskelle vitterlig skyldes forskellig rodarkitektur, er imidlertid ikke dokumenteret. Det skyldes, at vor viden om træarternes rodsystemer er meget generel. På dansk initiativ er der startet et omfattende EU-forskningsprogram, der netop fokuserer på træarternes rodudvikling i relation til jordbunden (Nielsen et al. 1995), således at der kan opbygges en større forståelse af dette for træartsvalget vigtige samspil. Der er dog næppe tvivl om at rodsystemets arkitektur, udover af træ-

artens egenskaber, også påvirkes af jordbundsforholdene.

Træarternes krav til *lysforholdene* har specielt betydning i kulturfasen. De meget lyskrævende pionertræarter som eg, fuglekirsebær, birk, poppel, lærk og skovfyr har store lyskrav, og de har desuden for det meste stor frosttolerance. Dette gør dem specielt velegnede ved markkulturer og tilplantning efter renafdrift.

Anderledes stiller det sig med de typiske klimaksarter som bøg, lind, ædelgran, grandis og nordmannsgran, der udvikler sig bedst under mere eller mindre halvskygge, og som ofte på grund af deres store følsomhed overfor frost og udtørring kræver et mere temperaturmæssigt udjævnet mikroklima.

Subklimaksarter som ask, ær, rødæl, rødgran, sitkagran, nobilis og tildels douglasgran forholder sig intermedært. Ofte tolererer de i de tidlige udviklingsstadier ret megen skygge, men kræver senere væsentligt større lystilgang for at udvikle sig optimalt.

#### *Mulighed for klimaændringer*

På grund af skovbrugets lange produktionstidsrum bør effekten af mulige klimaændringer i relation til de enkelte arter tages i betragtning.

De nyeste klimamodeller beregner for Danmark en stigning på 2,8<sup>o</sup> C i årets middeltemperatur ved slutningen af næste århundrede (Miljø- og Energiministeriet 1996). I modsætning til tidligere beregninger forventes årsnedbøren at falde lidt. Der hersker fortsat stor usikkerhed, men det synes dog sandsynligt, at fremtidens klima bliver mere uforudsigeligt, og formentlig mere variabelt. Tilpasningsevnen over for ændringer i klimaet varierer meget blandt de for-

skellige arter (Larsen 1990). En temperaturstigning i forbindelse med uændret eller svagt faldende nedbør vil især svække rødgranen, der på de fleste lokaliteter i Danmark allerede dyrkes på grænsen af dens klimatiske krav. Specielt vil højere vintertemperaturer svække granen, der er tilpasset et klima med koldere vintre end den typiske danske. Rødgranen har således vist udprægede degenerationsfænomener, "røde rødgraner", efter de ekstremt milde vintre 1988/89 og 1989/90 (Saxe og Larsen 1992, Larsen et al. 1993).

Egen burde derimod kunne drage fordel af et sådant moderat klimaskift. Træarter som douglasgran (kystprovenienser), grandis og sitkagran burde være relativt tolerante over for mindre temperaturstigninger, hvis nedbøren ikke bliver alt for lav. Det samme gælder for bøg, ask, lind, ær og de fleste andre danske løvtræarter.

Hvis en temperaturstigning følges af fald i nedbøren og udpræget sommertørke, vil de fleste af vore skovtræarter svækkes med deraf følgende skovdødsfænomener. Under sådanne fremtidige klimaforhold vil udprægede skift i træartsvalget komme på tale.

Under hensyntagen til muligheden for væsentlige klimaskift må det primære mål være at etablere og bevare skovøkosystemer, der er karakteriseret ved en potentiel høj tilpasningsevne, det vil sige høj stabilitet under variable rammebetingelser (biologiske såvel som fysisk-kemiske). Det indebærer, at skovtræerne, som det dominerende vegetationselement, skal have den størst mulige almene tilpasningsevne, og det kan realiseres ved en høj genetisk variation (Larsen 1995a).

Der er en række skovdyrkningsmæssige

muligheder for at opnå dette. De to vigtigste bygger på artsblandinger og på anvendelse af arter kendetegnet ved en almen stor tilpasningsevne.

En blandingsbevoksning bestående af to eller flere træarter med forskellige økologiske krav vil give mulighed for løbende korrektion af driftsmålet i overensstemmelse med klimaudviklingen (Larsen 1991). En oprindelig blanding af bøg og rødgran vil fx kunne udvikle sig til en mere eller mindre ren bøgebevoksning, hvis klimaet skulle udvikle sig i en for granen uacceptabel retning; en ren granbevoksning vil derimod gå tabt (Larsen 1995b).

Som nævnt tidligere har vore træarter forskellige økologiske krav og besidder ulige evner til at tilpasse sig forandringer. Egen, bøgen og en række nordvest-amerikanske træarter, som fx douglas, sitka, nobilis og contorta, er kendt for at have en stor tilpasningsevne. De fleste mellemeuropæiske nåltræarter, som rødgran, europæisk lærk og ædelgran, synes derimod i vid udstrækning at mangle denne evne. En stigende anvendelse af de "plastiske" arter, og en tilsvarende reduktion i arealet af specielt rødgran, vil således bidrage til en forøgelse af skovenes tilpasningsevne.

#### *Vind, storm og salt*

*Vind* påvirker træer dels gennem vindslid, der kan føre til bladtub samt skud- og stammedeformationer, dels ved at øge fordampningen og herved forstærke virkningen af manglende nedbør.

Rødgranen er specielt følsom over for vindens udtørrende påvirkninger, hvilket giver store problemer i form af randede præget af opløsning, hvor rødgranen pludselig eksponeres. Andre arter, herunder sitkagran, douglas og ædelgran

samt de fleste løvtræarter, har en udpræget evne til at tolerere pludselig fristilling, skønt de i større eller mindre grad påvirkes i deres vækstudvikling. Fyrrearterne, og herunder især østrigsk fyr, er specielt tolerante over for vindpåvirkning.

*Stormfald* er den vigtigste klimainducerede skadevolder i dansk skovbrug, hvilket primært skyldes de sidste 100 års stigende satsning på nåletræ.

Generelt er alle løvtræer samt lærk mindre udsat for stormfald, primært fordi stormene næsten udelukkende optræder i vinterhalvåret. Ved efterårsstorm før løvfald kan løvtræer dog også udsættes for stormfald, dette skete fx under oktoberstormen i 1967.

Tilsvarende er alle nåletræarter i større eller mindre grad udsatte for stormfald. Rødgran, sitkagran og contortafyr, med deres tendens til et relativt overfladisk rodsystem, hører til blandt de mest stormudsatte. Douglas og ædelgranarterne indtager en mellemstilling, mens specielt skovfyr og østrigsk fyr blandt nåletræarterne er mindst udsat for stormfald.

Da stormfaldsfaren er påvirket af rodudviklingen, herunder roddybden, er der en række jordbundsforhold, der i forbindelse med træartsspecifikke evner til at tolerere disse får betydning for valg af træart. Jordbundsforhold, der påvirker en arts rodudvikling, herunder rodstandsende lag (al-lag, placiske horisonter, temporær vandstuvning), får således afgørende betydning for valg af træart. På sådanne potentielt fladgrundede jorde vil af hensyn til stormfaldsfaren eg, ask og lind være velegnede.

I forbindelse med storm bliver der ofte tilført skovene betydelige mængder af *havsalt* enten som tør- eller som vådde-

position. Denne naturlige "luftforurening" har stor betydning for træartsvalget, idet træarternes salttolerance varierer meget.

Rødgran er så følsom overfor salt, at den ikke kan benyttes i det egentlige klit-skovbrug. Douglas, skovfyr og grandis samt de fleste løvtræer indtager en mellemstilling. Derimod er sitkagran, østrigsk fyr, ædelgran og contortafyr særdeles resistente, og af denne grund finder disse arter specielt anvendelse i klitkovbruget.

### *Jordbund*

En række jordbundsforhold er afgørende for træernes forsyning med vand og næringsstoffer, dels direkte ved evnen til at fastholde vand og næringsstoffer, dels indirekte ved jordens dybtgrundethed, der er afgørende for træernes rodudvikling og dermed træernes potentielle jordvolumen.

Det er især teksturen, det vil sige jordens sammensætning af finere og grovere partikler og dens humusindhold, der har betydning for den vandholdende evne. Med stigende indhold af fine partikler øges jordens vandholdende evne. Ved meget fintteksturerede jorde opstår der dog ofte problemer, dels fordi de meget fine partikler holder så stærkt på vandet, at det ikke er plantetilgængeligt, dels fordi jordens dræningsevne forringes.

I perioder med megen nedbør kan der på sådanne jorde optræde vandmætning og dårlige iltforhold. Dette ses som pseudogley (marmorering med henholdsvis rød-gullige områder og blå-grøn, grålige områder).

For en række træarter, blandt andet rødgran, sitkagran, bøg og ær, giver dette problemer for rodvæksten og dermed

den generelle sundhed. Pseudogley tåles derimod generelt bedre af blandt andet eg, ask, lind, avnbøg og ædelgran, thuja og grandis.

Således regnes rodsystemernes arkitektur for i betydelig grad at være genetisk bestemt. Fx tilskrives eg og skovfyr et forholdsvis dybtgående rodsystem med en central pælerod, hvorimod fx rødgran tilskrives et forholdsvis fladt rodsystem. Det er også alment accepteret, at jordbundsforholdene spiller en central rolle for rodsystemets rodudvikling. Dybe rodsystemer opnås sædvanligvis på de såkaldt dybtgrundede jorde, idet betegnelsen "dybtgrundede" netop henviser til optimale forhold med hensyn til rodudvikling.

Der er imidlertid en række forhold, som kan begrænse rodudviklingen nedadtil. Her kan nævnes kompakte og cementerede jordlag, jordlag med dårlige dræningsforhold, og forholdsvis grovteksturerede jordlag med en megen beskeden evne til at holde på vandet og til at frigive næringsstoffer.

Der er betydelige forskelle mellem de enkelte træarters evne til at tolerere ugunstige forhold, og sandsynligvis også til at gro i jordlag med ringe vandholdende evne og ringe evne til at frigive næringsstoffer. Der er dog næppe tvivl om, at rødgran vil kunne opnå en betydelig rodudvikling på gunstige jorde, og at eg ikke opnår samme rodtybde på en dårlig smeltevandsslette i Vestjylland, som på en dybtgrundet morænejord.

Der eksisterer altså en vekselvirkning mellem træarternes genetisk bestemte potentiale for rodudvikling og jordbundsforholdene. Denne er imidlertid meget dårligt belyst.

Jordbundens evne til at stille nærings-

stoffer til rådighed afhænger af omsætning af det organiske stof og forvitring af de primære og sekundære mineraler. Omsætningshastigheden af det organiske stof er først og fremmest afgørende for frigivelsen af nitrogen og fosfor. Ved forvitring af jordbundens mineraler frigives først og fremmest de såkaldte basekationer (calcium, kalium og magnesium), men også fosfor og en række mikronæringsstoffer.

En hurtig omsætning af det organiske stof karakteriserer frugtbare jorde. Den vigtigste forudsætning for en hurtig omsætning synes at være knyttet til forvittringshastigheden af jordbundens mineraler (Raulund-Rasmussen og Vejre 1995, Vesterdal et al. 1995, Vesterdal og Raulund-Rasmussen 1997).

Forvittringspotentialet er knyttet til jordbundens indhold af let forvitterbare mineraler, fx kalk, biotit og hornblende, og til tekturen, idet processerne er knyttet til mineralernes overflade (Raulund-Rasmussen 1993). Lerjorde har således sædvanligvis en større frigivelse ved forvitring end sandjorde.

Hvis ikke andre forhold begrænser væksten vil alle træarter til en vis grænse have stigende vækst med stigende næringsstofstatus. Der synes dog at være en klar tendens til, at især nåletræarter er relativt mindre afhængige end løvtræarterne af en optimal næringsstofftilgang (Vesterdal og Raulund-Rasmussen 1997). Bøgen synes at være særlig afhængig af en god næringsstofftilgang. Ses bort fra rødæl, som er specielt tilpasset lokaliteter med højstående grundvand, udvikler de fleste af vore træarter sig bedst på dybtgrundede, veldræned jorde med en god næringsstofforsyning. Det er således ikke så meget viden om den enkelte træarts optimale jordbunds-





*Bøg, 73 år, væltet i kiler, Sønderskoven, Fuglsang distrikt. På meget fladgrundede morænejorde er bøgen ikke stabil. Dels vælter den let, som det ses på billedet, på grund af dårligt rodfast. Dels kan den tendere til tørkeskader og svækkelser som følge af for ringe rodtybde, dette sås sidst i 1995/96. (Foto: S. Fodgaard, 1993).*

mæssige krav, som er afgørende for træartsvalget på den enkelte lokalitet, som det er de forskellige træarters evne til at kunne tolerere mere eller mindre ugunstige forhold, der har betydning.

På dybtgrundede, næringsrige jorde vil der således være tale om et forholdsvis frit træartsvalg. Under optimale jordbundsforhold vil man primært vælge arter, der er karakteriseret ved en både kvalitativ og kvantitativ høj vækst. Det drejer sig her først og fremmest om træarter som bøg, ask, ær og til dels nåletræarter som rødgran og sitkagran. Ønsker man at dyrke fuglekirsebær med kvalitetsproduktion for øje, bør den også

primært anvendes på sådanne optimale lokaliteter.

Ved meget hurtig vækst på optimale jorde vil vedkvaliteten ofte forringes for nåletræ, mens dette generelt ikke er tilfældet for løvtræ. Kvalitetsproduktion af nåletræ er derfor mere knyttet til lidt lavere boniteter.

Når man bevæger sig bort fra den "optimale" jord, både med hensyn til næringsstofforsyning og vandhusholdning, er der således mere tale om et fravalg af træarter, end der er tale om et egentlig tilvalg af bestemte specialiserede arter. Specielt egen har en meget stor jordbunds­mæssig amplitude, men en gene-

relt relativ behersket vækst. Derfor vil man sjældent finde den anvendt på de mest optimale lokaliteter, men snarere på de dyrkningsmæssige noget mere komplicerede lerrige grundmorænejorde med tendens til dræningsproblemer. Under sådanne forhold klarer egen sig væsentligt bedre end fx bøgen og æren. De fleste nåletræarter, måske lige bortset fra thuja og cypres, hører heller ikke hjemme her.

I den mere næringsfattige, men dog fortsat dybtgrundede del af jordbundsspektret, vil træarter som rødgran, douglasgran, lærk samt en række ædelgranarter, herunder grandis, have deres relative fordel. I den mest tørkeprægede og næringsfattige del af jordbundsspektret vil lærk, skovfyr og østrigsk fyr og til dels grandis, men også løvtræer som eg og birk, med fordel kunne anvendes.

På meget grundvandsnære jorde udviser de fleste træarter en dårlig stabilitet og vækst. Rødel er specielt tilpasset sådanne forhold, men også stilkeg, lind, birk, visse poppelsorter og ofte ask vil udvikle sig rimeligt her.

I det foregående er træartsvalget primært analyseret i relation til jordbunden ud fra et produktions- og stabilitetsmæssigt synspunkt. I den udstrækning valget af den enkelte træart ikke primært sigter mod egentlig vedproduktion, men har andre økologiske eller socioøkonomiske begrundelser bliver muligheden for træartsvalget væsentligt udvidet.

De fleste løvtræer som produktionsøkonomisk hører hjemme på den bedre del af jordbundsspektret, kan også finde anvendelse på mere næringsfattige lokaliteter. Således kan både bøg, ær og lind finde udmærket anvendelse på relativt næringsfattige lokaliteter som indplantnings- og underplantningstræart i nåle-

træ, hvor de får en økologisk, stabiliserende effekt på sådanne bevoksninger. Tilsvarende kan træarter som ask og fuglekirsebær også med fordel anvendes under næringsfattige jordbundsforhold, hvis målet med træartsvalget mere er at opfylde æstetiske og landskabsøkologiske behov.

Det er selvsagt en forudsætning for inddragelse af jordbundsforholdene i træartsvalget, at disse er erkendte. Samtidig må det erkendes, at det ikke er tilstrækkeligt, at man har en fornemmelse af de øverste jordlags egenskaber, idet de dybere jordlag (0,5 til 1,5 meter) sædvanligvis er betydeligt mere afgørende for bevoksningens vækst og trivsel, end den øverste halve meter. Endvidere skal man være klar over, at jordbundsforholdene ofte varierer betragteligt over forholdsvis små afstande.

*Forstlig lokalitetskortlægning* udgør her et udmærket redskab til en systematisk registrering af de afgørende jordbundsforhold (vand- og næringsstofforsyning samt specielle forhold der har betydning for dyrkningsegenskaberne, fx rodstandsende lag, vandstuvning m.v.).

Det står helt centralt i bæredygtighedskravene (og skovloven) at skovjordens frugtbarhed ikke må forringes. Dette indebærer, at der er krav til at skovdriften, herunder træartsvalget, også skal tage hensyn til eventuelle kort- og langsigtede effekter på dyrkningsgrundlaget. Skovdriftens negative effekter på dyrkningsgrundlaget er sammenfattet af Hansen et al. (1996) i følgende 4 punkter:

1. Udnyttelse af biomasse medfører en bortførelse af næringsstoffer fra økosystemet. Udnyttelsesgraden af biomasse (stammer i modsætning til

mere intensiv udnyttelse) og næringsstofindholdet i biomassen afgør hvor stor eksporten er. Der er ikke udført kvantitative opgørelse som præcist kan relatere udnyttelsen til træarter og dyrkningssystem. Det synes umiddelbart, at hurtig vækst og stor udnyttelse (biomasse til energi) betinger de største udtag af næringsstoffer.

2. Som tidligere diskuteret vil rodsystemernes udbredelse betinge en større eller mindre tilgængelighed af næringsstoffer. Træarter med et beskedent og højtliggende rodsystem vil således tære mere intenst på de øverste jordlags næringsstofressourcer. Dette vil medføre en relativ forsurening af disse jordlag og kan befordre podzolerering. Floraen vil givetvis også påvirkes i forarmende retning.

Rødgran og sitkagran er særligt i søgelyset her, men det må indrømmes, at den kvantitative dokumentation er beskedent. Tilsvarende vil træarter med et dybtgående rodsystem (eg, lind, grandis m.fl.) kunne sikre systemet et generelt større forvitringspotentiale og hermed en bedre langsigtet næringsstofstatus.

3. På grund af skovens filtrerende virkning sker der en betragtelig tilførsel af forsurende svovl- og nitrogenforbindelser til skovøkosystemet. Tilførslen er op til 2-5 gange større til stedsegrønne nåletræarter end til løvfældende arter.

4. Omsætningen af det organiske stof påvirkes af træartsvalget og hugststyrken (Vesterdal et al. 1995, Vesterdal og Raulund-Rasmussen, 1997). Mægtige og relativt sure morlag påvirker formodentlig frugtbarheden negativt på længere sigt, blandt andet ved at fremme podzolerung og højtlig-

gende rodsystemer, og på kort sigt ved at holde en relativ stor del af næringsstofferne bundet i det organiske stof og dermed ude af cirkulation og aktiv udnyttelse af bevoksningen. Akkumulation af tykke morlag sker i større omfang under blandt andet fyrrearterne, rødgran, sitkagran og bøg, end under bl.a. grandis, ædelgran, eg, lind og ask. Der er dog tale om glidende overgange.

### *Skadevoldere*

Udover de førnævnte klimatiske og jordbundsmæssige (abiotiske) forhold er der en række biotiske faktorer, der sætter visse begrænsninger for valget af træart. Det drejer sig først og fremmest om skadevoldere, herunder insekter, svampesygdomme og en række højrestående dyr.

I visse tilfælde kan en skadevolder fuldstændig forhindre dyrkningen af en bestemt træart. Dette opleves for øjeblikket med elmesygen (*Ceratocystis ulmii*), der er på vej til at udrydde elmen i skoven og landskabet. Weymouthsfyrrens blærrust (*Cronatrium ribicola*) er tilsvarende afgørende for, at vi ikke dyrker en række femnålede fyrrearter her i landet (først og fremmest weymouthsfyr).

Det er meget få af sådanne skadevoldere, der kan imødegåes gennem valg af bestemte provenienser (en undtagelse er fx valget af kystprovenienser hos douglasgran, der har løst problemet med sodskimmel (*Rhabdocline pseudotsugae*)). Derfor er træartsvalget som oftest den altafgørende mulighed for at undgå specifikke problemer.

En række skadevoldere er mere af sekundær karakter, idet de primært angriber allerede svækkede træer. Sådanne kan først og fremmest imødegåes ved at

undgå at plante de pågældende træer under suboptimale dyrkningsbetingelser. Som eksempel på sekundære skadevoldere kan nævnes en række barkbiller, herunder typografen (*Ips typographus*), der især angriber ældre rødgran, hvor den i forvejen er svækket af tørke og vindpåvirkning.

Jættebarkbilleren (*Dendroctonus micans*) angriber både rødgran og sitkagran; det er dog især sitkagranen, der har været udsat for alvorlige angreb. Efter omfattende angreb af jættebarkbilleren i 1950'erne synes der i dag at være opstået en vis balance, idet en rovbillen (*Rhizophagus grandis*) regulerer bestanden af jættebarkbilleren. I hvilken udstrækning denne biologiske balance er blivende er usikker, og jættebarkbilleren udgør derfor en vis potentiel risiko for en massiv dyrkning af sitkagran i Danmark.

Tilsvarende kan nye skadevoldere pludselig dukke op og blive en faktor for dyrkningen af en bestemt træart. Således optrådte den store lærkebarkbille (*Ips cembrae*) for første gang i Danmark i 1995 (Ravn og Harding 1995). Om den vil få nogen betydning for dyrkning af lærk er dog fortsat usikkert.

Der er som tidligere nævnt en række svampesygdomme, som i større eller mindre grad angriber vores skovtræer og derigennem påvirker træartsvalget. I første omgang drejer det sig om rodfordærversvampen (*Heterobasidion annosum*) der især hos rødgranen forårsager rod- og stammeråd med store økonomiske tab til følge. I granbevoksninger, der allerede er stærkt inficeret af svampen, vil et træartsskifte til mere resistente arter være en mulighed. Disse nye træarter kan omfatte løvtræer eller ædelgranarter, der i vid udstrækning er resistente overfor rodfordærversvampen.

Lærkekræftsvampen (*Lachnellula willkommii*) begrænser næsten fuldstændig anvendelsen af europæisk lærk i Danmark og er årsagen til igangsættelse af forædlingen af hybridlærk. Tilsvarende sætter fyrrens knop- og grentørre (*Gremmeniella abietina*) grænser for en større anvendelse af østrigsk fyr.

Tilsvarende udgør muligheden for import af den svamp, der fremholder egens visnesyge (*Ceratocystis fagacearum*) i Nordøstamerika, en potentiel risiko for dyrkning af eg i Danmark (Skovsgaard et al. 1997).

Blandt højerestående dyr er det især pattedyrene, og her specielt mus, harer og hjortevildt, der influerer på valget af træart. Museskader er specielt knyttet til løvtrækulturer, hvor der har indfundet sig græs, og især bøge- og askekulturer kan angribes voldsomt. Nåletræarterne er derimod uinteressante for mus.

Harer og hjortevildt, herunder særlig rådyr, har på grund af deres forkærlighed for løvtræ og til dels visse ædelgranarter været afgørende for valg af træart. I mange skove er vildttrykket så højt, at mulighederne for at etablere løvtrækulturer uden hegn reelt ikke er til stede.

Vildtet indskrænker således ofte mulighederne for et lokalitetstilpasset træartsvalg eller hindrer en naturlig foryngelse, og de har dermed været væsentligt medvirkende til et stærkt ensidigt og tildels økologisk og økonomisk suboptimalt valg af træart i de danske skove. Vildtafværgende foranstaltninger, såsom hegning, er selvfølgelig muligt, men sådanne påvirker i høj grad kulturomkostningerne, og herved økonomien i driften.

### *Hensyn til flora og fauna*

Den klassiske ensartede og ensaldrende højskovsdrift var primært udviklet til

sikring af en kontinuerlig vedproduktion. Derimod indebærer de nye bæredygtighedsprincipper – udover træproduktionen – opprioritering af en række andre funktioner, blandt andet naturbeskyttelse, grundvandssikring, rekreation/fri-luftsliv m.v.

Der er, under hensyntagen til kravet om at øge stabiliteten i skovdriften og fleksibiliteten i skovens funktioner og ydelser, et udtalt behov for at revidere de traditionelle dyrkningssystemer. Dyrkningen af skoven bør derfor ikke låses fast i stive systemer og principper (renafdrift, skærmstilling, plukhugst m.v.), men bør gennemføres i relation til de muligheder, som den store variation i aktuel skovtilstand og lokale dyrkningsforhold giver. Herved får principperne i, og erfaringerne med naturnære dyrkningsformer, særlig aktualitet.

En større grad af naturnærhed i dyrkningen, herunder anvendelse af selvfornyelse og udvikling af artsblandede og strukturrige bevoksninger, vil i højere grad tage hensyn til flora og fauna end den klassiske ensaldrende og ensartede højskovsdrift. I denne sammenhæng bør træartsvalget alt andet lige fokusere på de arter, der under vore forhold har muligheder for selvfornyelse. Det drejer sig i første række om bøg, ask, ær, birk, ædelgran, lærk og skovfyr samt i mindre grad douglasgran og sitkagran. Med hensyn til de genetiske ressourcer hos vore naturlige skovtræer og buske er der sket et tab af biologisk mangfoldighed, blandt andet som følge af indførsel af udenlandske arter. Flere arter er dog også, på grund af deres ringe anvendelse som vedproducenter, blevet fortrængt til små arealer som fx skovbryn.

Dette problem er ligeledes stort for de plante- og dyrearter, der nu kun er til

stede i meget ringe antal, og hvis mulighed for spredning er lav. Det er således vigtigt i planlægningsmæssig sammenhæng, at skovområder er af en sådan størrelse, at levedygtige populationer af såvel flora som fauna kan opretholdes. Dette gælder såvel størrelsen af den enkelte habitat indenfor den enkelte skov, som størrelsen af hele skoven.

Påvirkningen af den genetiske diversitet i de sidste par hundrede år har været temmelig kompleks, idet der på samme tid er sket både en berigelse og en reduktion af variationen. Størst betydning må nok tilskrives den omfattende introduktion af nye arter og provenienser, som har øget variationen på nationalt og regionalt niveau, men ikke nødvendigvis i den enkelte skov eller skovareal.

Samtidig er variationen blevet påvirket gennem egentlige skovdyrkningsmæssige dispositioner. Påvirkningen har to hovedårsager: 1) introduktion af udenlandske arter og lokalitetsfremmede provenienser fra hjemmehørende arter, og 2) anvendelse af kunstige kulturmetoder baseret på plantemateriale fra udvalgte og i mange tilfælde forædlede frøkilder. Begge punkter bliver diskuteret indgående af Kjær et al. (1997).

Træartsvalget får desuden stor betydning ved *blandingsbevoksninger*. Realisering af sådanne blandinger forudsætter en lokalitetsbestemt relativt gnidningsfri udvikling og styring af de indgående arter i blandingen (Larsen 1991). Ønsket om fremme af artsblandinger hænger derfor nøje sammen med behovet for ændrede bevoksningsstrukturer. De hidtidige, som oftest dårlige, erfaringer med styring af blandingsbevoksninger skyldes hovedsageligt, at disse er blevet drevet i ensaldrende højskovs-

drift – “blandskoven er blevet presset ind i normalskovens tvangsjakke”.

De artsblandinger, der hyppigt iagttages i naturen, er for det meste øjebliksbilleder af naturlige successionsforløb, enten i form af målrettede successioner fra lystræsamfund (pionerarter) til skygge-træer (subklimaks- henholdsvis klimaksarter) eller som gruppevis mikro-succession i klimaksamfund.

Det er i sådanne rumligt mere heterogene naturnære strukturer (skygge-træer under lystræer eller subklimaks- og klimaksarter i gruppevis blanding), at arter i blanding gruppevis kan udvikles, og ikke i rumligt homogene skematisk strukturerede bevoksninger (fx rækkevisse blandinger i ensaldrende højskovsdrift). Valget af træarter i sådanne blandinger bør derfor nøje afstemmes med bevoksningsstrukturerne og dyrknings-systemet.

Bæredygtighedsprincippernes krav om sikring af *biodiversiteten* kan tilsvarende tilgodeses i væsentlig grad gennem artsvalget. Da skovens primære rolle i relation til sikring af den biologiske mangfoldighed primært er knyttet til den naturlige vegetation, som i Danmark vil være den løvfældende bland-skov, vil en større anvendelse af de naturligt hjemmehørende løvtræarter såsom bøg, eg, ask, lind, rødél, birk samt muligvis ær, alt andet lige bidrage til sikring af flora og fauna.

Indførelsen af nye træarter i skovbruget har dog en mere end tohundredeårig tradition. Især i forbindelse med den store udbredelse af en række nåletræarter, herunder rødgran, sitkagran, douglas-gran, lærk m.v., er der tilsvarende indvandret en række dertil knyttede plante- og dyrearter, som vel også efterhånden har fået dansk indfødsret.

Ud fra denne vurdering bør mulighederne for sikring af biodiversiteten gennem artsvalget ikke blot fokusere på anvendelsen af de naturligt hjemmehørende arter i Danmark. I højere grad bør man forsøge at sikre et lokalitetstilpasset og varieret valg af træarter, som på længere sigt giver højere stabilitet i strukturudviklingen og bedre muligheder for naturautomation i skovdriften, herunder naturlig foryngelse.

### *Grundvand*

Sædvanligvis regnes skovdrift for en arealudnyttelsesform, som i høj grad beskytter grundvandet og de vandløb, der løber gennem skovene (Hansen et al. 1996).

Den generelle gyldighed af denne opfattelse sættes der dog i flere sammenhænge spørgsmålstegn ved. Således finder Friberg (1997), at faunalivet i vandløb ændres (forarmes) ved valg af træarter som producerer surt- og humusholdigt afstrømningsvalg. Sådanne træarter vil først og fremmest være rødgran og sitkagran.

Endvidere påstås renafdriфтssystemet ofte at medføre en betydelig udvaskning af næringsstoffer i forbindelse med regenerationsfasen og dermed en negativ påvirkning af grund- og overfladevand. Indirekte falder dette tilbage på træarter, som dyrkes i denne driftsform. Det drejer sig især om rødgran- og sitkagran.

Der er dog ikke eksperimentelt grundlag for denne effekts generelle gyldighed under danske forhold. Snarere tværtimod, idet de to danske undersøgelser som foreligger, begge finder en forholdsvis ubetydelig udvaskning efter renafdriфт af rødgran (Holstener-Jørgensen og Krag 1988, Andersen 1992). Endvidere bør en eventuel kortvarig forøgelse

af stofudvaskning under regenerationsfasen vurderes i forhold til udvaskningen under hele omdriftsperioden.

Konkluderende må det erkendes, at den nuværende eksperimentelt forankrede viden ikke giver mulighed for at sætte stofudvaskning i relation til træartsvalg. Tilsvarende finder Callesen et al. (1996) ingen forskel i nitratudvaskning mellem træarterne i en undersøgelse omfattende 111 danske skovlokaliteter.

### *Landskabsøkologi og -æstetik*

På trods af det relativt lille danske skovareal udgør skovene med det stærkt opsplittede areal et væsentligt element i landskabsbilledet. Med planerne om en fordobling af skovarealet indenfor en trægeneration vil skovene komme til at dække op mod en fjerdedel af det samlede landareal og få en endnu større rolle i landskabsæstetisk og rekreativ henseende.

Desuden har skovene i relation til deres størrelse, form, beliggenhed samt ydre og indre strukturer en stor betydning for landskabets økologiske funktionalitet, herunder evne til sikring af genflow (biodiversitet), stofudveksling (sikring af dyrkningsgrundlaget og beskyttelse af grundvand og overfladevand) samt påvirkning af mikro- og mesoklimaet på landskabsniveau (temperatur og vindforhold).

Skovens indre og ydre strukturer er specielt påvirket af træartsvalget, og ud fra landskabsøkologiske og -æstetiske vurderinger udgør skovbrynene en nøglefunktion. Skovbrynenes funktionalitet både i økologisk og i landskabsæstetisk henseende hænger således stærkt sammen med deres stabilitet (Hübertz og Larsen 1994).

Træartsvalget i brynene bør derfor især koncentreres omkring arter, der er til-

passet disse klimatisk udsatte forhold. Det vil i stor udstrækning sige løvtræarter, som eg, bøg, fuglekirsebær, ask, ær, røn i østdanske bryn og eg, bævreasp, birk, seljær, og lind i vestdanske bryn (Andersen et al. 1994). Disse bør så vidt muligt knyttes arts-mæssigt sammen med økologiske ledelinier i landskabet (spredningskorridorer) så som hegn, skel, vandløb m.v.

Vægtningen af træproduktionshensyn i forhold til de "bløde" værdier, herunder biodiversitet, rekreation, æstetik samt kulturhistoriske værdier afhænger især af ejerforholdet samt af forventningerne til fremtiden og til den teknologiske udvikling. Generelt vil et offentligt skovbrug prioritere de samfundsmæssige, "bløde" værdier højere end det private skovbrug al den stund samfundet har (eller tager sig) råd, og den private ejer ikke aflønnes for de ikke-materielle værdier.

Forventninger om, at der indenfor den kommende trægeneration vil herske stor knaphed på materialer og energi vil medføre en forstærket satsning på træarter med en stor masseproduktion dyrket i intensiv drift, det vil sige især nåletræarter dyrket i plantagelignende systemer. Regner man derimod med, at den teknologiske udvikling vil frembringe billige og miljømæssigt acceptable substitutter for skovens primære produkter, vil valget af træarter – herunder en forstærket anvendelse af løvtræ dyrket i naturnære driftsformer, der i højere grad tilgodeser skovens "bløde" værdier – blive langt lettere.

## **2.2 Driftsøkonomiske forhold**

Bæredygtighedstanken hviler på tre søjler: Den økologiske, den sociale og den økonomiske.

Den økologiske, og til dels den sociale, har central betydning for sikring af skovens langsigtede muligheder (funktionabilitet i relation til kommende generationer), det vil sige sikring af naturgrundlaget, dyrkningsgrundlaget, produktionsmulighederne og den langsigtede stabilitet.

Den økonomiske søjle har ligeledes generationsperspektivet i fokus, men den tager udgangspunkt i nutiden, idet det her drejer sig om at bedømme, hvordan udgifter og indtægter, henholdsvis afkald på indtægter her og nu, påvirker fremtidige muligheder for at sikre et økonomisk afkast (inklusive kommende generationers muligheder).

I den traditionelle skovøkonomi foretages en analyse af den enkelte træarts indtægts- og udgiftsforløb over hele omdriften på baggrund af såkaldte "omsætningsbalancer". Ud fra disse kan man beregne det årlige *kasseoverskud* som summen af samtlige indtægter og udgifter divideret med antal år i omdriften. Kasseoverskuddet er således et udtryk for træartens årlige gennemsnitlige overskud uden hensyn til rentabiliteten (det vil sige hvornår indtægterne og udgifterne falder i produktionsforløbet). Træartens kasseoverskud ved normaldrift i kombination med dens generelle stabilitet, samt træartens opsparesevne, vurderet som den maksimale stående værdi over omdriften, udtrykker træartens *soliditet*.

En anden driftsøkonomisk nøgelfaktor, *rentabiliteten*, kan beregnes som jordværdien ved et givet forrentningskrav (fx 2%) eller som den interne forrentning (det vil sige den fra omsætningsbalancen beregnede rente, der giver en jordværdi på 0).

Træartsvisse beregninger af disse økono-

miske nøgletal for både vedproduktion og pyntegrønt og opdelt efter boniteter (produktionsklasser = PK) findes i Skovøkonomiske Tabeller (1995).

Læseren må dog advares mod en ukritisk brug af sådanne tabelværker. Analyser af denne art er forbundet med en enorm usikkerhed. De forudsætter principielt, at man kan forudsige pris- og omkostningsforhold for den enkelte driftsklasse over en hel omdrift (fra 50 - 120 år!), og at den beregnede optimale omdriftsalder nåes uden problemer, såsom stormfald, angreb af skadevoldere og forringet stabilitet på grund af fx klimaændringer.

Ved en "optimal" omdriftsalder på 50 år giver sitkagran med PK 18.5 således en intern forrentning på 3.0%. Sænkes denne omdriftsalder til 40 år på grund af stormfald eller andre kalamiteter er forrentningen kun 1.6%. En nylig gennemført analyse af den realiserede omdriftsalder i sitkagran på Lounkær skovdistrikt (v. Hadsund) gennem de sidste 65 år kom således frem til en gennemsnitlig omdrift på 37 år. Dette skyldtes, at 82% af samtlige afdrifter var sket gennem stormfald og kun 18% gennem reel (styret) hovedskovning (Rasmussen et al. 1995).

De store usikkerheder forbundet med sådanne langsigtede beregninger må dog ikke nedtone deres betydning for træartsvalget. De er vigtige at gennemføre for at få et indtryk af de forskellige træarters *relative* styrker og svagheder i produktionsøkonomisk henseende.

Det er således afgørende at erkende begrænsningerne ved at anvende betragtninger over rentabilitet og beregninger af jordværdi over så lange tidsrum som beslutninger om træartsvalget indebærer. Dette er vel bedst kommet til udtryk





*Skovbryn med stor artsvariation, Corselitze skovdistrikt. Skovbrynene har en nøglefunktion både i relation til skovens stabilitet og sikring af skovklimaet, men også i landskabs-økologisk og æstetisk henseende. Træartsvalget bør derfor især koncentreres omkring arter, der er tilpasset de klimatiske udsatte forhold, der optræder i brynene. (Foto: S. Fodgaard, 1991).*

i Holten-Andersen (1992)'s sammenfatning: "Jordværdiberegningernes hovedformål er at levere et systematisk stringent tankesæt til at opnå en grundfæstet, intuitiv fortrolighed med de økonomiske sider af træartsvalgsstrategien. Herefter er vi færdige med at beregne jordværdier!".

Opererer man (måske af nød) med en relativ høj rentefod (3-5% realrente) vil dette tilgodese træarter med forholdsvis lave anlægsomkostninger og/eller korte omdriftsaldre. Ses bort fra juletræ- og pyntegrøntproduktion, der i forvejen i lovgivningen er underkastet stramme

arealmæssige begrænsninger, vil kravet om en høj rentefod tilgodese kultursikre og billige hurtigtvoksende nåletræarter såsom rødgran og sitkagran. Disse arter giver på den anden side et relativt lavt årligt kasseoverskud og indebærer en høj produktionsrisiko og en lille soliditet.

Ønskes derimod et højt kasseoverskud og soliditet, en stor økonomisk stabilitet og fleksibilitet, og er behovet for en høj rentefod ikke så udtalt, vil en række løvtræarter som eg, bøg, ask, ær og fuglekirsebær m.v. samt stabile nåletræarter med et kvalitetspotentiale, som fx

douglasgran og muligvis lærk, være "stærke".

Det skal dog understreges, at disse overvejelser bygger på, at den pågældende træart ud fra en produktionsøkologisk vurdering kommer på tale på den pågældende lokalitet.

### 3. Det bæredygtige træartsvalg

Ud fra den overordnede træartspolitik (se afsnit 1) samt nogle generelle økonomiske vurderinger med hensyn til *likviditet* (ønsket om opretholdelse af et jævnt indtægtsforløb), sikring af afsætningsmæssig *fleksibilitet* (flere varer på hylderne) og *stabilitet* (sikkerhed for at butikken ikke braser sammen med følgende ophørsudsalg) bør man søge at opbygge en række driftsklasser med en vis grad af kontrasterende økonomiske styrker.

Det vil således være økonomisk (og økologisk) uansvarligt med baggrund i nogle primitive økonomiske analyser at sats på *den* bedste træart. Der bør tværtimod satses på en række for det pågældende område økologisk og økonomisk velegnede træarter ud fra en langsigtet træartspolitik, med udgangspunkt i de eksisterende økologiske forhold.

Den specifikke allokering af den enkelte art eller artsblending til en bestemt lokalitet bør derefter, for at optimere træartsvalget både økologisk og økonomisk, ske med udgangspunkt i en analyse af dyrkningsgrundlaget (jordbunden) og dennes variation gennem en lokalitetskortlægning.

Set ud fra en bæredygtighedsbetragtning ligger der en latent konflikt mellem det at opfylde vore behov og samtidig sikre kommende generationers muligheder.

Spørgsmålet er, hvor meget vi skal (eller kan?) give afkald på af økonomiske her- og-nu ydelser, for at skabe muligheder for fremtiden?

Med det lange perspektiv skovbrug har, må vi have råd (eller tage os råd) til at sikre kommende generationers muligheder for at bruge skoven. Det gør vi alt andet lige ved at skabe store værdier både af produktions- og naturmæssig art, at sikre disse gennem en høj stabilitet og ved at skabe muligheder for en fleksibel brug af skoven som naturressource.

For træarts- og proveniensvalget betyder det: valg af stabile og produktive træarter og provenienser med et højt potentiale for kvalitetsproduktion dyrket i stabile skovstrukturer. Set i lyset af de sidste 50 års noget monomane træartsvalg indebærer dette en generel opprioritering af løvtræer, en reduktion af specielt rødgranen og generelt en satsning på et mere variabelt og lokalitetstilpasset træartsvalg, herunder brugen af flere arter og artsblandinger.

### 4. Litteratur

- Andersen, B. R., 1992: The influence of silviculture on soil chemistry and the quality of groundwater and surface waters. Ph.D. Dissertation. Laboratoriet for Økologi og Miljølære, DTU, 164 p.
- Andersen, S., Hübertz, H., Nielsen, T. S., 1994: Træer og buske i skovbryn – arts-sammensætning og struktur. DST, 79, 18-36.
- Callesen, I., Thormann, A., Raulund-Rasmussen, K., Stryhn, H., Østergaard, H. S., 1996: Nitrat-koncentrationen i jordvand under danske skove. DST, 81, 73-94.
- Friberg, N., 1997: Benthic invertebrate communities in six Danish forest streams:

- impact of forest type on structure and function. *Ecography*, 20, 19-28.
- Hansen, K., Raulund-Rasmussen, K., Gundersen, P., 1996: Skovdriftens effekter på dyrkningsgrundlag, grund- og overfladevand. Forskningscentret for Skov & Landskab, Skovbrugsserien nr. 18, 79 p.
- Holstener-Jørgensen, H., Krag, M., 1988: Skovbrug og miljø. *Skoven*, 8, 266-268.
- Holtén-Andersen, P., 1992: Træartsvalg og jordværdier. *Skoven*, 33-37.
- Hübertz, H., Larsen, J. B., 1994: Skovbrynet som en del af produktionsskoven – læ og stabilitet. *DST*, 79, 77-91.
- Kjær, E. D., Graudal, L., Larsen, J. B., 1997: Samspil mellem proveniensvalg, forædling og skovdyrkning. I: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug (Larsen, J. B., red.). *DST*, 82, 27-53.
- Larsen, J. B., 1983: Danske skovtræer. Raceforhold, frøforsyning og proveniensvalg. *DST*, 68, 1-100.
- Larsen, J. B., 1990: CO<sub>2</sub>-problemet og drivhuseffekten – konsekvensen for skovene og deres dyrkning. *DST*, 75, 59-71.
- Larsen, J. B., 1991: Ett säkrare kort i en osäker miljö. *Skog och Forskning*, 2, 19-22.
- Larsen, J. B., Raulund-Rasmussen, K., Saxe, H., Skjoldby, N., 1993: "Røde rødgraner" – systemøkologiske aspekter. *DST*, 78, 163-182.
- Larsen, J. B., 1995a: Ecological stability of forests and sustainable silviculture. *Forest Ecology and Management*, 73, 85-96.
- Larsen, J. B., 1995b: Silviculture and the stability of stressed forests. *IUFRO XX World Congress. Congress Report, Vol. II*, 343-351.
- Miljø- og Energiministeriet, 1996: Drivhuseffekt og klimaændringer. Betydning for Danmark set i lyset af IPCC's 1996 rapporter.
- Nielsen, C. N., Dencker, I., Christiansen, B., 1995: Treearch – forskning i træers opbygning og rodudvikling. *Skoven*, 260-262.
- Rasmussen, A. W., Gernow, K. A., Iversen, P. A., 1995: Driftsplan for Lounkær skovdistrikt. Plan- og budgetdel. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Sektion for Skovbrug.
- Raulund-Rasmussen, K., 1993: Pedological and mineralogical characterization of five Danish forest soils. *For. & Landsc. Res.*, 1, 9-33.
- Raulund-Rasmussen, K., Vejre, H., 1995: Effect of tree species and soil properties on nutrient immobilization in the forest floor. *Plant and Soil*, 168-69, 345-352.
- Ravn, H. P., Harding, S., 1995: Ny aggressiv barkbilleart på lærk. *Skoven*, 170-172.
- Saxe, H., Larsen, J. B., 1992: "Røde rødgraner" – økofysiologiske aspekter. *DST*, 77, 187-209.
- Skovsgaard, J. P., Thomsen, I. M., Søgaard, J., 1997: Egens visnesyge – risiko for danske ege hvis sygdommen spredes til Europa. *Skoven*, 178-179.
- Skovøkonomiske Tabeller, 1995. Dansk Skovforening, Hedeselskabet, Skov- og Naturstyrelsen, De Danske Skovdyrkerforeninger.
- Vesterdal, L., Dalsgaard, M., Felby, C., Raulund-Rasmussen, K., Jørgensen, B. B., 1995: Effects of thinning and soil properties on accumulation of carbon, nitrogen and phosphorus in the forest floor of Norway spruce stands. *Forest Ecology and Management*, 77, 1-10.
- Vesterdal, L., Raulund-Rasmussen, K., 1997: Effect of tree species and soil properties on forest floor decomposition rate. *Forest Ecology and Management* (submitted).

# Samspil mellem proveniensvalg, forædling og skovdyrkning

Af Erik D. Kjær, Lars Graudal og J. Bo Larsen

## Indledning

Proveniensvalget har kun interesse for så vidt som der findes genetiske forskelle mellem frøkilder, det vil sige at der findes genetisk diversitet inden for arten. En diskussion af den genetiske variations betydning, oprindelse og dynamiske udvikling – naturgiven såvel som menneskeskabt – er derfor et naturligt udgangspunkt for det konkrete proveniensvalg.

Samtidig er det nødvendigt ud fra en bæredygtighedsbetragtning at overveje hvorledes den genetiske diversitet i skovene påvirkes gennem forskellige valg af frøkilder og skovdyrkningsmæssige tiltag. Disse centrale emner behandles i nærværende artikel.

En mere udførlig diskussion af værdien af genetisk variation, samt en diskussion af genbevaringstiltag for træer og buske i Danmark, er givet i den følgende artikel – Graudal et al. (1997).

## 1. Den genetiske variation: Grundlaget for frøkildevalet

### 1.1 Genetisk diversitet og dens betydning

Skovtræernes genetiske diversitet er en

del af den samlede “biologiske diversitet” (også kaldet biodiversitet), som dækker over mangfoldigheden af alt liv på jorden. Der skelnes almindeligvis mellem tre niveauer af biodiversitet: økosystemdiversitet, artsdiversitet og genetisk diversitet (jf. fx McNeely et al. 1990).

*Økosystemdiversitet* (eller habitatdiversitet) består dels i den variation som findes indenfor et økosystem, dels i de forskelle i form af blandt andet arts sammensætning m.v., der findes mellem forskellige økosystemer, i reglen indenfor samme naturgeografiske område.

Ved *artsdiversitet* forstås antal af og forskelle mellem arter indenfor et givent område.

*Gener* er anlæg, som overføres under den reproduktive proces, og som bærer arvelige egenskaber fra forældre til afkom. *Genetisk diversitet* eller *genetisk variation* består i de arvelige forskelle både imellem forskellige arter og indenfor samme art.

Der skelnes yderligere mellem alfa-, beta- og gammadiversitet, hvor alfadiversitet udtrykker mangfoldigheden af arter indenfor et givent område, betadiversitet er graden af differentiering mellem samfund langs habitatgradienter, og

gammadiversitet udtrykker mangfoldigheden af arter indenfor en gruppe habitater, fx et landskab, et naturgeografisk område eller lignende (Whittaker 1972). Det er hensigtsmæssigt at underindele artens genetiske diversitet i to niveauer: For det første variation på proveniensniveau, det vil sige differentieringen i den genetiske sammensætning mellem forskellige populationer (inter-populationsniveau). Det er genetisk variation på dette niveau vi udnytter, når vi fx retrækker hårdføre sitkaproveniens fra British Columbia til klitområderne, men mere finkvistede og hurtigvoksende Washington proveniens til de gamle skovegne.

For det andet variationen mellem individer indenfor samme bestand (intra-populationsvariation). Det er specielt variation på dette niveau man udnytter ved udvalg, opformering og afprøvning af særlig vækstkraftige, retformede og/eller sent udspringende kloner i forædlingsarbejdet.

Variationen indenfor bestanden er desuden vigtig, fordi den genetiske variation på dette niveau virker som en "buffer" indenfor den enkelte bevoksningsliv. For de fleste træarter reduceres plantetallet i en bevoksning betydeligt fra anlæg til afdrift. I denne proces kan genetisk variation spille en vigtig rolle, fordi en mangfoldighed af genetiske anlæg øger sandsynligheden for, at der til stadighed vil være individer som passer til varierende vækstbetingelser. Variation på intra-populationsniveau øger således bestandenes stabilitet, det vil sige bevoksningens evne til at modstå ydre stress.

Larsen (1995) diskuterer og definerer således en bevoksningens stabilitet i relation til tilpasningsevnen på henholdsvis

bevoksningniveau og individniveau. Tilpasningsevnen på bevoksningniveau kan relateres til variationen mellem arter (monokultur versus blandingskov) og mellem individer indenfor arter (inter- og intra-populationsniveau). En stor variation på bevoksningniveau (artsblandinger, proveniensblandinger og/eller anvendelse af proveniens med stor genetisk variationsbredde) vil alt andet lige bidrage til en stor stødpudeevne, også kaldet *resiliens*.

En blanding af rødgran og sitkagran vil således være bedre sikret mod uforudsigelige klimaforandringer end bevoksninger af de rene arter. Et mildere klima som direkte følge af drivhuseffekten vil svække rødgranen, mens sitkagranen sandsynligvis vil drage fordel af et sådant klimaskift. Hvis klimaet derimod bliver koldere som følge af ændrede havstrømme vil rødgranen være godt tilpasset de mere kontinentale forhold, mens sitkagranen kan få problemer (Larsen 1991 og 1995). Tilsvarende vil stor variation mellem de enkelte individer indenfor arten i en renbestand øge sandsynligheden for, at en del af individerne overlever en bestemt skadevolder eller abiotisk stressfaktor.

Stabilitetens anden delkomponent *resistensen* (evnen til at modstå stress) kan relateres til den genetiske variation indenfor det enkelte individs genotype. En stor fysiologisk tilpasningsevne vil "bufre" en given stress-faktor på individniveau (individet vil overleve), og således ikke udløse tilpasningsprocesser på populationsniveau, henholdsvis artsniveau (Larsen 1995).

I klonskovbrug med fx popler udnyttes muligheden for at maksimere tilpasningsevnen på individniveau (*resistensen*). Men i den udstrækning bevoksning

ger består af en enkelt klon mistes tilpasningsevnen på bestandsniveau (*resiliensen*), og det samlede resultat kan derfor blive en dårlig stabilitet.

Hvis det drejer sig om energiskov i kort omdrift, kan det være et tilfredsstillende dyrkningsystem – ud fra et produktionssynspunkt – at anvende en enkelt klon. Det forudsætter naturligvis at der gennem intensiv forædling og afprøvning til stadighed fremavles og afprøves nye genotyper. Mest spektakulært kendes det fra eucalyptus-dyrkning i Brasilien (Aracruz), hvor det er lykkedes at mangedoble tørstofproduktionen gennem forædling og anvendelse af monoklonplantninger i kort omdrift (Haygreen 1988).

Når det drejer sig om skovdyrkning baseret på lange omdriftstider, er ensidig satsning på én klon langt mere tvivlsom. I landbruget er opsamlet en række erfaringer vedrørende hvor længe rene sorter kan opretholde resistens mod forskellige skadevoldere. Fx kan fuld meldugresistens i en enkelt sort af byg næppe opretholdes mere end 5-10 år (Jørgensen 1994). Fra poppeldyrkningen kendes også eksempler på, at ensidig satsning på denne ene stabilitetskomponent (*resistensen*) har ført til eklatante katastrofer når en specifik skadevolder bryder den anvendte klons specifikke resistens (fx svampesygdommene *Dothichiza* og *Marssonina*).

Variation findes således på flere niveauer. Derfor skal valg af træart, valg af proveniens og valg af gode individer indenfor provenienser opfattes som en sammenhængende kæde af beslutninger, hvor man blot bevæger sig på forskelligt diversitetsniveau. Man opnår en høj grad af genetisk diversitet ved at benytte genetisk meget brede frøkluder (fx

frøplantager baseret på mange kloner), ved at blande arter i bevoksninger, eller – som man ofte gør i frøplantager – ved at blande relativt få kloner fra forskellige provenienser. Det er derfor vigtigt at se valg af art og af frøkilde indenfor arten i sammenhæng.

## 1.2 Den genetiske variations oprindelse og udvikling

De genressourcer, som vi finder repræsenteret i danske træ- og buskbevoksninger i skovene og det åbne land har en blandet historie og ofte en tilsvarende uensartet genetisk baggrund. En del bevoksninger kan med stor sandsynlighed føres tilbage til deres indvandring til lokaliteten, men det er ofte svært at afgøre om indvandringen er sket naturligt eller som følge af menneskeskabt spredning. Vækstvilkårene har ændret sig betydeligt siden mange af vore busk- og træarters indvandring til Danmark. Bevoksningernes genetiske sammensætning har undergået – og undergår stadig – en dynamisk udvikling ud fra et komplekst evolutionært udgangspunkt, og under indflydelse af historiske og plantegeografiske forhold, samt naturlig og menneskeskabt selektion. Deres nuværende genetiske sammensætning er et produkt af denne dynamiske udvikling, og således ikke blot et udtryk for tilpasning til de aktuelle naturgivne forhold.

Helt overordnet er der – set fra en genetisk synsvinkel – tale om en udvikling fra et relativt diversitetsfattigt udgangspunkt. I det stærkt kulturpåvirkede danske landskab har den menneskelige påvirkning også haft en afgørende betydning. Disse forhold vil blive omtalt i det følgende.

Det er karakteristisk for den naturlige

flora i Danmark, at vi kun har få træarter. Denne artsfattigdom er generel for Europa, når man sammenligner med Nordamerika og den nordvestlige del af Asien. Årsagen er sandsynligvis, at arterne i forbindelse med nedslusningerne ikke har haft tilstrækkelig gode refugier i det sydlige Europa (dér hvor det var varmt nok, var det til gengæld for tørt). Konsekvensen har været at antallet af vedplante-slægter i Nordvesteuropa er faldet fra knap 50 (for 2 mio. år siden) til de cirka 20 som findes i dag (Bradshaw 1995, med reference til Tallis 1991). I denne periode er slægter som fx *Tsuga*, *Taxodium*, *Liriodendron*, *Sequoia*, *Pseudotsuga* og *Carya* forsvundet.

Hertil kommer, at arternes store transeuropæiske udbredelsesområder – som vi for mange arter kender fra mellemistiderne – i virkeligheden er tidsmæssigt relativt korte afbrydelser af de lange istider, hvor arterne har vokset i små, isolerede refugier. I disse tidsmæssigt lange perioder kan tab af genetisk diversitet som følge af såkaldt genetisk drift (se fx Kjær et al. 1995) have haft et betydeligt omfang.

Sammenlagt konkluderer Bradshaw (1995), at vi i Europa gennem de sidste 1-2 millioner år har tabt en ekstra stor del af den genetiske variation, som blev skabt gennem tertiærtidens evolution (tiden fra for 65 til for 2 millioner år siden).

Den lave naturgivne diversitet på artsniveau skal erindres, når man diskuterer anvendelse af eksotiske arter i skovbruget. Ved valg af frøkilder indenfor de hjemmehørende europæiske arter kan det også have vigtige konsekvenser.

Fx finder Bergmann et al. (1990) større variation i ædelgran provenienser fra Syditalien sammenlignet med mellem-

europæiske herkomster, hvilket kan forklares ud fra forskelle i istidsrefugier. Det skal ses i sammenhæng med, at Larsen (1986) og Larsen og Mekic (1991) har fundet en påfaldende sammenhæng mellem disse forskelle i genetisk diversitet og den betydelige proveniensvariation i fysiologisk tilpasningsevne og modstandsdygtighed overfor den såkaldte "Tannensterben". For en mere dybtgående behandling af ædelgranens genøkologi og dens betydning for ædelgrandyrkningen og proveniensvalget henvises til Larsen (1994).

Helt generelt hører skovtræer til nogle af de genetisk meget variable plantearter, omend der er forskelle mellem arterne, blandt andet afhængigt af disses oprindelse og livshistorie. Mange af de proveniensforsøg, som er omtalt artsvis i de følgende artikler i dette hæfte, har afsløret store genetiske forskelle mellem populationer. Noget tilsvarende gælder genetisk variation indenfor populationer. Afkoms- og klonforsøg, der sammenligner afkom/rameter af enkelttræer indenfor provenienserne, har i mange tilfælde vist, at den genetiske variation i nogle egenskaber ofte er større indenfor populationer end mellem dem (se fx Skrøppa (1991), Nilsson (1990) eller Kleinschmidt og Sauer (1976)).

Undersøgelser af genetisk variation ved hjælp af såkaldte isoenzymer har for en række forskellige dyre- og plantearter vist, at skovtræer generelt har en relativt stor genetisk diversitet. Variationen dækker over betydelige forskelle arterne imellem, men som gennemsnit er den genetiske diversitet fx dobbelt så stor blandt nåletræer som blandt planter i øvrigt (Siegismund 1993).

Resultater fra isoenzym-studier skal i denne sammenhæng fortolkes med no-

gen varsomhed (jf. fx Kjær og Graudal 1993). Man kan dog sammenfattende konkludere, at træer har en meget høj grad af genetisk variation, og netop derfor er det vigtigt at lade spørgsmål vedrørende genetiske aspekter indgå i vores skovdyrkningsmæssige overvejelser.

### 1.3 Menneskets påvirkning af de genetiske variationsmønstre

Menneskelig aktivitet har haft en betydelig indflydelse på de genetiske variationsmønstre. Påvirkningen har været både direkte og indirekte.

For skovenes vedkommende har den direkte påvirkning bestået først i skovødelæggelse og siden i skovopbygning. I det åbne land er det især de intensive landbrugsformer, der har haft betydning.

Den indirekte påvirkning har i nyere tid fundet sted via emission af forskellige planteskadelige og klimapåvirkende stoffer til atmosfæren. Berigelse med næringsstoffer fra luftforurening eller spredning fra landbrugsarealer har også haft betydning.

Generelt er vort detailkendskab til effekten af menneskets landskabsudnyttelse på den biologiske mangfoldighed begrænset. Den omfattende og ukontrollerede skovødelæggelse, som fandt sted indtil omkring år 1800, medførte, at voksestederne for vore træ- og buskarter undergik både en kraftig reduktion og en kraftig opsplintning.

Kulturpåvirkningen i denne periode har givetvis medført en reduktion af vore træ- og buskarters genetiske variation. Skovfyr (*Pinus sylvestris*) blev fx udryddet fra den danske flora i denne periode, og lindens (*Tilia cordata*) udbredelsesområder blev stærkt begrænset.

Tilsvarende er der som følge af skovens overudnyttelse sket en genetisk påvirkning, der med "moderne" forstlige øjne har medført en stærk forarmning af ressourcerne. Dette er specielt karakteristisk for egen, der med Vaupell (1863)'s ord har været efterstræbt af bonde, herremænd og svenskere. Egens generelt ringere form på Sjælland kan således tilskrives menneskelig påvirkning (Jensen 1993).

Frem til omkring år 1800 falder historien om det åbne lands udvikling sammen med skovødelæggelsen. Derefter ændredes landskabsstrukturen væsentligt som følge af den store befolknings-tilvækst fra midten af 1700-tallet.

Generelt er der sket en forringelse af livsbetingelserne for dyre- og plantelivet. I skovene har vådområderne været relativt lysåbne og i praksis fungeret som "skovenes åbne land". Disse områder er blevet stærkt begrænset i forbindelse med dræningstiltag i skovene. Der findes ikke nogen egentlig vurdering af hvorledes denne udvikling har påvirket den genetiske variation hos de træ- og buskarter, som er knyttet til lysåbne biotoper og derfor hovedsagelig vokser udenfor skovene. Det må imidlertid formodes, at den forarmning, som fandt sted i forbindelse med skovødelæggelsen, i væsentligt omfang har fået lov at fortsætte for træ- og buskarter i det åbne land.

Det er tilsvarende vanskeligt at vurdere betydningen af landskabets udvikling. Overdrev, mange småbiotoper og rand- og overgangszoner mellem skov og åbent land er ændret. Græsningsarealer i skovene er blevet stærkt indskrænket.

Kreaturgræsning har nok fremmet arter, som tåler græsning ("bid og tramp"), og som i visse tilfælde foryngelsesmæssigt



favoriseres heraf. Det drejer sig især om arter af tjørn (*Crataegus spp.*), rose (*Rosa spp.*), slåen (*Prunus spinosa*), ene (*Juniperus communis*), vrietorn (*Rhamnus cathartica*), og især i Limfjordegnenes litorina-landskaber havtorn (*Hippophae rhamnoides*).

Der er kommet flere skovbryn. De forholdsvis få kulturindgreb i skovbrynene betyder, at de sandsynligvis har været vigtige refugier for de arter, som i forbindelse med skovens kultivering er trængt ud af skoven. Det vil sige de arter, som hverken er indgået som naturlig foryngelse i de ønskede bestande, eller som fx birk (*Betula spp.*) og røn (*Sorbus spp.*) har kunnet fungere som pionerarter i forbindelse med renafdrifter. Skovbrynenes beskedne arealmæssige udbredelse kan dog lokalt have resulteret i små populationsstørrelser.

Der er også med tiden sket økologiske forandringer i skovbrynene. Der har i dette århundrede været en tendens til, at gamle stabile bryn i stigende grad har favoriseret skyggetålende træarter som bøg (*Fagus sylvatica*), elm (*Ulmus spp.*) og *Acer spp.*, hvor især elm og ær (*Acer pseudoplatanus*) sandsynligvis ofte stammer fra frøkilder udenfor skovene, fx vejtræer, alléer eller solitærtræer ved gårde, hyppigt af udenlandsk herkomst (Ødum, pers. medd.).

Disse beplantninger er i mange tilfælde foretaget med planter af sydlandsk herkomst (Jøhnk 1996), ligesom der også i landskabet er indført mange eksotiske arter. Eksempler herpå er Vild pære (*Pyrus communis*), Æblerose (*Rosa rubiginosa*), Almindelig syren (*Syringa vulgaris*) og ikke mindst glansbladet hæg (*Prunus serotina*).

Mange arter har sandsynligvis gennemlevet små populationsstørrelser, fx de

små bestande af overvejende rodskuddannende bestande af tarmvridrøn (*Sorbus torminalis*). Små isolerede populationer er udsat for relativ stor genetisk påvirkning i form af indavl og genetisk drift (flaskehals-effekter). I små populationer kan tilfældig drift være lige så afgørende for en eventuel genetisk opsplitning som naturlig selektion (jf. fx Kjær og Graudal 1993). Sådanne bestande kan endvidere være udsprunget fra få dyrespredte frugter og derfor være genetiske snævre.

Det er derfor muligt, at en udkrydsning mellem sådanne isolerede populationer er et effektivt redskab til at bryde eventuel indavl og reetablere genetisk variation i en række arter. Forholdet er dog ikke tilstrækkeligt undersøgt, men vil være af stor betydning for frøkildevalg i disse arter i fremtiden.

Med den ordnede skovdrifts begyndelse omkring år 1800 vendte udviklingen: Gennem de følgende 200 års skovbrug har man formået i betydeligt omfang at genetablere skovene og øge deres produktivitet.

Målt på den biologiske diversitet har skovbruget haft såvel positive som negative virkninger. Udvidelsen af skovarealet har generelt haft en positiv effekt *qua* flere levesteder for flora og fauna, hvorimod de mere intensive driftsformer som hovedregel har været med til at reducere den biologiske mangfoldighed. Mange af de arter som oprindeligt levede i skovene og som var knyttet til gamle driftsformer som stævningsdrift og græsningsdrift er blevet sjældne eller er uddøde. Den største trussel mod mange beskyttelseskrævende arter i Danmark er således ændret skovdrift (Skov- og Naturstyrelsen 1991).

Selvom der er kommet nye arter til, er

variationen indenfor økosystemer generelt reduceret fx gennem regulering af grund- og overfladevand, etablering af ensaldrende renbestande, fjernelse af døde træer og opsplitning af sammenhængende naturområder i mindre enheder (Miljø- og Energiministeriet 1995).

## 2. Skovdyrkning og genressourcer

Skovdyrkning er fællesbetegnelsen for en række biologisk-tekniske indgreb, som skal sikre en ønsket udvikling af de givne skovarealer. Ofte er der tale om meget artsspecifikke tiltag, som fx skal sikre en ønsket diameterudvikling af en given træart, mens andre skovdyrkningsmæssige tiltag sigter mod mere generel forbedring af strukturelle forhold i skovene (fx dræning, etablering af skovbryn, hugstfølgebetrægtninger osv.). I det følgende omtales de vigtigste skovdyrkningsmæssige tiltag, som har haft en meget direkte indflydelse på skovtræernes genetiske diversitet: (i) indførsel af nye arter, (ii) anvendelse af ikke-lokale provenienser, (iii) valg af forynghelsesmetoder, (iv) anvendelse af forædlet materiale og (v) selektiv hugst.

### 2.1. Indførsel af nye arter

Den omfattende indførsel af udenlandske træarter skal ses i lyset af Danmarks træartsfattige udgangspunkt, som er diskuteret ovenfor.

Blandt almindeligt anvendte indførte arter i skovbruget kan nævnes: Ær (*Acer pseudoplatanus*), alm. ædelgran (*Abies alba*), grandis (*Abies grandis*), nordmannsgran (*Abies nordmanniana*), nobilis (*Abies procera*), cypres (*Chamaecyparis lawsoniana*), europæisk lærk

(*Larix decidua*), japansk lærk (*Larix kaempferi*), rødgran (*Picea abies*), hvidgran (*Picea glauca*), omorikagran (*Picea omorika*), sitkagran (*Picea sitchensis*), contortafyr (*Pinus contorta*), bjergfyr (*Pinus mugo*), østrigsk fyr (*Pinus nigra*), skovfyr (*Pinus sylvestris*), douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*), rødeg (*Quercus rubra*), thuja (*Thuja plicata*), og tsuga (*Tsuga heterophylla*).

Mange af disse arter findes for størstedelen som renbestande, men også som blandingsbevoksninger eller holmevis indblanding. De mange nye arter har bidraget til at øge variationen på artsniveau, hvilket har øget de skovdyrkningsmæssige muligheder og den produktionsmæssige fleksibilitet.

### 2.2. Indførsel af eksotiske provenienser

Der er også sket en betydelig import af udenlandske provenienser af hjemmehørende arter. Mange af de bevoksninger som i dag benyttes til frøavl i Danmark er endvidere af udenlandsk oprindelse, fx hollandske ege – eller i fremtiden afkom efter hollandske ege. Her har genpuljen været underlagt naturlig selektion under danske vækstvilkår i en (eller flere) generationer.

Denne tilpasning kommer undertiden til udtryk som registrerbare forskelle mellem afkom fra de danske bevoksninger versus afkom af de udenlandske bevoksninger, som oprindeligt var frøkilder. Der kan være opstået såkaldte "landracer", som kan være særlig værdifulde at sikre med henblik på fremtidig dyrkning under danske forhold (eller som udgangsmateriale for fremtidig forædling). Blandt eksotiske arter er der med stor sikkerhed sket en landracedannelse i no-

bilis, sitkagran, douglasgran og muligvis rødgran.

Således viser fx Larsen (1985) at afkom af 3 "danske" nobilisbevoksninger har et signifikant bedre rod-top forhold, højere grad af frostresistens af nåle, samt bedre grøntkvalitet end selv de bedste af de direkte importerede provenienser. Denne tilpasning må dels være sket naturligt gennem selektion i planteskolestadiet (rod-topforhold, frostresistens), dels målrettet gennem selektion kombineret med frøindsamling på få, særlig udvalgte individer (nålefarve og -kvalitet).

Der er samtidig et stigende antal undersøgelser som peger på at træernes kår kan påvirke afkommets egenskaber, som det fx er sandsynliggjort for rødgran (Johnsen og Skrøppa 1996). En sådan kårbettinget reproduktionseffekt vil – hvis den viser sig at være et generelt fænomen – være et effektivt redskab til hurtig tilpasning (se Skov- og Naturstyrelsen 1997 for en nærmere diskussion). Anvendelse af udenlandsk frø har flere årsager:

- (i) Det har i forsøg vist sig bedre end danske oprindelser (fx stilkeg fra hollandske alléer som er danske herkomster overlegent på beskyttede lokaliteter).
- (ii) Der har periodevis været mangel på frø (fx i bøg, hvor det indtil fornylig ikke har været muligt at opbevare frø i perioden mellem to frøår).
- (iii) Udenlandsk frø er billigere end dansk avlet frø; dette gælder især for flere buskarter.

Importerne har medført at den genetiske basis for vore oprindelige populationer er blevet blandet som følge af "genspredning" i form af pollen og frugter/frø mellem populationer og krydsningsdygtige arter. Den genetiske variation

indenfor populationerne øges når "de genetiske baser" blandes sammen. Der findes flere eksempler på, at en sådan "udkrydsning" mellem arter og provenienser har resulteret i øget vækst og overlevelse (se fx Keiding 1968 vedrørende hybridlærk (*Larix x eurolepis*)).

Træer er, sammenlignet med mange andre plantegrupper, relativt villige til at producere artshybrider (Sedgley og Griffin, 1989). Flere artshybridiseringer har dog reduceret tilpasning ("fitness") som følge af reduceret fertilitet (Ledig 1986). Krydsningsfrodigheden (heterosis) opfattes normalt (omend der findes andre teorier) som et resultat af, at de enkelte populationer gennem tiden er blevet svækket i større eller mindre grad gennem indavl (Siegismund 1995). Når de adskilte populationer krydser sammen brydes indavlen, og indavlsdepressionen forsvinder.

Det er ikke al udkrydsning, som resulterer i heterosis. Ofte opnås et afkom med egenskaber, som ligger intermedært i forhold til de to "forældre"-populationer (se fx Roulund 1969 vedr. højdevækst i *Picea* krydsninger). En intermedær præstation af krydsninger mellem populationer, som er tilpasset meget forskellige vækstvilkår, kan være uheldig. Det kan jo fx betyde, at afkommet viser sig at være utilpasset under begge af de to "forældres" naturlige vækstvilkår.

Svejgaard Jensen (1993) har fx sandsynliggjort at hollandske provenienser af stilkeg (*Quercus robur*) er veldanske provenienser underlegne med hensyn til robusthed, når de dyrkes under udsatte forhold. Det vil derfor være nærliggende at frygte, at omfattende bestøvning af vestjyske ege med pollen fra ege af sydlig herkomst kan reducere hårdførheden af de førstnævntes afkom.

Kjær og Graudal (1993) giver en række argumenter for og imod import og sammenblanding af frøkilder, hvortil henvises. I relation til valg af frøkilder er det naturligvis helt afgørende at skelne mellem de situationer hvor sammenblanding resulterer i heterosis og de situationer hvor sammenblanding resulterer i udrydsningsdepression.

### 2.3 Foryngelsesmetode

Der er i skovbruget en stigende interesse for anvendelse af selvforyngelse frem for plantningskulturer. Der er mange biologiske, kulturhistoriske, økonomiske eller andre forhold, der påvirker, at selvforyngelse ofte er det mest hensigtsmæssige.

Valg af denne foryngelsesteknik er imidlertid også indirekte et valg af genetisk materiale, nemlig det "lokale". Samtidig vil selvforyngelser typisk bygge på et langt større planteantal end en kunstig kultur, og den større stamtalsafvikling sammenlignet med plantninger kan også have genetiske konsekvenser. Endelig kan den genetiske struktur i en selvforynget opvækst være anderledes end det er tilfældet i plantede frøkilder. Disse forhold diskuteres derfor i det følgende.

Naturlig foryngelse adskiller sig fra den kunstige kultur ved normalt at have et langt større plantetal. Det betyder at individafviklingen over bevoksningens liv bliver tilsvarende større for naturforyngelser. Forskellen åbner mulighed for øget spillerum for naturlig – og skovdyrkningsmæssig – selektion, og dermed også bedre muligheder for tilpasning til pludselige ændringer i fx klima. Dette forudsætter naturligvis at stamtalsafviklingen vitterlig sker som en di-

rette (plantedød) eller indirekte (hugst) følge af naturlig selektion. Hvis de tidlige, kraftige stamtalsreduktioner sker mere eller mindre skematisk, må forskellene mellem kunstig kultur og naturforyngelse selvfølgelig blive langt mindre end først antaget.

Høst på naturligt foryngede frøkilder kan give afkom som kan have en højere grad af indavl end det er tilfældet ved tilsvarende høst på plantede frøkilder. Det kan resultere i varierende grad af indavlsdepression, som igen kan gøre afkommet mindre vækstkraftigt og/eller mindre robust.

Den højere grad af indavl i naturbestande sammenlignet med tilsvarende kunstige plantninger skyldes, at der kan opstå "familiegrupper" som følge af begrænset frøspredning (Ledig 1992). Når søskende, eller forældre og afkom, krydser opstår der indavl som kan resultere i indavlsdepression. Hvis dette er tilfældet kan indavlsdepressionen omvendt reduceres hvis familiestrukturen brydes ved sammenblanding af frø og efterfølgende plantning i kunstige kulturer.

Det vil i givet fald indebære, at afkom af plantede kulturer bliver mere vitale end afkom af selvforyngede populationer. Fx klarer afkom af 1. generations sitkagran (*Picea sitchensis*) bevoksninger i Danmark sig bedre end tilsvarende direkte importerede fra naturbestande i Nordvestamerika. Det kan skyldes klimatisk tilpasning efter én generation i Danmark, en såkaldt landracedannelse (Nielsen 1993), og/eller ophævelse af eventuel indavlsdepression.

Bevoksningstrukturen spiller også en rolle. Lysstilling med henblik på foryngelse vil kunne have såvel en positiv som en negativ effekt. Ved at efterlade modertræer på stor afstand kan man



bidrage til at bryde slægskabsstrukturen. Er arealerne små kan det imidlertid også medvirke til at den nye bevoksning udgår fra ganske få individer. Samtidig kan resultatet – for selvkompatible arter (det vil sige bl.a. de fleste nåletræarter) – blive relativt mange selvbestøvede afkom, som kan være betydeligt svækkede sammenlignet med udkrydsede afkom. Herefter er det naturligvis afgørende, om den efterfølgende stamtalsafvikling muliggør bortselektion af de selvbestøvede, som det ofte vil være tilfældet ved naturforryngelser.

Ved vurdering af egnetheden af lokalt materiale skal man også være opmærksom på materialets oprindelse. For 50-70 år siden havde de fleste distrikter og skovparter deres egne planteskoler, hvor meget af det materiale, der anvendtes til planteproduktion, formentlig stammede fra enkelttræer (Barner, pers. medd.). Selvforryngelse af disse bevoksninger kan derfor være forbundet med større risiko for dårlig tilpasningsevne end sædvanligvis antaget.

Endvidere gælder for mange af de mindre anvendte arter (elm (*Ulmus spp.*), tjørn (*Crataegus laevigata*), avnbøg (*Carpinus betulus*), navr (*Acer campestre*), lind (*Tilia cordata*), birk (*Betula spp.*) m.fl.), at der i Danmark gennem tiderne er importeret store mængder frø af mere eller mindre tilfældig oprindelse. Resultatet er, at der i dag findes et

stort antal frøkilder af mere eller mindre tvivlsom oprindelse, som har selvforryngiget sig eventuelt i samspil med lokale frøkilder.

## 2.4 Anvendelse af forædlet plantemateriale

I forbindelse med anlæg af kunstige kulturer benyttes for de fleste træarters vedkommende udelukkende frø fra kårede eller forædledede frøkilder.

Forædlet materiale har betydning for flere nåletræarter, især rødgran (*Picea abies*), sitkagran (*Picea sitchensis*), og lærk (*Larix spp.*), men også douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*), skovfyr (*Pinus sylvestris*), nobilis (*Abies procera*) og nordmannsgran (*Abies nordmanniana*). Blandt løvtræarterne er herhjemme hidtil kun benyttet forædlet materiale af ask (*Fraxinus exelsior*) og poppel (*Populus sp.*). Forædlet materiale med eg (*Quercus robur* og *Quercus petraea*) får sandsynligvis betydning i fremtiden, da flere frøplantager er under anlæg.

Forædledede frøkilder adskiller sig fra de kårede bevoksninger ved at bygge på et mindre antal udvalgte og (normalt) afprøvede individer, som tilsammen udgør avlspopulationen. Individerne i avlspopulationen er selekteret på baggrund af deres præstation med hensyn til flere egenskaber. Egenskaberne varierer arterne imellem, men er typisk kvantitati-

*Angreb af lærkebarkbillerne (Ips cembrae) på japansk lærk, Grib Skov. Ved introduktion af fremmede træarter sker det ofte, at disse arters naturlige fjender indføres med nogen forsinkelse. Således optrådte den store lærkebarkbille (Ips cembrae) for første gang i Danmark i 1995. Om den vil få nogen betydning for dyrkning af lærk er dog fortsat usikkert. (Foto: J. P. Ravn, 1995).*



*Naturlig foryngelse af bøg, Fussingø skovdistrikt. Der er en stigende interesse for anvendelse af selvforyngelse - især i bøg. Valg af denne foryngelsesteknik er imidlertid også et indirekte valg af det genetiske materiale, nemlig det "lokale". Naturlig foryngelse forudsætter således, at både træart og proveniens er egnet til lokaliteten og dyrkningsformålet. (Foto: J. B. Larsen, 1996).*

ve egenskaber (vækst, frostresistens, sundhed, rumvægt m.v.), som er styret af en række loci.

Intuitivt forventer man, at forædling reducerer den generelle genetiske variation på grund af selektionen. Den genetiske variation i frøplantageafkom kan imidlertid være bredere end i tilsvarende naturbestande, fordi forædlingen normalt bygger på individer udvalgt i forskellige provenienser. Derved får afkommet øget variation som følge af hybridiseringen mellem provenienserne.

Som tidligere bemærket er det ikke nødvendigvis en fordel at opnå øget varia-

tion som følge af krydsning mellem forskellige provenienser. I avlsarbejdet er de benyttede individers i avlspopulationen egenskaber imidlertid relativt godt belyst. Individernes oprindelse og indbyrdes slægtskab er endvidere kendt, og eventuelle uønskede individer kan derfor elimineres sammen med deres slægtninge på et hvilket som helst tidspunkt i forædlingsprogrammet, hvis nogle af klonerne skulle vise sig uegnede.

Omfanget af heterosis versus udkrydsningsdepression afsløres således "hen ad vejen" i forædlingspopulationerne, men i praksis er det selv i forsøg svært at

foretage uddybende undersøgelser af alle relevante egenskaber. Det gælder ikke mindst spørgsmål vedrørende sundhed og adaptation, hvor der kan være tale om tilpasning til ekstreme klimapåvirkninger. Der kan derfor gå mange år før passende ekstreme vejrforhold afslører eventuel overlegenhed af lokalt materiale sammenlignet med indførte provenienser. Anvendelse af genetisk materiale, som er tilpasset naturforhold meget forskellige fra de lokale, bør derfor altid været baseret på langvarige erfaringer (mindst én omdrift).

En vurdering af planters tilpasning til fortidige og nuværende kår siger ikke nødvendigvis noget om deres fremtidige tilpasningsevne (Ledig 1991). Retrospektive feltforsøg skal derfor tolkes med omhu i forbindelse med ekstrapolation af kårene og deres fluktuationer ud i fremtiden (Larsen 1995).

Larsen (1990) fokuserer derfor på tilpasningsevne til varierende miljøer, i stedet for tilpasning til de lokale vækstvilkår, som de er i dag. Tilpasningsevnen refererer til det forhold, at en genetisk ressource tilpasser sig godt under varierende kår. Betydningen af tilpasningsevnen ligger først og fremmest i at fungere som buffer mod uforudsete variationer i kårene, således at stabilitet sikres (Larsen 1995).

#### *Hvor mange kloner er nok ?*

I forbindelse med forædling bliver ofte diskuteret fordele og ulemper ved anvendelse af genetisk indsnævret materiale. Det generelt uheldige i at benytte eksempelvis én klon (som man kender det fra poppeldyrkning) er diskuteret i afsnit 1, men hvor mange kloner skal der så kræves?

Tabet af genetisk variation vil være me-

get beskedent, når der forædles på mindst 50-100 ubeslægtede individer. Her vil tabet af genetisk variation næppe overskride nogle få procent (se fx Skov- og Naturstyrelsen 1997). Til sammenligning kan nævnes, at de danske forædlingsprogrammer bygger på hundredvis af kloner, og at der typisk indgår 20-100 kloner i frøplantagerne. Tabet gennem genetisk drift må derfor formodes at være begrænset.

Der findes dog frøplantager, som er genetisk ret snævre. Det gælder fx askefrøplantagen Tisvilde (FP.217) med kun 2 kloner, og skovfyrrøplantagen St. Dyrehave (FP.227) med 9 kloner. Det rejser spørgsmålet om, hvor mange kloner der vil være tilstrækkeligt.

Når det drejer sig om antallet af *kloner i stiklingeblandinger* sammenfatter Foster (1992) nogle generelle anbefalinger vedrørende det nødvendige antal kloner: Plantning af kulturer baseret på kun én klon er forbundet med relativ høj risiko. Blandinger af 2-4 kloner er sandsynligvis ofte forbundet med tilsvarende – eller endnu større – risiko. Blandinger af 7-30 kloner er til gengæld næsten ligeså sikre som blandinger af mange kloner og ikke meget mere usikre end anvendelse af frøplanter med stor genetisk diversitet. Andre forfattere kommer til sammenlignelige konklusioner (fx Lindgren 1992, Libby og Ahuja 1992, Roberds et al. 1990, se også Skogforsk 1995).

Når det drejer sig om *klontal i frøplantager* konkluderer Skogforsk (1995), at der (med henblik på alene at sikre en passende variationsbredde i afkommet) ikke er grund til at anvende mere end 5-10 kloner i en frøplantage (der tænkes på såkaldte effektive antal, se Kjær et al. 1995, og reelt bliver kravet at der indgår



10-30 kloner i frøplantagen). Det nævnte antal er under forudsætning af at afkommet ikke sidenhen skal selvforyn- ges.

I praksis opereres med meget forskellige klontal, men ofte er klonantallet i frø- plantager væsentligt større (se fx Skov- og Naturstyrelsen 1997). Hvis man ser udover den enkelte bevoksnings livsfor- løb, som det fx er nødvendigt hvis den enkelte plantning i fremtiden skal selv- forynnes, bliver kravet til diversitet større.

Ved vurdering af diversitetsniveauet skal man inddrage forskelle mellem de enkelte bevoksninger i både tid og rum. Hvor stor genetisk bredde, der kræves, bør i udpræget grad være afhængigt af anvendelsen. Afgørende er blandt andet omdriftslængde, fremtidig foryngelses- måde samt en vurdering af risiko for – og betydning af – uønsket genspredning fra forædlet materiale til naturlige bestande.

I forbindelse med lang omdrift og frem- tidig selvfor yngelse (fx bøg eller stedvis ædelgran) vurderes stor genetisk varia- tion som særlig vigtig. Ved kort omdrift uden selvfor yngelse (fx nordmannsgran til juletræer) kan mindre variation være at foretrække.

Vurdering af genetisk bredde i forædle- de populationer til forskellige formål er behandlet hos Kjær et al. (1995). De skønner, at frøplantageafkom baseret på mere end 40 kloner (census) normalt vil indeholde en tilfredsstillende mængde genetisk variation til at opretholde den genetiske bredde i lang omdrift og tillade eventuel efterfølgende selvfor yngelse. Hvis der ikke stilles krav om efter- følgende selvfor yngelse kan dette krav reduceres.

*Hvad vindes der gennem forædlingen – og hvad tabes?*

Forædling har i mange tilfælde vist sig at være et effektivt redskab til at forbedre plantematerialets evne til at opfylde de givne beplantningers formål. Gevin- sterne har været højere produktion, bed- re sundhed, øget kvalitet eller smukkere planter.

Der er gennem tiden foretaget mange økonomiske evalueringer af forædlings- programmer. De fleste er baseret på værdien af øget volumen, fordi det ofte er mere simpelt at værdisætte volumen end mindre målbare egenskaber som fx sundhed eller vedkvalitet.

Foster et al. (1995) har sammenstillet resultater fra en lang række forædlings- programmer med nåletræer. De konkluderer at gevinster mellem 10 og 60% er realistiske, afhængigt af forædlingsin- tensitet. Ofte selekteres for andre egen- skaber end volumen, men værdien af forbedret sundhed eller stammekvalitet vil ofte være vigtigere end øget volu- menproduktion.

Det er naturligvis afgørende at vurdere alternativet til at udnytte lokalitets- og formålstilpasset materiale. Det kan være frugtbart at beregne det tab, som man/ samfundet lider ved ikke at udnytte en lokalitets fulde potentiale (“values fore- gone” – for eksempel beregnet som for- skelle i nutidsværdier – jf. fx Willan 1988). Disse alternativomkostninger op- gøres sjældent direkte, men eksempler hos Foster et al. (1995) viser, at der er tale om meget betragtelige beløb.

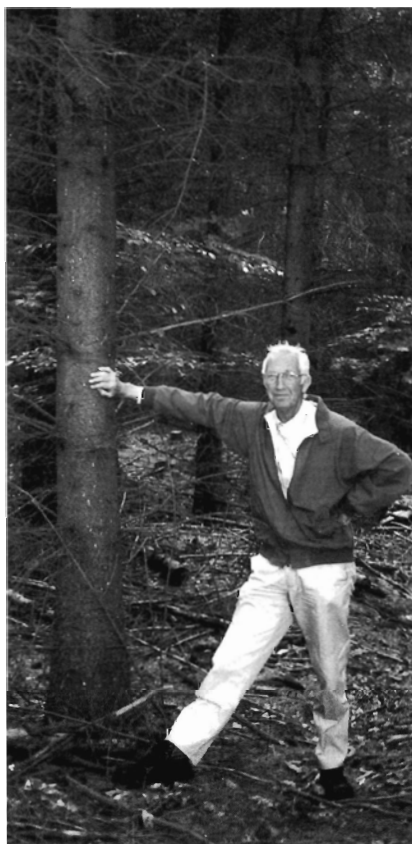
Wellendorf (in prep., se også Larsen og Wellendorf 1997) har beregnet, at det er muligt at hæve den gennemsnitlige sundhed af rødgran (på relativt udsatte lokaliteter) betydeligt gennem foræd- ling. Det kan i givet fald betyde, at for-

ædlet materiale kan drives i en længere omdrift end tilsvarende uforædlet plantemateriale, og utvivlsomt med en større løbende tilvækst.

Den økonomiske værdi af at bruge "sundt" materiale kan fx udtrykkes som værdien af en længere omdrift. Statsskovenes Planteavlstation (1994) har beregnet, at jordværdien ved dyrkning af rødgran (*Picea abies*) øges med 15.000 kr/ha (rente = 2%), hvis omdriftsalderen forlænges fra 40 år til 50 år på PK 14. Samtidig er øget stabilitet afgørende for at opretholde hensigtsmæssig hugstfølge og mulighed for skærm-/randforyngelse. Dette repræsenterer yderligere en økonomisk værdi.

Gevinsten af senere udspring er opgjort af Statsskovenes Planteavlstation (1994) som den økonomiske gevinst ved at spare omkostninger til efterbedring og/eller ved at undgå en forlænget kulturperiode som følge af frostskafer. Beregningerne viser at på udsatte lokaliteter kan jordværdien ved dyrkning af rødgran (*Picea abies*) øges op til 5000 kr/ha ved at reducere efterbedring og undgå tabt tilvækst i 5 år (rente = 2%). Forædling kan således give betydelige gevinster. Meget intensiv selektion giver meget stor gevinst – men også mindre genetisk diversitet og mulig forøget driftsrisiko (jf. tidligere diskussion). Dualiteten mellem det tilsigtede og det utilsigtede i forædling indebærer, at der i valget af plantemateriale er indbygget en afvejning af gevinst mod risiko.

Kraftig selektion giver høj gevinst i de egenskaber, som der selekteres for, men øger antagelig risikoen for utilsigtede konsekvenser. Det optimale diversitetsniveau vil derfor også afhænge af risikovillighed. Forskellige skovejere kan have forskellig risikovillighed, og der-



*Tyveårige sitkastiklinger på Valdemar Slot skovdistrikt. Bortset fra popler er sitkagranen den træart i Danmark, hvor man er kommet længst med anvendelse af forædlet plantemateriale. Der har således været arbejdet med at opformere enkelte kloner ved hjælp af stiklingeteknikken og markedsføre disse som klonblandinger med 20-30 forskellige kloner. Forsøgene er p.t. opgivet, primært på grund af en relativ høj planteprijs samt usikkerheder med hensyn til den fremtidige stabilitet i sådanne genetisk meget uniforme plantninger. (Foto: H. Roulund, 1996).*

med forskellige krav til diversitet. Samfundets og de enkelte brugeres risikovillighed kan også være forskellige, og alene derfor kan der opstå forskelle mellem, hvad der er mest attraktivt fra en samfundsøkonomisk og en privatøkonomisk synsvinkel.

Gevinsterne ved forædling er i reglen lette at dokumentere. De utilsigtede konsekvenser er ofte langt vanskeligere at bedømme. Som i andre miljøspørgsmål er forsigtighedsprincippet aktuelt. Det afspejles i, at de fleste nyere frøplantager er anlagt med et stort klontal selvom der i visse tilfælde har været mulighed for at opnå en betydelig (forventet) gevinst ved anlæg af genetisk mere snævre frøplantager. Der henvises i øvrigt til Skov- og Naturstyrelsen (1997) for en mere grundig diskussion af disse forhold, som også berøres i afsnit 3, nedenfor.

## **2.5 Påvirkning gennem hugst og bevoksningspleje**

Det danske skovbrug har gennem et par trægenerationer praktiseret en stamtalsafvikling, som favoriserer de økonomisk mest attraktive individer. Tidligere var det nærmest modsat (Nielsen 1980).

Man kan forestille sig, at generationers "forstlige" selektion har påvirket den genetiske sammensætning af vores skovbevoksninger betydeligt og da formentlig i positiv retning, både for så vidt angår form og vækst som for tilpassethed gennem en forceret udskillelse af dårligt tilpassede individer.

I praksis er den reelle selektion imidlertid svagere end man normalt forestiller sig. Det er først muligt at selekttere efter eksempelvis volumen når træerne har nået en vis højde. Samtidig betyder kår-

variationen, at langt størstedelen af den observerede variation er miljøbetingsbet. Der findes mange undersøgelser i nåletræer, og de viser typisk, at den genetiske variation mellem individerne i en bevoksning kun bidrager med 5-10% af den samlede variation for vækst (jf. fx Danell 1990). For løvtræer er andelen måske endnu mindre når det drejer sig om vækst, men nok højere når det drejer sig om stammeform (Jensen 1993). Endvidere skifter rangordningen mellem individer relativt kraftigt gennem de første år af bevoksnings levealder, hvor samtidig den største stamtalsreduktion sker (se fx Lambeth 1980 og Foster 1986 for erfaringer med nåletræer).

Den samlede genetiske påvirkning af den traditionelle stamtalsreduktion må derfor formodes at være lille når det drejer sig om vækstkraft, men måske af en vis betydning når det drejer sig om stammeform. Der refereres i hvert fald ofte eksempler på hvorledes kraftig negativ selektion har forringet stammeformen i naturlige bevoksninger (se fx Savolainen og Kärkkäinen 1992), jf. også omtalen af stilkeg i Danmark tidligere.

Effekten af den forstlige selektion kan også tænkes at have en meget større betydning for særlige egenskaber, som formodes at være styret af færre loci og udviser højere heritabilitet. Det tyder fx på at være tilfældet for snoet vækst i sitka (Hansen, pers. medd.). Wilusz og Giertych (1974) og Ledig og Smith (1981) finder også en vis genetisk påvirkning, som sandsynligvis skyldes bevoksningsplejen.

Der er således formentlig noget om at negativ eller positiv selektion i forbindelse med hugstbehandling har påvirket den genetiske variation i vore skovtræer.

Men man må nok forvente at *målbare* forskydninger vil forudsætte *kraftige* selektionsintensiteter gennem *flere* generationer. Naturlig selektion for overlevelse, fx som følge af variation i udspringstidspunkt, kan have haft en anderledes afgørende effekt.

I relation til skovdyrkningsmæssige tiltag vil det naturligvis især dreje sig om udenlandske arter og/eller provenienser, som ikke fra starten har gennemgået en naturlig tilpasning. Dyrkningsbetingede ændringer af vækstbetingelserne i forhold til naturlige skovsamfund, fx i forbindelse med opformering i planteskole, etablering på store renafdriftsområder eller effekter af stærk hugst, vil imidlertid også kunne udløse selektionseffekter, selv indenfor lokale arter. Hertil kommer mulige effekter af ændret klima i fremtiden.

I relation til spillet mellem skovdyrkning og genetisk variation er det også vigtigt at vurdere om habitatsdiversitet generelt medvirker til opretholdelse af genetisk variation. Stor habitatsdiversitet øger mulighederne for lokal tilpasning til de enkelte økologiske nicher i områder med stor vækstmæssig variation. Hvis man accepterer denne sammenhæng vil det fx indebære, at naturlige driftssystemer (gruppevis og plukhugstlignende strukturer) vil være bedre til at sikre den genetiske variation end tilsvarende ensaldrende monokulturer.

Det er naturligvis klart at eventuel tilpasning til nicher, som ligger indenfor *små afstande*, kun vil kunne foregå som følge af selektion i én generation. I efterfølgende generationer vil "genpuljerne" blive blandet op som følge af udrydsning mellem træer i "nicherne". Dette forhold gør, at betydningen af en sådan tilpasning kan være begrænset

med henblik på den langsigtede udvikling.

Betydningen af habitatsdiversitet i relation til opretholdelse af genetisk diversitet afhænger af tilstedeværelsen af barrierer som fremmer isolation. Det er svært at konkludere noget generelt om dette forhold, men det virker intuitivt rigtigt, at sikring af en mangfoldighed af dyrkningsformer, alt andet lige, vil bidrage til opretholdelse af adaptiv variation i vore dyrkede skovtræarter, især hvis disse systemer praktiseres i geografisk adskilte bestande.

### 3. Proveniensenvalget

Lokaliteten, dyrkningsteknikken og den genetiske sammensætning af den dyrkede bestand er tilsammen afgørende for det produkt der fremstilles. Der tænkes her på produktet i bred forstand.

I nogle tilfælde opnås det ønskede slutprodukt primært gennem dyrkningsteknikken, i andre tilfælde er det især udgangsmaterialets genetiske sammensætning, som er afgørende. Fx er selektiv tynding mere afgørende for produktion af gode emner i bøgedyrkning end plantematerialets oprindelse – i hvert fald når der er tale om almindeligt anvendte provenienser med acceptabel form. I eg er plantematerialets oprindelse derimod med sikkerhed meget afgørende for fx stammerthed, og tilsvarende er oprindelse af nordmannsgran og nobilis afgørende for egnetheden til pyntegrønt. Det er væsentligt at skelne mellem genetiske ressourcers kvalitet på en objektiv måde. Oprindelseskriteriet er således ikke i sig selv objektivt, fordi de genetiske variationsmønstre i skov og landskab er resultatet af så mange forskellige processer, som diskuteres i afsnit 1.

Planter, der vokser på en lokalitet, kan være godt eller dårligt tilpassede og have god eller dårlig tilpasningsevne uanset om de er oprindelige eller ej. Fx tjener det ikke noget formål at anbefale selvforyngelse af eg (*Quercus spp.*) i lang omdrift, hvis udgangsmaterialet formodes at have en dårlig tilpasningsevne, eller det på anden måde er uegnet til at opfylde dyrkningsformålet.

Omvendt er det selv i forsøg svært at foretage uddybende undersøgelser af alle relevante egenskaber. Som nævnt ovenfor bør en omfattende anvendelse af genetisk materiale med oprindelse i naturtyper langt fra de lokale altid være baseret på langvarige erfaringer.

### 3.1 Dyrkningslokalitet og proveniensvalg

Indenfor de rammer træartens genetiske variation afstikker er det muligt at tilpasse proveniensvalget til den givne dyrkningslokalitet.

Dette er specielt vigtigt for genetisk stærkt uddifferentierede arter, der dyrkes under varierende klimatiske betingelser. For sådanne arter som fx skovfyr (*Pinus sylvestris*), sitkagran (*Picea sitchensis*), stilkeg (*Quercus robur*), vintereg (*Quercus petraea*), og tildels nordmannsgran (*Abies nordmanniana*) er der selv indenfor et lille land som Danmark tale om udpræget lokalitetsspecifikt proveniensvalg.

For andre arter som bøg (*Fagus sylvatica*), ær (*Acer pseudoplatanus*) og rødgran (*Picea abies*) er proveniensvalget mindre påvirket af dyrkningslokaliteten.

### 3.2 Driftsformål og proveniensvalg

Bevoksninger etableres med mangfoldi-

ge formål. Forskellene kan skyldes at ejerne er forskellige, fx vil offentlige ejere typisk lægge mere vægt på socioøkonomiske fremfor rent driftsøkonomiske mål end private.

Den samme træart kan imidlertid også benyttes i meget forskellige sammenhænge. En række træ- og buskarter benyttes fx både til plantninger i byer, ved beplantninger i forbindelse med faste anlæg i landskabet (veje m.v.), ved etablering af læhegn i agerlandskabet, ved beplantning i forbindelse med biotoppleje (vildtplanter m.v.) og i forbindelse med etablering af skovbryn. Disse plantninger har forskellige formål, og der må derfor stilles forskellige krav til plantematerialet.

Plantninger i byer sker ofte på stærkt manipulerede voksesteder (haver, parker). På disse arealer stilles der store krav til nogle veldefinerede egenskaber ved plantematerialet (sundhed, vitalitet, vækstkraft, udseende og/eller funktion, vækstrytme). Til gengæld er der basis for en relativ høj pris for planterne, og der kan ofte afsættes ressourcer til pleje af det enkelte individ. Brugeren vil derfor forlange et genetisk veldefineret plantemateriale, hvor den langsigtede udvikling er kendt (afprøvet).

Til nogle formål skal produktet være så homogent som muligt (hække, alléer). Samtidig skal planterne undertiden have egenskaber, som kun forekommer med lav frekvens i naturbestande (store blomster, 100% beløvning i hele vækstsæsonen, karakteristiske høstfarver, velduftende blomster). Disse krav kan honoreres ved anvendelse af stærkt selekteret plantemateriale, fx en eller få vegetativt formerede kloner.

Forædlingsindsatsen kan samles på de meget benyttede arter, og intensiv op-

formering (podning, okulering, mikroformering) kan benyttes, fordi et veldefineret produkt kan opnå en relativt høj betaling.

I byerne er omdriftstiden på de fleste plantede træer nu om dage temmelig kort – 15-25 år for vejtræer som plantes i stærkt omljerede og komprimerede jorde (Norrie, pers. medd.). Her kan man med relativt lille risiko benytte veldefinerede kloner. Ved plantning af parktræer stilles der derimod gerne store krav til træernes livslængde, og det er som regel i konflikt med anvendelse af en til få kloner.

Ved plantning i skovbryn er variation i fænologi ofte direkte ønskelig. Fx er variation i blomstringstidspunkt ønskelig af hensyn til insektafaunaen, og variation i udspringstidspunkt kan beskytte mod omfattende frostskafer. Plantningerne er typisk tiltænkt lang kontinuitet, og det stiller krav om muligheden for selvfornyelse, samt at plantematerialets genpulje skal have et genetisk potentiale for tilpasning til ændrede miljøforhold på lang sigt. Kultursikkerhed er vigtig, fordi der kun benyttes få ressourcer i kulturfasen.

Anvisninger til anlæg, drift og pleje af skovbryn er givet af Andersen og Hübertz (1994).

Kravene til skovbrynsplanter kan honoreres ved at benytte plantemateriale, som er baseret på en bred genetisk pulje. For meget anvendte arter kan der eventuelt være basis for forædling gennem valg af de bedste frøkluder på baggrund af sammenlignende forsøg. Selektion efter vitalitet og sundhed på baggrund af afprøvning af udvalgte kloner kan også komme på tale. Den genetiske bredde skal da tilgodeses gennem anvendelse af frøkluder med mange kloner.

Den genetiske bredde er vigtig for at undgå en høj indavlskoefficient i plantematerialet, som kan skabe indavlsdepression i forbindelse med generationsskifte (naturfornyelse).

Kravene til homogenitet af plantninger i læhegn er måske mere specifikke i kulturfasen end de krav man vil stille til skovbryn (hurtigere vækst m.h.p. mindre renholdelse og hurtigere opnåelse af lævirkning). Dertil kommer mere specifikke krav til form for at opnå bedre lævirkning. Dette kunne tale for anvendelse af et lidt mere genetisk veldefineret materiale.

Samtidig tilstræbes imidlertid også her i stigende grad en mere flersidig målopfyldelse. Læ er det primære, sundhed, vitalitet, dækevne og klimatolerance er væsentlige, men mange andre faktorer er med i ønskerne til hegn. Kravene til læhegn vil derfor i nogle sammenhænge minde meget om kravene til skovbryn. Noget tilsvarende gælder planter til vildtplantninger (biotopforbedrende plantninger) der sandsynligvis skal opfylde samme krav som gælder for skovbrynsplanter.

De forhold, som gør sig gældende ved plantninger i skovbevoksninger ligger på flere måder imellem hvad der ovenfor er fremhævet for buske til byplantninger og buske til skovbryn.

Nogle eksotiske træarter (fx *nobilis* (*Abies procera*), rødgran (*Picea abies*), sitkagran (*Picea sitchensis*)) plantes overvejende med henblik på produktion af et veldefineret produkt (juletræer, pyntegrønt og/eller vedprodukter). For pyntegrøntarterne følges plantningerne af intensiv pleje, hvorimod vedproduktionsarterne typisk følges af ekstensiv kulturpleje.

For andre arter som bøg (*Fagus sylvatica*)

ca), eg (*Quercus spp.*) og ask (*Fraxinus excelsior*), har driftsformålene ændret sig i de senere år mod et større indhold af funktionsorienterede elementer (rekreation, biologisk indhold mm). Målsætningen i skovloven er også den flersidige skovdrift. For fx bøg og eg tillægges produktion imidlertid også stor betydning.

De ovenstående forskelle gør, at det kun sjældent er muligt at pege på "den bedste proveniens". Proveniensanbefalinger skal altid ses i sammenhæng med plantematerialets anvendelse. For anvendelser med lang omdrift bør stabilitetsorienterede egenskaber typisk vægtes relativt højt sammenlignet med arterne med kort omdrift.

#### **4. Natursyn, etik, autenticitet og genetisk modifikation**

De menneskeskabte påvirkninger af den lokale genpulje skal også ses i lyset af det fremherskende natursyn (eller natur-etik) i samfundet.

Man skelner mellem et menneskecentreret og et biocentreret natursyn. I det biocentrede natursyn er mennesket kun én art blandt en række ligeværdige arter, som hver har en iboende værdi og selvstændig ret til at eksistere (Daly og Cobb 1989, Attfield 1994). I det menneskecentrerede natursyn er det acceptabelt, at naturressourcer påvirkes så længe det langsigtede produktionspotentiale opretholdes.

Dette er netop det centrale i bæredygtighedsbegrebet. I Brundtland-kommissionens rapport "Vor Fælles Fremtid" defineres bæredygtig udvikling som "...en udvikling, som opfylder de nuværende generationers behov uden at bringe de fremtidige generationers mulighed for at

opfylde deres behov i fare" (Brundtland-kommissionen, 1987). Bæredygtighedsbegrebet indeholder dermed en moralsk fordring om, at nulevende mennesker skal tage "behørigt" hensyn til kommende generationer.

De teknologiske aspekter af bæredygtighedsbegrebet kan sammenfattes i varierende grader fra *svage* til *stærke* antagelser om bæredygtighed afhængig af forventninger om mulighederne for substitution af naturressourcerne gennem teknologiudviklingen (se fx Klaassen og Opschoor 1991, Navrud 1995).

De fleste af menneskets handlinger påvirker de naturgivne ressourcer. Især for hjemmehørende arter er det vigtigt at overveje, hvorledes intensiv forædling og/eller anvendelse af introducerede frøkluder vil påvirke og ændre de oprindelige genetiske ressourcer (se fx Laikre og Ryman 1994).

Hvis et givet område tilplantes med planter af ikke-lokal herkomst – eller planter som måske er af lokal herkomst men ikke er repræsentative for den almindelige lokale herkomst – vil disse før eller siden fruktificere og via pollen og frø blande sig med de lokale bestande af samme arter. Konsekvensen heraf vil naturligvis afhænge af forholdet mellem naturligt indfundne og introducerede planter.

I Danmark benyttes isolerede bestande til bevaring af genetiske ressourcer hos træer og buske (jf. Graudal et al. 1995). Det ændrer imidlertid ikke ved, at anvendelsen af plantemateriale i varierende grad kan påvirke den store del af de genetiske ressourcer, der ligger uden for genbevaringsbestandene.

I forbindelse med overvejelser vedrørende etik i genressourceforvaltning skelner Namkoong (1994) dels mellem

de (organismer) for hvis skyld forvaltningen udføres (sædvanligvis mennesket) og de som forvaltningen udføres på, dels mellem de enkelte organismers iboende værdi og deres eventuelle nytteværdi for andre. I forhold til fremtidige generationer er Brundtland-kommissionens princip om bæredygtighed udtryk for den fremherskende etik.

Generelt berører etiske spørgsmål i relation til biologisk mangfoldighed forholdet mellem forskellige niveauer af biologisk organisation og anerkendelsen af eventuelle værdier. Er det fx individer, grupper af individer, arter eller et eventuelt samspil mellem flere arter der i givet fald har bevaringsværdi (iboende eller nytte)? For organismer der tillægges iboende værdi, kan der argumenteres for at undgå genetisk manipulation. I *Biologisk mangfoldighed i Danmark - Status og strategi* (Miljø- og Energiministeriet 1995) lægges stor vægt på forsigtighedsprincippet og begrebet autenticitet. Forsigtighedsprincippet indebærer at mangel på fuld klarhed over rækkevidden af en eventuel miljøtrussel ikke skal bruges som grund til ikke at modvirke en sådan trussel. Autenticitet tillægges reelt en iboende værdi, idet autenticitet ikke i sig selv garanterer specielt stor nytteværdi.

Begrebet autenticitet indkredses af Naturbeskyttelsesrådet (1994): "...autenticiteten er en kvalitet ved naturen, som er grundlæggende. Når mennesker færdes i naturen, er det for bevidst eller ubevidst at søge autenticitet... Det særlige ved autenticiteten i naturlige populationer er, at forekomsten på en given lokalitet forventes at være resultatet af et tilfældigt samspil mellem artens biologiske krav og formåen, de økologiske forhold på stedet, samt, i et kulturlandskab som

det danske, de muligheder kulturmiljøet giver for spredning og etablering".

Vægten på anvendelse af oprindeligt hjemmehørende materiale og forsigtighed med anvendelse af genetisk modificeret materiale er primært begrundet i hensynet til autenticitet, og det sker på baggrund af forsigtighedsprincippet – ikke fordi de enkelte organismer tillægges en iboende værdi. I overensstemmelse hermed er genetisk modifikation ikke forbudt, men anvendelse af genetisk modificeret materiale skal godkendes på basis af en økologisk risikovurdering.

Sammenfattende må konkluderes, at bæredygtighedsprincippet samt den overvejende grundholdning i det danske samfund bygger på det menneskecentrede natursyn. Dette taler for at tillægge påvirkningen af den oprindelige genpulje mindre betydning, så længe anvendelsen sker på basis af en økologisk risikovurdering og understøttes af tilstrækkelige bevaringstiltag.

## **5. Samspil mellem skovdyrkning og genressourcer: Hvor langt rækker vor viden?**

*Behov for mere procesorienteret forskning*

Vores kendskab til betydningen – og vores påvirkning – af de genetiske variationsmønstre bygger på en sparsom viden. Der ligger en udfordring til skovforskningen i at udbygge vort kendskab til arternes genetiske variation, genspredning og genøkologi.

Artiklerne i dette hæfte sammenfatter erfaringer fra 100 års proveniensforskning, men det betyder ikke at proveniensforskningen står foran sin afslutning. Der er tværtimod behov for fort-



satte undersøgelser af variationsmønstre, men vægten bør i højere grad ligge på procesorienterede undersøgelser (Kjær og Graudal 1993).

Som eksempler på disse fremtidige undersøgelser kan nævnes

- (i) landrace-dannelse blandt indførte og hyppigt anvendte skovtræarter,
- (ii) genspredning og genetisk variation over små og store afstande mellem skovbevoksninger i Danmark og genspredningens betydning for fremmedbestøvning i frøavlanslæg og genbevaringsbestande,
- (iii) omfang og betydning af indavl i arter, hvor bevoksningerne ofte stammer fra få modertræer, fx ær (*Acer pseudoplatanus*), eller som følge af meget små populationsstørrelser (flere buskarter),
- (iv) de genetiske variationsmønstre i landskabsarterne, og
- (v) betydningen af fraktioneringen af kulturlandskabet.

En række af de fremtidige undersøgelser vil kunne foretages langt hurtigere og mere effektivt end det hidtil har været tilfældet, fordi der er udviklet biokemiske metoder til kortlægning af eksempelvis indavl og genspredning. Feltafprøvning bliver ikke overflødig af den grund, fordi biokemiske metoder kan ikke erstatte målinger af adaptive egenskaber (Karku et al. 1996). Fysiologiske undersøgelser i klimakamre kan dog i stigende omfang blive et vigtigt supplement til feltafprøvningerne.

#### *Forsigtighed ved fortolkning af resultater fra feltforsøg*

Sammenlignende proveniensforsøg etableres ved at indsamle frø fra forskellige bevoksninger, producere planterne under ensartede forhold og afprøve dis-

se i feltforsøg. I de senere år er man imidlertid blevet opmærksom på flere forhold, som stiller spørgsmål ved hvor præcist denne type afprøvninger kan forudsige proveniensernes reelle potentiale.

*For det første* er forsøgene retro-perspektiviske (jf. afsnit 2.4): D.v.s., de giver information om de enkelte proveniensers relative formåen under de klimaforhold, som har været gældende i forsøgenes levetid (Larsen 1990, 1995). Klimaekstremer (eller mangel på samme) i forsøgenes levetid kan bevirke, at resultaterne bliver atypiske og derfor ikke velegnet til generelle anbefalinger. Fx finder Kjær (1988) forskellige resultater fra to parallelle afprøvninger af de samme sitka (*Picea sitchensis*) frøafkom – anlagt på naboarealer i C. E. Flensborg Plantage med nogle års mellemrum.

Særlig problematisk er den retro-perspektiviske natur når man tager de sandsynlige, fremtidige klimaændringer i betragtning. Resultater fra feltafprøvninger skal altid ses i relation til de vilkår der har været gældende i afprøvningsperioden.

*For det andet* er det problematisk at sammenligne afkom samlet på naturbestande med afkom samlet på plantede frøkilder. Indavl som følge af familiestruktur i naturbestande (jf. afsnit 2.3) giver typisk reduceret vækst.

Et geografisk område repræsenteret ved en indsamling fra en naturbestand kan derfor komme til at fremstå relativt dårligt i forhold et andet geografisk område, hvor frøindsamlingen er sket på en plantet bevoksning (hvor familiestrukturen netop er brudt ved opformering). Familiestrukturen i naturbestanden kan let brydes tilsvarende ved opformering,

og feltforsøgene kan således undervurdere potentialet af denne herkomst.

For det tredje kan resultaterne af feltforsøg afhænge af reproduktionsforholdene under blomstring og frøsætning i de enkelte frøkilder.

Kjær og Barner (1997) finder fx, at højdevækst af to forskellige årgange af samme skovfyr (*Pinus sylvestris*) frøplantage kan afvige med op til 20% (17 års højde på udsat lokalitet). Det kan skyldes, at de enkelte årgange har forskellig genetisk sammensætning (forskelle i pollenskyen og eller de enkelte træers frøproduktion), men muligvis også en kårpåvirket reproduktionseffekt (nævnt i afsnit 2.2), der skyldes forskellige klimaforhold – eller eventuelt en kombination af uens blomstring og kårpåvirket reproduktionseffekt.

Man kan derfor kun sammenligne de enkelte provenienser med en vis – og visse tilfælde måske betydelig – usikkerhedsmargin. Konklusionen må være, at man ikke skal lægge for meget vægt på små forskelle eller resultater fra enkeltstående forsøg. Dette er en vigtig pointe i relation til fortolkning af resultaterne i de følgende artikler i dette hæfte, men har også betydning for hvorledes fremtidige proveniensforsøg skal anlægges, analyseres og fortolkes.

#### *Behov for oprustning på buskområdet*

Set fra en skovdyrkningsbetragtning er det naturlige genetiske udgangspunkt relativt fattigt i Danmark. Det naturgivne udgangspunkt er imidlertid ændret voldsomt af de seneste 200 års massive introduktion af fremmede arter og provenienser. De mulige heldige og/eller uheldige konsekvenser heraf er diskutert i nærværende artikel.

For de fleste skovtræarter er efterhånden

opbygget en betydelig viden om potentialet af indenlandske og udenlandske frøkilder på forskellige lokalitetstyper. Det samme er ikke tilfældet for en række buskarter, som benyttes i skovbryn og læhegn, og hvor import (i hvert fald tidligere) helt har overskygget anvendelse af danske frøkilder (Jøhnk 1996). For disse arter er der behov for en øget opmærksomhed på frøkildevælgets betydning. Der er et akut behov for afprøvninger, og indtil videre bør andelen af import nedbringes. Selv frø høstet på danske hegn kan ofte være af helt ukendt oprindelse, fordi der tidligere er importeret så store mængder frø.

Der vil dog være en vis sikkerhed i at benytte dansk høstet frø fra frøkilder udpeget af Frøkildevælget (som gennem syning af potentielle frøkilder arbejder for et bedre plantemateriale indenfor landskabsarterne). Sundhed er således vurderet og fundet acceptabel i de udpegede frøkilder.

#### *Genetisk variation er vigtig*

Den genetiske variation er vigtig. Hvor meget der bør være, afhænger af flere forhold; primært omdriftsalder og evt. fremtidig foryngelse. Variationsbredden reduceres ikke mærkbart gennem forædling, når der arbejdes med brede puljer. Dette er efterhånden tilfældet for de fleste arter i Danmark, men der findes vigtige undtagelser indenfor ask (*Fraxinus excelsior*) og skovfyr (*Pinus sylvestris*), hvor Statsskovenes Planteavlstation (1996 og 1997) fx stiller spørgsmålstejn ved frøkildernes egnethed i relation til efterfølgende selvforyngelse. Den nuværende dyrkning af popler i én-klonplantninger (som blandt andet følger herkomstlovgivningen på området) er endnu mere problematisk og bør derfor

genovervejes i relation til plantninger i skov og landskab.

En høj grad af genetisk variation i skovbevoksninger kan opnås på mange måder. Artsblandinger og/eller blandinger af populationer er interessante muligheder i fremavl af busk- og træfrø. Anvendelse af frøplantager kan være særlig interessant når den genetiske diversitet ønskes øget gennem hybridisering mellem adskilte udgangspopulationer. Det er naturligvis vigtigt at sådanne tiltag bygger på et fornuftigt fagligt grundlag.

#### *En strategi for valg af frøkilder i skov og landskab*

Den hidtidige – og sandsynligvis også fremtidige – skovdykningspraksis medfører krav om særlige bestande til bevarelse af genressourcer, som diskuteret af Graudal et al. (1997). Genbevaring er dels en biologisk forsikring, dels et grundlag for at skovdyrkerne har et varieret udbud af valgmuligheder når den enkelte bevoksning skal etableres. Der skal dog stadig – gennem skovdyrkning og frøkildevvalg – tages hensyn til genressourcen. Den betydelige usikkerhed omkring fremtidens klima aktualiserer dette yderligere.

Forskere, frøhandlere og brugere af træer og buske diskuterer for øjeblikket hvad den samlede konklusion bør blive (Skov- og Naturstyrelsen 1997): Hvilke krav skal man stille til frøkilder afhængigt af plantningernes formål.

Denne proces er vigtig. Den fører sandsynligvis til en konkret stillingtagen til en række af de problemer, som er diskuteret i nærværende artikel, herunder forslag til praktiske retningslinier for bæredygtig forvaltning af de genetiske ressourcer.

## 6. Litteratur

- Andersen, S. S., Hübertz, H., 1994: Anvisninger til anlæg, drift og pleje af skovbryn. I: Tema Skovbryn. DST, 79, 101-128.
- Attfield, R., 1994: Environmental Philosophy: Principles and Prospects. Avebury Series in Philosophy, Aldershot, England.
- Bergmann, F., Gregorius, H. R., Larsen, J. B. 1990: Levels of genetic variation in European silver fir. Are they related to the species' decline? *Genetica*, 82, 1-10.
- Bradshaw, R. H. W., 1995: The origin and dynamics of native forest ecosystems: background to the use of exotic species in forestry. *Icelandic agricultural sciences*, 9, 7-16.
- Brundtlandkommissionen, 1987: Vor Fælles Fremtid – Brundtlandkommissionens rapport om miljø og udvikling. FN-Forbundet og Mellemløseligt Samvirke, København.
- Daly, H. E., Cobb, J. B., 1989: For the common good. Redirecting the economy toward community, the environment and a sustainable future. Beacon Press, Boston. Dansk udgave 1991 ved O. L. Henriksen: Det Fælles Bedste. Hovedland, København.
- Danell, Ø., 1990: Possible gains in initial stages of national tree breeding programmes using different techniques. *Forest Tree Improvement*, 23, 11-30.
- Foster, S. G., 1986: Trends in genetic parameters with stand development and their influence on early selection for volume growth in loblolly pine. *Forest Science*, 32 (4), 944-959.
- Foster, G. S., 1992: Selection and breeding for extreme genotypes. I: *Clonal Forestry I. Genetics and Biotechnology* (ed: Ahuja, M. R., Libby, W. J.), p. 50-67. Springer Verlag. Berlin. 277 p.
- Foster, G. S., Jones, N., Kjær, E. D., 1995:

- Economics of Tree Improvement in Development Projects in the Tropics. Environmental and economic issues in forestry, 95-128.
- Graudal, L., Kjær, E. D., Canger, S. C. 1995: A systematic approach to the conservation of genetic resources of trees and shrubs in Denmark. *Forest Ecology and Management*, 73, 117-134.
- Graudal, L., Kjær, E. D., Canger, S., Larsen, J. B., 1997: Bevaring af genetiske ressourcer i skovbruget. I: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug (Larsen, J. B., red.). DST, 82, 54-68.
- Haygreen, J., 1988: Observations of a *Eucalyptus* pulp mill. *Alabama Forests*, 32, 16-18.
- Jensen, J. S., 1993: Proveniens af Stilkeg (*Quercus robur* L.) og vintereg (*Q. petraea* (Matt.) Liebl.) i Danmark. Forskningsserien 1993:1. Forskningscentret for Skov & Landskab og Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Johnsen, Ø., Skrøppa, T. 1996: Adaptive properties of *Picea abies* progenies are influenced by environmental signals during sexual reproduction. *Euphytica*, in press.
- Jøhnk, N., 1996: Genøkologiske studier af landskabsarter – en oversigt over 35 buskarter. Forskningscentret for Skov & Landskab og Statsskovenes Planteavlstation.
- Jørgensen, J. H., 1994: Forskning og forædling for resistens mod plantesygdomme. 11. Danske Planteværnskonference, Forskningscenter Risø. 8 p.
- Karku, A., Hurme, P., Karjalainen, M., Karvonen, P., Kärkkäinen, K., Neale, D., Savolainen, O., 1996: Do molecular markers reflect patterns of differentiation in adaptive traits of conifers? *Theor. Appl. Genet.*, 93, 215-221.
- Keiding, H., 1968: Preliminary investigation of inbreeding and outcrossing of Larch. *Silvae Genetica*, 157-200.
- Kjær, E. D., 1988: Resultater fra to afkomsforsøg i sitka (*Picea sitchensis*). 3. dels projekt ved Arboretet, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. Hørsholm.
- Kjær, E. D., Graudal, L., 1993: Skovdyrkning og genressourcer. Påvirkning, samspil og bevaring. DST, 78, 137-162.
- Kjær, E. D., Graudal, L., Myrthue, A. K., 1995: Vurdering af genetisk variation i klonfrøplantager – belyst med et eksempel fra sitkagran (*Picea sitchensis*). DST, 80, 57-77.
- Kjær, E. D., Barner, H., 1997: Valg af skovfyrproviens til klitten: Afprøvning af tre frøplantageafkom i et 14 år gammelt proveniensforsøg. DST 82, in press.
- Klaassen, G. A. J., Opschoor, J. B., 1991: Economics of sustainability or the sustainability of economics: Different Paradigms. *Ecological Economics*, 4, 93-115.
- Kleinschmidt, J., Sauer, 1976: Variation in morphology, phenology and nutrient content among *Picea abies* clones and provenances. In: "Tree Physiology and Yield Improvement", p. 503-517 (eds.: Cannel og Last). Academic Press. London.
- Laikre, L., Ryman, N., 1994: Genspredning ett hot mot vilda djur och växter. *Fauna og Flora*, 4, 17-20.
- Lambeth, C. C., 1980: Juvenile-mature correlation in Pinaceae and implications for early selection. *Forest Science*, 26, 571-580.
- Larsen, J. B., 1985: Økofysiologiske og morfologiske undersøgelser af forskellige *Abies procera* proveniens med hensyn til deres egnethed til pyntegrøntproduktion. DST, 40, 173-199.
- Larsen, J. B., 1986: Das Tannensterben: Eine neue Hypothese zur Klärung des Hintergrundes dieser rätselhaften Komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba*

- Mill.). Forstwiss. Centralbl., 105, 381-396.
- Larsen, J. B., 1990: Breeding for physiological adaptability in order to counteract an expected increase in environmental heterogeneity. *Forest Tree Improvement*, 23, 5-9.
- Larsen, J. B., 1991: Skove og skovbrug: I: Drivhuseffekt og klimaændringer – hvad kan det betyde for Danmark?, 211-215. Miljøministeriet, København.
- Larsen, J. B., Mekic, F., 1991: The geographic variation in European silver fir (*Abies alba* Mill.). Gas exchange and needle cast in relation to needle age, growth rate, dry matter partitioning and wood density by 15 different provenances of age 6. *Silvae Genetica*, 40, 188-198.
- Larsen, J. B., 1994: Die Weistanne (*Abies alba* Mill.) und ihrer waldbaulichen Probleme im Lichte neuerer Erkenntnisse. *Contributions Biologia Arborum*, 5, 1-10.
- Larsen, J. B., 1995: Ecological stability of forests and sustainable silviculture. *Forest Ecology and Management*, 73, 85-96.
- Larsen, J. B., Wellendorf, H., 1997: Rødgran (*Picea abies* (L.) Karst.) – proveniensvariation, forædling og frøkildevvalg. I: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug (Larsen, J. B. red.). DST, 82, 144-157.
- Ledig, F. T., Smith, D. M., 1981: The influence of silvicultural practices on genetic improvement: height growth and weevil resistance in eastern white pine. *Silvae Genetica*, 30, 30-36.
- Ledig, T., 1986: Heterozygosity, heterosis and fitness in outbreeding plants. I: *Conservation Biology, The Science of Scarcity and Diversity* (ed. M.E. Soulé), 77-104. Sinauer Associates, Sunderland, Mass.
- Ledig, T., 1991: The role of genetic diversity in maintaining the global ecosystem. I: Proc. 2. Discussion area A-B: 71-78. 10. World Forestry Congress, Paris 1991. *Revue Forestiere Francaise, Hors serie No 2*, Nancy.
- Ledig, T., 1992: Human impacts on genetic diversity in forests. *Oikos*, 63, 87-108.
- Libby, W. J., Ahuja, M. R., 1992: *Clonal Forestry. I: Clonal Forestry II. Conservation and Application* (ed: M.R. Ahuja og W.J. Libby), 1-8. Springer Verlag. Berlin. 240 p.
- Lindgren, D., 1992: The population biology og Clonal Deployment. I: *Clonal Forestry I: Genetics and Biotechnology* (Ed: Ahuja, M. R., Libby, W. J.). Springer Verlag. Berlin.
- McNeely, J. A., Miller, K. R., Reid, W. V., Mittermeier, A., Werner, T. B., 1990: *Conserving the World's Biological Diversity*. IUCN, World Resources Institute, Conservation International, WWF, World Bank. Gland/Washington D.C.
- Miljø- og Energiministeriet 1995: *Biologisk mangfoldighed i Danmark - Status og Strategi*. Skov- og Naturstyrelsen.
- Namkoong, G., 1994: Ethics in tree breeding and gene conservation. I: *Symposia proceedings 9, Tree breeding, population genetics and conservation of genes*. The Marcus Wallenberg Foundation, Stockholm.
- Naturbeskyttelsesrådet, 1994: *Naturgenopretning eller floraforforskning*. Notat om naturværdierne i den ikke lovbeskyttede del af det åbne danske kulturlandskab (NBR j.nr. 0779-0049).
- Navrud, S., 1995: Sustainable development and management of natural resources. 20. Congress of the Nordic Ass. Of Agric. Res. Reykjavik, Iceland.
- Nielsen, P. C., 1980: *Skovenes historie*. I:

- Danmarks Natur, bind 6 (Skovene). 3. udgave, s. 9-64. Politikens Forlag, København.
- Nielsen, U. B., 1993: Genetisk variation i Sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) i højdevækst, stammeform og frosthærdighed – vurderet ud fra danske proveniens-, afkoms- og klonforsøg. Ph.D. afhandling. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, Forskningscenter for Skov & Landskab. Forskningsserien, nr. 9.
- Nilsson, J.-E., 1990: Variation in early winter hardening within families of *Pinus sylvestris* (L.) from northern Sweden. Scan. J. of For. Res., 5, 17-27.
- Roberds, J. H., Namkoong, G., Skråppa, T., 1990: Genetic analysis of risk in clonal population of forest trees. Theor. Appl. Genetics, 79, 841-848.
- Roulund, H., 1969: Artskrydningsforsøg i slægten picea. DST, 54, 222-233.
- Savolainen, O., Kärkkäinen, K., 1992: Effect of forest management on gene pools. New Forests, 6, 329-345.
- Sedgley, M., Griffin, A. R., 1989: Sexual Reproduction of Tree Crops. Academic Press.
- Siegismund, H. R., 1993: Naturbevaring og Genetik. Nord 1993:6. Nordisk Ministerråd.
- Siegismund, H. R., 1995: Populationsgenetik. Arboretet, Hørsholm.
- Skogforsk 1995: Strategi för framtida skogs-trädsförädling och framställning af förädlat skogsodlingsmaterial i Sverige, 258 pp + bilagor. Skogforsk, Uppsala.
- Skov- og Naturstyrelsen, 1991: "Rødliste '90". Særligt beskyttelseskrævende planter og dyr i Danmark Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen.
- Skov- og Naturstyrelsen, 1997: Brug af frøkluder af træer og buske til skov og landskabsformål i Danmark – bidrag til en bæredygtig anvendelse af de genetiske ressourcer (tekst og redation: L. Graudal, Kjær, E. D., Thomsen, A.). Statsskovenes Planteavlsstation, Miljø- og Energiministeriet.
- Skrøppa, T., 1991: Within-population variation in autumn frost hardiness and its relationship to budset and height Growth in *Picea abies*. Scandinavian Journal of Forest Research, 6, 353-363.
- Statsskovenes Planteavlsstation, 1994: Strategi for anvendelse af stiklinger i statsskovbruget (Upubl.). Skov- og Naturstyrelsen, Statsskovenes Planteavlsstation. Humlebæk.
- Statsskovenes Planteavlsstation, 1996: Skovfyrfrøplantagen FP227, "Valdemarslund". Frøkildebekrivelse A-7. Skov- og Naturstyrelsen, Statsskovenes Planteavlsstation. Humlebæk.
- Statsskovenes Planteavlsstation, 1997: Askefrøplantage FP 202. Frøkildebekrivelse A-17. Skov- og Naturstyrelsen, Statsskovenes Planteavlsstation. Humlebæk.
- Tallis, J. H., 1991: Plant Community History. Chapman and Hall. London.
- Vaupell, C., 1863: De danske skove, Philipsons Forlag, København, 309 p.
- Wellendorf, H. (in prep.): Tolkning af genetiske gevinstopgørelser i 1-9 skalaen for sundhed i rødgran. Upubliceret notat, Arboretet, Hørsholm.
- Whittaker, R. H., 1972: Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 213-251.
- Willan, R. L., 1988: Economic Returns from Tree Improvement in Tropical and Sub-Tropical Conditions. Technical Note 36. Danida Forest Seed Centre, Humlebæk.
- Wilusz, W., Giertych, M., 1974: Effects of classical silviculture on the genetic quality of the progeny. Silvae Genetica, 23, 127-130.

# Bevaring af genetiske ressourcer i skovbruget

Af Lars Graudal, Erik D. Kjær, Sonja Canger og J. Bo Larsen

## Indledning

Bæredygtighedstanken med dens krav om balance mellem benyttelse og beskyttelse understreger behovet for at se skovdriften i større helheder.

For at sikre skovens langsigtede stabilitet og produktivitet er det derfor af stor betydning at beskytte og bevare skovens biologiske mangfoldighed, herunder de genetiske ressourcer. Bevaring af genetiske ressourcer hos træer og buske sker således primært for at sikre deres evne til at kunne tilpasse sig forandringer i omgivelserne og med henblik på at kunne anvende disse ressourcer til fremtidige frøkilder.

Kjær et al. (1997) behandler i artiklen *Samspil mellem proveniensvalg, forædling og skovdyrkning* spørgsmål om genetisk diversitet i relation til en række skovdyrkningsmæssige valgmuligheder og definerer begrebet genetisk diversitet eller variation. I denne artikel fokuseres på behovet for og metoder til bevaring af de genetiske ressourcer hos træer og buske i skovbruget.

## 1. Værdien af at opretholde genetisk variation

### 1.1 Hvorfor er genetisk variation en "ressource"?

Betydningen af genetisk variation i relation til vor fortsatte dyrkning af skov-

træarterne kan sammenfattes i to punkter: Værdien af at have en "buffer" mod ændrede vækstvilkår, herunder mulige klimaændringer, og behovet for at bevare variationen som "byggeklodser" for forædlingen (termer efter FAO 1989). Hertil kommer mere traditionelle naturfrednings-argumenter om at bevare variationen af æstetiske eller etiske grunde for kommende generationer eller for naturens egen skyld.

1. Den genetiske variation *indenfor*, og *imellem*, arterne udgør en naturlig "buffer" mod forandringer i det omgivende miljø (klimaændringer, forekomst af nye skadevoldere eller sygdomme, eller tiltagende forurening). Tilstedeværelse af en passende genetisk variation er derfor vigtig af hensyn til arternes *langsigtede evolutionære udvikling*.

"Buffer"-mekanismen virker også indenfor den enkelte bevoksnings liv. Indenfor denne tidshorisont kan ændringer i vækstvilkår bedre overskues, men fremtiden vil kunne byde på relativt uforudsigelige forandringer.

2. Forædlingsarbejdet skal sikre det flersidige skovbrugs mulighed for at opfylde samfundets behov i dag og i fremtiden. Produktionsforhold forandrer sig med det naturgivne miljø og med ændringer i samfundets krav til ydelser fra skoven. Forædlingsprocessen er derfor dynamisk, og det er vigtigt "løbende" at

kunne vende tilbage til udgangsmaterialet for at inddrage "nye" gener med hidtil oversete egenskaber, eller med egenskaber som i fremtiden kan vise sig at være værdifulde.

Den genetiske variation indenfor vores skovtræarter er således en værdifuld ressource, som dækker over individer med genetisk betingede forskelle i en række egenskaber (jf. iøvrigt Kjær et al. 1997). Det er således anvendelsesbetragtningen, som ligger til grund for definitionen af begrebet "genressourcer". *Genetisk variation med aktuell eller potentiel værdi for den fremtidige anvendelse (i bred forstand) betegnes i international sprogbrug som genetiske ressourcer eller blot genressourcer* (se fx FAO 1989).

Ifølge definitionen omfatter de genetiske ressourcer kun den del af variationen, som vi tillægger aktuell eller potentiel værdi. I praksis er det svært at skelne mellem genetisk variation og genetiske ressourcer, fordi det er umuligt at afgøre, hvad der kan have potentiel værdi i en (i princippet) uendelig tidshorisont.

Hvis man anlægger en mere praksisnær indfaldsvinkel kan man derimod godt diskutere, om der ikke findes genetiske anlæg blandt vore skovtræer, som vi helst var foruden, fx snoet vækst i sitkagran, stammerevner i rødgran, modtagelighed for lus i nordmannsgran, tørkefølsomhed i nobilis og ringskøre i eg.

Den potentielle nytte af visse egenskaber, der i dag opfattes som negative kan imidlertid ikke udelukkes, fx kunne tidligt udspring i bøg være en fordel i et eventuelt mildere klima, og vanrisdannelse i eg er måske udtryk for en generel evne til regeneration som følge af ska-

der, en evne der er særdeles værdifuld for artens stabilitet.

## 1.2 Behovet for genressourcebevaring

Arter og herkomster er ved forstlige aktiviteter gennem de sidste 200-250 år flyttet rundt i landet eller importeret fra udlandet. Den genetiske basis for vores oprindelige populationer er herved blevet blandet som følge af genspredning i form af pollen og frugter/frø mellem populationerne eller hybridisering mellem arter.

Mulige konsekvenser af en sådan sammenblanding er diskuteret hos Kjær et al. (1997). Heraf fremgår det at hybridisering i visse tilfælde er interessant fra en brugersynsvinkel - men i andre tilfælde uheldig. Det er relativt enkelt at blande populationer sammen, men umuligt at adskille sammenblandede genpuljer igen. Fra en bevaringssynsvinkel er det derfor vigtigt at der gøres en indsats for sikring af "rene" bestande som backup for anvendelsen.

For visse arter benyttes næsten udelukkende frøkilder af udenlandsk oprindelse (enten gennem direkte import eller ved høst i Danmark på bevoksninger af udenlandsk oprindelse). Det gælder fx for vore to egearter (Madsen og Søgaard 1996, Madsen 1991), hvor kun en meget lille del af de betydelige tilplantninger i Danmark foregår med planter af lokal oprindelse, blandt andet som følge af manglende indenlandsk frøhøst.

Anvendelse af udenlandsk materiale er også dominerende for birk og en række af de buskarter som benyttes i skovbryn og det åbne land (Jøhnk 1996). Her er separate bevaringstiltag ekstra vigtige. Forurening og klimaændringer skaber





*Stilkeg, Kærgaard Klitplantage. Stilkegene i Kærgaard og Blåbjerg regnes for helt unikke egepopulationer, stærkt udsat for vind og saltnedslag. De store sammenhængende egekrat varierer fra lavtkrybende buske på stærkt vindudsatte steder til regulære skovtyper med rette stammer, hvor der er læ. Som oftest er stammeformen dog kroget som på billedet. (Foto: J. S. Jensen, 1990).*

ændrede og til dels nye vækstvilkår for træer og buske. Karakteren af det ændrede miljø som følge af forurening med planteskadelige stoffer, gødskning, kul-dioxid-emission m.m., og hastigheden hvormed ændringerne foregår kan væk-ke bekymring for, at vigtig genetisk va-riation går tabt som følge af en pludselig og ensidig selektion.

Det diskuteres således om træer og bu-ske vil kunne nå at tilpasse sig de løben-de ændrede vækstvilkår (jf. fx Kjær og Graudal 1993). Ledig (1991) peger i den sammenhæng på nødvendigheden af en generel oprustning på genressourcebe-varingsfronten gennem etablering af et *internationalt netværk* af bevaringsbe-stande.

Genressourcerne fra truede bestande skal opformeres og bevares på lokalite-ter, hvor klimaet som følge af klimafor-andringerne i fremtiden vil svare til for-holdene på det sted, hvor genressourcen oprindeligt blev tilpasset (genetisk eva-kuering). Det vil herefter være nemmere at finde og introducere genetisk mate-riale, som vil være velegnet under de forskellige landes nye vækstvilkår.

En forudsætning for et sådant internatio-nalt netværk er naturligvis, at hvert en-kelt land indledningsvis sikrer sine re-spektive genressourcer, hvilket igen ta-ler for behovet for sikring af repræsenta-tive dele af vore naturligt forekommen-de (formodet tilpassede) populationer i særlige bevaringsbestande.

Sammenfattende fører disse overvejel-ser frem til, at det i dag måske er mere aktuelt end nogensinde før at introduce-re og afprøve sydlandske arter og her-komstler. Til gengæld er det ligeså vig-tigt at sikre vore eksisterende "usam-menblandede bestande", der i givet fald kan tjene som genressource til glæde for

andre egne af verden – og ellers til glæ-de for os selv.

En del af den genetiske variation hos de anvendte træ- og buskarter kan på mel-lemlang og lang sigt gå tabt, medmindre der gøres en målrettet bevaringsindsats. Bekymringen for den genetiske varia-tion vedrører både de oprindelige racer og dansk tilpassede racer af indførte ar-ter, idet disse formodes i en vis grad at have tilpasset sig de specielle vækstvil-kår, som arterne er blevet udsat for i Danmark.

## 2. Hvordan sikres den genetiske variation?

Ved bevaring af biologisk mangfoldig-hed skelner man mellem forskellige for-mer for bevaring svarende til de forskel-lige diversitetsniveauer: økosystem, art og gen (jf. Kjær et al. 1997). Bevaring af hele skovøkosystemer stiller i reglen forholdsvis store arealmæssige krav og vil alene af den grund ofte være begræn-set til relativt få men forholdsvis store områder. I reglen vil kun en lille del af en arts udbredelse være dækket af selv ganske store naturbevaringsområder.

Bevaring af genetiske ressourcer foku-serer på sikring af gener og genetiske variationsmønstre. Da alle gener opfat-tes som potentielt nyttige identificeres ressourcen i realiteten på arts- og popu-lationsniveau. Ved bevaring af geneti-ske ressourcer søger man at dække hele artens udbredelsesområde – vintereg i Vestjylland vil fx ikke kunne dækkes af et nok så stort naturområde på Djurs-land.

I forhold til bevaring af økosystemer er genbevaring således i en forstand mere snæver, men i en anden forstand mere bred. Mere snæver, fordi den specifikt

fokuserer på udvalgte arter og populationer – men bredere fordi den omfatter disse arters samlede arvmasse. Der er således tale om supplerende bevarings tiltag. Genressourcebevaring er i øvrigt mere direkte anvendelsesorienteret end økosystembevaring, fordi den umiddelbart kan danne udgangspunkt for frøavl og forædlingsarbejde.

## 2.1 Udpegning af bevoksninger som ønskes bevaret

### *Genressourcebevaringens dilemma*

Arterne er forskellige på en række områder, som er af betydning for hvordan deres genetiske variation kan sikres. Der er stor forskel på hvor meget viden, der foreligger om de enkelte arters genetiske variation, og selvom vi ved mere om skovtræarterne end det er tilfældet for buskarterne, er vores viden generelt ufuldstændig.

Genressourcebevaringens centrale dilemma består i, at der findes et erkendt behov for bevaring, uden at det står klart, præcis hvad der skal bevares. Det er særligt problematisk, at forholdet mellem den genetiske variation indenfor og imellem populationerne hos vore oprindeligt hjemmehørende arter for mange af dem stort set er ukendt. På baggrund af vor nuværende viden er det derfor svært at afgøre, hvorvidt én eller nogle få bestande kan sikre den genetiske variation, eller om vi skal bevare mange bevoksninger for at indfange variationen imellem disse.

### *Kriterier for valg af bevoksninger*

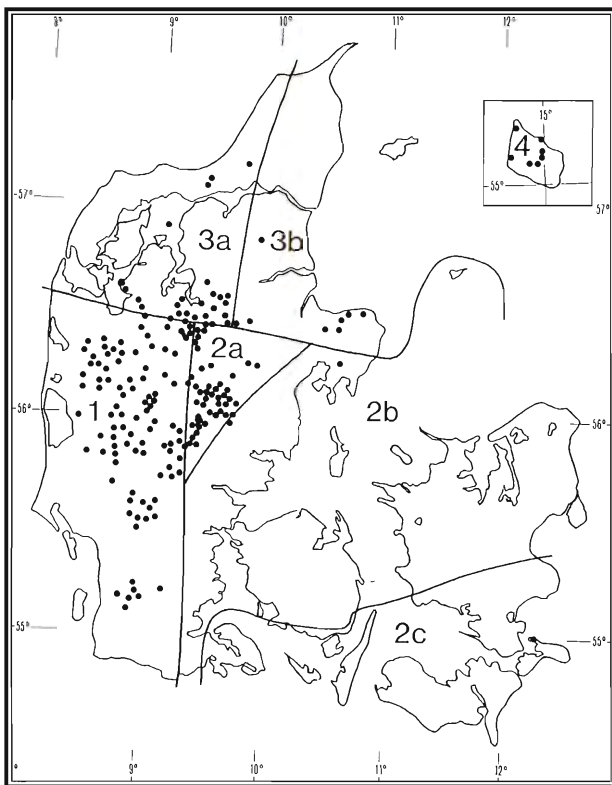
Genressourcebevaring må derfor planlægges ud fra en ufuldstændig viden. Nogle generelle biologiske og anvendelsesmæssige forhold, som forventes at

være korrelerede med mønsteret for arternes genetiske variation, har imidlertid dannet grundlag for en grov indledende opdeling af arterne i artsgrupper.

Det drejer sig i første omgang om udbredelsesområdets størrelse og geografiske fordeling, udbredelsehistorien siden istiden, bestøvningsforhold (især insekt-versus vindbestøvning) og frøspredning, klimakarakter i økosystemet, import og anvendelse af udenlandske prøvenisser/racer, og påvirkning gennem selektion og anvendelse i det ordnede skovbrug. Generelt er gentagelse af genbevaringsbestande i et vist omfang nødvendig for at sikre mod risiko for at enkelte bestande skades eller forsvinder.

I den danske strategi for genressourcebevaring (Skov- og Naturstyrelsen 1994b, se afsnit 5) anvendes et *genøkologisk koncept* byggende på følgende betragtninger (Skov- og Naturstyrelsen 1994a):

Selvom Danmark er et lille land findes en betydelig makroklimatisk variation med hensyn til en række faktorer af betydning for udbredelsen af træer og buske i landet. Det gælder fx temperatur (især forekomst af frost), nedbør, vind og luftens indhold af salt (Mikkelsen 1980, Køie 1968). Der findes også stor variation i jordbundsforhold. En systematisk opdeling af landet i syv naturgeografiske hovedregioner er foretaget af Jakobsen m.fl. (Jakobsen 1976, Nordisk Ministerråd 1984). Hovedregionerne er videre inddelt i 30 underregioner. Vedrørende skovdykningsforhold indleder Henriksen (1988) landet i fire overordnede områder: (i) det østlige Jylland samt Fyn, Sjælland og de sydlige øer, (ii) den jyske højderyg, samt området mellem isens hovedstilstandslinie og den Harderske israndslinie, (iii) heden



Figur 1. Skøn over genøkologiske zoner i Danmark (Skov- og Naturstyrelsen 1994a – her gengivet efter Graudal et al. 1995). Landet er inddelt i fire hovedzoner. To af de fire hovedzoner er ydeligere inddelt i henholdsvis to og tre underzoner. Inddelingen er baseret på Jacobsen (Jacobsen 1976, Nordisk Ministerråd 1984) samt Ødum (1987).

Som eksempel er indlagt den naturlige udbredelse af vintereg (*Quercus petraea*) efter Ødum (1968). Prikker repræsenterer fund i henhold til litteraturen, floralister eller herbariemateriale. Udpegning af bevaringsbestande er i gang og forventes for vintereg at komme til at omfatte 1-2 bevoksninger på Djursland, 1-2 på Møn, 2 på Bornholm samt et enkelt egekrat i Vestjylland, hvor bevaringsstatus allerede er god.

og (iv) klitten. Ødum (pers. medd.) skønner, at man kan skelne mellem 4-5 naturgeografiske hovedregioner.

Vi vil således i nogen grad kunne gætte os til forekomsten af "økotyper", det vil sige populationer som er genetisk tilpas-

set forskellige vækstvilkår gennem naturlig selektion. Selvom forekomsten af kårvariation giver anledning til at formode eksistens af flere økotyper indenfor landets grænser er der samtidig meget få barrierer mod pollenspredning



i Danmark. På den baggrund synes det rimeligt som udgangspunkt at regne med 4-7 såkaldte genøkologiske zoner (se figur 1).

Den danske genbevaringsstrategi bygger på en antagelse om, at sikring af et par bestande indenfor hver zone vil resultere i en meget høj grad af dækning af genetisk variation mellem bestande indenfor landets grænser. Det er klart at skønnene for de enkelte arters genetiske variation på grundlag af de nævnte forhold er et kritisk led i strategien. Samtidig er skønnene imidlertid nødvendige for udarbejdelsen af en egentlig plan for arbejdet med genressourcebevaring.

## 2.2 Etablering og drift af genbevaringsbevoksninger

### *In situ* og *ex situ* bevaring

Den genetiske variation kan sikres *in situ* (på voksestedet) eller *ex situ* (på den anden lokalitet eller i genbank). Metoderne er beskrevet af bl.a. Ingram (1984), Roche og Dourojeanni (1984), FAO (1989) og Graudal et al. (1997).

Metoderne har hver deres fortrin, og i den enkelte situation vil metodevalget afhænge af faktorer som: Udgangspopulationens (genressourcens) størrelse, dens genetiske historie, isolation og muligheden for foryngelse og langsigtet sikring. Alt andet lige er *in situ* bevaring at foretrække, især fordi den fortsatte

naturlige udvikling herved sikres og baseres på processer med en lang kontinuitet. Skoven er derfor ofte den billigste og bedste genbank. I praksis vil *in situ* bevaring i Danmark ofte – men ikke altid – kunne foregå i de naturskovsområder, som er udpeget i medfør af Naturskavsstrategien fra 1992 (Miljøministeriet 1994).

Af hensyn til bevaringens sikkerhed, og af andre tekniske grunde vil man ofte overveje at kombinere *ex situ* og *in situ* bevaring. For truede arter eller populationer vil etablering af *ex situ* bevaringsbestande være særlig aktuelt.

### *Evolutionær og statisk bevaring*

Det er vigtigt at skelne mellem såkaldt statisk og evolutionær bevaring (jf. Guldager 1975, Frankel og Soulé 1981). Udvikling og tilpasning er en dynamisk proces, og ideen i genressourcebevaring er primært at sikre en forsat tilpasning, selvom ønsket om bevaring af særlige egenskaber også kan have betydning i relation til fremtidig forædling. De genetiske ressourcer skal derfor som udgangspunkt bevares i såkaldte evolutionære bevaringsbestande (*in* eller *ex situ*), d.v.s. "levende" økosystemer, hvor den genetiske sammensætning løbende kan tilpasse sig nye miljøpåvirkninger.

Statisk bevaring, fx i form af langtidsholdbare frøprøver, eller podede kloner, kan i nogle tilfælde være et vigtigt sup-

*Naturskoven - eller den urørte skov (her Suserup) er en udmærket måde at sikre skovens genressourcer på, især fordi den fortsatte naturlige udvikling herved sikres og baseres på processer med lang kontinuitet. Skoven er derfor ofte den bedste og billigste genbank. (Foto: J. B. Larsen, 1996).*



*Naturlig foryngelse af rødgran, Grib Skov. Bevaring i anvendelse opnås typisk gennem naturnær drift af arter, der overvejende forynges ved naturligt frøfald og gennem oprettholdelse af naturligt forekommende ofte strukturrige artsblandinger. Som billedet viser, er det dog også muligt at foretage genbevaring af ikke-hjemmehørende træarter gennem naturlig foryngelse. (Foto: J. B. Larsen, 1997).*

plement. Det gælder især arter, hvor fremmedbestøvning fra omkringliggende bestande anses for særlig problematisk, og arter hvor statisk bevaring kan kombineres med forædlingsaktiviteter. Samtidig er frøprøver en meget kompakt måde at sikre populationer på i en kort overgangsperiode.

Bevaringsbestande skal som udgangspunkt have en størrelse og en beliggenhed der minimerer risikoen for tab af genetisk variation. Der findes ingen magiske regler for hvor mange individer der bør indgå i en bevaringspopulation, men populationer af størrelsesordenen 500-

1500 individer anses almindeligvis for tilfredsstillende.

Som udgangspunkt for etablering af *ex situ* bevaringsbevoksninger bør man operere med mindst 50 ubeslægtede individer med henblik på at undgå indavl. De genetiske overvejelser som ligger bag disse talstørrelser er behandlet nærmere hos Graudal et al. (1995) og Kjær og Graudal (1997).

Bevoksningens beliggenhed er af betydning dels for at minimere eventuel uønsket bestøvning fra nabobestande, dels for at sikre kårbetinger, der er gode for naturlig regeneration. Det sidste stil-

ler også krav til populationens størrelse – krav der kan være mere afgørende end de populationsgenetiske (Lande 1980).

### 2.3 Den danske genbevaringsstrategi

I perioden 1991-93 er der blevet udarbejdet en strategi for bevaring af genetiske ressourcer hos træer og buske i Danmark (Skov- og Naturstyrelsen 1994b). Strategien udstikker retningslinier for udpegning og drift af bevaringsbestande for 75 arter, som anvendes – eller har potentiel anvendelse – ved plantning i skov og landskab.

Tabel 1 giver en oversigt over det danske program for bevaring af genetiske ressourcer i træer og buske. Som det fremgår af tabellen, er der tale om et betydeligt initiativ, som planlægges gennemført over en 5-10 årig periode. I tabellen er tillige vist antallet af kårede eller udvalgte frøkilder, der foruden fremavl også bidrager til bevaring.

Strategien er principielt anvendelsesorienteret og retter sig ikke specielt mod truede arter, som kun er med i det omfang der er sammenfald. Truede arter vil ofte kræve separat artsfredning.

Strategien er fleksibel i den forstand at nye arter og bestande kan komme til. Hovedvægten ligger på evolutionære bevaringsbestande, og da der arbejdes i genøkologiske zoner vil variationen på populationsniveau også være dynamisk. De forskellige populationer vil være underlagt forskellige selektionstryk og således med tiden udvikle sig i forskellig retning. En løbende monitorering af de udpegede bestande er en vigtig del af strategien.

I dansk skovbrug er der lang tradition for anvendelse af indførte arter og pro-

venienser – især fra andre dele af Europa og fra Nordamerika. Endvidere har alle de arter strategien omfatter en udbredelse som rækker ud over Danmark. Det er derfor ikke optimalt at søge at bevare genressourcer hos de træarter, der har betydning for dansk skovbrug, udelukkende gennem en national indsats. Hertil kommer, at man i dag ikke kan forudsige med sikkerhed hvilke provenienser og arter, der vil være bedst egnede i en klimatisk og i andre henseender usikker fremtid.

For så vidt muligt at være rustet til en usikker fremtid har Danmark – og andre lande – således stor interesse i, at man verden over bevarer biologisk diversitet og herunder sikrer arternes genetiske variation.

Nationale programmer til genressourcebevaring skal derfor ikke ses i isolation, men bør snarere opfattes som dele af et internationalt netværk. Danmark samarbejder derfor med en række andre europæiske lande om koordinering af de nationale initiativer gennem det såkaldte *European Forest Genetic Resources Network* (EUFORGEN) samarbejde (jf. Turok et al. 1996).

### 3. Skovdyrkning og genressourcebevaring

De foregående betragtninger og de beskrevne aktiviteter til genressourcebevaring i skovbruget bygger hovedsageligt på en slags "funktionsopdeling". Sikringen af de genetiske ressourcer hos vore skovtræer og buske sker i udvalgte bevoksninger (*in situ* eller *ex situ*) i forskellige genøkologiske zoner. De udvalgte bevoksninger er i nogen grad rumligt og driftsmæssigt adskilt fra det øvrige skovbrug, på samme måde som





*Samling af forskellige former af enebær, Arboretet. Denne enebærsamling er et eksempel på ex situ bevaring. (Foto: S. Fodgaard, 1992).*

det er tilfældet fx for frøbevoksninger og naturbevaringsområder.

Der er imidlertid også et vist sammenfald, idet genbevaringsbestandene udmærket samtidig vil kunne tjene andre formål. Nogle bevaringsbestande vil ligge i natur-, andre i produktionsskov.

Et fælles træk for bestandene er at de skal drives med henblik på at understøtte naturlig selektion. Mere detaljerede driftsfrskrifter er givet i Skov- og Naturstyrelsen (1994b) og diskuteret hos Graudal et al. (1995).

Funktionsopdelingen er umiddelbart en administrativ enkel måde at søge behovet for genressourcebevaring tilgodeset på. Der spændes en slags sikkerhedsnet ud som principielt skulle give større fri-

hed i anvendelsen. Sikkerhedsnettet er imidlertid ikke i sig selv nok. Det skal følges af en fornuftig brug af frøkilder (Skov- og Naturstyrelsen 1997 jf. også Kjær et al. 1997). Endvidere er vor viden som nævnt ufuldstændig både for så vidt angår det nødvendige omfang af og metoder til sikring af de genetiske ressourcer.

Dette rejser spørgsmålet om i hvilken grad det egentlige skovbrug har en forpligtigelse til sikring af de genetiske ressourcer, og i givet fald hvordan sådanne krav kan imødekommes gennem skovdyrkningen. Opretholdelse af genetisk variation gennem dyrkningspraksis – også benævnt “bevaring i anvendelse” er diskuteret i Skov- og Naturstyrelsen (1994a).

Bevaring i anvendelse opnåes typisk gennem naturnær drift af arter der overvejende forynges ved naturligt frøfald og gennem opretholdelse af naturligt forekommende ofte strukturrige artsblandinger (Larsen 1995). En drift, der generelt bygger på og understøtter de naturlige genetiske procesforløb, vil i højere grad bidrage til en dynamisk sikring af træarternes genetiske ressourcer end den klassiske skovdyrkning, der i vid udstrækning opererer med afbrudte procesforløb.

Et eksempel på en sådan naturlig strukturudvikling i en østdansk blandingsløvskov bestående af bøg og ask er givet af Emborg (1996). Den form for dyrkningspraksis svarer principielt til de driftsforskrifter som genbevaringsbestandene er underlagt, men vil som egentlig dyrkningsform kunne finde anvendelse på større områder og dermed antagelig bidrage til øget evolutionær dynamik på såvel økosystem- som geniveau, og således udgøre et vigtigt bidrag til den generelle strategi for bevaring af de genetiske ressourcer.

#### 4. Litteratur

Emborg, J. 1996: The structure, dynamics, and light condition of Suserup Skov, a semi-natural temperate deciduous forest in Denmark. Ph.D. afhandling. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

FAO, 1989: Plant Genetic Resources – Their conservation in situ for human use. FAO, Rome.

Frankel, O. H., Soule, M. E., 1981: Conservation and Evolution. Cambridge University Press.

Graudal, L., Kjær, E. D., Canger, S., 1995: A systematic approach to conservation of genetic resources of trees and shrubs in

Denmark. Forest ecology and Management, 73, 117-134.

Graudal, L., Kjær, E. D., Thomsen, A. 1997: Guidelines for Planning National Programmes for Conservation of Forest Genetic Resources. Danida Forest Seed Centre, in. prep.

Guldager, P., 1975: *Ex situ* conservation stands in the tropics. In: The methodology of conservation of forest genetic resources, Report on a pilot study, 85-92. FAO, Rome 1975.

Henriksen, H. A., 1988: Skoven og dens dyrkning. Nyt Nordisk Forlag. København.

Ingram, G. B., 1984: *In situ* conservation of genetic resources of plants: the scientific and technical base. FORGEN/MISC/84/1. FAO, Rome

Jacobsen, N. K., 1976: Natural-Geographical Regions of Denmark. Geografisk Tidsskrift, 75, 1-7. Det Kgl. Danske Geografiske Selskab. København.

Jøhnik, N., 1996: Genøkologiske studier af landskabsarter – en oversigt over 35 buskarter. Forskningscentret for Skov & Landskab og Statsskovenes Planteavlstation.

Kjær, E. D., Graudal, L., 1993: Skovdyrkning og genressourcer. Påvirkning, samspil og bevaring. DST, 78, 137-162.

Kjær, E. D., Graudal, L., 1997: Deciding appropriate population size and composition for tree seed collection and -production, tree breeding and conservation of genetic resources. Danida Forest Seed Centre, in. prep.

Kjær, E. D., Graudal, L., Larsen, J. B., 1997: Samspil mellem proveniensvalg, forædling og skovdyrkning. I.: Træarts- og proveniensvalget i et bæredygtigt skovbrug (Larsen, J. B., red.). DST, 82, 27-53.

Køje, M., 1968: Planternes levevilkår – øko-

Tabel 1. Planlagt antal genbevaringsbestande og antal eksisterende kårede eller udpegede frøbevoksninger for træer og buske til skov og landskab i Danmark. Arterne er listet i alfabetisk orden indenfor 3 hovedgrupper: Løvtræer, nåletræer, og buske (Kilde: Graudal et al. 1995).

Art	Planlagt antal genbevaringsbevoksninger			Antal kårede/udpegede frøbevoksninger (1993)	
	In situ	Ex situ	Klonsamling	Skovbrug	Landskab
<b>Løvtræer:</b>					
Acer campestre	8-10	4			13
Acer platanoides	8-10		2		4
Acer pseudoplatanus	2-4			9	5
Alnus glutinosa	11-15	1		9	
Betula pendula	8-10	1			2
Betula pubescens	8-10				3
Carpinus betulus	5-7	5		1	5
Fagus sylvatica	5-7	3		36	7
Fraxinus excelsior	8-10	2		13	
Populus tremula	5-7				
Prunus avium	11-15	4			9
Quercus petraea	5-7	1	3	2	10
Quercus robur	8-10	3	5	83	18
Quercus rubra		2-4		1	
Tilia cordata	11-15		1	2	2
Ulmus carpinifolia	2-4				
Ulmus glabra	8-10				2
Ulmus laevis	2-4				1
<b>Ialt, løvtræer</b>	<b>115-149</b>	<b>39-41</b>	<b>11</b>	<b>156</b>	<b>81</b>
<b>Nåletræer:</b>					
Abies alba		5-7	2	5	
Abies grandis			1	2	
Abies nordmanniana		5-7	2	5	
Abies procera	*	5-7	3	51	
Chamaecyparis lawsoniana		2-4	1	7	
Larix decidua		5-7	2	4	
Larix leptolepis		5-7	1	21	
Picea abies	*	5-7	2	43	
Picea glauca	*	2-4			
Picea omorika		2-4	1	7	
Picea sitchensis	*	5-7	2	52	
Pinus contorta		2-4	2	2	
Pinus mugo		2-4	2	2	3
Pinus nigra		5-7		7	
Pinus sylvestris		5-7	4	12	
Pseudotsuga menziesii		5-7	2	25	

Thuja plicata		2-4	1	5	
Tsuga heterophylla		2-4	1	6	
<b>Ialt, nåletræer</b>		65-99	27	263	3
<b>Buske:</b>					
Cornus sanguinea	11-15		3		1
Corylus avellana	8-10		3		4
Cotoneaster integerrimus	5-7				
Cotoneaster melanocarpus	5-7				
Crataegus laevigata	8-10		1		5
Crataegus monogyna	8-10		3		12
Cytiscus scoparius	5-7				
Euonymus europaeus	8-10		5		1
Hedera helix	8-10				
Hippophae rhamnoides	8-10		3		3
Ilex aquifolium	8-10				
Juniperus communis	11-15				3
Lonicera periclymenum	8-10		2		2
Lonicera xylosteum	8-10				1
Malus sylvestris	8-10		2		1
Prunus padus	11-15		1		5
Prunus spinosa	8-10		1		7
Pyrus communis	8-10				1
Rhamnus cathartica	8-10		2		2
Rhamnus frangula	11-15		2		
Ribes alpinum	5-7		1		
Ribes nigrum	8-10				
Rosa canina	11-15		2		4
Rosa dumalis	11-15				1
Rosa rubiginosa	11-15				2
Rosa spinosissima	11-15				
Rubus fruticosus	8-10				
Salix caprea	8-10				
Salix cinerea	8-10				
Salix pentandra	8-10				
Salix rosmarinifolia	5-7				
Sambucus nigra	8-10		2		
Sorbus aria var. rupicola	5-7				
Sorbus aucuparia	8-10		3		
Sorbus intermedia	5-7				
Sorbus torminalis	5-7				
Syringa vulgaris	8-10				1
Taxus baccata	8-10				
Viburnum opulus	11-15		2		3
<b>Ialt, buske</b>	315-393	0	38	0	59
<b>I ALT</b>	430-542	102-138	76	386	144

\*) Landracedannelse - nogle af *ex situ* bestandene kan opfattes som *in situ* bestande

- logi. Danmarks Natur, bind 2: 155-246. 2. udgave. Politikens Forlag. København.
- Lande, R., 1980: Genetics and Demography in Biological Conservation. *Science*, 241, 1455-1460.
- Ledig, T., 1991: The role of genetic diversity in maintaining the global ecosystem. I: Proc. 2. Discussion area A-B: 71-78. 10. World Forestry Congress, Paris 1991. *Revue Forestiere Francaise*, Hors serie No 2, Nancy.
- Larsen, J. B., 1995: Naturnær skovdyrkning og bæredygtighed. Skovbrugets grønne alternativ. Nepenthes Forlag, 25-31.
- Madsen, S. F., 1991: Frø og planter til det danske marked 1985-1990. *Skoven*, 3, 129-133.
- Madsen, S. F., Søgaard, J., 1996: Frø og planter til det danske marked 1990/1995. 2. Løvtræ. *Skoven*, 10, 458-461.
- Mikkelsen, V. M., 1980: Planteøkologi og danske plantesamfund. 3. udgave. Jordbrugsforlaget. København.
- Miljøministeriet 1994: Strategi for de danske naturskove og andre bevaringsværdige skovtyper. – Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen (Dansk-engelsk udgave).
- Nordisk Ministerråd, 1984: Naturgeografisk regioninddeling av Norden. Nordiska Ministerrådet.
- Roche, L., Dourojeanni, M., 1984: A guide to in situ conservation of genetic resources in tropical woody species. FORGEN/MISC/84/2. FAO, Rome
- Skov- og Naturstyrelsen, 1994a: Udredning vedrørende bevaring af genetiske ressourcer hos træer og buske i Danmark (tekst og redaktion: Canger, S., Graudal, L., Kjær, E. D.). Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen. Statsskovenes Planteavlstation, Humlebæk.
- Skov- og Naturstyrelsen, 1994b: Strategi for bevaring af genetiske ressourcer hos træer og buske i Danmark (tekst og redaktion: Kjær, E., Graudal, L., Canger, S., Larsen, A. B.). Miljøministeriet, Skov og Naturstyrelsen, Statsskovenes Planteavlstation, Humlebæk.
- Skov- og Naturstyrelsen 1997: Brug af frøklilder af træer og buske til skov og landskabsformål i Danmark – bidrag til en bæredygtig anvendelse af de genetiske ressourcer (tekst og redaktion: Graudal, L., Kjær, E. D., Thomsen, A.). Statsskovenes Planteavlstation, Miljø- og Energiministeriet.
- Turok, J., Eriksson, G., Kleinschmit, J., Canger, S. (compilers), 1996. Noble Hardwoods Network. Report of the first meeting 24-27 March 1996, Escherode, Germany. European Forest Genetic Resources Programme (EUFORGEN). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Ødum, S., 1968: Udbredelsen af træer og buske i Danmark (English summary: The distribution of trees and shrubs in Denmark). *Botanisk Tidsskrift*, 64 (1). Dansk Botanisk Forening, København.
- Ødum, S., 1987: Træartsvalg til nye skovbryn. Principper for artsvalg belyst ud fra en opdeling af 13 egnskarakteristiske områder. *Ugeskrift for Jordbrug*, 48, 1514-1518.

# BØG

## – proveniensvariation og frøkildevvalg

Af J. Bo Larsen, Søren F. Madsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Bøgen (*Fagus sylvatica* L.) er udbredt over det meste af det vestlige og centrale Europa. Nordgrænsen for dens udbredelse går gennem den sydlige del af England, det sydligste Norge og gennem Sydsverige. Mod øst følger udbredelsen i store træk Ruslands vestgrænse.

Mens bøgen i Nordeuropa findes ned til havoverfladen, er den i det sydlige Europa knyttet til de køligere og nedbørsrige bjergegne (Pyrenæerne, Appeninerne, Balkanbjergene). I Danmark forekommer bøgen naturligt i det meste af landet.

Bøgen er næsten udelukkende blevet kultiveret ved selvfor yngelse, og derfor har man måttet anvende den foreliggende race. Det betyder, at træartens race-dannelse og genetiske variation ikke tidligere har været genstand for særlig stor interesse. En række forfattere har imidlertid kunnet give eksempler på forskelle i fænotype for forskellige racer.

Oppermann (1930) kunne allerede tidligt dokumentere, at karpaterbøg gennemgående havde bedre stammeform og var lidt tidligere udspringende end dansk bøg.

Krahl-Urban (1954)'s studier af fænotype i autochtone bevoksninger i det syd-

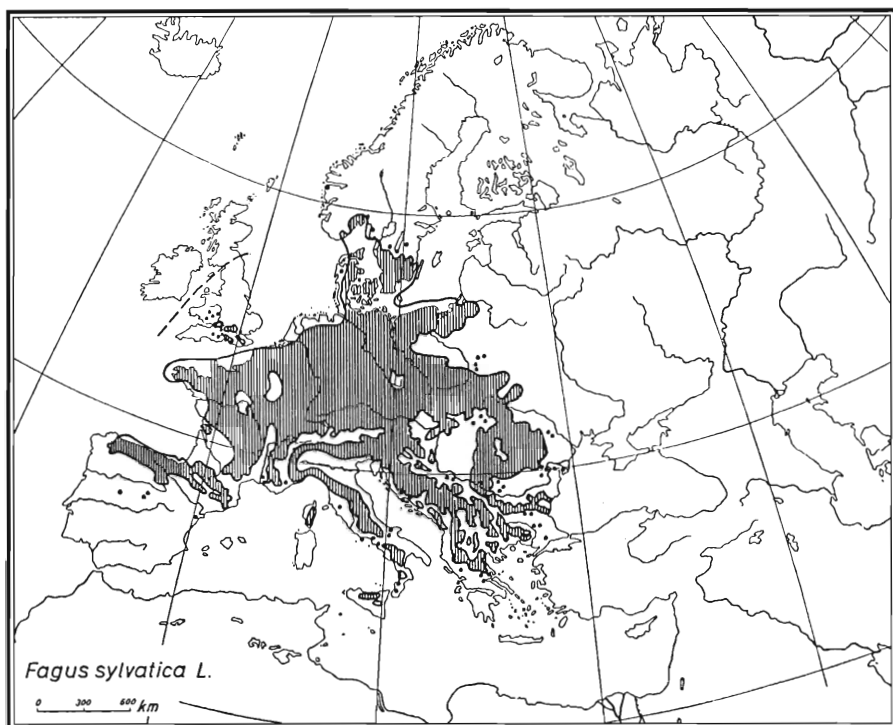
lige Tyskland og i Østrig kunne eftervisse store forskelle i stammeformen i forhold til bevoksningens højde over havet. De bedst formede bevoksninger skulle herved findes i tøsne-zonen (selektion for rette stammer og fine grene).

Galoux (1966) efterviser, at bøgen fra de kystnære områder i Belgien har større blade end bøg fra Centraleuropa.

Göhrn (1972), von Wuehlisch et al. (1993 og 1995), Madsen (1995) og Larsen (1996) finder tydelige forskelle mellem provenienser med hensyn til udspringstidspunkt. De tidligst udspringende er de sydøstlige typer fra Rumænien, Slovakiet, Slovenien og Kroatien. Intermediært ligger de nordligere østtyper fra Ungarn og Polen. Senest udspringende er belgiske, franske, hollandske, spanske, schweiziske og engelske provenienser; det vil sige den vestlige del af udbredelsesområdet. Tyske bøger er intermediært til sent udspringende, de sene kommer overvejende fra den sydvestlige del af Tyskland.

Larsen og Buch (1995) finder desuden, at syditaliensk/calabrisk bøg er mere lyskrævende end sydøsteuropæisk (rumænsk) og nordeuropæisk bøg.

Isoenzym-undersøgelser af Comps et al. (1988, 1990 og 1991) i først og frem-



*Bøg, det naturlige udbredelsesområde*

mest Central- og Sydeuropa, men også Nordeuropa og de atlantiske områder, viser som forventet, at variationen for bøg altid er større indenfor populationen end mellem populationer.

Den europæiske bøg kan adskilles genetisk efter geografiske områder. Analysen viser således, at der er signifikant forskel på middelhavsområdet sammenlignet med kontinentale regioner. Lokalt i Kroatien og Czekoslovakiet er der også fundet signifikante genetiske forskelle med højden over havet.

Variationen mellem populationer i middelhavsområdet er generelt større end mellem andre populationer. Det skyldes

formodentlig fysiske barrierer (vand, bjerge), der hindrer udveksling af genetisk materiale, samt at bøgen under sidste istid indvandrede fra syd mod nord, således at den har gennemlevet flere generationer i Sydeuropa.

Leonardi og Menozzi (1995) efterviser desuden en klar adskillelse i den genetiske variation mellem nord- og syditalienske bøgeprovenienser. I lighed med ædelgranen udviser de syditalienske bøgepopulationer en større allel-variation end de mere nordlige typer. Dette understreger det syditalienske (calabriske) områdes betydning som refugium under istiden.

## 2. Dyrkning af bøg i Danmark

Bøgens indvandring til Danmark begyndte i subboreal tid ca. 1500 f. Kr., men dens egentlige ekspansion skete på overgangen til subatlantisk tid ca. 500 f. Kr.

Ifølge Lindqvist (1931) kan der være tale om indvandring af to forskellige racer; først en dårligt formet race ad en østlig rute (Lolland, Falster, Sjælland og Skåne), og siden en bedre formet race op gennem Jylland. På denne måde søger han at forklare forekomsten af både godt og dårligt formede bøgeracer i Skandinavien.

Hypotesen bygger på fænotypiske studier af bølgebevoksninger i Sydskandinavien og må betragtes som meget tvivlsom. Resultater af forskellige proveniensforsøg har på ingen måde kunnet understøtte, endsiige bekræfte den. Larsen (1996)'s studier af genetiske strukturer i dansk bøg efterviser en udpræget mangel på uddifferentiering mellem danske bølgepopulationer, og det afkræfter yderligere hypotesen om forskellige indvandringsveje.

I slutningen af forrige århundrede begyndte import af frø og planter i større stil. Importen kom bl.a. fra Karpaterne (fra omkring 1880), Holland (fra 1905), Belgien (Forêt de Soignes, fra 1935), Sverige og Tyskland. En udførlig beskrivelse af disse importere gives af Bärner (1958).

Bøgen er Danmarks mest udbredte løvtræ. Den dyrkes hovedsagelig i renbestand, enten ved selvforyngelse eller gennem plantning. For en udførlig beskrivelse af bøgedyrkningens økologi og teknik henvises til Henriksen (1988). Den klassiske bøgedyrkning finder primært sted på veldræned østdanske morænejorde. Bøgen synes imidlertid fremover at kunne blive aktuel som under-

og indplantningsart på mere næringsfattige lokaliteter i den vestlige del af landet. På disse lokaliteter er dyrkningen dog mere begrundet i bøgens økologiske værdi frem for produktionsværdien.

Selvom bøgen ofte bedst og billigst forynges naturligt, vil der med de p.t. herskende ønsker om at øge landets bølgeareal fremover blive et stigende behov for bøgemateriale til nykulturer, også i forbindelse med skovrejsning.

Afhængig af formålet med den aktuelle plantning er det vigtigt at overveje valget af frøkilde: Hvis driftsmålet primært er vedproduktion vil man foretrække de produktions- og kvalitetsmæssigt bedste frøkilder. Skal plantningen mere varetage landskabelige og naturbeskyttende funktioner, kan det – ud fra hensyn til bevaring af genressourcer – være vigtigt at vælge et lokalt forekommende formeringsmateriale.

Bøgen i Danmark byder sjældent på de store problemer og må ud fra et økologisk synspunkt anses for veltilpasset. Sen forårsfrost kan dog på udsatte lokaliteter beskadige og hæmme bølgeopvæksten stærkt, især når plantningen sker uden skærm. Den anses for relativ tolerant over for klimaændringer.

I 1995/96 er der dog set udprægede svækkelser, som må tilskrives manglende nedbør og deraf følgende tørkeskader. Dette understreger træartens afhængighed af regelmæssig nedbør, især på fladgrundede lerjorder i Sydøstdanmark.

## 3. Frøforsyning

Det er ikke muligt at dække det hjemlige frøbehov med indenlandsk frø, da der kan gå lang tid mellem gode oldenår.

Problemet med sikring af en kontinuerlig frøforsyning understreges af, at gode ol-



denår ofte falder sammen indenfor hele det norvesteuropæiske område. I år med frømangel i Danmark vil der derfor ikke være oldensætning i vore nabolande (specielt Tyskland, Holland og Belgien). I disse år er man henvist til import fra fjernere områder, især fra Balkanområdet (Rumænien, Jugoslavien, Bulgarien).

#### *Høst og import 1960-80*

Den samlede høst i de danske kårede bevoksninger udgjorde i perioden 1960-1980 15,5 t (0,3 t/år). Der blev indsamlet i 18 kåringsenheder, hvoraf F.413 Gråsten, F.3a og b Sønderborg, samt F.222a og b Sandbjerg bidrog mest.

I samme periode blev der importeret 95,1 t (4,8 t/år) olden svarende til 86% af det samlede frøforbrug. De største mængder kom fra Bulgarien med 31% (Borima, Stara Planina) og Tyskland med 30% (Gebiet 81003 Niederdeutsches Tiefland, 81008 Westdeutsches Bergland, 81013 Schwäbische Alp und Bayrischer Jura). De øvrige importere kom fra Rumænien med 22% (Maramures/Lapos, Bihor/Oradea, Prohova), Holland med 16% (område II, Appeldoorn, Dieren) samt små mængder fra Tjekkiet og det tidligere DDR.

#### *Høst og import 1980-95*

I perioden 1980-1995 var bruttotilgangen af dansk materiale på 55,6 t (3,7 t/år). De vigtigste bidragydere var F.413 Gråsten, F.603 Sorø, F.635 Erholm, F.419 Holstenshuus og F.128a Lunds-gård.

I samme periode blev der importeret 154,9 t (10,3 t/år), d.v.s. 74% af bruttotilgangen. 40% kom fra Tyskland (810-13 Schwäbische Alp und Bayerische Jura, 810-07 Südhannover m.v., 810-08

Westdeutsches Bergland 810-03 Niederdeutsches Tiefland). Andre større leverancer kom fra Rumænien og Holland med hver 17%. Mindre mængder blev importeret fra Schweiz, Bulgarien, Belgien, Tjekkiet, Slovakiet og det tidligere Jugoslavien (især Slovenien).

Den samlede tilgang siden 1960 og også den danske andel heraf er jævnt stigende. Den tyske andel af importen er stigende på bekostning af sydøsteuropæisk materiale fra fortrinsvis Rumænien og Bulgarien. Der er importeret en del hollandsk materiale i perioden 1985-1990, mens mængden i den efterfølgende periode kun udgør 1/3 heraf. Desuden bør det nævnes, at der i den sidste 5-års periode er importeret 0,6 t Sihlwaldbøg. Der findes 37 kåringsenheder i bøg over sammenlagt 524,7 ha.

#### **4. Proveniensforsøg og forædling**

Forskningen om bølgeprovenienser i Danmark startede med Oppermann (1908)'s studier af "vrang bøger". I tilknytning hertil blev der anlagt et kombineret afkoms- og proveniensforsøg.

#### *De første danske forsøg*

Resultaterne af dette samt en række forsøg anlagt i 1930'erne er publiceret af Holm (1937), Tulstrup (1950) og Gøhrn (1972). Heraf fremgår det, at de bedste provenienser både med hensyn til vækst og stammerethed kommer fra lavlandet omkring Zürich i Schweiz (Sihlwald, Adlisberg). Bøg fra Karpaterne i Tjekkiet er ligeledes kendetegnet ved en udmærket form og vækst.

Der synes ikke at være de store forskelle mellem nordtysk, hollandsk og dansk bøg. Bøgen fra Sydfrankrig er derimod klart ringere både i form og højdevækst.



*Proveniensen Sihlwald (Schweiz) i proveniensforsøget på Vallø distrikt (Søllerup Indelukke). Billedet viser tydeligt, at den schweiziske lavlandsbøg (Sihlwald, Atlisberg og Isenthal) har en helt fremragende form. Vækstkraften ligger også over dansk bøg. Som andre central- og sydøsteuropæiske bøgeprovenienser springer den dog tidligere ud end dansk bøg, hvilket gør den noget mere følsom overfor forårsnattefrost. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*

Sydsvensk bøg afviger ikke meget fra dansk.

En nyere opgørelse af et af forsøgene (Madsen 1994) viser, at Sihlwald og dernæst Adlisberg er de vækstmæssigt bedste. Mere gennemsnitlige er Middachten (Holland), Forêt de Soignes (Belgien) og Karpaterbøgen Tal Stavnica. Sølvesborg (Sverige), Rügen (Tyskland) og en dansk proveniens er de langsomst voksende. Sihlwald, Sølvesborg og Middachten er formmæssigt de mest rette. Tal Stavnica og Adlisberg indtager en mellemstilling, mens Forêt de Soignes har dårligst form.

I en undersøgelse af vedkvaliteten i samme forsøg (Bergstedt 1996) er der målt snoet vækst, rumvægt og svind (men ikke styrkeegenskaber). De målte forskelle mellem provenienser er små, og resultaterne viser, at variationen indenfor proveniensen oftest er større end variationen mellem provenienserne.

#### *Senere danske forsøg*

Yngre forsøg med forskellige bølgeprovenienser anlagt af Statsskovenes Plan-teavlsstation og Forsøgsvæsenet er opgjort af Hoyer (1980, se også Larsen 1985), og bekræfter i store træk de ældre forsøg. Da disse forsøg i modsætning til de tidligere er anlagt med gentagelser, muliggør de en statistisk analyse og giver dermed et sikrere udsagn.

Dette materiale viser en jævn variation i højdevæksten fra syd mod nord. Den bedste vækst findes hos de schweiziske lavlandsbøge (Sihlwald, Isenthal), efterfulgt af provenienser fra Midttskland (Hanau, Winnefeld), Schleswig-Holstein (Eutin, Lensahn) og herefter Danmark (F.128a Lundsgård). De svenske provenienser (Sølvesborg, Ivö) har den dårligste vækst.

Med hensyn til form har både de schweiziske og de svenske provenienser en særdeles god stammerethed, mens de danske og de tyske herkomster er formmæssigt ringere.

#### *Afprøvning af danske provenienser*

En egentlig systematisk afprøvning af forskellige danske bølgebevoksninger indledtes først i 1954 ved en afprøvning af afkom af 24 kårede og 2 ikke-kårede bevoksninger på 5 lokaliteter. Resultaterne af en tidlig opgørelse i 1966 gives af Gøhrn (1972).

Resultaterne af de seneste opgørelser i 1981 og 1994 (Madsen 1985 og 1994) skal kort sammenfattes her:

Der var signifikante forskelle i vækst mellem afkommene, og der var signifikante forskelle i vækst, form og tvege-dannelse mellem lokaliteterne.

Den bedste vækst opnåede afkommene af F.13 Haderslev (tidligere Stenderup), F.180 Knabelbjerg og F.17 Vejle. Af disse bevoksninger eksisterer i dag kun de to førstnævnte. Der er i dag kun 6 af de kårede bevoksninger tilbage. Udover de to nævnte er det F.95 Bornholm, som har udviklet sig gennemsnitligt med hensyn til vækst og F.128a Lundsgård, F.169b Glorup og F.169c Glorup, som har klareret sig dårligst i forhold til opgørelsens gennemsnit.

Vedmassegevinsten ved valg af de bedste provenienser kan forventes at være på 2-6% i forhold til middel, og for de dårligste provenienser vil tabet være af samme størrelsesorden. Der kunne ikke konstateres signifikante forskelle i stam-meform mellem afkommene.

Det er karakteristisk, at gode provenienser findes side om side med dårlige, det vil sige, der er ingen bestemte områder i Danmark med gode bølgeprovenienser.



*Den kårede bøgebevoksning F.13 Haderslev. Denne bevoksning har i sammenlignende forsøg (se side 77) vist sig at give et vækstkraftigt afkom. Bevoksningen er under naturlig foryngelse med henblik på at bevare denne værdifulde genressource. (Foto: J. B. Larsen, 1981).*

Et supplerende billede med hensyn til dansk bøg fås af opgørelsen af to af Planteavlstationens afkomsforsøg fra 1963 (Hoyer 1980). I begge forsøg viste afkom af bøg på Buderupholm den dårligste vækst og form, mens afkom af F.222b Sandbjerg og en bevoksning på Silkeborg distrikt viste en signifikant bedre udvikling.

Der var desuden tendens til, at afkom af bevoksninger fra kystnære områder (Sandbjerg, Pederstrup, Vejle Nørreskov) udviklede sig relativt bedre på den frostfri lokalitet end i det frostprægede forsøg sammenlignet med afkom fra en bevoksning på Silkeborg distrikt.

Det nyeste proveniensforsøg i bøg er

anlagt på Orenæs i 1986 som en del af et internationalt forsøg. De første resultater er givet af Madsen (1995). De tyder på at egenskaber som overlevelse, udspringtidspunkt, højde, stammerethed og antal gaffelgrene på denne lokalitet afhænger af oprindelseslandet, men at der også på nogle punkter er signifikant forskel mellem provenienser indenfor landegrænsen.

Vækstmæssigt klarer 2 schweiziske, 1 rumænsk og 2 tyske provenienser sig bedst indtil videre. Overlevelsen var generelt lavest for polske provenienser og højest for schweiziske, slovakiske og tyske – højere end for de danske.



*Den kårede bøgebevoksning F.413 Gråsten. Denne bøgebevoksning er den største kåring i bøg og omfatter 274 ha. Det drejer sig om bøg af lokal oprindelse. Formålet med at lave denne store kåring er ønsket om at sikre en tilstrækkelig frøforsyning af dansk bøg. Samtidig fungerer en sådan stor enkeltkåring som en in situ genbevaringsenhed. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*

#### *Sydøsteuropæiske import*

De store import

søg. Der er dog hidtil ikke meldt om specielle problemer med disse provenienser. Rumænsk bøg synes dog at have en udpræget tendens til at danne spids-tveger (Staun, personlig meddelelse).



*Proveniensenforsøg 171a, Jægerspris. Dette forsøg er én af en serie på i alt 6 forsøg til afprøvning af kårede danske bøgebevoksninger. Ved den sidste opgørelse i 1994 ved alderen 32 år kunne der konstateres signifikante vækstforskelle mellem provenienserne. Den bedste vækstudvikling blev opnået af afkommet fra F.13 Haderslev, der ses til højre i billedet, men også F.180 Knabelbjerg og F.17 Vejle var blandt de bedste. Til venstre i billedet ses afkom af F.128a Lundsgaard, der bruges som standard i forsøget og som vækstmæssigt ligger under middel.*

*Vedmassegevinsten ved valg af en af de bedste provenienser kan forventes at ligge på 2-6 % i forhold til gennemsnittet. Der kunne ikke konstateres signifikante forskelle i stammeform mellem afkommene. Det er karakteristisk, at gode provenienser findes side om side med dårlige; der er således ingen bestemte områder i Danmark med generelt gode bøgeprovenienser. (Foto: J. B. Larsen, 1996).*

Resultater fra Larsen og Buch (1995) peger ikke på nævneværdige forskelle i bladmorfologi og vækst mellem rumænsk og nordtysk bøg. En undersøgelse af 7 isoenzymsystemer i bøg tyder heller ikke på afgørende genetisk differentiering mellem hjemmehørende og fremmede (karpaterbøg) populationer i Danmark (Larsen 1996).

Som det fremgår af afsnit 1, vil der dog være forskelle med hensyn til udspringstidspunkt. Man må således forvente, at de sydøsteuropæiske provenienser springer tidligere ud end de nordvestlige.

Blandt andet von Wuehlisch et al. (1995) har eftervist, at udspringstidspunktet er stærkt korreleret med antal gradtimer, ofte defineret som summen af differensen "temperatur-5<sup>o</sup> C", hvor temperaturen måles en gang i timen.

Det antal gradtimer, der er nødvendigt for udspringet af en given proveniens, vil derfor afhænge af højden over havet og længde- og breddegraden. På denne måde søger de at give et redskab, hvorved man kan forudsige udspringstidspunktet for en given proveniens med højde over havet, længde- og breddegrader som input. Ligningen er dog ikke verificeret for danske forhold.

#### *Udenlandske forsøg*

Proveniensenforsøg i udlandet bekræfter og udbygger de danske erfaringer.

Bürger (1948) sammenligner i Schweiz hjemlige provenienser og finder, at provenienserne i Zürich-området (Käferberg og Sihlwald) er provenienser fra Jurabjergene vækst- og formmæssigt overlegne.

I det nordlige del af Tyskland er en række proveniensenforsøg anlagt fra 1951 til 1959. De er opgjort af Krahl-Urban

(1958), Kleinschmit (1977 og 1985) og Kleinschmit og Svolba (1995 og 1996). Sammenfattende for disse forsøg er en udtalt bevoksningsvis differentiering. Der er ingen klare geografiske trends, udover at afkom af frø fra højere beliggende områder har en bedre stammeform – til gengæld vil væksten ofte være mindre.

Nogle områder har dog et relativt stort antal bevoksninger med god vækstkraft og form. Det gælder det sydøstlige Schleswig-Holstein, kanten af Harzbjergene, Göttinger Wald, det sydlige Niedersachsen og det nordhessiske bjergland samt det sydøstlige Tyskland.

### **5. Frøkildeanbefalinger**

For bøg er dyrkningsresultatet meget afhængig af vækstvilkårene, både med hensyn til dyrkningslokalitet og de forstlige tiltag.

I en vellykket kultur, hvilket blandt andet afhænger af lokalitetens beskaffenhed og anlægsintensiteten, vil der i alle provenienser findes et tilstrækkeligt antal rette stammer til en overordentlig smuk mellemaldrende bevoksning (Madsen 1988). Hvor anlægsintensiteten er lavere, bør man ved proveniensvalget lægge vægt på formsikkerheden. Desuden bør man på steder med risiko for frost holde sig til provenienser fra den vestlige del af udbredelsesområdet (Danmark, Holland, Tyskland). Såfremt der lægges vægt på bevaring af gener, bør danske provenienser og især lokale frøkilder have en høj prioritet.

Det må desværre erkendes, at de provenienser vi gennem mange års forsøg har særdeles gode erfaringer med – fx Sihlwald og Adlisberg i Schweiz – ikke har kunnet bidrage væsentligt til frøforsy-

ningen. Til gengæld er der i de sidste 40 år importeret store mængder bøg af tysk, rumænsk og hollandsk herkomst, med hvilke vi kun har få erfaringer fra sammenlignende forsøg.

På grund af den hyppigt svigtende hjemlige frøhøst bliver vi dog også fremover nødt til at importere en stor del af materialet. Med de forbedrede muligheder for at opbevare bøg over flere år vil behovet for import dog være aftagende.

1. *Schweiz: Zürichområdet 500-600 m.o.h. (Sihlwald, Adlisberg, Käferberg), Schweiz, F.596 DTU, Lyngby.* Disse provenienser har i forsøg vist god vækst og form, men har dog også tendens til spidstveger. F.596 DTU, Lyngby er af Sihlwald oprindelse.

2. *Slovakiet: Karpaterområdet 500-800 m.o.h. (Kakasovce, Sigord), danske kårede bevoksninger af karpaterbøg.* Formmæssigt bedre end dansk bøg. De springer dog tidligere ud og må formodes at være mere frostfølsomme end dansk bøg.

3. *Danske kårede bevoksninger.* Af de eksisterende kårede bølgebevoksninger har F.13 Haderslev og F.180 Knabelbjerg vist en god udvikling i forsøg.

4. *Tyskland: Gebiet 81003. Göttingen: Abt. 55a, Harzburg: Abt. 12a, 14b1, 15b, 17a3, 22a1-3, 23a1, 3, 62a1 og 52a2, Grünberg: Abt. 50a4.* Er afprøvet i Nordtyskland og anbefales til brug i Slesvig-Holsten (Anonym 1995).

5. *Tyskland: Gebiet 81003 Niedersächsisches Tiefland (Eutin, Len-*

*sahn, Ostholstein), Gebiet 81013 Schwäbische Alp (Metzingen, Lichtenstein), Gebiet 81007 Hessische Mittelgebirge (Vogelsberg).*

Afkom af disse provenienser har i nordtyske forsøg klaret sig godt både med hensyn til vækst og form.

6. *Holland: Kårede områder og alléer.* Synes ikke bedre end dansk og nordtysk bøg; er dog sent udspringende og kan derfor have en fordel på frostudsatte lokaliteter.

7. *Rumænien: Maramures, Laposområdet, 700-1000 m.o.h. (Strimbu-Baiut).* Har ikke været afprøvet i egentlige proveniensforsøg i Danmark, men er blevet anvendt i et stort omfang gennem de sidste 30-35 år.

## 6. Litteratur

- Anonym 1995: Empfohlene Herkünfte forstlichen Vermehrungsgutes für Niedersachsen (Herkunftsempfehlungen). Merkblatt zum Runderlass des ML vom 01.08.1995 – 403 F 64232-11, Nds. MBI Nrt.
- Barner, H., 1958: Frøforsyning og forædling. DST, 43. 1-83.
- Bergstedt, A., 1996: Proveniens og vedkvalitet i bøg. Nyt fra forskningen. Skoven, 2, 76.
- Bürger, H., 1948: Einfluss der Herkunft des Samens auf die Eigenschaften forstlicher Holzgewächse. Mitt. Schw. Anst. f. d. Forstl. Versuchswesen, 25, 287-325.
- Comps, B., Paule, L., Sugar, I., Thiébaud, B., Trinajstić, I., 1988: Genetic variability over central Europe, allozymic variations in six enzyme systems: spatial differentiation among and within populations. I: Korpel, S., Paule, L.: 3. IUFRO –





Den kårede bøgebevoksning F.596, Danmarks Tekniske Universitet. Denne bevoksning er anlagt med Sihlwald materiale. Træerne er plantet på relativ stor afstand for at sikre en tidlig og rigelig frøhøst med henblik på at sikre en vis forsyning med dette fremragende genetiske materiale. Der har været høstet frø flere gange, senest i 1995. (Foto: S. Fodgaard, 1997).

- Buchensymposium. Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie, Zvolen.
- Cops, B., Thiébaud, B., Paule, L., Merzeau, D., Letouzey, J., 1990: Allozymic variability in beechwoods (*Fagus sylvatica* L.) over central Europe: spatial differentiation among and within populations. *Heredity*, 65, 407-417.
- Cops, B., Thiébaud, B., Merzeau, D., 1991: Genetic Variation in European Beech Stands (*Fagus sylvatica* L.). I: Müller-Starck, G., Ziehe, M. (red.): Genetic Variation in European Populations of Forest Trees. Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, 110-124.
- Galoux, A., 1966: La variabilité genecologique du hêtre commun (*Fagus sylvatica* L.) en Belgique. Station de Recherches des Eaux et Forêts, Serie A, 11, 1 - 121.
- Gøhrn, V., 1972: Proveniensi- og afkomsforsøg med bøg (*Fagus sylvatica*). Forstl. Forsøgsv. Danm., 33,83-214.
- Henriksen, H. A., 1988: Skoven og dens dyrkning. Dansk Skovforening, Nyt Nordisk Forlag, Arnold Busck, 664 p.
- Holm, F., 1937: Bøgeracer. Forstl. Forsøgsv. Danm., 14, 193-264.
- Hoyer, H., 1980: Racedannelse og proveniensforskelle for bøg (*Fagus sylvatica*). Hovedopgave. Skovbrugsafdelingen, Den

- Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. 1-76.
- Kleinschmit, J., 1977: Forstpflanzenzüchtung und Saatgutbereitstellung beim Laubholz. Forst- und Holzwirt, 32, 427-433.
- Kleinschmit, J., 1985: Results of beech (*Fagus sylvatica*) provenance experiments in northern Germany. Mitt. Bund. Forsch. Anst. Forst- u. Holz., Nr. 150, 65-84.
- Kleinschmit, J., Svolba, J., 1995: Results of the Krahl-Urban beech (*Fagus sylvatica* L.) provenance experiments 1951, 1954 and 1959 in Northern Germany. Genetics and Silviculture of Beech. Forskningsserien, 11, 15-34.
- Kleinschmit, J., Svolba, J., 1996: Ergebnisse der Buchenherkunftsversuche von Krahl-Urban. Allg. Forstzeitschr, 14, 780-782.
- Krahl-Urban, J., 1954: Buchenrassenstudien im Bayrisch-Böhmischen Wald, in den Bayrischen Alpen und in den Karawanken. Forstwiss. Centralblatt, 73, 309-325.
- Krahl-Urban, J., 1958: Vorläufige Ergebnisse von Buchen-Provenienzversuchen. Allg. Forst- und Jagdzeitung, 129, 242-251.
- Larsen, A. B., 1996: Genetic Structure of Populations of Beech (*Fagus sylvatica* L.) in Denmark. Scand. J. For. Res., 11, 220-232.
- Larsen, J. B., 1985: Beech provenances in Denmark. Mitt. Bund. Forsch. Anst. Forst- u. Holz., 150, 85-91.
- Larsen, J. B., Buch, T., 1995: The influence of light, lime, and NPK-fertilizer on leaf morphology and early growth of different beech provenances (*Fagus sylvatica* L.). For. & Landsc. Res., 1, 227-240.
- Leonardi, S., Menozzi, P., 1995: Genetic variability of *Fagus sylvatica* L. in Italy. Heredity, 75, 35-44.
- Lindquist, B., 1931: Den skandinaviska bokskogens biologi. Svensk Skogsvårdsforeningens Tidsskrift, 29, 179-532.
- Madsen, S. F., 1985: Progeny trials with approved Danish beech seed stands. Mitt. Bund. Forsch. Anst. Forst- u. Holz., Nr. 150, 92-95.
- Madsen, S. F., 1988: Bøgeprovenienser til dansk skovbrug. Skoven, 11, 404-407.
- Madsen, S. F., (ed.) 1994: Notes to excursions. Forskningscentret for Skov & Landskab, upubl.
- Madsen, S. F., 1995: International beech provenance experiment 1983-1985. Analysis of the Danish member of the 1983 Series. Genetics and Silviculture of Beech. Forskningsserien, 11, 35-44.
- Oppermann, A., 1908: Vrange bøge i det nordøstlige Sjælland. Forstl. Forsøgsv. Danm., 2, 29-216.
- Oppermann, A., 1930: Karpaterbøg i danske skove. Forst. Forsøgsv. Danm., 10, 221-260.
- Tulstrup, N. P., 1950: Provenienseforsøg med nogle vigtige udenlandske bøgeracer. DST, 35, 166-178.
- Wuehlisch, G. von, Jacques, D., og Muhs, H.-J., 1993: Phenological differences between beech provenances. In: Muhs, H.-J. og Wuehlisch, G. von (eds.): The scientific basis for the evaluation of forest genetic resources of beech. Proc. of an EC-workshop, Ahrensburg. Working document of the EC, DG VI, Brussels, 229-232.
- Wuehlisch, G. von, Krusche, D. og Muhs, H.-J., 1995: Variation in Temperature sum requirement for flushing of beech provenances. Silvae Genetica, 44, 5-6, 343-346.

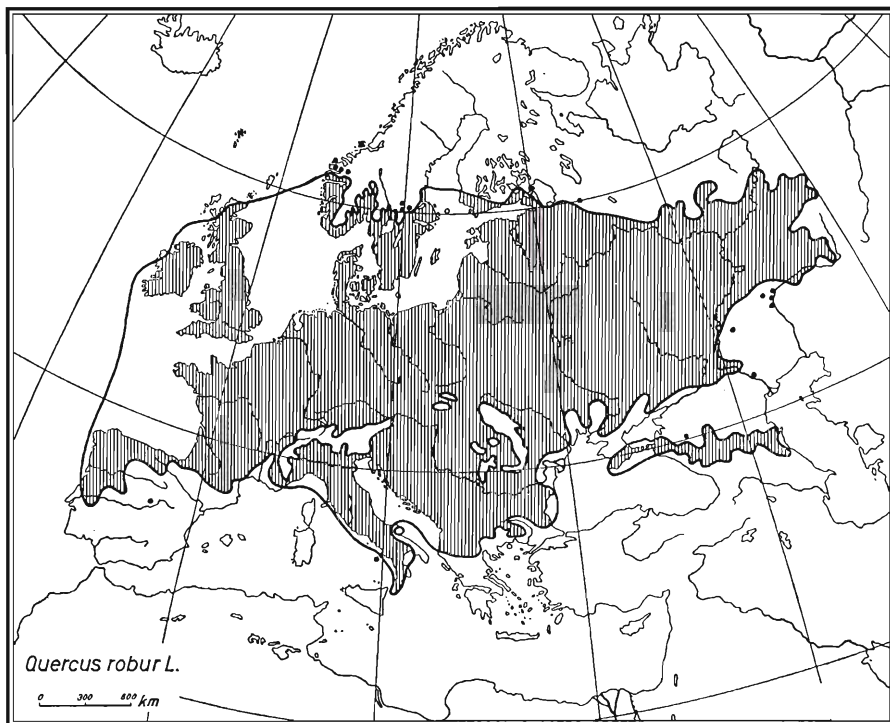
# EG

## Stilkeg og Vintereg

### – arts- og proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

Af J. Bo Larsen, Jan Svejgaard Jensen og Inge Stupak Møller

*Stilkeg, det naturlige udbredelsesområde*



## 1. Udbredelse og raceforhold

Stilkegen (*Quercus robur* L.) forekommer udbredt over det meste af Europa og Lilleasien. Nordgrænsen forløber gennem Vest- og Sydnorge, Mellemsverige og Rusland til Ural-bjergene, hvor de østligste forekomster findes. Grænsen mod øst bestemmes givetvis af de kontinentale vintre, mens sydgrænsen muligvis er en tørkegrænse.

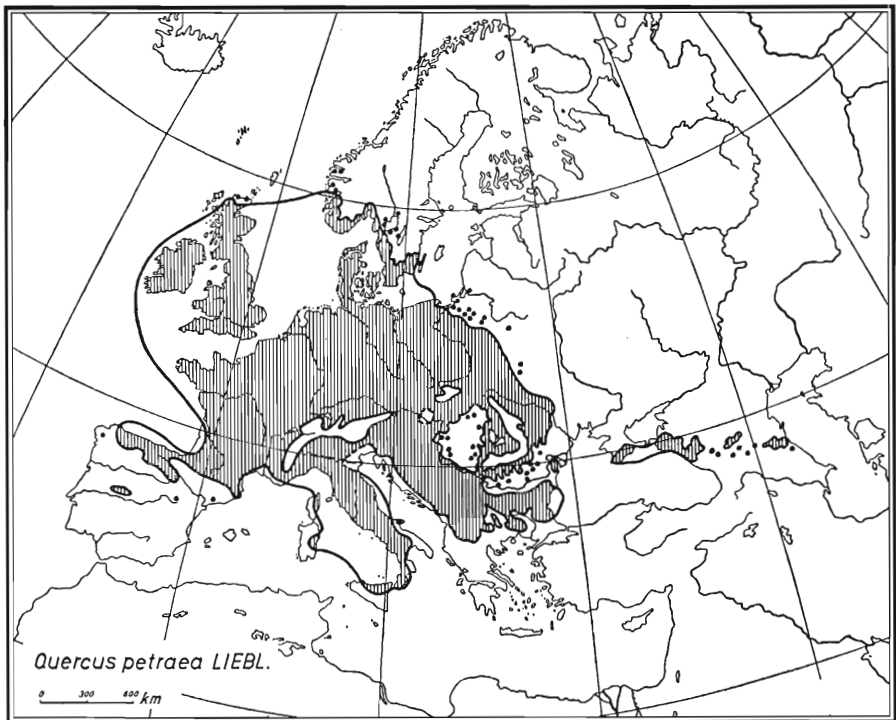
Vinteregens (*Quercus petraea* (Mattenhuschka Liebl.)) udbredelse i Europa er

stort set sammenfaldende med stilkegens, men den går ikke så langt mod øst. Den tåler ikke de kontinentale vintre. Grænsen går fra Letland gennem Hviderusland og Ukraine til det nordvestlige Sorte Hav, hvor den går uden om de Transsylvanske alper og fortsætter i et bælte øst for Sorte Havet.

### Hybridisering

Hvor stilkegens og vinteregens udbredelsesområder overlapper hinanden kan der forekomme spontane krydsninger

Vintereg, det naturlige udbredelsesområde



imellem de to arter. Undersøgelser af Aas (1988) viser dog at krydsninger normalt kun forekommer i begrænset omfang, og da næsten udelukkende med stilkegen som moder. Sandsynligvis er der dog betydelige forskelle fra år til år og fra individ til individ i frekvensen af spontan hybridisering.

I den sydlige del af stilkegens udbredelse hybridiserer den jævnlgt med nogle af de tørkeprægede egearter, især med *Quercus pubescens*.

Der er så store morfologiske variationer inden for både vintereg og især stilkeg, at de to arter for mange kendetegn overlapper hinanden (se litteraturgennemgang hos Jensen (1993)). Vintereg og stilkeg findes af og til i hybridform, også i Danmark.

I Tyskland undersøgte 1416 egebevoksninger (655 forinden bedømt som vintereg og 761 som stilkeg). Man benyttede 11 forskellige bladkarakterer til at bedømme artsrenheden. Det viste sig, at kun 60 % af bevoksningerne kunne klassificeres som rene stilkege eller vinterege, mens 40 % måtte karakteriseres som hybrider. Hybriderne fandtes mest på lokaliteter med varierende tør og våd jordbund (Kleinschmit et al. 1995).

#### *Forskelle mellem arterne*

Det er ofte svært at skelne de to arter fra hinanden. Det bedste enkelte kendetegn til at adskille de to arter er dog forekomsten af sinusnerver hos stilkeg – de vil oftest mangle hos vintereg. Tilsvarende er forekomsten af stjernehaar et kendetegn for vinteregen. Man kan dog foretage en sikker bestemmelse med flere morfologiske eller isoenzymatiske karakterer behandlet med multivariate statistiske metoder (Aas 1988).

Hvad angår *form* har vinteregen udpræget aksetendens, mens stammeformen er præget af store flade bugter. Grene udgår som regel vandret eller med stump vinkel fra hovedaksen.

Stilkegens form er mere variabel og i høj grad påvirket af menneskets indgreb. Hos nogle herkomster opløses stammeaksen hurtigt, specielt i områder hvor egen tidligere har været underkastet stærk negativ selektion gennem hugst af de bedst formede individer (træerne har været efterstræbt af bonde, herremand og svenskere, jf. Vaupell, 1863). De mest rette og formsikre ege findes i hollandske alleer, hvor der er sket en kraftig positiv selektion for stammeform (Jager et al. 1993).

I Danmark synes *vækstkraften* større hos vinteregen end hos stilkegen, og det kompenserer for en langsommere ungdomsvækst. Vintereg sætter generelt færre *vanris* end stilkeg, angribes i mindre grad end stilkegen af *meldug* og afløves sjældnere af *insekter*. Variationen i *udspring* og *afmodning* er betydelig større mellem provenienserne end mellem arterne.

#### *Variation inden for arterne*

Fænotypisk er der for eg således tydelige klinale variationer. Variationen inden for et givet område er ofte større end variationen mellem områderne. Den menneskelige påvirkning af stammeformen har været stærk, og eventuelle geografiske forskelle er udvisket.

Generelt falder tilvæksten dog fra syd mod nord. Der er en tendens til, at de mellem- og østeuropæiske egeprovenienser har tidligere udspring og relativt tidligere afmodning, mens de atlantiske typer har senere udspring og senere af-

modning. De nordiske racer synes at have tidligt udspring og tidlig afmodning, mens der findes flere eksempler på, at sydlige provenienser afmodner sent. Desuden ser det ud til, at dannelsen af Sankthansskud stiger fra nord mod syd (Jensen 1993).

Undersøgelser af de genetiske strukturer ved hjælp af isoenzymteknikken (Kremer et al. 1991) viser, at begge egearter har en høj grad af genetisk diversitet. Forskellen mellem arterne forklarede i disse undersøgelser ca. 5%, mens populations- og individforskelle indenfor populationer udgjorde 4%, henholdsvis 91% af den samlede genetiske variation. Begge arters grad af heterozygoti lå på ca. 27%, hvilket generelt er højt for skovtræer. Müller-Starck og Ziehe (1991) finder tilsvarende en større genetisk variation mellem egepopulationer i Tyskland (stilkeg 5,5% og vintereg 8,5%) end mellem tilsvarende bøgepopulationer (4,5%). Undersøgelserne bekræfter, at begge egearter er meget variable både mellem og især indenfor populationer.

Desuden er de begge udkrydsende (Bacilieri et al. 1996) – det vil sige at selvbestøvning er meget vanskelig, og når det sker, opstår der stærk indavlsdepression.

## 2. Dyrkning af eg i Danmark

Stilkegens indvandring i Danmark skete i ældre lindetid for ca. 8000 år siden. Den synes at være kommet ca. 500 år tidligere til Vestjylland end til Østdanmark.

Den findes udbredt i størstedelen af landet, dog overvejende i de østlige dele, mens vinteregen især er fremherskende i Midt- og Vestjylland, blandt andet i ege-

krat. Hos Gram et al. (1944) findes en omfattende beskrivelse af de jyske egekrat. Vinteregen findes også langs den sjællandske sydkyst og på Bornholm (Jensen 1993).

Egens nuværende udbredelse må dog i vidt omfang ses som resultat af skovrydning og forstlige tiltag. Egekulturer i større stil er anlagt fra slutningen af 1700 tallet, og ved disse kulturanlæg blev der som oftest anvendt agern fra andre egne af landet og fra udlandet (Oppermann 1932, Larsen og Jensen 1993).

De tidligste importere er formodentligt kommet fra Tyskland (Holsten, Harzen). Fra omkring 1892-94 er der importeret agern fra Holland og her især fra allétræer (Lassen 1934, Barner 1958, Tulstrup 1958).

Størstedelen af de danske egebevoksninger er således af ukendt og formodentligt blandet oprindelse. I Jylland findes dog et større antal egebevoksninger, der må regnes for at være genetisk oprindelige. Mange er gennem århundreder blevet drevet som stævningsskov.

Som udpræget lystræart har egen en relativ sikker og hurtig kulturstart. Den kan dog skades noget af frost (både efterårs- og forårsfrost, her er sydlige provenienser mere udsatte), og den efterstræbes stærkt af vildt.

Senere i bevoksningsudviklingen kan der optræde en lang række skadevolde-re. Således kan angreb af egevikler (*Tortrix viridana* L.) og frostmåler (*Cheimatobia brumata* L.) medføre delvis eller total afløvning. Egens store stabilitet skyldes således ikke mangel på fjender, men snarere artens udprægede evne til at regenerere efter opståede skader.

I slutningen af 1980'erne optrådte nogle degenerationsfænomener hos eg, der førte til enkeltrædød i mange mellemaldrende og ældre bevoksninger. Dette fænomen ("egedød") er endnu ikke fuldt afklaret, men der synes dog at være tale om en kombination af flere samvirkende faktorer (egeviklerangreb i to på hinanden følgende år efterfulgt af kambialskader ved stammebasis som følge af frost med derpå følgende angreb af honningsvamp). På det sidste har egens manglende eller forsinkede udspring været genstand for stor opmærksomhed (Thomsen 1995). For begge fænomeners vedkommende er der ingen klare tendenser til proveniensforskelle.

Egen er vel den af vore træarter, der har den største jordbundsamplitude. Den bruges derfor hyppigt på mere ekstreme lokaliteter. Således har specielt stilkegen fundet anvendelse som vedproducent på stive, vandlidende lerjorde, hvor bøgen som oftest mistrives. På tørre sandede lokaliteter i Vestdanmark har begge egearter hidtil fundet mest anvendelse i forbindelse med indre og ydre bryn. Som landskabstræ har egen på grund af sin store stabilitet og lange livsspænd store kvaliteter. Til disse formål vil specielt lokale egeracer, og i Vestdanmark især vinteregen, komme på tale.

Tilsvarende har egen med sine udprægede pioneregenskaber stor betydning ved skovrejsning. Der har været lavet mange forsøg med eg som blandingstræart (se fx Henriksen 1988), hvilket i ensaldrende produktionssystemer oftest mislykkes. Egens rolle i artsblandinger skal derfor snarere ses i forbindelse med skovbryn og som successionsblandinger fra pioner- til klimaksskov.

Begge egearter må anses for at være relativt tolerante overfor moderate æn-

dringer i klimaet, både hvad angår temperatur og nedbør.

### 3. Frøforsyning

#### *Stilkeg*

Den hjemlige frøforsyning er i stor udstrækning blevet suppleret med import. Baggrunden er, at stilkegen kun uregelmæssigt bærer frø i større mængder her i landet, og agern vanskeligt lader sig opbevare over flere år uden at miste spireevnen. Desuden synes udnyttelsen af de danske forstlige kåringer i mange tilfælde at være meget ekstensiv (Madsen og Søgaard 1996).

Meget af det frø vi bruger i dag stammer fra de hollandske alléer. Alléernes etablering og behandling er resultat af århundreders bevidst og intensiv virksomhed. Der er således sket en meget skarp selektion til fordel for hurtigtvoksende og rette individer med spidse grenvinkler og hyppig dannelse af sankthansskud. Selektion for vanrisdannelse har traditionelt været sekundær.

Holland er i forbindelse med frøindsamling administrativt opdelt i 8 "gebieds". Det enkelte gebied er opdelt i distrikter, hvortil de bevoksningsskårede provenienser "selects" kan henføres. Det er i den forbindelse vigtigt at påpege, at provenienser med samme navn alene har det tilfælles, at de ligger indenfor samme kommune. "Zevenaar-01" og "Zevenaar-02" er således meget forskellige med hensyn til udseende og egenskaber. De hollandske kåringer er sket i to omgange, i 1976 og med skærpede kriterier i 1984. Kriterierne for kåring er kvalitative: Stammeform, kronestruktur, vanris m.m. Sandsynligvis ville kun en mindre del af de nuværende hollandske "selects" kunne kåres efter de danske krav om fælles



*Stilkeg, Holland, alleen "Elsendorp de Rips". En væsentlig andel af dansk egeskov er i dag tilplantet med afkom fra hollandske egetræer. Der findes over hundrede selekterede frøkilder af stilkeg i Holland af forskellige aldre og størrelser. Elsendorp - 01 er blandt de yngre og hører til blandt de gennemsnitligt bedste alléer. (Foto: J. S. Jensen, 1992).*

alder og oprindelse, samt isolering mod pollenforurening. Ofte ses det, at kårede og ikke-kårede alléer ligger ved siden af hinanden, at kun en del af en given allé er kåret, at en proveniens er sammensat af forskelligaldrende individer, samt at en del alléer giver indtryk af, at de enkelte træer er af forskellig oprindelse. Sidstnævnte gælder især de store alléer, fx Ede, mens flere af de små alléer til gengæld er meget homogene. (Knudsen et al. 1993, Jager et al. 1993, Jensen 1993).

#### *Høst og import 1960-80*

I perioden 1960-80 blev der høstet 34,5 ton agern (1,7 t/år) i Danmark, fordelt på

23 kårede bevoksninger. Heraf har F.286 Haderslev (tidligere Stenderup), F.92 Knuthenborg og F.96a Petersgård bidraget mest. Den største høst er sket i årene 1960, 1964, 1966, 1971 og 1975. I samme periode er der importeret 191,1 ton agern af stilkege (9,5 t/år), hvilket svarer til ca. 85 % af det samlede frøforbrug ifølge Herkomstkontrollen. Disse importter kommer især fra Holland med ca. 80 % - område I (Zevenaar, Duiven), område II (Vaassen, Nunspeet, Ede-De-Klomp, Appeldoorn, Teuge) og område III (Heeze Leende, Boxmeer, Spordorp, Roosmalen, Helceenaveen, Elsendorp, Eindhoven, Nueneen, Nederwetten).





De øvrige importter kom fra Vesttyskland med ca. 19 % (Gebiet 81701 Schleswig-Holstein, 81703 Niederdeutsches Tiefland, 81706 Übriges Süddeutschland), samt Sverige med ca. 1% (Mönsterås i Kalmar Län).

#### *Høst og import 1980-95*

I perioden 1980-95 var den danske høst af stilkeagern på 358,2 ton (23,9 t/år). En meget stor del af det danske materiale var fra forskellige landskabskåringer. De største bidrag fra forstlige kåringer kom fra F.286 Haderslev, F.96i Petersgård, F.250 Randbøl og F.148 Bidstrup. Leveringen har dog ikke været over 15 t i perioden for nogen af dem, og kun en enkelt, F.286, er af hollandsk oprindelse. (Oprindelsen af F.148 er noget usikker, men man ved med sikkerhed at den er udenlandsk og stammer formodentlig fra Holsten eller Holland).

Importen i perioden var på 786,8 ton (52,5 t/år). Eksport og geneksport var på 64,8 t (4,3 t/år). 90% af importen var fra Holland, resten fra Tyskland, Polen og Norge. Under halvdelen af importen fra Holland kom fra de såkaldte "selects", mens over halvdelen var uspecificeret "gebied"-materiale fra områderne I, II og III. Importen af "selects" fordelte sig på et stort antal provenienser; 45 forskellige de sidste 5 år af perioden.

Generelt er det dog ikke de bedste af provenienserne indenfor select-materialet, der er blevet importeret.

Der er således tale om en øget høst i de danske forstligt kårede bevoksninger gennem de sidste 30-40 år. Sammenlignet med perioden 1960-1980 kommer de største mængder frø til det danske marked dog stadig fra de hollandske områder I, II og III. Selvom tallene fra de to perioder ikke er helt sammenlignelige er det dog klart at den samlede tilgang er stigende; det gælder også indenfor de sidste 15 år.

Der findes 89 kårede stilkebevoksninger, hvoraf 10 er af dansk og 35 af hollandsk herkomst. Det samlede areal af de kårede bevoksninger udgør 362,1 ha.

#### *Vintereg*

I perioden 1960-1980 er der ikke høstet agern i danske bevoksninger af vintereg, mens der er importeret 52,4 ton (2,6 t/år). Den danske høst i perioden 1980-1995 var på 7,1 ton (0,5 t/år), overvejende i landskabskårede bevoksninger og F.212 Løvenholm.

Importen var i perioden 1980-1995 på 368,1 ton (24,5 t/år). Eksport og geneksport var 15,4 ton (1,0 t/år). 72% af importen er fra Agderkysten i Norge, 22% fra Tyskland (Rheinische Schifergebirge, Übriges Süddeutschland, Spessart og Hochspessart m.v.), og en mindre del fra Frankrig og Slovenien.

Der findes 2 kårede vinteregebevoksninger, den ene af dansk herkomst, mens den anden er af Spessart-oprindelse. Det samlede areal er ca. 10,5 ha.

*Stilkeg, F.148 Bidstrup. Denne bevoksning er af hollandsk eller måske tysk oprindelse. Den er sammen med F.369 Pederstrup og F.286 Haderslev kåret som afprøvet på baggrund af en fremragende vækst og kvalitet i sammenlignende afkomsforsøg. Afkom af F.148 findes i en nabobevoksning og er kåret som F.693. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*

#### 4. Proveniensenforsøg og forædling

Omkring 1910 anlagde Hauch et af de første proveniensforsøg i eg i Danmark med 12 forskellige provenienser på Sorø distrikt. Resultaterne herfra viste store forskelle i overlevelse, vækst og formudvikling (Hauch 1914, 1920, 1928). Således viste dansk eg den bedste skudafmodning, men var kendetegnet ved en dårlig stammeform. De mest vækstkraftige og formsikre provenienser kom fra Galizien og Holland.

Disse iagttagelser danner givetvis baggrund for den tidligt udbredte anvendelse af hollandsk eg i dansk skovbrug. Desuden har de hollandske agern været mange og billige.

Siden da er der anlagt en række forsøg. En sammenfatning af resultater fra disse samt en omfattende litteraturgennemgang findes hos Jensen (1993). Hans materiale er fordelt på 34 forsøg og iagttagelsesflader. Deri indgår 61 provenienser af ikke-kårede danske bevoksninger, samt 22, 4 og 6 kårede danske provenienser af henholdsvis dansk, formodet tysk og hollandsk oprindelse. Desuden indgår der 3 svenske, 7 norske, 5 tyske og 11 hollandske samt enkelte andre (Ukraine (2), Slovenien (1), Slovakiet (1), Italien (1), Ungarn/Tyskland (1) England (1)).

##### *Variation i dansk eg*

Undersøgelser over variationen inden for dansk eg, både på bevoksnings- og enkelttræniveau, er offentliggjort af Oppermann (1932). Heraf fremgår det, at der er store forskelle inden for dansk eg, især i formudviklingen, men også i væksten. Disse forskelle kan kun vanskeligt forklares, idet gode og dårlige bevoksninger forekommer imellem hinanden. Det er desuden påfaldende, at egekrat-

tene i Vestjylland ofte giver et meget fint afkom.

Provenienser af dansk oprindelse er dog generelt de sydligere typer vækstmæssigt underlegne (Jensen 1993). Formen er i reglen usikker, selvom der oftest vil være nok retvoksende træer til en acceptabel slutbestand. På udsatte steder vil de lokale racer og racer fra tilsvarende lokaliteter dog være mere tilpassede end både andre danske og udenlandske.

##### *Hollandske ege*

De hollandske ege er normalt stilkege, som dog synes at have visse vinteregkarakterer (træform, veddets egenskaber og evnen til at beholde bladene om vinteren).

De danske forsøg viser, at ingen af de her afprøvede hollandske provenienser skiller sig voldsomt ud indbyrdes. De har rette stammer og spidse grenvinkler samt stærk tendens til dannelse af sankthansskud, hvilket ofte giver anledning til meldugangreb. Grenene er ofte moderate af størrelse. Udspringet sker 3-7 dage senere end danske provenienser.

De hollandske ege har lige så stor tendens til at danne vanris som de danske, selvom der en sjælden gang ses provenienser med ret få vanris, i et forsøg fx Zevenaar-01, i et andet Helmond og i et tredje Eichenbarch Slot.

Vedmasseproduktionen er større end for nordisk eg og ligger fra middel (fx Zevenaar-01) til ca. 10% over middel. Flere 1. generationsbevoksninger i Danmark af hollandsk herkomst er produktionsmæssigt gode, fx F.369 Pederstrup og F.286 Haderslev.

Hos hollandske ege er der observeret flere frostrevner end hos danske ege, omend stadig i beskedent omfang. Det

er dog ikke udelukket, at det i højere grad skyldes kår end proveniens.

#### *Norske og svenske ege*

De norske provenienser, der indgår i forsøgene er mest vintereg. De synes mere robuste overfor vindeksp<sup>o</sup>nering end hollandske og sandsynligvis ogs<sup>a</sup> de østdanske og svenske provenienser, mens frosttålsomheden er begrænset. Formen på den norske Sørlandseg er meget god og formspredningen lille. Den har forholdsvis mindre tendens til vanrisdannelse. Produktionsegenskaberne er kun svagt belyst, men er muligvis på højde med dansk eg.

De svenske ege, der er afprøvet i Danmark, viser ofte som de norske en særdeles tilfredstillende form med udpræget aksedannelse. Grenvinklerne er variabel. De svenske ege fra Visingsö synes at have en mindre højdevækst og totalproduktion end de danske ege, mens egne fra egnen omkring Kalmar har mindst lige så god vækst som de bedste danske ege. Kalmar-provenienser sætter desuden betydelig færre vanris end danske og hollandske. Generelt er vanrisdannelsen svag til moderat. Sankthansskuds-dannelsen er mindre, hvilket har betydning for evnen til at udbedre skaderne efter afløvning.

I Sverige synes der at forekomme en hel del blanding af vintereg og stilkeg. Både Visingsö- og Kalmar-proveniensen i de danske forsøg er formodentlig blandede, men minder normalt mest om stilkeg. Potentialet med hensyn til egeprovenienser i den øvrige del af Sverige er ukendt.

#### *Øvrigt udenlandsk materiale*

Variationen i stilkeg fra Tyskland er meget stor indenfor ret snævre områder

og uden glidende overgange mellem disse. De tyske stilkege i Danmark er ofte hurtigtvoksende men formmæssigt skuffende.

Vintereg fra Spessart og afkom heraf er afprøvet i danske forsøg. Tilvæksten er bedre end alt andet de sammenlignes med, og formen er betydeligt bedre end de bedste danske, men stadig usikker i forhold til nordiske og hollandske provenienser.

Franske og belgiske egeprovenienser synes ikke videre interessante i Danmark, mens der vurderes at være muligheder i Østeuropa, specielt Polen.

#### *Heritabilitet*

I enkelte danske forsøg (Jensen 1993) har det været muligt at eftervise en meget stor heritabilitet inden for provenienser for en lang række egenskaber: stammeform, vanris, højdevækst, udspring og aksefrekvens. Dette antyder, at disse egenskaber er under stærk genetisk kontrol, og at der kan hentes væsentlige forbedringer gennem forædling. Egens stammeform er således normalt meget lidt påvirkelig af kår, men den kan dog være ekstremt kroget på dårlige boniteter (under 4). Stammeformens egenskaber viser sig desuden meget tidligt i bevoksningens liv, og det vil være muligt at selekttere allerede i 5-7 år alderen. Tendensen til vanrisdannelse er ogs<sup>a</sup> arvelig, men her har kårene en væsentlig større betydning.

#### *Forædlingsprogram*

I 1995 blev et kombineret forædlings- og fremavlsprogram startet. Der blev udpeget et stort antal plustræer i bevoksninger af dansk og hollandsk oprindelse til anlæggelse af frøplantager med et samlet areal i størrelsesordenen 30-50 ha.



*Stilkeg, F.651 Bregentved. Denne bevoksning er én af i alt 32 kårede stilkegebevoksninger af hollandsk oprindelse. Man erkender en stammeform karakteriseret ved en udpræget aksetendens samt de lige grene udgående fra stammen. (Foto: S. Fodgaard, 1996).*



*Stilkeg, F. 660 Bregentved. Denne bevoksning er af dansk afstamning. I modsætning til den hollandske eg er dansk eg karakteriseret ved en noget mere usikker stammeform og specielt en mere kroget grenudvikling. Den danske eg må dog anses for at være mere klimarobust og kan således anvendes på mere udsatte lokaliteter end den hollandske eg. (Foto: S. Fodgaard, 1996).*

Noget af frømaterialer vil indgå i en undersøgelse af nedarvelige egenskaber, der har betydning for tilpasningsdygtigheden, det vil sige udspring, afmodning, vækst, frosthærdighed m.m. (Jensen 1995).

## 5. Frøkildeanbefalinger

Proveniensvalget i stilkeg må være afstemt efter dyrkningslokalitet og driftsformål. anbefalingerne, der især bygger på Jensen (1993) og Jager et al. (1993), er derfor lokalitetsopdelt:

- det østlige Danmark (beskyttede forhold, lerjorder, bonitet 0-2),
- det vestlige Danmark (betydelige frostproblemer, sandet moræne, bonitet 2-4),
- magre hedelokaliteter (udsatte lokaliteter med udprægede frostproblemer, afføgne sandjorder hovedsageligt indeholdende groft sand, bonitet under 4),
- klit (kraftig vindpåvirkning, milde temperaturer, eventuelt saltnedslag, bonitet under 2).

Målet med egedyrkingen i Østdanmark er vedproduktion af høj kvalitet og kvantitet, og der bør lægges vægt på egenskaber som vækst og form. Ønsker man gode mellemudbytter må man vælge en proveniens med en stor andel retvoksene individer. Samme provenienskrav stilles, hvor plantetallet er lavt, fx ved anlæg af blandingsbevoksninger med nål. Omvendt sikrer selv meget høje plantetal ikke automatisk en høj kvalitet.

For de klimatiske barskere egne af Danmark anvendes egen hovedsageligt af stabilitets- og miljømæssige grunde. Her er en god tilpasning til lokaliteten det vigtigste kriterium i proveniensvalget.

## Det østlige Danmark (Øerne og det sydøstlige Jylland)

### 1. Danske kårede bevoksninger af hollandsk oprindelse (stilkeg).

F.369 Pederstrup og F.286 Haderslev har en god produktion, og F.148 Bidstrup (hollandsk eller tysk oprindelse) er af fremragende kvalitet. De er alle kåret som afprøvede. F.693 Bidstrup er afkom af F.148 Bidstrup. F.504, F.629, F.630 (alle Bregentved) og F.577 Haderslev har i et forsøg vist god produktion og form. Der eksisterer i alt 34 kåringer af hollandsk oprindelse.

### 2. Hollandske select-bevoksninger (stilkeg).

Skovbevoksningerne Vosterbos 01-05 og Hooghalen 01 samt Princehage 01 er sandsynligvis nogle af de kåringer, der ville kunne opfylde de - i forhold til hollandske - strengere danske krav til fælles oprindelse og alder, samt isolering mod pollenforurening. Det kan dog være vanskeligt at skaffe frø fra disse kåringer. Følgende prioriteter er opstillet hos Jager et al. (1993):

#### a. De bedste "selects" fra 1984 og 1976-kåringerne.

1984: Heeze-02, Voorsterbos-03, Smilde-01, Eindhoven-01, Valkenswaard-01 og Varsseveld-01, de sidste 4 med udpræget vanristendens, 1976: Renswoude-01, Nunspeet-01, Elsendorp-01, Baarn-02, Zundert-01, Haps-01, Zeevenaar-01, Boxmeer-01, Teuge-01, Princehage-02 og St. Anthonis-01.

#### b. De øvrige "selects" fra 1984.

I alt 26, se bilag II hos Jager et al. (1993).

c. *Mellemgruppen af "selects" fra 1976-kåringen.*

I alt 31, se bilag I hos Jager et al. (1993).

d. *De ringeste "select" fra 1976-kåringen.*

Helvoirt-01, Oirshot-01, Wage-ningen-01, Duiven-01, Goor-01, Hummelo-01, Nuenen-01, Zevenaer-02. Delden-01, Hapert-01 og Duiven-02.

3. *Tysk vintereg eller dansk kåret vintereg af tysk oprindelse.*

SKH Lauenburg (81802) og SKH Heidelicke og Lüss (81803), Hochspessart (81810), Pfälz (81808), og Göhrde (81803). Anbefales i Nordtyskland; F.642 Randbøl, oprindelse Tyskland (Spessart).

4. *Danske kårede ege af dansk oprindelse (stilkeg).*

De provenienser i denne gruppe, der er med i afkomsforsøgene er ikke så gode som de ovenstående. Der er dog sandsynligvis andre gode provenienser i denne gruppe. Det synes desuden rimeligt, at anvende slesvig-holstenske provenienser på linie med danske kårede bevoksninger, hvis man kender moderbevoksningen.

5. *Norsk vintereg, Agder-kysten.*

Områder er blevet præcist defineret af Skogsfrøverket. Området fra Mandal (syd for Kristiansand) til Risør (nord for Arendal). I dag blandes alt frø af frøhandlerne – en opdeling vil være ønskelig – måske synes Dømmesmoen (som udgør en væsentlig del af indsamlingen) at være gennemsnitligt bedre (Jensen 1993).

6. *Hollandsk "gebied"-eg (stilkeg).*

Først og fremmest gebied 1, 2 og 3. De 21 provenienser (se bilag III, Jager et al. 1993) der har været indstillet til kåring i 1984 uden dog at blive kåret må antages at være blandt de bedre. Her finder man blandt andet Liesbos, som er en af de skovbevoksninger, der sandsynligvis ville opfylde de tidligere nævnte danske kåringskrav. Desuden er de i Danmark meget anvendte Heeze-Lende, Heleenaveen, Brummen og Dafsøn på denne liste. Til de bedre hører også Vaassen.

### ***Det vestlige og nordlige Jylland***

1. *Norsk vintereg, Agder-kysten.*

Er formodentlig vindrobust, men kan nedsvides af frost.

2. *Danske kårede bevoksninger af dansk oprindelse.*

Disse må antages at være mere robuste end hollandsk materiale eller dansk af hollandsk oprindelse.

### ***Magre hedesletter***

1. *Vintereg fra Midtjylland, helst lokale racer.*

2. *Lokale racer af stilkeg.*

### ***Klit (langs den jyske vestkyst)***

1. *Vestjyske stilkeg.*

Vinterege frarådes, fordi deres regenerationsevne i almindelighed synes væsentlig mindre end for stilkegene.

### ***Skovbryn og landskab***

For magre hedesletter og for klitten anbefales det samme materiale som til bevoksninger, jvf. ovenstående.

Til det vestlige Danmark anbefales efter



faldende prioritet vestjyske vinterege, vestjyske stilkege, norske ege og østdanske ege. Landskabskårede provenienser bør benyttes til landskabsformål, hvor der ikke anvendes lokalt egemateriale. I det østlige Danmark kan alle til skovbevoksninger anbefalede provenienser også anvendes til landskabsformål. Blandt andet af hensyn til opblanding af gener anbefales generelt dog først og fremmest danske provenienser, og her helst lokalt materiale.

## 6. Litteratur

- Aas, G., 1988: Untersuchungen zur Trennung und Kreuzbarkeit von Stiel- und Traubeneiche (*Quercus robur* L. und *Q. petraea* (Matt.) Liebl.), Dissertation, Ludwig-Maximilian Universität, München.
- Bacilieri, R., Ducouso, A., Kremer, A., 1996: Interspecific hybridization in a mixed *Q. petraea* and *Q. robur* stand. In "Proceedings Inter- and intraspecific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences" Brussels (BE) 15-16. June 1994 DGXII-E.2 EUR 16717.
- Bang, C., 1968: En afkomsundersøgelse af nogle af vore skovtræer. DST, 53, 351-373.
- Barner, H., 1958: Frøforsyning og forædling. DST, 1958, 43, 1-84.
- Gram, K., Jørgensen, C.A., Køie, M., 1944: De jyske Egekrat og deres Flora. Det Kongelige Danske Videnskaberne Selskab. Biologiske Skrifter, III, 3.
- Hauch, L. A., 1914: Provenienseforsøg med Eg. I. Forstl. Forsøgsv. Danm., 4, 295-318.
- Hauch, L. A., 1926: Provenienseforsøg med Eg. II. Forstl. Forsøgsv. Danm., 5, 195-224.
- Hauch, L. A., 1928: Provenienseforsøg med Eg. III. Forstl. Forsøgsv. Danm., 10, 1-30.
- Henriksen, H. A., 1988: Skoven og dens dyrkning. Dansk Skovforening, Nyt Nordisk Forlag, Arnold Busck, 664 p.
- Jager, K., Knudsen, L.H., Jensen, J.S., 1993: Hollandske stilkegeprovenienser. DST, 2, 37-59.
- Jensen, J. S., 1993: Provenienser af stilkeg (*Quercus robur* L.) og vintereg (*Quercus petraea* (Matthuska) Liebl.) i Danmark. Forskningsserien, 2, Forskningscentret for Skov & Landskab.
- Jensen, J. S., 1995: Fremtidig forsyning med eg til dansk skovbrug. Skoven, 3, 123-125.
- Kleinschmit, J., Elsner, G., Schlums, K., 1995: Interspecific variation between *Quercus robur* and *Quercus petraea* for leaf morphological traits. In "Inter- and intraspecific variation in European oaks: Evolutionary implications and practical consequences". Proceedings of the workshop. Brussels, 15-16 June 1994. ISBN 92-827-5993-8. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. p. 3-16.
- Knudsen, L. H., Jensen, J.S., Jager, K. 1993: De hollandske egeprovenienser – Kårings- og forædlingsprogram. Skoven, 6-7, 277-279.
- Kremer, A., Petit, R., Zanetto, A., Fougère, V., Ducouso, A., Wagner, D., Chauvin, C., 1991: Nuclear and organelle gene diversity in *Quercus robur* and *Quercus petraea*. i: Genetic Variation in European Population of Forest Trees (eds: G. Müller-Starck and M. Ziehe), Sauerländers Verlag, Frankfurt am Main, 141-166.
- Larsen, J. B., Jensen, J.S., 1993: Såningskulturer af eg – proveniensvalg og frøforsyning. DST, 2, 60-68.
- Lassen, E., 1934: Dansk og hollandsk Eg. DST, 19, 201-232.

- Madsen, S., F., Søgaard, J., 1996: Frø og planter til det danske marked, 1990/1995. 2. Løvtræ. Skoven, 10, 458-461.
- Müller-Starck, G., Ziehe, M., 1991: Genetic Variation in populations of *Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L., and *Q. petraea* Liebl. in Germany. i: Genetic Variation in European Population of Forest Trees (eds: G. Müller-Starch and M. Ziehe), Sauerländers Verlag, Frankfurt am Main, 125-140.
- Oppermann, A., 1932: Egens Træformer og Racer. Forstl. Forsøgsv. Danm., 12, 1-400.
- Thomsen, I. M., 1995: Egenes udspring 1995 I og II. Skoven, 8, 289 og 10, 385-387.
- Tulstrup, N. P., 1958: Lidt om hollandsk eg og bøg. Forstl. Budstikke, 18, 14-16.
- Vaupell, C., 1863: De Danske Skove. Philip-sens Forlag, København, 309 p.

# ASK

## – proveniensvariation, forædling og frøkildevvalg

Af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Asken (*Fraxinus excelsior* L.) findes naturligt i det meste af Central- og Syd-europa, bortset fra det sydlige Spanien og Portugal. I Nordeuropa forekommer den i det sydlige Norge, Sverige og Finland. Den findes fra Atlanterhavskysten i vest – med undtagelse af det nordlige Irland og Skotland – og i en tunge ind over kontinentet mod øst til Volgaflo- den samt i et bælte, der går syd om Sortehavet over til det Kaspiske Hav og videre mod øst.

I den nordlige og vestlige del af udbredelsesområdet er asken knyttet til lavlandet, mens den i Central- og Sydeuropa forekommer i bjergene (i Harzen op til 700 m og i Alperne når den 1500 m). Asken optræder almindeligvis både som indblanding i form af enkelttræer og som holme i løvskov af hovedsagelig eg, bøg og el. Skove domineret af ask findes især på flodenge i den sydøstlige del af udbredelsesområdet (fx Rumænien og Ungarn), samt i den nordøstlige del på lavlandslerjorder.

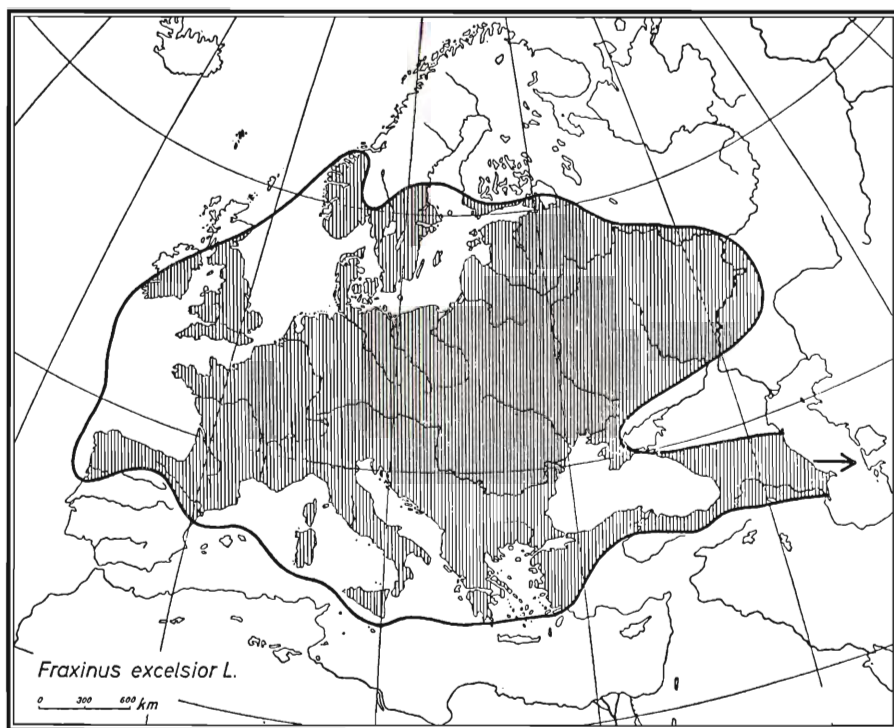
Desuden dominerer den sammen med bøg på visse forholdsvis tørre, fladgrundede kalkjorder, fx i det vesttyske bjergland. Det har givet anledning til spekulationer om to askeracer eller økotypen:

én, der er tilpasset det fugtige lavland, "vandask" (Wasseresche) og én, der er tilpasset tørre kalkrige jorder, "kalkask" (Kalkesche) (Münch og Dieterich 1925).

Undersøgelser af Leibundgut (1956) og af Weiser (1995) viser dog, at der ikke synes at være belæg for denne opdeling. Det viser sig, at når man planter ask fra kalkrig bund på meget fugtig bund og omvendt, så opfører den sig som ask med oprindelse på stedet.

Konklusionen er derfor, at askens forekomst på de meget forskellige lokalitetstyper skyldes, at den har stor tolerance for lokalitetsbestemte faktorer som vand- og næringsstofforhold. Når den således især findes på mere marginale lokalitetstyper såsom tørre kalkjorder skyldes det snarere, at den er fortrængt fra sit optimum af andre under disse forhold stærkere konkurrenter, blandt andet bøg.

For at få en bredere information om askens geografiske variation blev der i 1982 indsamlet frø til proveniensforsøg i Tyskland, Holland, Belgien, Frankrig og Rumænien. Forsøgene omfatter 52 provenienser med tilsammen 264 enkelttræafkom, hvoraf langt de fleste er fra det tidligere Vesttyskland og enkelte fra Schweiz, Østrig og Rumænien.



Ask, det naturlige udbredelsesområde

De første resultater er publiceret af Kleinschmit et al. (1996). De finder med hensyn til højden, at proveniensvariationen kun forklarer ca. 5% af den totale variation, mens forskelle mellem forsøgslokaliteterne forklarer 85%. De sidste 10% kan tillægges vekselvirkninger. Det viser sig samtidig, at variationen mellem enkelttræafkom indenfor provenienser er lige så stor som variationen mellem provenienser.

## 2. Dyrkning af ask i Danmark

Asken indfandt sig i Danmark i Ældre Lindetid 6000-3000 f.Kr., men fik først

betydning for skovbilledet hen mod slutningen af perioden. Dens tilbagegang er markant omkring 500 f.Kr., det vil sige samtidig med lindens tilbagegang ved afslutningen af Yngre Lindetid og begyndelsen af Bøgetid.

Asken findes som bestandsdannende større træer især i ådale og strandskove i Sydøstjylland, på Sydfyn og Bornholm samt lokalt på Midt- og Sydsjælland, Falster og Møn (Ødum 1968). I skoven er vellykkede selvsåninger sjældne, og askebevoksninger er derfor oftest plantede. Asken har generelt få naturlige fjender, men skades dog ofte af frost, mus og hjortevildt i kulturstadiet.



I den traditionelle løvskovdyrkning, hvor der arbejdes med ensaldrende bevoksninger og fladeforyngelse, er asken ofte blevet etableret som små bevoksninger og holme i skovens våde partier (moser, langs grøfter osv.).

Endvidere søges asken (med sin hurtige vækst og gode pris) udnyttet som enkelttræindblanding (eventuelt små holme) i bøgeskovdriften. Filosofien har her været, at askeholmene kunne hugges efter 60-80 år, hvorefter bøgebevoksningen skulle være i stand til at lukke sig og fortsætte som ren bøgebevoksning til fuld omdrift (Henriksen 1988).

I naturlige skovøkosystemer synes asken i høj grad tilpasset som "ekspert" i at udfylde huller (lysbrønde), der opstår som følge af store træers, eller grupper af træers, bortfald. Med lette vindspredte frø og frugtsætning stort set hvert år formår asken som regel at etablere sig hurtigt i nyopståede huller (Emborg 1996).

Forudsat et ikke for højt vildttryk vil asken takket være en hurtig ungdomsvækst som regel hurtigt udfylde de opståede huller. I visse tilfælde, fx Suserup Skov (som er urørt), kan bøgen etablere sig under asken, og når asken falder væk i 100-120-års alderen dannes rene bøgegrupper (Emborg 1996).

Askens økologiske egenskaber som beskrevet ovenfor kan formentlig med fordel udnyttes i skovdyrkingen. Ved en

driftsform baseret på vedvarende skovdække og gruppevis foryngelse skulle det være muligt at udnytte askens evne til at kolonisere nyopståede huller og eventuelt også bane vejen for bøgen. Herved vil asken kunne få en større rolle i dansk skovbrug end den har for øjeblikket.

Ask forventes at kunne tolerere begrænsede ændringer i temperaturen både i opad- og nedadgående retning, blot ikke nedbøren kommer i minimum.

### 3. Frøforsyning

Ifølge Statsskovenes Planteavlstation var tilgangen af dansk materiale i perioden 1980-1985 på ca. 1800 kg, mens importen var på ca. 1600 kg. Ifølge Plantedirektoratet har bruttotilførslen af dansk materiale i perioden 1985-1995 været 4505 kg, og importen var 6415 kg.

Det danske materiale stammer i hele 15-års perioden hovedsageligt fra frøplantagerne FP.212 Tisvilde og FP.202 Planteavlstationen, samt i første del af perioden fra FP.212 Kronborg. I den sidste 5-års periode stammer det danske materiale udelukkende fra FP.217 Tisvilde.

Importen er sket fra forskellige nordtyske og hollandske proveniensområder.

Der findes 7 kårede bevoksninger med et samlet areal på 10,2 ha og 3 frøplantager på i alt 4,3 ha.

*Ask indblandet i bøg, Gråsten skovdistrikt. I den traditionelle løvskovdyrkning har asken især været udnyttet som enkelttræindblanding (evt. i små holme) i bøgeskoven. I naturlige skovsystemer synes asken i høj grad tilpasset som "ekspert" i at udfylde huller (lysbrønde), der opstår som følge af store træers eller grupper af træers bortfald. (Foto: S. Fodgaard, 1990).*



*Askeparcellen i Forskningscentret for Skov & Landskab's træartsforsøg på Matrupskovdistrikt. Denne ask stammer fra frøplantagen FP.202 Planteavlsstationen. Den består af 9 kloner specielt udvalgt for retvoksethed i danske askebevoksninger. Man bemærker den særdeles retvoksende type. (Foto: B. Ditlevsen, 1997).*

#### 4. Proveniensenforsøg og forædling

I Danmark blev der i 50'erne anlagt 4 proveniensforsøg i ask, men af forskellige grunde mislykkedes de i en sådan grad, at de ikke havde nogen udsagnskraft (Henriksen 1988).

Afprøvning af afkom fra frøplantager viser, at det ikke er bedre end kendte frøavlsbevoksninger. Desuden er antallet af kloner i plantagerne blot 2-14. Derfor er der risiko for at anvende materiale med en for ringe genetisk variation med fare for indavl i senere generationer, hvis materialet selvfor ynges (Fodgård 1990).

De i Tyskland, Holland, Belgien, Frankrig og Rumænien anlagte herkomstforsøg i ask (Kleinschmit et al. 1996) giver kun et fingerpeg om egnede provenienser i Danmark, da forsøgene endnu er meget unge (6 år).

Generelt synes vækstkraften lavere for nordligere provenienser (Schleswig-Holstein). Forsøget bærer stadig præg af, at de forskellige proveniencers planter ved forsøgets start var ulige store. Med hensyn til udspring er de store linier, at udspringet er senere, jo mere vestlig proveniensen er. Der synes at være en tendens til, at de nordligste typer afslutter væksten før de sydlige, og de vestlige før de østlige.

Der er signifikante proveniensforskelle for overlevelse, således at provenienser fra højere beliggende områder klarede sig dårligt. Ellers synes variationen i overlevelse tilfældig. Med hensyn til skader udviser den rumænske proveniens oftere tvegedannelse og flere top-skud, muligvis på grund af dens udsathed for sen forårsfrost og tidlig efterårsfrost.

Selvom der er signifikante klinale variationer, er det et generelt træk, at den

lokale variation er meget betydelig for alle de undersøgte egenskaber. Det vil sige hurtigtvoksende provenienser findes side om side med langsomtvoksende, tidligt udspringende findes side om side med sent udspringende og så videre.

#### 5. Frøkildeanbefalinger

##### 1. Danske kårede bevoksninger.

Må antages at give et dyrkningssikkert afkom med en variabel, men rimelig kvalitet.

##### 2. Danske frøplantager.

Må forventes at være på højde med almindelige kåringer. På grund af få kloner i plantagerne indebærer brugen af disse dog risiko for indavl i senere generationer ved selvfor yngelse.

##### 3. Tyske og hollandske kårede frøkilder.

Tilsyneladende ingen ubehagelige overraskelser. I Nordtyskland anbefales specielt en frøplantage i Forstamt Grohnde (81101) samt kårede bevoksninger i Barlohe, Eutin, Lensahn, Plön, Reinfeld, Lauenburg og Ostholstein – alle proveniensområde 81102.

#### 6. Litteraturliste

- Emborg, J., 1996: The structure, dynamics and light conditions of Suserup Skov, a semi-natural temperate deciduous forest in Denmark. Ph.D. Thesis, The Royal Veterinary and Agricultural University, Denmark.
- Fodgård, S. 1990: Dyrkning af ask. Skoven, 9, 356-357.
- Henriksen, H. A., 1988: Skoven og dens





*Askefrøplantagen FP.212 Kronborg distrikt. Denne frøplantage er én ud af tre frøplanter med ask, der igennem de sidste 15 år har været hovedleverandør til den hjemlige frøforsyning. Frøplantagen består af kun 8 kloner. Der kan således være risiko for at anvende et materiale med en ringe genetisk variation på grund af fare for indavl i senere generationer, hvis materialet selvfor ynges. For at fremme frøproduktionen og gøre denne lettere er træerne blevet topstynede; dette forklarer den store mængde tveger. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*

dyrkning. Dansk Skovforening, Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck, 664 p.  
Kleinschmit, J., Svolba, J., Enescu, V., Franke, A., Rau, H.-M., Ruetz, W. 1996: Erste Ergebnisse des Eschen-Herkunftsversuches von 1982. Forstarchiv, 67, 114-122.  
Leibundgut, H., 1956: Beitrag zur Rassenfrage bei der Esche. Schweiz. Z. Forstw.,

107, 165-174.

Münch, E., Dieterich, V., 1925: Kalk- und Wassersesche, Silva, 13, 129-135.

Weiser, F., 1995: Beitrag zur Existenz von Ökotypen bei Gemeiner Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Forstarchiv, 66, 251-257.

Ødum, S. 1968: Udbredelsen af træer og buske i Danmark. Botanisk Tidsskrift, 64, 1-118.

# ÆR

## – proveniensvariation og frøkildevvalg

Af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Ærens (*Acer pseudoplatanus* L.) naturlige udbredelse er noget usikker, idet den ved menneskets hjælp har opnået yderligere udbredelse mod nord, hvor den også let forynger sig.

Den naturlige sydgrænse går gennem det nordlige Spanien, Syditalien, det nordlige Grækenland og Tyrkiet, videre mod øst i et bælte fra Sortehavet til den østlige side af det Kaspiske hav. Dens nordøstlige grænse følger floden Dnestr og går gennem det sydlige Polen og det nordlige Tyskland med enkelte spredte isolerede forekomster langs Østersøen. Mod vest når den kun Atlanterhavet i det nordlige Spanien. I Bayerische Wald findes æren op til ca. 1100 m, og i Alperne når den 1600 m.

Der er påvist raceforskelle for ær med hensyn til udspringstid, tidspunkt for løvfald, form og højdevækst (Engler 1905, Weiser 1971, 1981 og 1996).

Helliwel og Harrison (1978) har undersøgt, om der for æren eksisterer økotypen i relation til jordbund: 6 forskellige provenienser, heraf 3 engelske og henholdsvis en dansk, en tysk og en ungarsk blev afprøvet i et potteforsøg med 25 forskellige jordbundstyper. De konkluderer, at lang den største del af varia-

tionen skyldes jordbundsforskelle, mens der ikke kan eftervises noget samspil mellem proveniens og jordbund. Der er altså ikke noget der tyder på, at æren har udviklet "jordbundsrace".

Erstad (1988) har afprøvet en række norske frøkilder af ær (alle fremkommet gennem tilfældige importører over de sidste 150 år). Resultaterne viser tydelige tegn på en klimatilpasning, således at nordlige provenienser vokser relativt bedst i Nordnorge og tilsvarende for de sydlige provenienser i Sydnorge. Dette understreger ærens evne til landracedanelse.

Tilsvarende finder Galoux og Falkenhagen (1965) tegn på "mikroevolution", det vil sige tilpasning til lokale økologisk-klimatiske forhold, i et halvsøsken-de afkomsforsøg med ær i Belgien.

### 2. Dyrkning af ær i Danmark

Æren synes ikke på egen hånd at være nået frem til Danmark, før den blev indført så tidligt som i 1600-tallet. Muligvis hører det sydlige Fyn og Lolland-Falster dog med til ærens naturlige udbredelsesområde.

Den er oprindeligt plantet i parker, hvorfra den har forvildet sig. Den blev først

anvendt til plantning af skov i ca. 1765 af von Langen, der især virkede i de nordsjællandske skove. I det nordligere Jylland er æren først taget i anvendelse som skovtræ fra ca. 1880.

Ærens udbredelse i Danmark og dens lokale hyppighed afhænger således først og fremmest af, hvor og hvor tidligt den er blevet plantet (Ødum 1968, Jensen 1984).

Æren kan i kulturstadiet skades af senfrost og efterstræbes af hjortevildt, men på grund af en meget hurtig ungdomsvækst vokser den som oftest hurtigt gennem disse kulturproblemer. Senere i udviklingen indtræder af og til stagnationsproblemer hyppigt i forbindelse med uegnede jordbundsforhold (fladgrundede jorde).

Det er ikke klarlagt i hvilken udstrækning disse problemer også skyldes uegnede provenienser. Der er foretaget mange forskellige og tilfældige importter. Samtidig har enkelte parktræer måske dannet grundlag for større populationer i skovene med følgende mulighed for genetisk drift i forbindelse med artens korte tid i landet. Derfor må genetiske forklaringer på ærens stagnationsfænomen anses for ganske sandsynlige. Æren forynger sig naturligt på de fleste jordbundstyper, og det bliver ofte betragtet som et problem især i forbindelse med selvforyngelse af bøg. Dens store foryngelsespotentiale selv på mere næringsfattige og tørre lokaliteter burde betinge en stigende anvendelse af træarten, specielt i forbindelse med konvertering af rødgranplantager til mere naturnær blandskov. Her kan den tjene som jordbundsforbedrende og stabiliserende element.

Det er dog kun på de mere næringsrige og dybtgrundede jorde, at æren vil have egentlige produktionsmæssig betyd-

ning, og her specielt som indblandings-træart i bøg og ask. Æren er således blandskovens og det uensaldrende skovbrugs træart.

Tages i betragtning at ærens hovedudbredelse ligger mod syd under til dels væsentlig varmere klimaforhold, og at den med succes har kunnet introduceres så langt nordpå som til Tromsø (Erstad 1988), må den vurderes at være ret tolerant overfor klimaændringer.

### 3. Frøforsyning

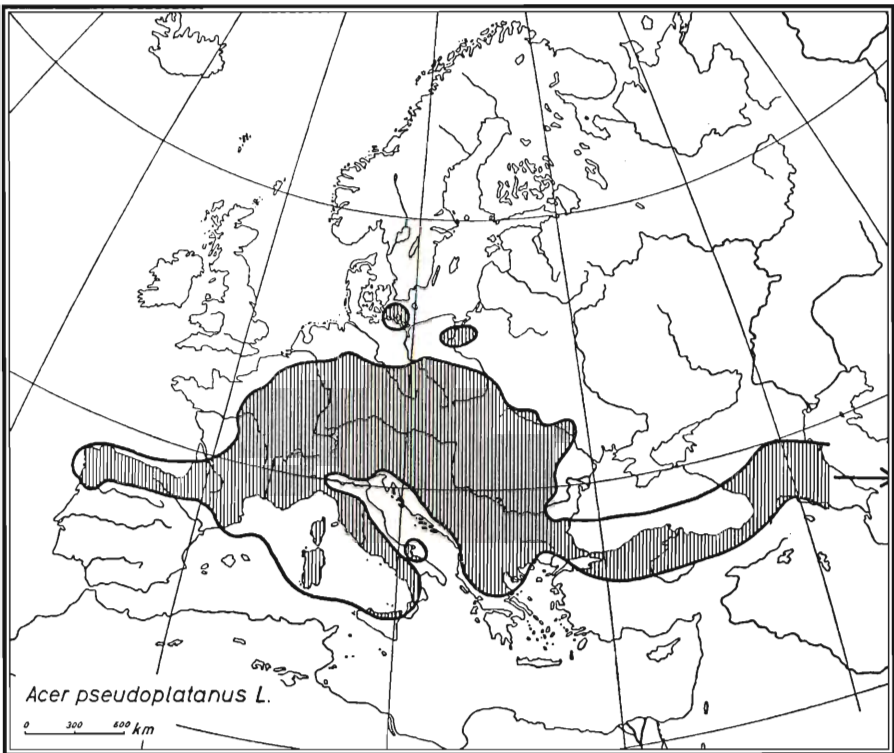
Ifølge Statsskovenes Planteavlstation er der i perioden 1980-1985 høstet 2141 kg dansk materiale, og der er importeret 2795 kg frø.

Det danske materiale stammer næsten udelukkende fra F.269 Gjorslev, F.338 Randbøl og F.382 Margård. Importen er væsentligst sket fra nordtyske områder. I perioden 1985-1995 var bruttotilgangen af dansk materiale ifølge Plantedirektoratet 4635 kg og importen 3705 kg. De væsentligste danske bidragydere i denne periode var F.269 Gjorslev og F.338 Randbøl, men også en række andre forstlige kåringer og kåringer til landskabsformål har ydet betydelige bidrag.

I første halvdel af perioden importeredes især tyske provenienser, men også en del ungarnske, jugoslaviske og tjekkoslovakiske. Tendensen synes i de senere år at gå mod en højere grad af selvforsyning. Der findes 11 kårede bevoksninger med et samlet areal på 26,9 ha.

### 4. Proveniensefsørg og forædling

Nogle af de få forsøg, der findes med ær, og som er nævnt i afsnit 1, ligger i Schweiz (Engler 1905) og Thüringen (Weiser 1971, 1981 og 1996). Det er



Ær, det naturlige udbredelsesområde

derfor vanskeligt at afgøre, hvordan de bedste provenienser i forsøgene vil arte sig i Danmark, og hvor gode de vil være i forhold til danske provenienser.

Engler (1905) har undersøgt 8 schweiziske provenienser i et afkomsforsøg ved alder 3-5 år og finder en variation med højden over havet. Således springer provenienser fra højere beliggende områder senere ud end dem fra lavere beliggende områder. Ligeledes kastes løvet før for provenienser fra de højere beliggende lokaliteter.

Weiser (1971, 1981 og 1996) har opgjort et forsøg ved alder 6, 10, 15, 21 og

31 år. Han har påvist signifikante forskelle i form mellem 8 forskellige provenienser fra Thüringen og Sachsen-Anhalt, mens der ikke med sikkerhed var forskelle med hensyn til højdevæksten. Der er ikke de store rangskift perioden igennem, og fra 15 års alderen stabiliseres rangfølgen næsten 100%. Der savnes i udpræget grad en proveniensafprøvning af danske frøkilder.

## 5. Frøkildeanbefalinger

### 1. Danske kårede bevoksninger.

Man har med disse frøkilder kend-



*Von Langens ær, Ganløse Ore, Københavns distrikt. Denne ær er oprindelig indført af von Langen for over 200 år siden. I dag findes der kåret ær på distriktet, der er 3. generation af dette materiale. (Foto: H. Staun, 1995).*



*Ær, F.269 Gjorslev. Denne fremragende ærbevoksning, der er 2. generation i Danmark, har igennem de sidste 15-20 år været den største bidrager til den hjemlige frøforsyning. (Foto: S. Fodgaard, 1988).*



skab til de langsigtede udviklingsmuligheder, og de må formodes at have en relativ bred genetisk basis.

2. *Andre danske bevoksninger af god kvalitet.*
3. *Nordtyske kårede bevoksninger og frøplantager.*  
Følgende provenienser anbefales for det nordtyske område: Frøplantage Westdeutsches Bergland/Grohnde (80103); Sonderherkunft Pronsdorf, Sören, Eutin, Rixdorf-Seedorf, Weisenhaus og Barlohe (80101); Nördl. Harzvorland, Leine-Ilme-Senke (80103) samt Nordwestdeutsches Tiefland (80101) (Anonym 1995).

## 6. Litteratur

- Anonym, 1995: Empfohlene Herkünfte forstlichen Vermehrungsgutes für Niedersachsen (Herkunftsempfehlungen). Merkblatt zum Runderlass des ML vom 01.08.1995 – 403 F 64232-11, Nds. MBI Nrt.
- Engler, A., 1905: Einfluss der Provenienz des Samens auf die Eigenschaften der forstlichen Holzgewächse. Mitteilungen der Schweizischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, 8, 81-236.
- Erstad, A., 1988: Platanlønn (*Acer pseudo-platanus*), sammenligning af frøkilder. Gartneryrket, 78, 528.
- Galoux, A., Falkenhagen, E., 1965: Recherches sur la variabilité génécologique de l'Erable sycamore (*Acer pseudoplatanus*

- L.) en Belgique. Trav. sta. Rech. Groenendaal (Ser. A), No. 10, pp 60.
- Helliwell, D. R., Harrison, A. F., 1978: Variations in the growth of different seeds of *Acer pseudoplatanus* and *Betula verrucosa* grown on different soils. Forestry, 51, 1, 37-46.
- Jensen, N. P. D. 1984: Ærdirkning. Specielt med henblik på Sjælland og Lolland Falster. Afsnit 2. DST, 69, 333-360.
- Weiser, F., 1971: Erste Ergebnisse eines Herkunftsversuches mit Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.). Beiträge für die Forstwirtschaft, 5, 4, 225-227.
- Weiser, F., 1981: Zielstellung und Ergebnisse einer Bestandesnachkommenschaftsprüfung bie Bergahorn, *Acer pseudoplatanus* L. Beiträge f. d. Forstwirtschaft, 3-4, 142-144.
- Weiser, F., 1996: Bestandesnachkommenschaftsprüfung von Bergahorn. AFZ, Der Wald, 14, 774-777.
- Ødum, S., 1968: Udbredelsen af træer og buske i Danmark. Botanisk Tidsskrift, 64, 1-118.

*Ær, F.511 Bregentved. Denne bevoksning er afkom af Nyskov af d. 22 og repræsenterer således 2. generation ær på Bregentved. (Foto: S. Fodgaard, 1994).*



# LIND

## – proveniensvariation og frøkildevalg

Af Inge Stupak Møller og J. Bo Larsen

### 1. Udbredelse og raceforhold

Småbladet lind (*Tilia cordata* Mill.) er udbredt over det meste af Europa i lavlandet, men når dog op til 1500 m blandt andet i Centralalperne. Mod syd går grænsen gennem det nordlige Spanien, midt gennem Italien og Grækenland over til Sortehavet. Mod nord går den op til 60°-65° i det sydlige Norge, Sverige og Finland. Mod øst strækker udbredelsen sig langt ind i Rusland og ind i det vestlige Sibirien, med isolerede forekomster på Krim og i Kaukasus, mens den mod vest findes helt ud til Atlanterhavet, i Frankrig og det sydlige England. Vækstmæssigt ligger dens optimum i Baltikum og det østlige Polen.

I højden strækker den sig i Erzgebirge og Bayerische Wald op til ca. 600 m, mens den i Alperne går op til ca. 1500 m.

Lind forekommer hovedsagelig som indblandingstræart sammen med eg, avnbøg, ahorn, elm m.v., mens den sjældent findes i blanding med bøg. Sammenlignet med blandt andet bøg og ær udviser lind en større jordbundsamplitude ved at kunne trives på relativt næringsfattige jorde (Pockberger 1963, Namvar og Spethmann 1986).

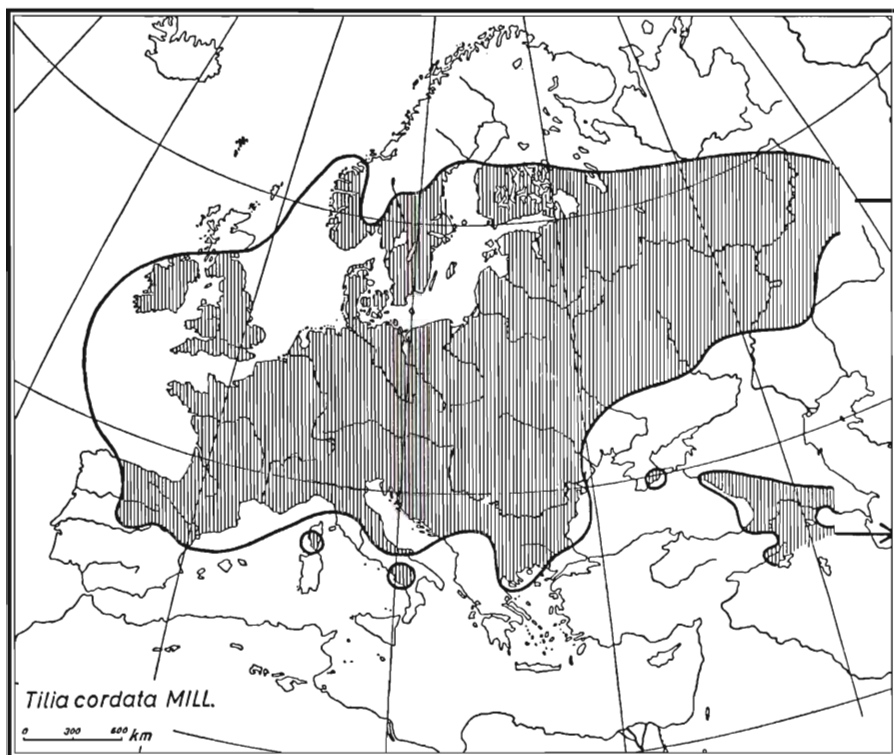
Der er ikke indsamlet meget viden om lindens morfologiske og gentiske varia-

tion. Pockberger (1963) skelner i Mellemuropa mellem to typer: Den atlantiske, som skulle være fugtighedselskende og kræve forholdsvis basiske jorde, og den kontinentale, som trives på tørre og sure jorde. Hypotesen om disse to typers eksistens er dog ikke blevet afprøvet og synes meget spekulativ.

### 2. Dyrkning af småbladet lind i Danmark

Småbladet lind er indvandret til Danmark efter istiden på et tidspunkt, hvor middeltemperaturen har ligget et par grader højere end i dag. Lindepollen begynder således at optræde i pollendiagrammerne omkring 6000 f.Kr og er dominerende indtil omkring 500 f.Kr.

Fra ca. 1500 f.Kr. begynder linden at vige i pollendiagrammerne, formodentlig på grund af menneskelig aktivitet. Det falder dog også sammen med bøgens indvandring, så dér hvor linden er ryddet har den tilsyneladende svært ved at genetablere sig i konkurrence med bøg. Desuden bliver klimaet koldere, hvilket forringer dens muligheder for generativ foryngelse. Den småbladede lind har dog kunnet overleve ved vegetativ foryngelse (Iversen 1967, Hjørnholm 1994).



*Lind, det naturlige udbredelsesområde*

I dag findes der få, men spredte naturlige forekomster over det meste af landet. Der er oftest tale om små grupper eller enkeltindivider i skovbryn og krat, eller skovpartier, der ikke er underkastet moderne drift (Ødum 1968). De vel mest kendte forekomster af lind i Danmark findes i Draved Skov i Sønderjylland samt på Vindeholme Skovdistrikt på Lolland.

Småbladet lind er noget udsat for forårsnattefrost, mens den er relativ tørketolerant. I forhold til bøgen skades den kun lidt af mus, mens den efterstræbes stærkt af vildt.

Dyrknings erfaringerne med lind er meget begrænsede, og det er tvivlsomt om den vil få nogen egentlig betydning som produktionstræart.

Dens fremtidige rolle skal snarere ses i sammenhæng med ønsket om at få en vis indblanding af andre løvtræer i bøgeskoven, som undervækst i egeskoven og som "økologisk" stabiliserende element i nåleskoven. Den synes således velegnet som underplantning under rødgran, selv på relativt næringsfattige og tørre lokaliteter (Jacobsen og Larsen 1997, upubliceret).

Både vækstmæssigt og med hensyn til



*De fire billeder er fra Forskningscentret for Skov & Landskab's proveniensforsøg med lind i Jonstrup Vang (alder 45 år). På denne side ses afkom af danske lindebevoksninger: til venstre afkom af lind i Draved Skov i Sønderjylland, og til højre afkom af lindene i Vindeholme på Lolland. Billederne på næste side er afkom af schweiziske bevoksninger: til venstre Unter Ehrendingen og til højre Mellingen.*

*Resultaterne ved sidste opgørelse af forsøget i 1994 ved alderen 42 år viser, som billederne også antyder, at der ikke er de store forskelle i formudviklingen blandt provenienserne. Vækstudviklingen har været en smule bedre for lindene fra Vindeholme end for de øvrige provenienser i forsøget. (Foto: S. Fodgaard, 1997).*

frøproduktion befinder linden sig i Danmark ved sin nordgrænse. Ændringer i retning af et varmere middell klima må derfor antages direkte at ville gavne linden.

### **3. Frøforsyning**

Linden er en af de få danske skovtræarter, der insektbestøves, og den produce-

rer sjældent levedygtigt frø i Danmark. Derfor er man helt afhængig af importeret materiale. Der er da også anvendt russiske, polske og ungarske provenienser, blandt andet ved skovrejsningsprojekter (Hjørnholm 1994).

Gennem Statsskovenes Planteavlstation er der således i perioden 1980-1995 importeret 95 kg fra det tidligere Sovjetunionen (Baltikum) og Polen. Gennem



private frøfirmaer er der importeret mindst 1300 kg i perioden, hvoraf cirka en tredjedel stammer fra Polen. Der findes 2 kårede bevoksninger med et samlet areal på 2,3 ha. Det er dog endnu ikke lykkedes at høste spiringsdygtigt frø fra disse bevoksninger.

#### 4. Proveniensenforsøg og forædling

For at afprøve lindens muligheder i slut-tet skovbevoksning og for at afdække eventuelle forskelle mellem provenienser, blev der i 1954 anlagt et forsøg i Jonstrup Vang med 3 schweiziske og 2 danske provenienser i småbladet lind (Kromann 1994).

Opgørelsen i 1994 viser, at de danske

provenienser Vindeholme og Draved, samt den schweiziske Reitheim er formæssigt de bedste. Vindeholme synes desuden blandt de vækstmæssigt bedste. De to danske kåringer i småbladet lind, F.613 og F.614 begge Haderslev, er afkom af Vindeholme. F.613 dog med en mindre indblanding af Draved.

I et træartsforsøg (Jørgensen 1995a og b) på 5 forskellige lokaliteter har Vindeholme-provenienser udvist høj tvegehyppighed. Men efter fjernelse af overskydende stammer og opkvistning har bevoksningerne ændret sig markant positivt. De er nu ved 16-18 år retvoksende og har en god vækst.

Namvar og Spetmann (1986) skriver, at der i Tyskland i årene 1978-82 er anlagt

omfangsrige forsøg med provenienser af småbladet lind (fra Tyskland, Frankrig, Czekoslovakiet, tidligere Jugoslavien, Rumænien og Østrig). Formålet er at teste deres dyrkningsegnethed, undersøge variationen indenfor populationerne og i sidste ende at etablere en frøplantage med de bedste provenienser/individider.

Der foreligger endnu ikke publicerede resultater fra disse forsøg, men de foreløbige resultater danner grundlag for nordtyske proveniensanbefalinger (Anonym 1995).

### 5. Frøkildeanbefalinger

Det bemærkes til nedenstående prioriterede liste, at mulighederne for frøforsyning fra danske og til dels nordtyske kilder er yderst begrænsede.

1. *Danske kårede bevoksninger.*
2. *Andre danske bevoksninger.*
3. *Tyskland: Frøplantagen Grohnde (82304), Sonderherkunft Druffelbeck (82301), Eichsfeld (82301), Haarstrang, samt generelt proveniensområderne 82302, 82301 og 82303.*

Dette materiale er anbefalet til brug i det nordlige Tyskland blandt andet på baggrund af et 8 år gammelt proveniensforsøg (Anonym, 1995).
4. *Andet udenlandsk materiale, fortrinsvis Polen, Litauen og Schweiz.*

### 6. Litteratur

- Anonym, 1995: Empfohlene Herkunft fürstlichen Vermehrungsgutes für Niedersachsen (Herkunftsempfehlungen). Merkblatt zum Runderlass des ML vom 01.08.1995 - 403 F 64232 -11, Nds. MBI Nrt.
- Hjørnholm, N. S. 1994: En monografisk beskrivelse af småbladet lind (*Tilia cordata* Mill.). Hovedopgave på skovbrugsstudiet, Sektion for Skovbrug, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Iversen, J. 1967: Naturens udvikling siden sidste istid. I: Danmarks Natur, 1, Politikens Forlag, 345-445.
- Jørgensen, B. B., 1995a: Løvtræsserien fra 1973. Beskrivelse af forsøgsanlæg og kulturstart. Forskningscenter for Skov & Landskab, Videnblade, Skovbrug, 3.2-3.
- Jørgensen, B. B., 1995b: Løvtræsserien fra 1973. Bevoksningsudvikling op til 16-18 år efter kulturstart. Forskningscenter for Skov & Landskab, Videnblade, Skovbrug, 3. 2-4.
- Kromann, H. K., 1994: Et proveniensforsøg med småbladet lind. Forskningscentret for Skov & Landskab, Videnblade, Skovbrug, 3, 3-5.
- Namvar, K., Spethmann, W., 1986: Die heimischen Waldbaumarten der Gattung "Tilia" (Linde). Allgemeine Forst Zeitschrift, 3, 42-45.
- Pockberger, J., 1963: Die Linden. Cbl. ges. Forstwesen, 80, 2, 99-123.
- Ødum, S., 1968: Udbredelsen af træer og buske i Danmark. Botanisk Tidsskrift, 64, 1-118.

# FUGLEKIRSEBÆR

## – proveniensvariation og frøkildevalg

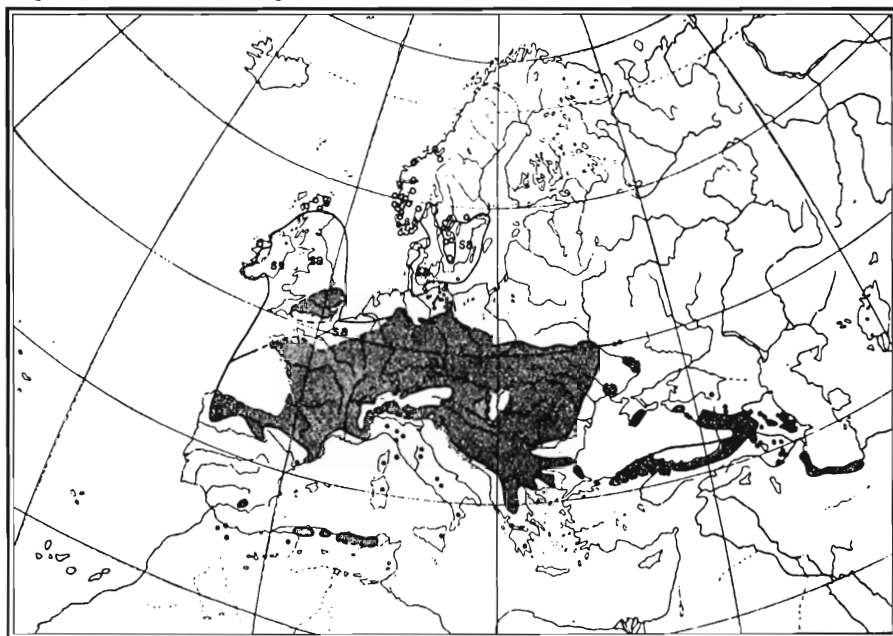
Af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Fuglekirsebær (*Prunus avium* L.) findes i det meste af Europa med tyngden i det mitteleuropæiske og subatlantiske områ-

de. Mod nord findes den i England og Skandinavien op til den 61. breddegrad. Fra det nordlige Polen går grænsen mod syd-øst til Kiev-området, og derfra

*Fuglekirsebær, det naturlige udbredelsesområde*



strækker fuglekirsebær sig et stykke ned i Grækenland, går nord om Italien og ned i det nordlige Spanien. Spredte forekomster findes mellem Sortehavet og det Kaspiske hav, syd for det Kaspiske Hav og i Nordafrika.

I Schwarzwald træffes træarten endnu i 1000 meters højde, i Alperne indtil 1700 meters højde, og i Kaukasus indtil 2000 m over havet. I Storbritannien findes fuglekirsebær sjældent mere end 300 m over havet.

Fuglekirsebær forekommer udelukkende som indblandingstræart, enkelt- eller gruppevis, hyppigt i bøgeblandingsskoven, ege-bøgeskoven og ege-askeskoven (Beck 1977). I de meget næringsrige bøgeskovsamfund fortrænges fuglekirsebær ofte.

Den optræder også naturligt i blandinger med nåletræ, særligt i blanding med fyr og lærk. Blandinger med nåletræ forekommer primært i Kaukasus og Alperne. Fuglekirsebærens forekomst på meget forskellige lokaliteter og dens morfologiske variation har givet anledning til spekulationer om racedannelse, hvilket man må formode forekommer i et vist omfang. Den udviser dog også stor morfologisk variation indenfor ret begrænsede områder, hvor man ikke vil kunne tale om racedannelse. Spørgsmålet er ikke nøje undersøgt og må derfor betegnes som uafklaret (Kristensen 1993).

## **2. Dyrkning af fuglekirsebær i Danmark**

Fuglekirsebær antages at have været vildtvoksende i Norden, i det mindste siden vikingetiden. Nogle mener, at den er indført af munkeordner i middelalderen. I dag findes der sandsynligvis også forvildede kulturtyper samt krydsninger

mellem disse og den vilde kirsebær, uden at det dog er muligt at trække en skarp grænse mellem dem.

Fuglekirsebæren er almindelig på Bornholm i skove, skovbryn og på tidligere græsningsarealer i tilgroning (Ødum 1968). I de øvrige dele af landet forekommer den hist og her, dog sjældent vest for israndslinien. Plantede frøkluder ses ofte i hegn og skove. Som udpræget lystræ har den en hurtig ungdomsvækst, den skades sjældent af frost, men er stærkt efterstræbt af vildtet.

Dyrkningserfaringerne med fuglekirsebær i Danmark er meget begrænsede. Dens meget høje værdiproduktion sammenholdt med en stor landskabelig værdi (specielt under blomstringen) bør dog betinge en voksende interesse både i skov- og landskabssammenhæng. Den drives som oftest i renbestand, men vil specielt være velegnet som indblandingstræart i fx eg og ask.

Selvom den kan trives selv på relativt næringsfattige jorde, er det især på næringsrige og veldrænede jorde, den kan komme på tale som egentlig produktionstræart. Dyrkningsteknisk er fuglekirsebær en meget plejeintensiv træart (kulturpleje, vildtafværgning, opkvistning m.v.), hvis målet for dyrkning er kvalitetsproduktion (se Kristensen 1993). Fuglekirsebær må antages at være relativt tolerant overfor mindre klimaændringer; den burde kunne nyde gavn af en moderat temperaturstigning, hvis nedbøren ikke kommer i minimum.

## **3. Frøforsyning**

Ifølge Statsskovenes Planteavlstation er der i perioden 1980-1995 høstet 1664 kg frø i danske bevoksninger. Materialet stammer indtil 1993 næsten udelukkende

de fra Knuthenborg Park (bornholmsk oprindelse) og Bornholm. Fra 1994 er F.670 Langesø den eneste leverandør.

Der er af Planteavlstationen importeret 156 kg i samme periode, langt størstedelen fra Forstamt Lensahn i Holstein. Et enkelt parti er fra en frøplantage i Forstamt Grohnde (Niedersachsen). Herudover har private frøfirmaer i perioden importeret mindst 50% mere end det materiale, der er gået gennem Planteavlstationen – dansk og udenlandsk. Størstedelen af den private import er sandsynligvis sket fra Tyskland, hvor frøhøsten i de kårede bevoksninger i de seneste 10 år er steget ganske betragteligt (Lüdemann 1988).

Der findes i øjeblikket kun 1 kåret bevoksning i fuglekirsebær. Den ligger på Langesø skovdistrikt, er af bornholmsk oprindelse og er på 0,5 ha.

#### 4. Proveniensforsøg og forædling

Forstlig anvendelse af fuglekirsebær er en forholdsvis ny foreteelse, og der findes i Danmark kun få bevoksninger af fuglekirsebær. Deciderede proveniensforsøg eksisterer endnu ikke i Danmark, og kun i begrænset omfang i Tyskland. De anvendte danske provenienser af bornholmsk herkomst har vist deres duelighed, men man ville muligvis kunne opnå bedre resultater med anvendelse af gode tyske provenienser (Kristensen 1993).

Efterhånden har man i Tyskland anlagt frøplantager og kåret bevoksninger (KH-bevoksninger), der er egnede til forstlig brug. Zimmermann (1988) angiver en liste med 15 til forstlige formål velegnede godkendte KH-bevoksninger (KH = Kontrollzeichen-Herkünfte), hvoraf 6 findes i Schleswig-Holstein og

Niedersachsen og må anses for relevante for danske dyrkningsforhold.

I 1992 blev proveniensanbefalinger for blandt andet det nordtyske lavland, herunder Schleswig-Holstein, udarbejdet. Disse provenienser er med stor sandsynlighed også velegnede i Danmark. Det drejer sig om 3 frøplantager samt en række KH-bevoksninger.

Den store variation i kvalitet (stamme-rethed og grenkarakter) og vækst mellem bevoksninger af fuglekirsebær antyder et stort selektionspotentiale for disse egenskaber og understreger muligheden for forædling. De første skridt i en sådan forædlingsproces er allerede taget med oprettelse og afkomsafprøvning af en række frøplantager.

En anden og hurtigere mulighed for at opnå selektionsgevinster for det praktiske skovbrug ligger i den vegetative opformering af specielt fremragende genotyper. Det er muligt at formere fuglekirsebær ved hjælp af stiklinger, men succesen er meget klonafhængig, og der er problemer med at få de rodslåede planter til at overvintre.

En nyere og for fuglekirsebær langt mere interessant metode til vegetativ formering bygger på den såkaldte "in vitro teknik", hvor hele formeringsprocessen foregår i petriskåle på kunstigt vækstmedium (Meier-Dinkel 1986). Metoden er så langt udviklet, at der blandt andet i Frankrig og Tyskland kan leveres et-årige *P. avium*-kloner i kommercielle mængder (Kristensen 1993).

#### 5. Frøkildeanbefalinger

Danske provenienser udgør et dyrkningssikkert materiale. Nogle tyske provenienser vil givet være de danske overlegne, men der er ingen proveniensfor-





*Fuglekirsebær som enkelttræindblanding i eg, Boserup Skov. (Foto: S. Fodgaard, 1984).*

søg at støtte sig til. Det tyske materiale under pkt. 1 og 3 anbefales til brug i Schleswig-Holstein (Anonym 1995).

*1. Nordtyske frøplantager.*

Frøplantagerne Grohnde og Knechts-

teden (Forstamt Grohnde) og Niedersachsen (Forstamt Liebenburg) består af fremragende udvalgte enkelttræer, og de er anlagt med henblik på at skabe de bedste bestøvningsforhold.

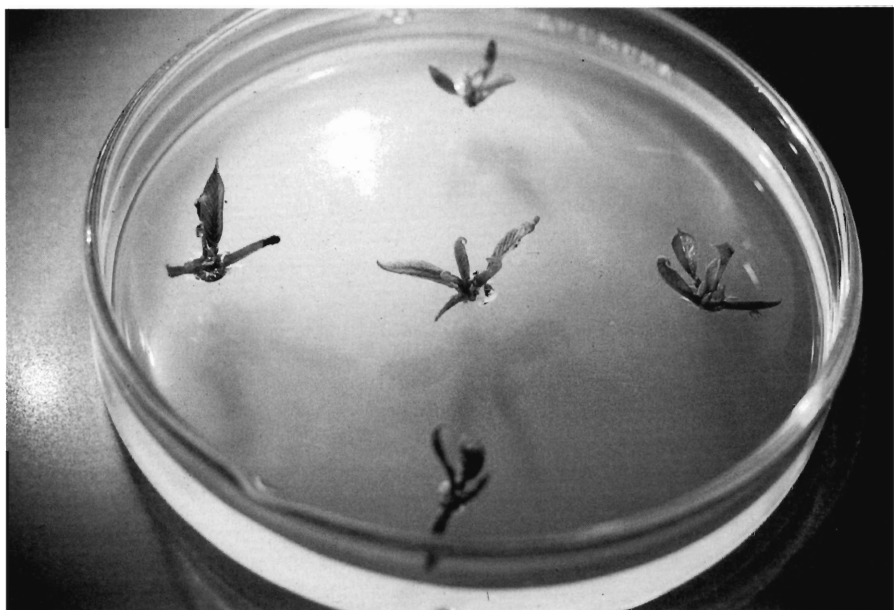


*Fuglekirsebær i skovbryn, Grib Skov. Som udpræget pionertræart og med et stort lyskrav har fuglekirsebæren en særlig rolle i forbindelse med åbninger i skoven og i skovbryn, hvor de har både en stor landskabelig og økologisk værdi. (Foto: J. B. Larsen, 1997).*

2. *Danske kårede bevoksninger samt andre bevoksninger af bornholmsk oprindelse.*

Fx F.670 Langesø; Et dyrkningssik-

kert materiale, der dog kvalitetsmæssigt må formodes at ligge under de under 3 nævnte tyske herkomster.



*Meristemformering af fuglekirsebær. Eksplantater fra en klon 8 dage efter overføring til etableringsmedium med dannelse af bladrosette. Efter denne fase indledes selve formeringscyclusen. Herfra gennemgår eksplantaterne en strækningsfase og en roddannelsesfase i petriskåle inden de overføres til friland. (Foto: A. Tind Kristensen, 1993).*

3. *Kårede bevoksninger i Schleswig-Holstein (Eutin, Lensahn, Lauenburg, Scharbeütz m.v.).*

## 6. Litteratur

- Anonym, 1995: Empfohlene Herkünfte forstlichen Vermehrungsgutes für Niedersachsen (Herkunftsempfehlungen). Merkblatt zum Runderlass des ML vom 01.08.1995 – 403 F 64232 -11, Nds. MBI Nrt.
- Beck, O., 1977: Die Vogelkirsche (*Prunus avium* L.). Forstarchiv, 48, 154-158.
- Kristensen, A. T. 1993: Aspekter ved dyrkning af fuglekirsebær. Hovedopgave ved skovbrugsstudiet, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.
- Lüdemann, G., 1988: Anbauerfarungen mit der Vogelkirsche in Ostholstein. Allg. Forst. Zeitschrift, 43, 535-537.
- Meier-Dinkel, A., 1986: In vitro Vermehrung ausgewählter Genotypen der Vogelkirsche (*Prunus avium* L.). Allg. Forst u. Jagd-Zeitung, 157, 139-144.
- Zimmermann, H., 1988: Zur Bedeutung und Bewirtschaftung der Wildkirsche. Allg. Forst. Zeitschrift, 43, 538-541.
- Lødem, S. 1968: Udbredelsen af træer og buske i Danmark. Botanisk Tidsskrift, 64, 1-118.

# RØDEL

## – proveniensvariation og frøkildevalg

Af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Rødellen (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) har et forholdsvis stort udbredelsesområde. Den findes i hele Europa, på nær Midt- og Østspanien, Østgrækenland og det nordlige Skandinavien. Den strækker sig mod øst ind over Rusland og findes i den vestligste del af det sibiriske lavland samt mod syd i området omkring Sortehavet.

I Sydeuropa vokser den fortrinsvis montant (Ødum 1968), i Alperne går den op til ca. 850 m, men ellers findes den især i lavlandet omkring floder, vandløb og søer. I Europa er der endnu ikke gennemført en egentlig systematisk proveniensafprøvning. Der er imidlertid foretaget en undersøgelse i Amerika af 48 provenienser omfattende hele det naturlige udbredelsesområde (heraf én dansk). Den viste efter to vækstsæsoner tydelige forskelle i fænotypiske træk som udspiring, knopsætning, højdevækst og frosthærdighed (DeWald og Steiner 1986).

Det fremgik videre, at tidligt udspringende provenienser findes på Balkan og i Sydøsteuropa, efterfulgt af området nordvest herfor. Herefter kommer provenienser fra Italien, England og Norge. De senest udspringende var provenien-

ser fra Spanien og Iran.

Den tidligste knopsætning havde de nordligste populationer (Norge, Finland, Baltikum) efterfulgt af de centraleuropæiske, inklusiv den danske. Den seneste knopsætning havde sydeuropæiske provenienser.

Forskelle i vækst lod sig vanskeligt beskrive geografisk. Især blandt de centraleuropæiske provenienser var variationen stor.

Omkring slutningen af forrige århundrede blev man i Tyskland (og lidt senere i Danmark) opmærksom på rødellens raceforhold og betydningen af at vælge de rigtige provenienser. Baggrunden var den såkaldte "Ellesyge", der viste sig at være forårsaget af brugen af en uegnet (frostfølsom?) proveniens fra Belgien (Münch 1936, Franke 1994).

### 2. Dyrkning af rødæl i Danmark

Rødellen indvandrede til Danmark i begyndelsen af Ældre Lindetid (Atlantiske tid). Den har været det vigtigste træ langs åer og søer, da den er den eneste af vore træarter, der er i stand til at vokse på steder, hvor rødderne er vanddækkede året igennem.

De naturlige forekomster i Danmark er





*Rødel, Fussingø skovdistrikt. Højre halvdel af bevoksningen blev året før denne optagelse sat på roden som led i at reetablere en stævningsdrift. Venstre halvdel af bevoksningen er urørt. (Foto: J. B. Larsen, 1996).*

også i dag især knyttet til meget våde lokaliteter, hvor den ikke udkonkurreres af andre træarter, særligt i og nær kupe-ret terræn (Ødum 1968). Den trives dog ikke på sur og næringsfattig bund og findes derfor kun sjældent i Vestjylland. Allerede for 70 år siden kunne det observeres, at afvandings- og kulturarbejder i og uden for skov har reduceret an-

tallet af ellelokaliteter i hele landet (Dreyer 1928).

I 1925 skriver Mørk-Hansen (1925) at en almindelig opfattelse er, at rødellen ikke længere trives. Men han finder det specielt bekymrende, at unge plantede bevoksninger tidligt bliver syge og ofte går helt til grunde. Han mener, at det skyldes, at frøet er af sydligere oprindel-

*Rødel, F.663 Bregentved. Denne bevoksning er med stor sandsynlighed af lokal oprindelse. Det har vist sig, at specielt rødellen ikke kan tåle store flyminger fra syd mod nord. Derfor bliver det generelt anbefalet at anvende lokalt tilpasset materiale. (Foto: S. Fodgaard, 1996).*

se. Den samme iagttagelse var nemlig gjort i Tyskland af Bansi (1924).

En nærmere undersøgelse af Dreyer (1928) bekræfter, at dette sandsynligvis er tilfældet. Stort set alt frø, der siden 1836 er forhandlet i Danmark, er indført. Hovedparten af det er af belgisk og hollandsk oprindelse, og en del blev indført fra Schwarzwald og Thüringen. Grunden til at man indførte frø var angiveligt den høje danske arbejdsløn.

Dreyer fastslår, at hovedparten af den tilbageværende naturlige elleskov er absolut sund, men at plantede bevoksninger af indført frø næsten overalt i landet kun har givet mere eller mindre syge og ødelagte bevoksninger. Som årsag anføres, at planter af indført frø fra sydligere lande synes at have mangelfuld skudmodning. De svækkes derfor af efterårs- eller tidlig vinterfrost, hvorefter de svækkede træer angribes af grentørren (*Cryptospora suffusa* (Fr.) Tul.).

Dreyer konkluderer derfor, at når den rette jordbund og behandlingsmåde vælges, og der benyttes planter af dansk race, så vil man i reglen altid få en virkelig god ellebevoksning.

Ellen bliver i vid udstrækning anvendt som hjælpe- og ammetræart. Det skyldes dens tidlige udspring, hurtige ungdomsvækst, store frosttolerance samt dens jordbundsforbedrende evne (letomsætteligt løv i kombination med kvælstoffassimilerende bakterieknolde på rødderne).

Som hjælpe- og ammetræ varetager den udelukkende økologiske og ingen produktionsmæssige funktioner, og på mere næringsfattige og tørre lokaliteter dør den i en ung alder.

Gennem de sidste århundreders intensive afvandingsbestrebelse i vore skove

er størstedelen af rødelens naturlige voksesteder blevet fjernet, steder hvor den kunne have egentlige produktive funktioner.

I takt med reetablering af vådområder i skovene vil rødel være et udmærket valg. Da disse aktiviteter primært har et naturbeskyttende sigte, er det her specielt vigtigt ud fra et genbevaringssynspunkt at anvende oprindelige, lokale provenienser af rødel. Rødel vil være tolerant med hensyn til mindre klimaændringer.

### 3. Frøforsyning

I ellesumpene frøformerer rødel sig sjældent, men sætter nye skud fra stævne eller væltede træer, mens den andre steder frøformerer sig villigt.

Barner (1958) skriver, at rødel fra Gråsten og Havnø dækker 90% af Danmarks forbrug.

I perioden 1985-1995 har bruttotilgangen af dansk materiale ifølge Plantedirektoratet været på 815 kg (82 kg/år), og importen var på kun 60 kg (6 kg/år). Eksport og geneksport var på 40 kg eller 4 kg/år.

I perioden 1985-1990 stammer det danske materiale næsten udelukkende fra F.414 Arboretet og F.528 København, som er afkom af F.2 Gråsten. Nettotilgangen af rødel er fra første halvdel til anden halvdel af perioden steget med 93%.

Ifølge Planteavlstationen er det danske materiale på knap 384 kg i perioden 1980-1985 udelukkende høstet i F.414 Arboretet. I perioden 1990-1995 stammer langt størstedelen af materialet fra F.677 Fyn, som er afkom af F.414.

Der findes 10 kårede bevoksninger på i alt 35,8 ha.

#### 4. Proveniensenforsøg og forædling

Problemerne med rødelens sundhed i 1920'erne gav anledning til anlæggelse af proveniensenforsøg på to forsøgsarealer på Lounkær i 1939-1940 med danske provenienser. Man ønskede at undersøge, om der også indenfor den danske del af udbredelsesområdet fandtes "klimaracer" af rødel. Forsøgene er opgjort i 1949 (Thulstrup 1949), i 1960 (Kjersgård 1963), samt i 1978 og 1994 (Kro-mann 1994).

Det ene forsøg, som var anlagt på tør bund, måtte opgives efter opførelsen i 1960 på grund af angreb af grentørrer. Det andet var anlagt på lav og meget fugtig bund. Resultaterne viser, at lokalracer synes at eksistere i nogen grad. Forsøgets ringeste proveniens i 1949 (Frij-senborg) giver således nydeligt afkom i dens hjemstavn, ligesom den på forsøgs-arealerne hjemmehørende proveniens (Havnø) generelt er blandt de bedste.

På den tørre lokalitet var proveniensen Boller i 1960 bedst med hensyn til sundhed og højde, mens Havnø var bedst med hensyn til form og diameterudvikling. I 1960 hørte Gråsten til de bedste med hensyn til såvel sundhed, vækst og form på det fugtige areal. Ved den sene-este opførelse ligger den stadig i top med hensyn til højdevækst og rethed. Også Meilgård og Havnø klarer sig udmærket med hensyn til form ved de sidste opførelser. Barner (1958) anfører dog, at planteskolerne har erfaring for, at rødel fra Havnø her ikke vokser så hurtigt som rødel fra Gråsten. Det bør bemærkes, at resultaterne kun giver et fingerpeg, idet materialet er begrænset, og en statistisk behandling har ikke været mulig.

Tyske undersøgelser viser, at der er proveniensenforskelle indenfor det tyske område. I et afkomsforsøg finder Leipe

(1990) signifikante forskelle mellem 10 tyske provenienser med hensyn til diameter, form og især rodudvikling. Han ræsonnerer, at de provenienser, der er tilpasset steder med vedvarende høj vandstand, har et mere karakteristisk rodsystem, flere luftporer og lavere veddensitet i rødderne. Provenienser fra områder, der kun lejlighedsvis er oversvømmede, har derimod mindre samlet rodmasse og stærkere rødder, der kan gennemtrænge kompakte lag i ler- eller pseudoglej-jorder.

I forbindelse med spørgsmålet om "ellesygen" og dens sammenhæng med frostska-der er det interessant at notere sig, at den danske proveniens, der indgik i DeWald og Steiner (1986)'s test af frostresistens, udviste en høj vinterfrost-resistens sammenlignet med sydligere provenienser.

#### 5. Frøkildeanbefalinger

Erfaringerne viser, at man så vidt muligt bør undgå at flytte rødel fra syd mod nord. Da rødel blomstrer tit og rigeligt er importer ikke nødvendige set ud fra et forsyningssynspunkt.

1. *Kårede danske bevoksninger.*

2. *Andre gode lokale frøkilder.*

#### 6. Litteratur

Bansi, E., 1924: Zur Provenienzfrage der Roterle. Zeitschrift für Forst- und Jagd-wesen, 56, 166-168.

Barner, H., (1958): Frøforsyning og foræd-ling, DST, 43, 1-84.

DeWald, L. E., Steiner, K. C., 1986: Pheno-logy, height increment, and cold toleran-ce of *Alnus glutinosa* populations in a



- common environment. *Silvae Genetica*, 35, 205-211.
- Dreyer, H. V., 1928: Skyldes rødelens sygelighed frøets proveniens? *DST*, 13, 329-376.
- Franke, A., 1994: Herkunftsprobleme bei Schwarzerle (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) gestern und heute. *Mitt. Ver. Forstl. Standortskunde u. Forstpflanzenzüchtung*, 37, 67-73.
- Kjersgård, O., 1963: 2 proveniensforsøg i rødel. *DST*, 48, 167-170.
- Kromann, H. K., 1994: Et proveniensforsøg med rødel. *Forskningscentret for Skov & Landskab, Videnblade, Skovbrug*, 3.3-6.
- Liepe, K.V., 1990: Wachstum und Wurzelentwicklung von 30-jährigen Schwarzerlen (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertner) eines Herkunftsversuches. *Allgemeine Forst- und Jagdzeitung*, 161, 149-154.
- Mørk-Hansen, K., 1925: Er rødelens tid forbi? *DST*, 10, 409-412.
- Münch, E., 1936: Das Erlensterben. *Forstwiss. Centralblatt*, 58, 173-194.
- Tulstrup, N. P., 1949: Danske rødelprovenienser. Foreløbige iagttagelser ved Statens forstlige Forsøgsvæsen. *DST*, 34, 529-532.
- Ødum, S. 1968: Udbredelsen af træer og buske i Danmark. *Botanisk Tidsskrift*, 64, 1-118.

# BIRK

## Vortebirk og Dunbirk

### – arts- og proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

Af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

#### 1. Udbredelse og raceforhold

Vortebirken (*Betula pendula* Roth.) er udbredt i det meste af Europa, det sydligste og nordligste Europa undtaget. I Italien findes den i Appeninerne. Desuden findes den langt ind i Rusland, og en større isoleret enklave findes i Kaukasus.

Dunbirkens (*Betula pubescens* Ehrh.) udbredelsesområde ligner i det store hele vortebirkens, blot går den knapt så langt mod syd, men til gengæld længere mod nord. Således findes den i modsætning til vortebirken på Island (Meusel et al. 1965). Tilsvarende findes dunbirken også højere i bjergene end vortebirken. Varieteten *Betula pendula* var. *carelica*, også kendt som masurbirk, findes mest i det sydlige Finland, Karelen og Hviderusland (Fodgård 1996). Den er kendetegnet ved specielle vedstrukturer med mørke tegninger bestående af kallusvæv, hvilket gør den eftertragtet til dekorative formål.

Hybrider mellem arterne er yderst sjældne på trods af mange tilsyneladende intermediære former, der findes i naturen. Sandsynligvis er forklaringen, at dunbirk er en meget variabel art med mange vortebirk-karakteristika indenfor dens variationsområde (Johnsson 1945).

I Sverige angives vortebirken at være den hurtigst voksende (Werner 1986). Derimod har man i et birkeproveniensforsøg i Nordtyskland fundet, at dunbirken var vortebirken klart overlegen (Kleinschmit og Svolba 1982).

Johnsson (1976) har for vortebirken ved alder 1 og 5 år undersøgt, hvad der sker med højdevækst, efterårstilvækst og vækstafslutning, når nordlige provenienser flyttes sydpå og omvendt. I undersøgelsen indgår 42 provenienser fra hele Sverige.

Han finder, at et par breddegraders flytning er uden større betydning for væksten. Når man fjerner sig mere fra oprindelsesstedet i nord- eller sydgående retning, viser der sig derimod en negativ virkning, som bliver mere udtalt, jo større differensen er mellem proveniensens og forsøgslokalitetens breddegrad. Johnsson finder desuden en klinal øst-vest variation, idet de østlige typer er lidt hurtigere voksende end de vestlige. Ifølge Werner (1986) er stammeformen bedre for de nordlige typer. Derfor har man i Sverige anbefalet en moderat flytning sydpå af materiale for at opnå bedre stammeform og retvoksethed. Iøvrigt viser det sig, at hybrider mellem provenienser fra 56° og provenienser fra 60-

61° producerer bedre på den 56. breddegrad end begge forældrene.

Håbjørg (1977) har yderligere undersøgt eksistensen af forskellige økotyper for birk. Materiale fra Danmark, Midt Norge og Nordnorge er anvendt.

Hvor hurtigt vækstafslutningen sker afhænger af daglængde, nattemperatur og økotype samt vekselvirkninger mellem disse faktorer. For de nordlige typer kan vækstafslutningen ske i løbet af 3-4 dage, mens den i sydlige typer kan tage 3-4 uger. Der er også stor forskel mellem økotyperne med hensyn til, hvornår de stopper den apikale vækst i forhold til dagslængden. De nordligste typer stopper væksten hurtigere end de sydlige ved faldende daglængde. Dette er årsag til de sydlige typers store frostfølsomhed, når de flyttes mod nord. Når de nordlige typer flyttes mod syd afslutter de meget hurtigt væksten og er derfor svære at holde liv i. Desuden viser det sig, at den optimale tørstofproduktion sker ved en daglængde, som er lig eller lidt længere end daglængden på planternes ophavssted.

## 2. Dyrkning af birk i Danmark

Birken er en pionertræart og er indvandret til Danmark i den sen-glaciale periode. En regulær birke- og fyrreskov fandtes i preboreal tid, ca. 8300-7000 f.Kr. Herefter forhindrer en tæt underskov af hassel birken i at fornye sig.

Vortebirken findes som selvsået, spredt

forekommende i de fleste egne af Danmark, dog sjældent i Vestjylland, da den ikke er særlig vindtålsom. Især på gamle lyngbevoksede overdrev er den hyppig. Dunbirken vokser fortrinsvis i moser og er hyppigst i Nord- og Midtjylland samt Nordsjælland.

I skovbruget anvendtes dunbirken af von Langen som den første, og frø af norsk, svensk og tysk oprindelse var dengang og er stadig mest benyttet. På grund af plantninger i både skove og haver er det for begge arter umuligt at afgøre, hvor selvsået birk kan være vildtvoksende (Ødum 1968).

Birken er den mest udprægede pioner af vore træarter. Den kan vokse på næsten alle jordbundstyper, selv på ekstremt næringsfattige sand- og mosejorder. Den har et tilsvarende stort potentiale for selvfor yngelse, hvor dens store lyskrav bliver tilgodeset.

Som egentlig produktionstræart har birken således ikke haft nogen betydning, og dens anvendelse har begrænset sig til funktionen som ammetræ og forkultur. I det rationelle skovbrug er den nærmest blevet betragtet som ukrudt og systematisk blevet fjernet i forbindelse med bevoksningsplejen. Herved er der givetvis sket en stærk negativ selektion i relation til vigtige forstlige egenskaber, såsom vækstkraft og stammeform. Som følge heraf har birken et stort uudnyttet forædlingspotentiale som anført af Werner (1986).

*Vortebirk, Visingsö, Sverige. Mange danske vortebirkbevoksninger er af Visingsö herkomst, idet der igennem tiderne har været importeret relativt store mængder frø fra denne ø i Vättern. Danske vortebirkbevoksninger af Visingsö herkomst giver et dyrknings-sikkert materiale. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*





*Birk som forkultur, Tisvilde Hegn. På meget næringsfattige og tørre lokaliteter kan birk være en velegnet og billig træart til etablering af en første skovgeneration. Under birkeskærmen er der selvsåning af rødgran og skovfyr. (Foto: S. Fodgaard, 1988).*

Birkens udprægede pioneregenskaber i sammenhæng med dens evne til selvforyngelse, selv under ekstreme forhold, bør dog udnyttes mere målrettet. Det kan især ske som forkultur og ved ekstensiv skovdrift på marginale lokaliteter, eventuelt ved hjælp af såning.

Birken må antages at være relativt tolerant overfor moderate ændringer i klimaet.

### **3. Frøforsyning**

Ifølge Statsskovenes Planteavlstation er der høstet 1466 kg frø af vortebirk i perioden 1980-1995. Importen i samme periode, som udelukkende stammer fra Sverige (Visingsö, Törneryd), var på 52 kg.

Over halvdelen af det danske materiale stammer fra FP.238 Nødebo. Resten af høsten er sket på ikke-kårede bevoksninger, i første del af perioden især Vestskoven, i sidste del af perioden især Fyn Sønderkov. Godt 1000 kg af det danske materiale er af Visingsö-oprindelse.

Høsten af dansk dunbirk var ifølge Planteavlstationens tal på 133 kg i perioden 1980-1995, og den fordeler sig på 3 ikke-kårede bevoksninger. I perioden blev der importeret 45 kg fra Sverige (Törneryd); der hersker dog usikkerhed omkring artsbestemmelsen for importen fra dette område.

Der findes i skrivende stund ingen kårede bevoksninger eller frøplantager i birk.

#### 4. Proveniensenforsøg og forædling

I 1959 blev et mindre proveniensforsøg anlagt med birk under det daværende Statens forstlige Forsøgsvæsen. Møller (1977) skriver, at de forløbige resultater viser, at man med mellemsvensk birk kan forvente formforbedringer i forhold til "dansk" birk.

Man bør dog af hensyn til højdevæksten ikke gå nord for linien Stockholm-Göteborg, d.v.s. 58-59°, og indenfor dette område bør kun anvendes frø fra velformede bevoksninger. Afkom af birk fra Visingsö og i flere tilfælde Jönköping len har givet gode resultater i Danmark, hvorimod birk fra de gamle danske landsdele i Sverige næppe er bedre end dansk birk.

I Finland er birken en vigtig råvare for industrien. Blandt andet derfor har man siden begyndelsen af 60'erne sat relativt store ressourcer ind på forædling af birk med det mål at forbedre vortebirkens tilvækst og kvalitet i det sydlige og mellemste Finland.

I Sverige har forædlingen af birk (og løvtræ i det hele taget) først taget fart fra begyndelsen af 90'erne. I et forsøg i Sydsverige på breddegrad 56°42' har man derfor afprøvet nogle af de bedste sydfinske kloner sammen med sydsvensk materiale. På trods af en i nogle henseender bedre kvalitet synes de finske kloner ikke at kunne holde trit med det svenske materiale med hensyn til diametertilvækst, og dødeligheden er noget større for den finske birk. Det anbefales indtil videre, at den finske birk fra breddegrad ca. 60-62° ikke flyttes længere sydpå end 59°, det vil sige 1-3 breddegrader (Stener 1995). Et nordtysk proveniensforsøg er anlagt på 7 lokaliteter med hollandske, tyske, polske, svenske og finske provenienser

og målt ved alder 1 og 3 år. Her finder Kleinschmit og Svolba (1982), at den skandinaviske birk, trods en bedre form, er helt uegnet i Nordtyskland på grund af ringe vækst. De polske, tyske og især de hollandske provenienser, som stammer fra et bælte mellem 50° og 55° klarer sig generelt bedre, dog med tydelige proveniensforskelle indenfor landene. Udover at de svenske og især de finske provenienser ligger helt i bund har rangordenen endnu ikke stabiliseret sig. De skandinaviske proveniencers underlegenhed forklares med en tidligere vækstafslutning (Kleinschmit og Otto 1980).

#### 5. Proveniensen anbefalinger

Følgende generelle anbefalinger gælder både for vortebirk og dunbirk.

##### 1. Danske frøavlsbevoksninger.

Mange af bevoksningerne af vortebirk er af Visingsö-herkomst og giver et dyrkningssikkert materiale.

##### 2. Frøavlsbevoksninger og frøplantager fra Syd- og Mellemsverige, dog ikke nord for en linie Göteborg/Stockholm.

Specielt Visingsö-proveniensen er kendt i Danmark. Frøplantagen Asarum består af 19 kloner af vortebirk og anbefales til anvendelse i Sydsverige (Palmér 1991).

##### 3. Nordtyskland.

For det nordtyske område, herunder Schleswig-Holstein, anbefales frøplantagen Dromling/Reinhardshagen (dunbirk) og frøplantagen Eutin, så vel som kårede bevoksninger i Lauenburg, Reinfeld, Lübeck, Schaumburg, Eutin og Harsefeld (vortebirk).

## 6. Litteratur

- Håbjørg, A., 1977: Virkninger av dagslengde, lysstyrke, lyskvalitet og temperatur på skudvekst hos skandinaviske lauvtrær. Rapporter och Uppsatser, Institutionen for Skoggenetik, 27, 58-66.
- Fodgård, S. 1996: Masurbirk – en ny specialafgrøde. Skoven, 3, 130-131.
- Johnsson, H. 1945: Interspecific hybridization within the genus *Betula*. *Hereditas*, 31, 163-176.
- Johnsson, H., 1976: Syd- og nordförflytning av björkprovenienser. Årsbok, Föreningen Skogsträdsförädling, Uppsala, 48-61.
- Kleinschmit, J., Otto, H. J., 1980: Prüfung von Birkenherkünften und Einzelbäumen sowie Züchtung mit Birke. *Forst- und Holzwirtschaft*, 35, 5, 81-88, 90.
- Kleinschmit, J., Svolba, J., 1982: Prüfung von Birkenherkünften und Einzelbäumen, – erste Ergebnisse der Feldversuche. *Forst- und Holzwirtschaft*. 37, 10, 257-263.
- Meusel, H., Jäger, E., Weinert, E., 1965: Vergleichende Chorologie der Zentraleuropäischen Flora. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.
- Møller, C. M. 1977: Vore skovtræarter og deres dyrkning. I kommission hos Dansk Skovforening, København.
- Palmér, C. H. 1991 (red.): Genväg till bättre skog i Götaland. Institut för Skogsförbättring.
- Stener, L. G., 1995: Jämförelse mellan björk av finsk och svenskt ursprung i ett försök i södra Sverige. *Redogörelse - SkogForsk.*, 1.
- Werner, M. 1986: Björkförädling. *Sveriges Skogsvårdsförbunds Tidskrift*, 5, 11-13.
- Ødum, S. 1968: Udbredelsen af træer og buske i Danmark. *Botanisk Tidskrift*, 64, 1-118.

# POPPEL

## – dyrkning, klonforsøg og klonanbefalinger

Af J. Bo Larsen

### 1. Udbredelse og botanisk opdeling

Poppelslægten er udbredt over store dele af den nordlige halvkugle, og de enkelte arter kan findes under vidt forskellige klimatiske og jordbundsmæssige forhold.

Slægten opdeles traditionelt i 5 sektioner: 1. *Leuce* (aspe og hvidpopler), 2. *Leucoides* (storbladede popler), 3. *Aegeiros* (sortpopler), 4. *Tacamahaca* (balsampopler) og 5. *Turanga* (forskelligbladede popler). Det er dog kun sektionerne *Leuce*, *Aegeiros* og *Tacamahaca* der har betydning for skovbruget i Nordvesteuropa, hvorfor kun disse skal omtales nærmere her. Til en mere udførlig beskrivelse af hele poppelslægten henvises til Bergstedt (1981).

De fleste poppelarter udviser stor villighed til vegetativ formering, og samtidig blomstrer de tidligt. Det er baggrunden for, at de har gennemgået en til dels omfattende forædling via provenienskrydsninger og artshybridisering indenfor og mellem sektionerne. Der er således frembragt en række "kultursorter" og kloner, som adskiller sig stærkt fra de oprindelige bestande af de rene arter, både hvad angår vækst, form og sygdomsresistens.

Det poppelmateriale, som er tilgængeligt til skov- og landskabsformål består derfor hovedsagelig af en række kloner og klonblandinger. De oprindelige "naturpopulationer" spiller anvendelsesmæssigt ikke nogen rolle længere.

### 2. Dyrkning af popler i Danmark

#### *Dyrkningshistorie i Danmark*

Interessen for dyrkning af popler i Danmark startede omkring århundredeskiftet med baggrund i blandt andet Oppermann (1897)'s og Wedell-Wedellsborg (1899)'s beretninger om fremragende vækst hos enkeltindivider af asp og sortpopelhybrider.

Først omkring 1940 begyndte man dog at plante popler i et vist omfang som følge af nogle arbejder af Syrach Larsen (Larsen 1936 og 1942) samt Nilsson-Ehle (1938)'s opdagelse af den triploide "kæmpeasp" i Sydsverige (Larsen og Bergstedt 1981).

Under denne første "poppelbølge" blev der hovedsagelig plantet sortpopelhybrider (det vil sige krydsninger mellem europæiske og amerikanske sortpopler), som *Marilandica*, *Regenerata*, *Henry's Poppel*, *Robusta* og *Eucalyptus*. Der





*Populus trichocarpa* som forkultur. På grund af poplernes meget hurtige ungdomsvækst kan de være velegnede som forkulturer og som træer der hurtigt kan danne skovklima i forbindelse med skovrejsning. (Foto: J. B. Larsen, 1985).

blev yderligere plantet en del asp, som hovedsagelig kom fra Polen.

Efter den 2. Verdenskrig blev bævre-  
aspen i vid udstrækning opgivet til fordel for hybrid Aspen (Larsen 1965). Fra slutningen af 1950'erne er der blevet plantet en række balsampoppelkloner. Det drejer sig her specielt om hybrider som O.P.42, Androscoggin og TT.32 samt *Trichocarpa*-klonerne M.B. (Fritzi Pauley), CF og T3.

#### *Krav til klima og jordbund*

De forskellige popler stiller forskellige krav til klimaet og jordbunden.

*Aspene* egner sig godt til tørre og magre jorde. Derfor kan de med fordel bruges

på udprægede marginaljordslokaliteter. De er dog noget udsat for frost og er tilføjede vindfølsomme. De har desuden den uheldige egenskab at danne rod- og stødskud, og det kan være et problem, hvor de anvendes som første skridt i en succession mod mere krævende træarter.

*Gråpoplerne* er ligeledes meget nøjsomme hvad angår jordbunden, men de er generelt mere vindfaste og salttålsomme end aspen. De kræver desuden en noget længere vækstsæson og synes således bedst anvendt på ekstremt næringsfattige og tørre kystnære lokaliteter.

*Sortpoplerne* stiller generelt store krav til jordens nærings- og vandindhold, og de kræver en relativ høj pH. Tempera-

turmæssigt synes Danmark at ligge lige på eller måske en smule udenfor sort-poplernes nordgrænse, hvorfor deres potentiale nok er relativt begrænset her i landet.

*Balsampoplerne* stiller kun små til moderate krav til næringsstof- og vandforsyningen. De springer til dels relativt tidligt ud, hvilket kan forårsage frostska-der på udsatte lokaliteter. Desuden har balsampoplerne en begrænset vind-tålsomhed.

#### *Mulige anvendelser*

Bortset fra nogle mindre "poppebølger" har brugen af poppel i dansk skovbrug været yderst begrænset.

Et intensivt forædlings- og fremavsar-bejde – til dels i Tyskland, Holland og Belgien – har dog i de sidste 20 år frem-bragt en række interessante kloner og klonblandinger, der kunne tænkes an-vendt i en vis udstrækning både til skov-brugs-, men især til landskabsformål her i landet.

På grund af deres ekstremt hurtige ung-domsvækst kan popler hurtigt vokse op og danne et skovklima samt skabe ka-rakter i landskabet. I forbindelse med skovrejsning vil fx en række balsam-poppel-kloner på ikke alt for næringsfat-tige jorde kunne fungere udmærket som forkultur. Gennem en kort omdrift kan de hurtigt skabe et indtryk af skov og et godt mikroklima til indplantning af mere frostfølsomme træarter som fx bøg, ædelgran m.v.

Desuden kan popler dyrkes i kort omdrift med stævningsdrift. Denne mu-lighed omtales dog ikke nærmere her, idet der henvises til Bohnens (1987) samt Weisgerber (1986 og 1988) for en nærmere analyse af poplernes potentiale til energiskov.

#### *Genetisk snævert materiale*

Dyrkning af popler, selv i relativt korte omdrifter, har generelt et problem, der er knyttet til den ekstreme indsnævring af den genetiske variation, som kloner indebærer. En bevoksning anlagt med én klon har ingen genetisk spredning. Det kan få katastrofale følger, hvis klo-nen udviser svaghed overfor ekstreme klimaforhold, insekter, svampe eller bakterier.

Poppeldyrkningens historie er da også "krydret" med sådanne katastrofer. Den udbredte anvendelse af Robusta-klonen i efterkrigsårene førte til et stort tilbage-slag i poppeldyrkning i Centraleuropa, da netop denne klon blev ramt af svam-pen *Dothichiza populae*.

En måde at sikre en vis risikospredning på er at anvende klonblandinger. Et ek-sempel på en sådan klonblanding er Brühl, der består af 8 trichocarpa-klo-ner.

### **3. Planteforsyning**

På trods af et stort forædlingsarbejde i vores sydlige nabolande, der har resulte-ret i en lang række vækstkraftige og syg-domsresistente poppelkloner, er det kun ret få kloner, der er afprøvet her i Dan-mark.

For øjeblikket er der kun godkendt to kloner til forstlige formål: Trichocarpa-klonen Muhle-Larsen og balsampoppel-hybriden O.P.42.

Forsøg i Danmark og Nordtyskland viser dog (se afsnit 4), at der findes en række i Tyskland godkendte kloner, der synes at være velegnede i Danmark. I den udstrækning de er godkendte til forstlige formål i Tyskland, kan de ifølge gælden-de lovgivning også markedsføres i Dan-mark, og de vil givetvis være mere vel-

egnede end en række "klassiske" hyppigt anvendte kloner som Bachelieri, Hastata, Fastigata, Vereeckens, m.fl.

En rundspørge blandt planteskoler tilsluttet Herkomstkontrollen i 1987/88 viste, at der kun var to poppelkloner med et volumen på over 100.000 planter til salg (O.P.42 og Bachelieri) (Nielsen 1988). Så man kan konkludere at mængderne og udbuddet af poppelkloner p.t. er yderst begrænset.

#### 4. Klonforsøg med popler

De ældre erfaringer med dyrkning af poppel i Danmark stammer udelukkende fra iagttagelser og målinger i enkelte bevoksninger, idet der ikke blev anlagt systematiske forsøg før 1970. Disse ældre erfaringer sammenfattes på udmærket vis af Bergstedt (1981), der giver en oversigt over mulighederne for at anvende hybridasp samt en række "klassiske" sortpoppelhybrider, der fandt udbredt anvendelse i Europa i første halvdel af dette århundrede.

##### *Forsøg i Hammer Bakker*

I 1970 blev der anlagt et egentligt forsøg til afprøvning af kloner i Hammer Bakker (nord for Ålborg). Der indgår en række nyere poppelkloner, hovedsagelig kloner af rene balsampoppelarter eller af krydsninger mellem forskellige balsampoppelarter. Dette forsøg, som er opgjort af Bergstedt (1981) og igen af Nielsen (1988), giver mulighed for at vurdere potentialet, især blandt balsampoppelklonerne.

Da dette forsøg er det eneste "ældre" forsøg med en række potentielle "nye" poppelkloner i Danmark gengives resultaterne fra sidste måling i 1987 direkte efter Nielsen (1988) i tabellen.

Opgørelsen viser den gennemsnitlige højde og brysthøjdediameter af de 3 største træer pr. parcel for alle kloner, der indgår i blokforsøget (3 blokke med oprindelig 9 træer pr. parcel). Endvidere er volumen (total stammemasse) beregnet ud fra den gennemsnitlige højde og diameter for hver klon (baseret på de tre største træer pr. parcel).

Resultatet er opgjort relativt i forhold til gennemsnittet af alle klonerne i forsøget. Da parcellerne er meget små (3 x 3 planter i forbandtet 3 m) er der store nabovirkninger. Dette bevirker formentlig, at de bedst voksende kloner får en for stor relativ værdi samtidig med, at de dårligere kloner trykkes, og dermed får en for lav værdi. Det skulle dog ikke medføre ændringer i rangordenen imellem klonerne.

Det fremgår, at efter 17 år er der opnået højder og diametre på op til 22 m henholdsvis 34,5 cm. Dette viser, at der generelt er et forbløffende vækstpotentiale for de bedste popler på denne relativt næringsfattige og tørre lokalitet.

Betragtes den relative volumenproduktion fremgår det, at trichocarpklonerne i gennemsnit ligger ca. 25% over forsøgs-middel med en relativ stor spredning. Flerklonsorten Brühl varierer således fra rel. 83 (Brühl 4) til rel. 157 (Brühl 1). Af de to øvrige rene trichocarpkloner er Muhle-Larsen forsøgets mest vækstkraftige klon med en vækst over det dobbelte af gennemsnitsklonen, mens Weser 4 kun ligger 14% over middel.

*P. Maximowiczii* klonerne 120/66, 121/66 og 124/66 har alle en produktion på niveau med de middelproducerende Brühl-kloner, d.v.s. ca. 10% over forsøgsgennemsnittet.

Balsampoppelhybriderne Androscoggin og Oxford har begge en produktion over

OPMÅLING VED ALDER 17 ÅR			HØJDE	DIAMETER	VOLUMEN	
Sektion	Type/art	Klon (navn/nummer)	(m)	BHD (cm)	(100 = gns)	
Balsam-	<i>P. trichocarpa</i>	Brühl 1	20.8	30.0	157	
		Brühl 2	18.6	26.4	110	
		Brühl 3	18.7	24.3	96	
		Brühl 4	17.5	23.4	83	
		Brühl 5	17.9	27.3	112	
		Brühl 6	18.8	26.7	114	
		Brühl 7	18.0	23.8	88	
		Brühl 8	19.5	29.8	144	
		Muhle-Larsen	22.1	34.5	215	
		Weser 4	18.7	26.8	114	
		<i>P. maximowiczii</i>	120/66	19.6	25.8	112
	121/66		18.9	25.7	107	
	124/66		18.6	27.0	115	
	Balsampoppel- hybrider	Androscoggin	Oxford	19.5	28.2	131
			Rochester	19.1	27.8	125
				19.0	25.6	107
	Aspe og hvidpopler	triploid asp	Astria	20.3	26.5	122
		gråpoppel ( <i>P. canescens</i> )	Tatenberg	13.5	13.1	22
			Ing. 3333	12.7	14.8	26
Altenhof 2			17.2	21.9	72	
Prisdorf 6			18.3	20.6	70	
Prisdorf 11			18.6	20.8	72	
Sort- popler	<i>P. canadensis</i> (hybrider)	Harf	17.6	19.8	62	
		Löns	16.6	21.1	65	
		Flachsländen	16.4	20.1	59	

Klonafprøvningsforsøg i Hammer Bakker anlagt i 1970, resultater af opmåling ved alder 17 år.

gennemsnittet, Androscoggin er bedst (31%), mens den tredje hybrid Rochester kun ligger lidt over middel (7%). Den triploide asp Astria ligger lidt under niveauet for de bedste hybrider, men ligger dog over gennemsnittet (22%).

Gråpoplerne ligger meget lavt i volumenproduktion som følge af at diametervæksten generelt ligger under middel. Det er dog bemærkelsesværdigt, at klonerne Prisdorf 6 og 11 er i stand til at følge med i højdevækst sammenlig-



*Poppelklonen O.P.42 (P. maximowiczii x P. trichocarpa) som læhegn og moderkvarter fire år efter plantning, P. Schjøtt's Planteskole. O.P.42 er en meget vækstkraftig og velafprøvet balsampoppelklon med en stor jordbundsmæssig amplitude. (Foto: P. Schjøtt, 1997).*

net med de fleste af balsampoplerne. Sortpoppelhybriderne Harf, Löns og Flachslanden ligger på denne relativt næringsfattige lokalitet som ventet væsentligt under gennemsnittet af alle kloner.

#### *Andre danske forsøg*

Et mindre poppelforsøg på A/S Jydsk Landvindings ejendom ved Munklinde (en typisk marginaljordslokalitet beliggende på Karup hedeflade) er opgjort ved 13 år af Lundberg (1987).

Resultaterne viser, at den bedst producerende er balsampoppelhybriden O.P.42, men også trichocarpaklonen M.B. (Fritzi Pauley) er vækstkraftig. Derimod er

en sortpoppelhybrid (Bachelieri) død på denne næringsfattige og klimatisk barske lokalitet.

Andre mere orienterede forsøgsplantninger på typiske marginaljorde underbygger balsampoplernes generelt gode vækstudvikling (bl.a. O.P.42, M.B., Androscoggin m.fl.) (Nielsen 1988).

Peter Schjøtt's planteskole har siden 1986 tiltrukket en række nyere i Tyskland afprøvede og godkendte poppelkloner. Af disse er 45 blevet opmålt ved to års alderen af Nielsen (1988). P. Schjøtt meddeler vinteren 1996/97, at de generelt mest vellykkede kloner udover O.P.42 er: Max 1-5 (*P. nigra* x *P. maximowiczii*), Unal, Barn og Donk (*P.*

*deltoides* x *P. trichocarpa*) samt Ghoy (*P. nigra* x *P. deltoides*).

Der er således en række nye kloner, især hybrider mellem balsampopler og specielt amerikanske sortpopler, der har et dyrkningspotentiale i Danmark; kloner der tilsvarende anbefales af Institut für Schnellwachsende Baumarten i Hann.-Münden til brug i Schleswig-Holstein (Hofmann 1995, Hofmann, pers. medd.).

#### Tyske forsøg

En række resultater fra nord- og nordvesttyske poppelforsøg understøtter og udbygger de danske erfaringer (Jestaedt 1977, 1978, 1980, Weisgerber 1983):

Trichocarpaklonen Muhle-Larsen viser generelt den største vækstkraft fulgt af balsampoppelhybriderne O.P.42 og O.P.41. Balsampoplerne er især overlegne på intermediære til næringsfattigere jorde og med et køligt men ikke ekstremt barskt klima. I et mere varmt klima og på god jord er sortpoppelhybriderne derimod at foretrække (Jestaedt 1980).

Weisgerber (1983) skriver, at klonblandinger af bævreasp og af hybridasp, hver bestående af 20 enkeltkloner, er vækstkraftige på mere tørre, næringsfattige og vindeksponerede lokaliteter.

Udover vækstkraften og formen er der dog en række andre forhold, herunder

*Klonen Max3 (P. nigra x P. maximowiczii) som læhegn og moderkvarter to år efter plantningen, P. Schjøtt's Planteskole. Denne hybrid mellem sortpoppel og balsampoppel har vist en lovende udvikling i forsøg. (Foto: P. Schjøtt, 1997).*



modtagelighed overfor en række sygdomme, der er afgørende for valget af poppelkloner. Således angives den triploide asp *Astria* og hybriden *Androscoggin* at være ret modtagelig for poppelkræft (*Aplanobacter populae* Ridé), hvorfor en vis forsigtighed med disse ellers meget vækstkraftige kloner anbefales.

For en gennemgang af andre sygdomme og skader hos popler henvises til Bergstedt (1981).

## 5. Klonanbefalinger

Anbefalinger af kloner til forstlige formål er p.t. begrænset af de til formålet godkendte kloner. Der findes kun to godkendte kloner (*Muhle-Larsen* og *O.P.42*) i Danmark. I Tyskland er der dog godkendt en lang række kloner, som også, ifølge gældende EU-regler, må forhandles i Danmark. Alle nedennævnte kloner er godkendt enten i Danmark eller i Tyskland.

Anvendelsen af popler til landskabsformål er ikke underlagt disse restriktioner; det vil sige her er der frit valg, hvis vel at mærke materialet kan leveres. Anvendelse af poppelkloner begrænses nemlig også af planteskolernes udbud.

Egentlige dyrknings erfaringer med popler i Danmark begrænser sig til relativt få kloner og kun et enkelt velanlagt forsøg. Følgende anbefaling må derfor tages med de nødvendige forbehold.

Valget af poppelkloner afhænger stærkt af dyrkningslokalitetens klima og jordbund. Derfor er anbefalingerne opdelt efter lokalitetstype.

### ***Klimatisk beskyttede ("varme") og næringsrige lokaliteter***

1. *Sortpoppelhybrider (Löns, Beaupré Ghoj, Gaver, Barn, Donk m.fl.)*

2. *Balsampopler og -hybrider (Muhle-Larsen, O.P.42, Fritz Pauley samt Max 1-4).*

### ***Klimatisk køligere og næringsfattige lokaliteter***

1. *Balsampopler og -hybrider (Muhle-Larsen, O.P.42, Brühl 1-8, Fritz Pauley samt Max 1-4).*

### ***Klimatisk barske (vindudsatte) og meget næringsfattige og tørre lokaliteter***

1. *Triploid asp (Astria)*
2. *Klonblandinger af bævreasp og hybridasp.*
3. *Gråpopler*

## 6. Litteratur

- Bergstedt, A. E., 1981: Dyrkning af poppel i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 106 p.
- Bohnens, J., 1987: Stand und Perspektiven des Anbaus schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb in Europa. Die Holzzucht, 41, 11-15.
- Hofmann, M., 1995: Schnellwachsende Baumarten für den Kurzumtrieb – Aspekte der Pflanzenzüchtung und Ergebnisse zur Kloneignung auf verschiedenen Standorten. Die Holzzucht, 49, 3-8.
- Jestaedt, M., 1977: Anbauversuche mit Balsampappel. Allgemeine Forst- und Jagtzeitung, 148, 37-42.
- Jestaedt, M., 1978: Sortenprüfung von Balsampappel auf Waldstandorten. Die Holzzucht, 32, 22-27.
- Jestaedt, M., 1989: Aufnahmeergebnisse von Pappel – Versuchsflächen in Nordrhein – Westfalen. Die Holzzucht, 24, 17-23.
- Larsen, C. S., 1936: Årlig højdevækst på 171 cm. DST, 21, 239-242.

- Larsen, C. S., 1942: Plantning af bævreasp og poppel. DST, 27, 145-172.
- Larsen, C. S., 1965: Hybridasp på Svenstrup. DST, 50, 1-16.
- Larsen, J. B., Bergstedt, A. E., 1981: Erfaringen mit Pappeln in Dänemark. Die Holzzucht, 35, 21-24.
- Nielsen, U. B., 1988: Foreløbig vurdering af poppelkloner til skovrejsning på marginaljord. Forstl. Forsøgsv. Danm., 75 p.
- Nilsson-Ehle, H., 1938: Jätteaspen. Nordisk Familjeboks Månadskronika, 2.
- Oppermann, A., 1897: En stor poppel. Tidssk. f. Skovb., 90-93.
- Wedell-Wedellsborg, L., 1899: Bævreaspens plads i vort skovbrug. Tidssk. f. Skovb., 91-95.
- Weisgerber, H., 1983: Wuchsverhalten und Anbaumöglichkeiten einigen neu zum Handel zugelassener Balsampappeln und Aspen. Die Holzzucht, 37, 2-10.
- Weisgerber, H., 1986: Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb. J. Agron. Crop. Sci., 156, 173-187.
- Weisgerber, H., 1988: Raschwüchsige Baumarten in kurzen Umtrieben – Aktuelle Erkenntnisse der Züchtung und Produktion. Forstarchiv, 59, 84-89.



# RØDGRAN

## - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

af J. Bo Larsen og Hubert Wellendorf

### 1. Udbredelse og raceforhold

Rødgranens (*Picea abies* (L.) Karst.) naturlige udbredelsesområde kan opdeles i følgende tre dele: Det mellem- og sydøsteuropæiske granområde (I), det nordøsteuropæiske granområde (II) og det sibiriske granområde (III).

(I) I Mellem- og Sydøsteuropa findes rødgranen udelukkende som bjergtræart i højder fra ca. 500 m til ca. 2000 m, hvor den ofte danner trægrænsen. Området omfatter: Alperne, Jurabjergene, Schwarzwald, Thüringer Wald, Harzen, Erzgebirge, Sudeterne, Fichtelgebirge, Tatra, Böhmerwald, Bayrischer Wald, Transsilvanske Alper og Karpaterne. Desuden forekommer rødgranen naturligt på Balkanhalvøen i bjergområder i Jugoslavien og Bulgarien.

(II) Den nordøsteuropæiske del af rødgranens udbredelsesområde kan opdeles i en baltisk-russisk del og en skandinavisk del. Her optræder granen relativt sjældent som bjergtræart, men findes hovedsageligt på sletter og i bakkeland.

Det baltisk-russiske delområde strækker sig fra Østpolen gennem de baltiske stater til Ural i et bredt bælte cirka mellem den 55. og den 69. breddegrad. I Skandinavien forekommer rødgranen natur-

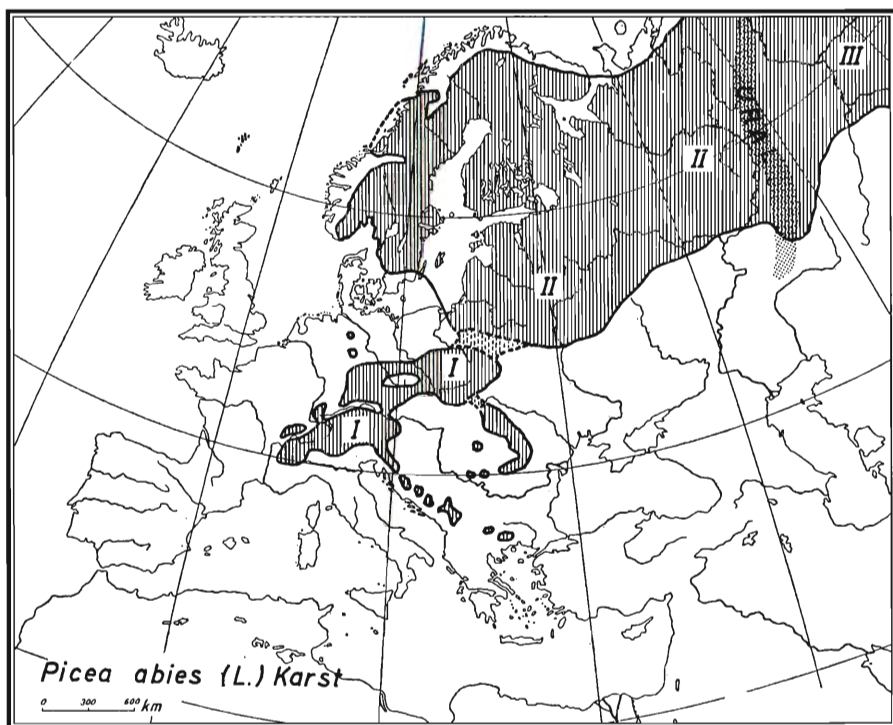
ligt i hele Finland og i Sverige med undtagelse af Skåne, Halland og Blekinge. I Norge bryder granen i området omkring Trondheim ud til Atlanterhavet, mens den ikke er naturligt forekommende i Sydvestnorge. Granens nordlige forpost findes mellem den 69. og den 70. breddegrad i området syd for Kirkenes.

(III) I den sibiriske del af udbredelsesområdet er rødgranen tidligere blevet skilt ud som en særlig art (*Picea obovata*) men henføres nu som en varietet under *Picea abies*. Området begynder ved Ural og strækker sig i et bredt bælte ud til det Okhotske Hav.

#### *Isoenzymstudier*

En omfattende undersøgelse af rødgranens populationsstruktur målt ved hjælp af isoenzymer indenfor det naturlige udbredelsesområde i Europa har kastet nyt lys over rasedannelsen i rødgran (Lagercrantz og Ryman 1990).

Rødgranen udviser som andre træarter relativ stor genetisk variation indenfor populationer og lille differentiering mellem populationer. På trods heraf påvises der en vis geografisk variation i rødgranens morfologi og genetiske sammensætning i de undersøgte isoenzymsystemer.



Rødgran, det naturlige udbredelsesområde.

Den central- og sydøsteuropæiske rødgran besidder således mindre genetisk variation og dermed lavere grad af heterozygoti end de skandinaviske og nordøstlige populationer. Det østlige Polen er centralområdet for de intermediære former.

Der kan også påvises mindre forskelle mellem svensk og sovjetisk rødgran. Forklaringen findes antagelig i forholdet mellem istidens refugier og den senere udbredelse fra disse.

En for proveniensvalget mulig konklusion på disse undersøgelser er, at den nordøsteuropæiske rødgran kunne tænkes at have en større almen tilpasnings-

evne end rødgran fra Central- og Sydøsteuropa. Der foreligger dog p.t. kun sparsomme undersøgelser, der forbinder udsagnet fra isoenzymer og DNA-markører med karakterer vedrørende adaptation og produktion.

## 2. Dyrkning af rødgran i Danmark

Rødgranen blev indført i større stil til landet i 1760'erne af J. G. v. Langen. Fra slutningen af forrige århundrede tog tilplantningerne for alvor fat, således at granen i dag udgør ca. 40 % af det danske skovareal.

Meget tyder på at v. Langen fik sit

rødgranfrø fra Harzen og Thüringer Wald. Statsskovenes arkiver viser, at der fra disse første plantninger er høstet store mængder frø, der har dannet grundlaget for 2. generation af rødgran i Danmark (Barner pers. medd.). En del af vor tids rødgranbevoksninger må således antages at være 4. og 5. generation af disse første importere.

Op igennem forrige århundrede og begyndelsen af dette er den hjemlige frøproduktion blevet suppleret med udenlandsk frø. Disse importere har især fundet sted fra Tyskland, men der er også løbende blevet markedsført frø fra Finland og Sverige (Barner 1958). Fra 1915 er der indført frø fra Schwarzwald. De sidste 40 års importere har været noget varierende, omend hovedvægten har ligget på Mellem- og Østeuropa.

Den udbredte brug af rødgran i dansk skovbrug skyldes primært dens egnethed som vedproducent, men anvendelse til juletræproduktion har i de senere år fået stigende betydning. Disse to dyrkningsmål harmonerer ikke helt med hensyn til valg af proveniens. Ønsket om en relativt langsomtvoksende juletrætype med kraftig grenudvikling kan ikke forenes med kravene om en stor og kvalitativt høj vedproduktion.

Rødgranen er sikker i kulturstarten, men kan dog på udsatte lokaliteter skades noget af forårsfrost. Problemerne med træarten optræder derfor oftest senere i bevoksningens liv, hvor angreb af rodfordærver (*Heterobasidion annosum*) fører til nedsat stabilitet og store økonomiske tab på grund af stammeråd.

Midaldrende og ældre rødgranbevoksninger er desuden meget følsomme over for vind og storm. Dette giver sig udslag

dels i udbredte stormfald, dels i opløsningsfænomener i rande og vindeksponerede bevoksninger.

I slutningen af 1970'erne og op gennem 1980'erne er rødgranens sundhedstilstand i tiltagende grad blevet forværret. Dette kulminerede i 1989 og 1990 i akutte sundhedsproblemer i form af rødfarvning af nåle og efterfølgende nåletab. Disse fænomener optrådte ikke blot i ældre, men også i middelaldrende og til dels yngre rødgran.

Årsagerne til disse sundhedsproblemer, kaldet "røde rødgraner", er analyseret af Saxe og Larsen (1992) og Larsen et al. (1993). Resultaterne af disse undersøgelser peger på, at udtørring har spillet en afgørende rolle, måske i forbindelse med en række milde, blæsende vintre.

Man må nok konkludere, at den kontinentalt prægede rødgran grundlæggende ikke er veltilpasset i det danske klima, præget af milde vintre, sommertørke, samt vind- og saltpåvirkning. Problemet bør derfor ses i sammenhæng med de mulige klimaændringer, der for rødgranens vedkommende truer med at udvikle sig i den forkerte retning (Larsen 1990).

Den usikkerhed, der således grundlæggende er knyttet til dyrkning af rødgran i Danmark, bør derfor imødegås på forskellige måder: Rødgranen bør i højere grad end hidtil reserveres til de lokaliteter som egner sig til den. Det vil sige, at man bør undgå såvel meget tørre og vindudsatte som lerede og fladgrundede lokaliteter. Desuden bør rødgranen i stigende grad anvendes i træartsblandinger (fx rødgran/sitkagran, rødgran/douglas, rødgran/grandis samt rødgran/skovfyr), der således giver en vis risikospredning (Larsen 1995).

### 3. Frøforsyning

#### *Frøforsyning 1960-80*

I perioden 1960-80 blev der høstet 3998 kg (200 kg/år) frø i danske kårede bevoksninger og frøplantager. Frøhøsten fordelte sig på 26 kåringsenheder, hvoraf F.71(f,g,h,i) Nødebo (1646 kg), F.28e Buderupholm (562 kg), F.28h Buderupholm (234 kg) og F.393a Palsgård har ydet de største bidrag.

Importen i samme periode var 4020 kg (201 kg/år). Heraf kom 1083 kg fra Rumænien (Moldovita, Brosteni, Toplita), 931 kg fra Vesttyskland (Westerhof, Nagold, Rothenkirchen, Tännenberg), 768 kg fra det tidligere Østtyskland (Gotha, Dietzhausen), 431 kg fra Polen (Istebna, Rycerka, Wisla) samt mindre mængder fra Ungarn, Sverige (kontinentgran) og det tidligere Sovjetunionen.

#### *Frøforsyning 1980-95*

Bruttotilgangen 1980-1995 fra de danske kårede bevoksninger og frøplantager var 7910 kg (527 kg/år). De største bidrag i perioden 1980-1990 var fra F.502 Palsgård, F.523 Buderupholm, F.518 Matrup, F.519 Matrup og F.521 Matrup. Fra 1990 til 1995 var de vigtigste kilder F.470 Lundbæk, F.464 Fårhus, F.463 Fårhus, F.467 Lundbæk, F.571 Rens Hedegård og de to frøplantager FP.240 Hofmangave og FP.209 Sorø.

Importen i samme periode var 5345 kg (356 kg/år). Den samlede eksport og geneksport var 1470 kg (98 kg/år). Størstedelen af importen kom fra Tyskland (Harzvorland Westerhof, Schwarzwald mit Baar < 1000 m, Westdeutsches Bergland, Nordwestdeutsches Tiefland m.v.). De sidste 5 år af perioden har Hviderusland dog overgået Tyskland

som største importland, og Slovakiet har bidraget med mindre mængder.

Tilgangen af dansk rødgranmateriale har været stigende inden for den sidste 15 års periode. Importen udgjorde 69 % af bruttotilgangen i perioden 1980-1990, men kun 15 % i perioden 1990-1995. Det skyldes sandsynligvis de gode frøår 1990/1991 og 1993/1994. Importen fra Rumænien og Polen er ophørt, mens der på det seneste er importeret større mængder fra Hviderusland.

Der findes i dag 33 kårede rødgranbevoksninger (206,7 ha) og 4 frøplantager (14,5 ha).

### 4. Proveniensforsøg og forædling

Igennem den østrigske forstmand A. Cieslars arbejde med forskellige rødgranherkomster i slutningen af forrige århundrede blev man opmærksom på, at der var proveniensbetingede forskelle hos granen med hensyn til vækstenergi og udspringstidspunkt.

Så tidligt som 1914 blev det første forsøg med forskellige rødgranproveniensers anlagt i Danmark af Statens Forstlige Forsøgsvæsen, og siden da er der yderligere anlagt ca. 40 proveniensforsøg med gran. Resultaterne fra de ældre forsøg gives af Gøhrn (1966).

Ud fra de første forsøg blev det hurtigt klart, at rødgran fra Skandinavien var den centraleuropæiske rødgran underlegen med hensyn til vækst. Interessen koncentrerede sig herefter især om den mellem- og østeuropæiske del af udbredelsesområdet.

Ud fra resultaterne, især fra en serie internationale proveniensforsøg anlagt 1938-39, blev det i 1950'erne tydeligt, at de mest vækstkraftige proveniensers stammede fra 1) Østkarpaterne i Ru-



mænien og Karpato-Ukraine, 2) Tatra-bjergene (det sydlige Polen og det nordlige Slovakiet), og 3) Østpolen og de baltiske stater.

I løbet af 1960'erne blev der derfor gennemført en systematisk indsamling af frø fra de pågældende områder, og i 1968-70 blev der med dette materiale anlagt en serie proveniensforsøg. De foreløbige resultater fra disse forsøg (Kjersgård og Kromann 1977, Kromann 1994) viser en med tiden voksende usikkerhed omkring de sydøsteuropæiske proveniensers vækstmæssige overlegenhed. En proveniens fra Harzens bjergforland (Westerhof) har derimod vist sig lovende, omend relativt tidligt udspringende.

#### *Skader i form af nåletab*

Det har vist sig, at de hurtigtvoksende sydøsteuropæiske rødgranproveniens er bliver utrivelige på vindudsatte steder. De bliver her "forkølede", nålefattige med deraf følgende vækststagnation (Brandt 1976).

Disse iagttagelser bekræftes og skærpes ved en senere gennemgang og vurdering

af nåletabet i en række proveniensforsøg i forbindelse med fremkomsten af fænomenet "røde rødgraner" i 1989-90 (Ravensbeck 1991).

Undersøgelsen viser, at der er forskel i nåletab mellem forskellige lokaliteter for alle proveniensers. Nåletabet er størst i rande og tilsyneladende på lav bonitet og vindudsatte steder; men det begrænses ikke til disse lokaliteter.

Sydøsteuropæiske proveniensers har et betydeligt større nåletab end de danske og tyske. Det gælder specielt rumænske og til dels polske proveniensers på de dårligere lokaliteter, og for de svageste ser billedet ud til at blive mere udtalt med tiden. I modsætning til tidligere ses tendensen nu også på bedre lokaliteter.

Undersøgelsen antyder desuden, at der inden for det danske og tyske materiale er proveniensforskelle i resistensen overfor skader, der kan føre til nåletab. Helt nye iagttagelser i et afkomsforsøg i Midtjylland viser eksempelvis, at afkom af Gludsted (afd. 43 + 44) er betydeligt mere sund end Westerhof (Tyskland), der igen er væsentligt sundere end den østkarpatiske proveniens Rachovo.

*Proveniensforsøg (H) B-15, Gludsted Plantage. Forsøget er anlagt i 1937, og billedet viser den sundhedsmæssige tilstand for to af provenienserne i foråret 1990. På dette tidspunkt kulminerede fænomener "røde rødgraner". Årsagerne til disse sundhedsproblemer er ikke fuldt afklaret; med stor sandsynlighed har tørke og udtørring spillet en afgørende rolle, måske i forbindelse med en række milde, blæsende vintre.*

*Proveniensen til højre i billedet er afkom af en lokal Gludsted-proveniens af formodentlig central-europæisk oprindelse; den er kendetegnet ved en god nålefylde og en rimelig sundhedstilstand. Proveniensen til venstre, der stammer fra Vestkarpaterne i Rumænien, er derimod i udpræget grad ramt af fænomenet "røde rødgraner" i form af rødfarvning af nåle og efterfølgende nåletab. Svækkelsesfænomenerne ramte især de sydøsteuropæiske rødgranproveniensers, som af den grund ikke længere anbefales til plantning i Danmark. (Foto: J. B. Larsen, 1990).*

### *Bred afprøvning af dansk rødgran*

Formodentlig på grund af den store geografiske fordeling af de tidlige rødgranfrøimporter, er der en stor variation i dyrkningsværdien af dansk rødgran. Det førstlige Kåringsudvalg tog derfor i 1975 initiativ til en bred afprøvning af dansk rødgran med hensyn til vækst, udspring, kvalitet og juletræegnethed.

Der er indsamlet prøver fra ca. 120 kårede og kåringsværdige bevoksninger samt nogle af de bedste central- og sydøsteuropæiske provenienser (Moldovita, Istebna, Westerhof Sonderherkunft Elite). Der er nu foretaget en endelig opgørelse med hensyn til udspring og juletræegnethed (Madsen 1989), og der foreligger desuden vækstresultater opgjort ved alder 9 år (Madsen 1989) og 15 år (Madsen 1995, Aalbæk 1992).

Opgørelsen ved 9 års alderen viser som tidligere forsøg, at den rumænske proveniens er en af de senest udspringende. Men også flere danske provenienser udmærker sig ved sent udspring, fx F.470 (Lundbæk, Sønderjylland) og muligvis F.523 (Vedsted, Buderupholm).

De fleste afkom fra frøplantager og kårede bevoksninger i Kåringsfortegnelsen (1996) hører dog hverken til det tidligst eller senest udspringende. Blandt de tidligst udspringende findes F.467 Silkeborg og tyske Westerhof (Sonderherkunft Elite).

Med hensyn til vækst er der signifikant forskel på de bedste og dårligste rødgranprovenienser. Men der er også stor forskel på, hvordan en proveniens klarer sig på de forskellige lokaliteter.

Ved 9 års alderen klarer afkom af en række danske rødgranbevoksninger sig mindst lige så godt som de udenlandske provenienser og langt bedre end afkom

af en række gamle kåringsenheder. Det gælder både nyere kåringsenheder, fx FP.634 Tvilum skovgård, F.464 Fårhus og F.463 Fårhus samt flere ikke-kårede bevoksninger. Af sidstnævnte er 7 efterfølgende blevet kåret og indgår i kåringsfortegnelsen (1996). Det gælder fx F.571 Rens Hedegård, F.572 Gråsten og F.564 Buderupholm.

Opgørelsen ved 15 års alderen viser, at hovedkonklusionerne fra 9-års undersøgelsen stort set stadig holder, og at der med hensyn til sundhed ikke er opstået problemer (endnu?), når man ser bort fra den rumænske Moldovita proveniens.

Af de nyere kåringer er det desuden konstateret, at en række bevoksninger ved alder 15 år er mindre vækstkraftige end forventet. Det gælder 3 kåringer på Midtmarkerne, Matrup (F.519, F.521, F.515) og 3 kåringer i Lundbæk plantage, DDH, Syd (F.465, F.466, F.469).

Ud fra så unge forsøg er det meget svært at vurdere, hvor stor gevinst der er i vedproduktion ved at bruge de bedste rødgranprovenienser. Gevinsten vil formodentlig ligge et sted mellem 0 og 10%. På baggrund af det ovennævnte forsøg er der i 1995 anlagt et forsøg på 6 lokaliteter med de mest lovende bevoksningsafkom. Forsøget vil egne sig bedre til mere langsigtede iagttagelser end de foregående.

### *Stammerevner*

I en undersøgelse af stammerevner hos rødgran konstaterer Pedersen og Jørgensen (1988), at mængden af revner er relateret til væksthastigheden. Det vil sige vækstkraftige provenienser får gennemsnitligt flere stammerevner end mindre vækstkraftige. Men først og fremmest er det planteafstanden og den tidlige hugstbehandling, der er afgørende.

En norsk undersøgelse (Dietrichson et al. 1985) viser en sammenhæng mellem forekomsten af stammerevner og høstved-andelen i årringen; jo mindre høstved desto større risiko for stammerevner.

### *Juletræproduktion*

Dansk rødgran egner sig bedst til juletræer, hvorimod provenienser fra Østeuropa og især fra Rumænien kun giver et meget ringe juletræudbytte (Brandt 1976). Der er også stor variation mellem danske rødgranbevoksninger.

Madsen (1989) har opgjort forsøget med de ca. 120 danske provenienser med hensyn til juletræegnethed endeligt. Træerne er vurderet med hensyn til skelletets, nålefyldens og farvens kvalitet samt dannelsen af sankthansskud.

En række bevoksninger havde gode juletræegenskaber. Af de kårede bevoksninger er F.470 Sønderjylland, F.571 Rens Hedegård og F.523 Buderupholm blandt de bedste. Udover disse egenskaber må også væksthastighed og udspringstidspunkt tages i betragtning i forhold til den enkelte lokalitet.

På gode boniteter kan det være en fordel at vælge en langsomt voksende proveniens fremfor en med topkarakterer for de ovennævnte kvalitative egenskaber. På de magre hedeblader skal der snarere vælges blandt de mere vækstkraftige. F.470 og muligvis F.523 udmærker sig som nævnt ved at være sent udspringende og F.571 ved at være hurtigt voksende. På middelgode boniteter uden særlige frostproblemer vil valget være friere. Et mindre forsøg udført på en enkelt lokalitet i Hedelselskabets regi støtter den konklusion, at afkom af dansk rødgran er bedst egnet til juletræproduktion. Resultatet underbygger, at proveni-

ensvalget - også indenfor det danske materiale - ikke er uvæsentligt for det endelige udbytte (Faurby 1994).

### *IUFRO forsøgsserien*

I 1968 blev der i IUFRO-regi anlagt en omfattende forsøgsserie med 1100 rødgranprovenienser. Desværre deltog Danmark ikke i dette samarbejde, således at vi ikke råder over danske forsøg i denne nærmest komplette afprøvning af rødgranherkomster.

Af de tre forsøg, der blev anlagt i Sverige, ligger dog det ene på en lokalitet der kan sammenlignes med Danmark hvad angår klima og jordbund. Det drejer sig om forsøget i Abild/Halland, en lokalitet på gammel landbrugsjord præget af senfrost, ca. 15 km fra den svenske vestkyst (på højde med Randers) og 65 m over havet.

Opgørelsen af Persson og Persson (1992) ved 20 års alder har især værdi med henblik på at vurdere muligheder for nye rødgranprovenienser i Danmark. Det mest interessante er her den særdeles gode udvikling af provenienser fra det nordøstpolske lavland, Letland, Litauen samt Hviderusland. Disse provenienser ligger på højde med eller lidt bedre end danske og skånske provenienser med hensyn til overlevelse, mens de ligger fra 5 til 50 % over med hensyn til vækst (volumen).

Forsøget er endnu relativt ungt (20 år), og resultaterne må tages med forbehold. Det er således erfaringen, at store relative forskelle i volumentilvækst ikke holder rotationen ud. Det peger dog sammen med resultaterne fra Lagercrantz og Ryman (1990)'s undersøgelser på det baltisk-hviderussiske område som interessant for fremtidige rødgranimporter.





*Blomstrende rødgran-klon. Forekomsten af blomstringsår i rødgran er afgørende for frøplantagernes produktivitet. I Danmark induceres blomstring året før i forbindelse med varme somre, nærmere bestemt i perioden fra ca. 15. juni til 15. juli. I denne periode afgøres det om de i forvejen anlagte knopanlæg udvikles til blomsterknopper eller vegetative knopper. Billedet viser en rigt blomstrende klon i frøplantagen FP.209 Sorø. (Foto: H. Wellendorf, 1993).*

#### *Tyske forsøg*

Indenfor den vesttyske del af udbredelsesområdet har Herkunftsgebiet Westerhof (Harzens bjergforland) vist den bedste vækst, mens provenienser fra Alperne over 1300 m havde den dårligste vækst (Schmidt-Vogt 1976). Resultaterne fra Maschnig og Langner

(1971)'s proveniensforsøg med rødgranbevoksninger i Schleswig-Holstein peger på stor variation og viser, at der er gode muligheder for bevoksningsselektion via proveniensundersøgelser i rødgran fra dette område.

Der er sandsynligvis også forskel på de tyske provenienser i resistensen overfor skader, der kommer til udtryk som nåletab. Der foreligger kun et ret lille materiale til belysning af dette, men det antyder dog, at Schwarzwald-provenienser har et relativt lille nåletab (Ravensbeck 1991).

#### *Forædling - de første trin*

Et intensivt forædlingsprogram har fungeret siden begyndelsen af 1960'erne i Danmark (Wellendorf 1988 og Wellendorf et al. 1994).

Forædlingen har været baseret på dels danske frøavlsbevoksninger af formodet vestkontinental oprindelse, dels proveniensforskningens løbende udpegning af andre geografiske områder, nemlig Østkarpaterne og Tatra. Hertil kommer, at det i øjeblikket overvejes at inddrage baltiske og tilgrænsende hviderussiske og nordøstpolske provenienser. For tiden markedsføres kun frøplantagefrø fra frøplantager, der stammer fra danske frøavlsbevoksninger af vestkontinental oprindelse.

Forædlingsmålene har ændret sig gennem perioden. I 1960'erne var målet produktion og vedkvalitet, det sidstnævnte i form af rethed og moderate grentykkelser. Fire mindre frøplantager blev etableret, en på 2 ha med Gribskov kloner (FP.209 Sorø - stadig en aktiv frøkilde), en på 1 ha med kloner valgt i hedeplantager (FP.614 og FP.634 Tvilum Skovgård), samt to med materiale fra Karpaterne valgt i Danmark af henholdsvis Rachovo og Bihor oprindelse.



*Rødgran-frøplantagen FP.240 Hofmangave. Udgangsmaterialet for denne frøplantage er et sæt på hundrede rumvægtselekerede plustræer valgt i danske frøavlsbevoksninger. Frøplantagen er specielt rettet mod anvendelsen i hedeskovbruget, hvor der gennem den genetiske tynding sættes på forøget resistens mod de omfattende nåletabssymptomer i de midtjyske hedeplantager. Frøplantagen har leveret frø i kommercielle mængder siden 1993. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*

#### *Forædlingsprogrammet fra 1970'erne*

I 1970'erne blev forædlingsmålet for vedkvalitet udvidet til - ud over ovennævnte stammekarakterer - også at omfatte rumvægtsniveau (Olesen 1977), det vil sige rumvægt korrigeret for årringsbreddens indflydelse.

Der blev etableret tre større frøplantager. Den ene på 10 ha blev anlagt i Sydvestfrankrig i samarbejde med INRA med 50 Rachovo kloner udvalgt i danske bevoksninger (frøet markedsføres ikke i Danmark). De to andre frøplantager var FP.240 Hofmangave og FP.241

Snævret med fælles udgangsmateriale, nemlig et sæt på 100 rumvægtsslekerede plustræer valgt i danske frøavlsbevoksninger. Disse to frøplantager har leveret kommercielle frømængder siden 1993; FP240 er beregnet til hedeskovbruget, FP241 til bedre boniteter i Østjylland og på øerne.

Forædlingsmålene i disse frøplantager realiseres i to trin. Første trin ved udvalget af plustræer i skoven, andet trin ved den senere "genetiske tynding" blandt frøplantagernes kloner efter omfattende afkomsbedømmelse i parallelle feltfor-

søg. Først når disse tyndinger er gennemført kan man opnå den fulde genetiske gevinst. Inden dette stadie er nået, kan man imidlertid få supplerende gevinster ved at sortere frøet efter moderens genotype.

Efter en periode med forværret sundhedstilstand for rødgranen i 1989-1994 er forædlingsmålet realiseret gennem 2. trin (den genetiske tynding) ændret for FP.240, som er rettet mod hedeskovbruget. Målet var oprindelig væksthastighed, men er nu gået over til resistens mod de omfattende nåletabssymptomer i de midtjyske hedeplantager. Forædlingsmålet for FP.241, rettet mod de bedre boniteter, er ved den genetiske tynding ændret fra oprindelig væksthastighed til yderligere vedkvalitet gennem øget rumvægtsniveau i ungdomsveddet. Den genetiske gevinst ved tynding af FP.240 fra de oprindelige 100 kloner ned til de sundeste 25 kloner er forudsagt til 0,9 skalaenheder på en scoringskala 1-9. I almindelige bevoksninger i Midtjylland er der målt en spredning på 1,6 skalaenheder. Tyndingen betyder derfor, at hyppigheden af "syge" træer defineret som træer med en dårligere sundhedstilstand end gennemsnittet i rimelig stærkt angrebne bevoksninger falder fra 50 til 27 %. Hvis dette svarer til hyppigheden af træer, der må udtynnes på grund af svigtende sundhedstilstand, kan anvendelsen af det forædlede frø fra denne frøplantage ses som et middel til at forlænge omdriften på de udsatte lokaliteter i Midtjylland.

Den genetiske gevinst med hensyn til rumvægtsniveauet i voksenalderen er for hele sættet på de 100 kloner i de to frøplantager forudsagt til 6 % - det vil sige inden genetisk tynding. Fastholdes forædlingsmålet øget rumvægtsniveau i

frøplantage FP.241, men nu baseret på de 15-årige afkom, kan specielt for ungdomsveddet rumvægtsniveauet blandt forældrene hæves med yderligere 5-6%. Da rumvægtsniveauet i ungdomsved og voksenalderen er rimeligt korrelerede, opnås herved et frøplantageafkom der ligger på et højere rumvægtsniveau både i ungdomsveddet og i voksenalderen. Gevinsten skønnes at komme til at ligge på ca. 10%.

I 1980'erne og 1990'erne er der opbygget yderligere tre frøplantager baseret på et nyt plustræudvalg i fortrinsvis sønderjyske frøavlsbevoksninger. De er udpeget som lovende på grundlag af den tidligere omtalte serie proveniensforsøg med 120 kårede og kåringsværdige danske bevoksninger.

Fra en fælles pulje på 400 plustrækandidater er udvalgt forskellige sæt med henblik på opfyldelse af forskellige forædlingsmål. Et sæt retter sig mod hedeskovbruget (sent udspring samt resistens mod nåletab), et andet sæt retter sig mod høj vedkvalitet i den østlige del af landet, et tredje sæt er intermediært mellem disse to yderpunkter. Disse frøplantager forventes dog ikke at levere kommercielle frømængder før efter år 2000.

#### *Revision af forædlingsstrategien*

En yderligere bevægelse henimod udvikling af specialsorter i rødgran er taget ved den revision af forædlingsstrategien, der er under udvikling i disse år (Wellendorf et al. 1994 og Wellendorf 1995). Ideen er at udvikle såvel all-round-sorter med høj indbygget genetisk diversitet som specialsorter til særlige anvendelser.

Sorterne udvikles gennem et målbevidst avlsarbejde med blomstringsinduktion,

kontrollerede krydsninger, klonforsøg, lokalitetskortlægning, genom-kortlægning, herunder specielt identifikation af DNA-markører koblede til forædlingsmålene, samt anvendelse af fysiologiske "early tests".

Disse nye sorter vil for en stor del kunne opformeres ved vegetativ formering i form af stiklinger eller somatisk embryogenese. Det er herefter op til skovbrugeren at udnytte dette udbud af forskelligartet materiale til den enkelte skovejendoms driftsformål og naturforhold.

Egentlige gentransformationer kan komme på tale for at indføre resistens eller andre faktorer, der ikke forekommer spontant inden for den enkelte træarts genpulje. Resistens mod rodfordærver samt nedsat ligninindhold i cellulosestrå synes at være teoretiske muligheder i rødgran.

Ressourcer til disse til dels ret kostbare forsknings- og udviklingsarbejder er internationale i deres natur. Der er projekter i gang med at kortlægge økologiske zoner dækkende Danmark og umiddelbare nabolande, specielt Sydsverige. Herved vil oplandet og dermed økonomien for sådanne aktiviteter forøges væsentligt.

## 5. Frøkildeanbefalinger

De seneste års skader på rødgran har understreget, at sundhed er en af de primære egenskaber, når der vælges rødgranfrøkilder.

De danske og tyske provenienser kendetegnes generelt af et forholdsvist lille nåletab i modsætning til de rumænske og sydpolske. Det nyeste proveniensforsøg viser desuden, at flere yngre danske rødgranbevoksninger er kendetegnet

ved et meget vækstkraftigt og til dels sentudspringende afkom, der kan måle sig med de bedste udenlandske.

Proveniensundersøgelser viser, at Westerhof fra Harzens bjergforland er tidligt udspringende, og at den har tendens til ringere sundhed på udsatte lokaliteter. Bortset herfra kan den dog side-stilles med dansk rødgran.

En stor del af det tyske materiale, der er importeret i de sidste 25 år, er ikke afprøvet i forsøg i Danmark, men foreløbig er der ikke registreret ubehagelige overraskelser. Danske erfaringer med materiale fra det baltiske og hviderussiske område er meget sparsomme, men resultater fra Sydsverige viser, at disse kan have et potentiale i Danmark.

Også til juletræsdyrkning er de danske rødgranprovenienser at foretrække. Proveniensvalget er dog lokalitetsafhængigt, jvf. afsnit 4.

### *1. Danske frøplantager og kårede bevoksninger.*

Frøplantagerne FP.240 og FP.241 er resultatet af et intensivt forædlingsprogram, og de ligger en klasse over de almindelige kåringer. FP.240 er selekteret for sundhed i det midtjyske område, og FP.241 bliver muligvis selekteret for kvalitet på de bedre boniteter. De øvrige frøplantager når ikke helt samme niveau.

Der er kåret en række nye bevoksninger på baggrund af tidlige resultater i tre feltafprøvninger. Frø fra disse nyere kåringer og fra frøplantagerne må anses for at give det bedste og dyrkningsmæssigt sikreste bevoksningsafkom. Juletrægneheden varierer og afhænger af lokaliteten.

Den næste gruppe frøplantager, som stammer fra de nye kåringer forven-

tes at give frø om 5-10 år (B. Ditlevsen, pers. medd.).

## 2. Tyskland: Harzens bjergforland (Westerhof, 84006).

Proveniensen har givet gode vækstre-sultater i de nyeste proveniensforsøg. Den er mindre velegnet som jule-træproducent og springer tidligt ud, hvilket på udsatte lokaliteter ofte forårsager nedfrysning. For Nordtyskland anbefales specielt frøplantagen Westerhof-Mandelbeck (Grohnde).

## 3. Det nordøstpolske lavland, Letland, Litauen samt de vestlige dele af Hviderusland.

I modsætning til de nedenstående områder er rødgranen i dette område ikke nogen bjergtræart, men findes i højder fra 150-350 m under klimatiske forhold, der minder en del om de danske. Resultater fra et sydvestsvensk proveniensforsøg peger på dette område som interessant for danske forhold. Det må antages, at de er bedre tilpasset det danske klima og har en større almen tilpasningsevne end gran fra sydlig kontinentale bjergregioner.

## 4. Tyskland: Nordwestdeutsches Tiefland (84001), Westdeutsches Bergland (84006, 84007), Schwarzwald < 1000 m (84023).

Prioritering i nævnte rækkefølge. Ingen af disse ret anvendte provenienser er afprøvet i forsøg, men må formodes at give sunde bevoksninger med en rimelig vækst.

## 6. Litteratur

Aalbæk, A., 1992: Afkom af kårede og kåringsværdige rødgranbevoksninger - ny



Rødgranbevoksning, Westerhof/Tyskland. Denne ca. 100-årige rødgran fra Harzens nordvestlige hjørne repræsenterer en af de mest velegnede udenlandske frøkilder til dansk skovbrug. Den springer dog ret tidligt ud og skades derfor noget af sen forårsfrost. (Foto: H. Staun).

opgørelse ved alder 15 år. Projekt opgave på skovbrugsstudiet, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, upubl.

Barner, H., 1958: Frøforsyning og forædling. DST, 43, 1-83.

Brandt, K., 1976: Rødgran. Nogle problemer i forbindelse med proveniensvalg, frøforsyning og fremavl. DST, 61, 277-296.

Dietrichson, J., Rognerud, P. A., Haveraaen, O., Skrøppa, T., 1985: Stem cracks in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.). Meddelelser fra Norsk Institut for Skogforskning, 38 (21), 1-32.

- Faurby, O., 1994. Danske juletræer på bar bund. Skoven, 2, 60-61.
- Gøhrn, V., 1966: Proveniensenforsøg med gran (*Picea abies* (L.) Karst.). Forstl. Forsøgsv. Danm., 29, 311-447.
- Kjersgård, O., Kromann, H. K., 1977: Rumænsk rødgran i Danmark. Foreløbige resultater. Forstl. Forsøgsv. Danm. 35, 135-157.
- Kromann, H. K., 1994. Et forsøg med rødgranprovenienser fra Øst- og Sydøst-europa anlagt i Nordsjælland i 1970. Videnblade, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.3-7.
- Lagercrantz, U., Ryman, N., 1990: Genetic structure of Norway spruce (*Picea abies*): Concordance of morphological and allozymic variation. Evolution, 44, 38-53.
- Larsen, J. B., 1990: CO<sub>2</sub>-problemet og drivhuseffekten - konsekvensen for skovene og deres dyrkning. DST, 75, 59-71.
- Larsen, J. B., 1995: Silviculture and the stability of stressed forests. IUFRO XX World Congress, Congress Report Vol. II, 343-351.
- Larsen, J. B., Raulund-Rasmussen, K., Saxe, H., Skjoldby, N., 1993: "Røde rødgraner" - systemøkologiske aspekter. DST, 78, 163-182.
- Madsen, S. F., 1989: Afkom af danske rødgranbevoksninger. Forstl. Forsøgsv. Danm., 42, 147-213.
- Madsen, S. F., 1995: Bevoksningssafkom af dansk rødgran. Ny opgørelse ved 15 år. Videnblade, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.3-8.
- Maschning, F., Langner, W., 1971: Ergebnisse einer 13 jährigen Nachkommenschaftsprüfung bei Fichte. Allg. Forstzeit-schrift., 26.
- Olesen, P. O., 1977: The variation in the basic density level and tracheid width within the juvenile and mature wood of Norway spruce. Forest Tree Improvement, 12, 1-21.
- Pedersen, A. P., Jørgensen, B. B. 1988: Stammesprækker i rødgran i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm. 42, 51-69.
- Persson, A., Persson, B., 1992. Survival, growth and quality of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) provenances at the three Swedish sites of the IUFRO 1964/68 provenance experiment. Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research, Report 29, 1-67.
- Ravensbeck, L., 1991: Aktuelle nåletab i proveniensforsøg med rødgran. Skoven 8, 279-282.
- Saxe, H., Larsen, J. B., 1992: "Røde rødgraner" - økofysiologiske aspekter. DST, 77, 187-209.
- Schmidt-Vogt, H., 1976: Fichtenherkünfte (*Picea abies* (L.) Karst.) der Bundesrepublik Deutschland. Erste Auswertung der Versuchsreihe 1959/66. Allg. Forst- u. Jagdzgt. 147, 149-163.
- Wellendorf, H., 1988: A Danish Norway spruce breeding plan from 1972 - a retrospective review 15 years later. IUFRO working party S.2.2-11 meeting on Norway Spruce Provenances, Breeding and Genetic Conservation. Tjörnarp, Sweden, Institute for Forest Tree Improvement.
- Wellendorf, H., 1995: Divers Nucleus Breeding: Selection in different directions from one central multiple-trait selected breeding population. Evolution and Tree Breeding, CTIA/WFGA Conference, Victoria, B.C. Canada, CTIA/ WFGA.
- Wellendorf, H., Skov, E., Kjær, E., 1994: Suggested updating of improvement strategy for Danish-Grown Norway Spruce. Forest Tree Improvement, 25, 1-12.

# SITKAGRAN

## - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

af J. Bo Larsen og Hans Roulund

### 1. Udbredelse og raceforhold

Sitkagranens (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) naturlige udbredelsesområde strækker sig i et smalt bælte langs Stillehavskysten i det nordvestlige Amerika fra Alaska i nord til Californien i syd. Udbredelsen i nord-syd retning er 2880 km, mens den maximale bredde (øst-vest) kun udgør 210 km.

Træarten er således helt knyttet til Stillehavskysten, hvor den udelukkende forekommer i lavlandet (kun undtagelsesvis i højde over 300 m). Den bedste udvikling opnår sitkagranen i Washingtons og Oregons kystskove i det såkaldte tågebælte, hvor den når højder på 80 m og diametre på over 3 m.

Rene sitkagranbevoksninger forekommer ofte, især hvor træartens pioneregenskaber har kunnet komme til udfoldelse, fx efter brand og jorderosion. Under mere stabile økologiske forhold findes træarten oftest i blanding med *Tsuga heterophylla*, *Thuja plicata*, *Pseudotsuga menziesii*, *Abies grandis*, *Abies amabilis* og *Alnus rubra*.

### 2. Dyrkning af sitkagran i Danmark

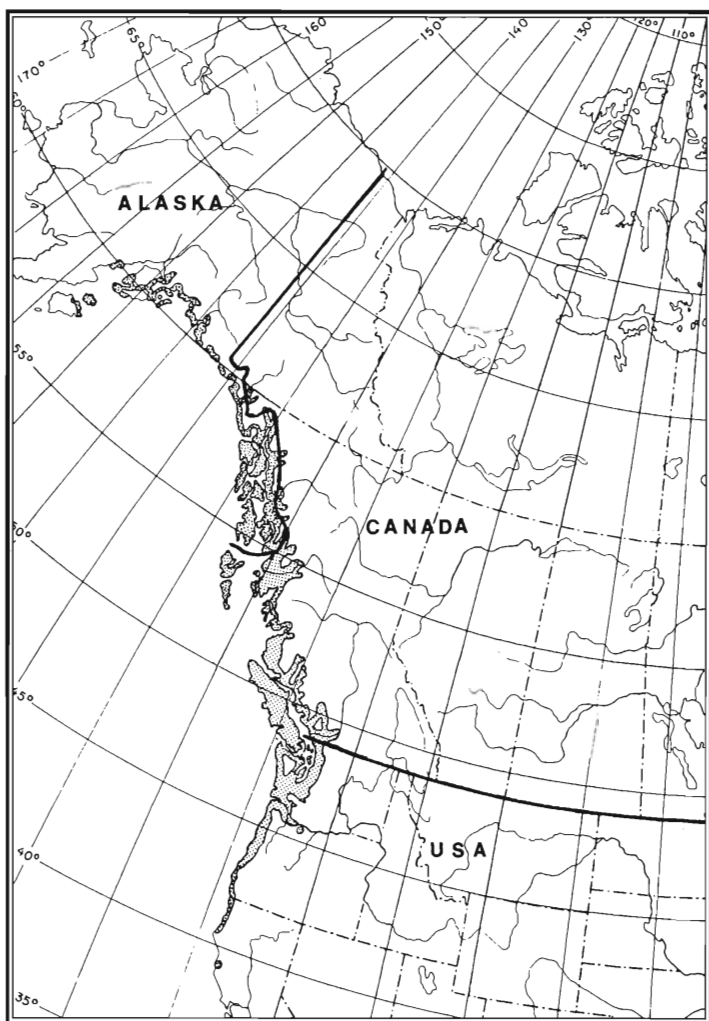
Sitkagranen blev først beskrevet i 1792

og introduceret i England i 1831 af David Douglas. De første egentlige plantninger her i landet skete i 1860'erne, men først i slutningen af forrige århundrede er træarten blevet plantet i større omfang.

Sitkagranen vokser godt på mange forskellige jordbundstyper (Henriksen 1958). Der er sket visse tilbageslag i dyrkningen som følge af angreb af jættemarkbillen (*Dendroctonus micans*) og rodfordærver (*Heterobasidion annosum*), muligvis efter forudgående tørkesvækkelser. Alligevel udvides dyrkningsarealet løbende, således at sitkagranen i dag efter rødgranen er vort vigtigste nåletræ. I de senere år har der således været plantet cirka lige meget af de to træarter.

Udover de før omtalte problemer udgør frost en begrænsende faktor for sitkadyrkningen. Det er især frostskafer om efteråret på de endnu ikke afmodnede skud, der er hyppige, men også skader forårsaget af streng vinterfrost og tidlig forårsfrost kan være ødelæggende.

Lokaliteter med gentagen hård og sen forårsnattefrost vil derfor ikke være egnet til sitkadyrkning. Områder med højtstående grundvand er heller ikke egnede, selvom det måske tåles bedre end af rødgran. Dyrkning under skærm



*Sitkagran, det naturlige udbredelsesområde.*

synes i flere tilfælde at kunne sikre følsomme provenienser tilstrækkelig overlevelse på udsatte lokaliteter.

På grund af sin store saltolerance og modstandsdygtighed overfor vindslid og udtørring er sitkagranen en af de få pro-

duktionstræarter der kan anvendes i det egentlige klitskovbrug.

Som udpræget oceanisk træart forventes den at være tolerant overfor temperaturstigninger og her specielt milde vintré, mens den vil være følsom overfor





*Frostskader på sitkagran. I april 1991 optrådte en kraftig forårsfrost, som fremkaldte cambialskafer i mange sitkagranculturer. Undersøgelser fandt en tendens til, at provenienser med kendt oprindelse på Queen Charlotte Islands var mindre skadet end materiale af Washington oprindelse. (Foto: J. B. Larsen, 1991).*

lavere temperaturer samt fald i nedbørsmængden. Muligheden for fremtidig angreb af *Dendroctonus micans* kan ikke udelukkes og udgør et vist risikomoment i sitkadyrkingen.

### 3. Frøforsyning

De ældste frøimporter stammer alle fra kystområderne på grænsen mellem Washington og Oregon, mens importen fra Queen Charlotte Islands (British Columbia) først startede fra år 1921. I en periode først i 1930'erne er der desuden blevet importeret frø fra Baranof Island i Alaska (Brandt 1970).

Frøbehovet er i de sidste 40-60 år primært forsøgt dækket med frø fra danske kårede bevoksninger, mens import især har fundet sted i år, hvor den indenlandske frøhøst har svigtet.

#### *Frøforsyning 1960-80*

Ifølge Herkomstkontrollen er der i perioden fra 1960-1980 blevet importeret 459 kg (23 kg/år) frø, medens der i samme periode har været en høst i de kårede sitkagranbevoksninger på 1382 kg (69 kg/år). Den hjemlige frøproduktion har således kunnet dække ca. 75 % af det samlede frøbehov.

Den danske frøhøst fordelte sig på 24

kårede bevoksninger samt en frøplantage. Af de kårede bevoksninger har F.299 Rye Nørskov med 284 kg og F.25a Meilgard med 277 kg bidraget med den største frøproduktion.

Det udenlandske frø fordelte sig i samme periode med 37 % fra Washington (Forks, Hoquiam, Ashford), 33 % fra Queen Charlotte Islands i British Columbia (Masset, Port Clemens), 15% fra Alaska (Homer, Seward), mens 15 % hidrører fra sitkagranbevoksninger i Skotland. Det bemærkes, at materialet fra Alaska ikke anvendes i skovbruget, men bruges i læbælter på vindudsatte lokaliteter i Vestjylland.

#### *Frøforsyning 1980-95*

For perioden 1980-1995 er 60 % af bruttotilgangen fra danske frøkilder. 1495 kg (100 kg/år) stammer fra danske frøplantager og kårede bevoksninger, og 990 kg (66 kg/år) er importeret. Eksport og geneksport var 165 kg (11 kg/år).

De største bidragydere af dansk materiale i perioden er afkom af F.299 Rye Nørskov og af kåringerne F.25 Meilgård sammen med to Frijsenborgprovenienser. Frøplantagerne FP.625 C. E. Flensborg, hvis modertræer blandt andet stammer fra F.299 og F.25, FP.608 C. E. Flensborg samt FP.611 Vosnæs hører også til de mest ydende.

Det importerede materiale i perioden 1980-1995 stammer for størstedelens vedkommende fra Queen Charlotte Islands: 82 %, enten som direkte import eller som skotske og nordøst-engelske provenienser af formodet Queen Charlotte Island oprindelse; 16 % er direkte import fra Washington, og en mindre del er fra Alaska.

Efter år med stigende bruttotilgang falder den samlede tilgang i den sidste 5

års periode, 1990-1995. Det danske materiale udgør stadig over halvdelen af tilgangen. I de seneste år er der en tendens til, at man fravælger de mindre robuste provenienser (fx afkom af F.25 Meilgård), til fordel for direkte import fra Washington.

Der findes 39 kårede sitkagranbevoksninger (105.4 ha) og 5 frøplantager (14.1 ha).

#### **4. Provenienseforsøg og forædling**

Danske erfaringer med sitka er senest sammenfattet i en afhandling af Nielsen (1994a), samt i en række mindre publikationer (Nielsen 1991, 1994b, 1994c, 1994d). I alt er der opsamlet erfaringer fra 27 provenienseforsøg med sitka anlagt i perioden 1918 til 1992.

En del af forsøgene er i denne sammenhæng opgjort i 1991-92, og der er udarbejdet detaljerede lokalitetsvise proveniensebefalinger. Relevante udenlandske erfaringer er også omtalt i afhandlingen.

Resultater fra en del af forsøgene er tidligere publiceret: De ældre danske provenienseforsøg fra 1912-19 omfatter et ret begrænset og usikkert proveniensemateriale, og de af Oppermann (1929) publicerede resultater må tages med forbehold. Det er dog interessant, at resultaterne fra disse forsøg samt planteskoletagtagelser af Sørensen (1913) tyder på bedre overlevelse og vækst af afkom fra danske sitkagranbevoksninger sammenlignet med importeret materiale.

Hedeselskabets senere provenienseforsøg (Brandt 1970 og 1976) viser ligeledes, at afkom af danske sitkagranbevoksninger udvikler sig bedre end importeret materiale fra Alaska, Queen Charlotte Islands samt Washington. To af Hede-

selskabets forsøg er læhegnsforsøg, og resultater er publiceret af Nielsen (1988).

#### *Variationen i dansk sitkagran*

Undersøgelser over variationen mellem afkom af danske sitkagranbevoksninger er gengivet af Larsen (1982) og genvurderet af Nielsen (1994a). Disse resultater viser, at dansk sitkagran er temmelig variabel med hensyn til vækstenergi, og at kårede bevoksninger med et vækstkræftigt afkom kan findes side om side med mindre vækstkræftige kåringsenheder.

De bedste kårede bevoksninger fra disse undersøgelser (F.234 Frijsenborg, F.271 Gjorslev samt F.299 Rye Nørskov) findes ikke mere, men i en række nyere kåringer finder man afkom fra den bedste del af spektret. Det gælder afkom af F.25a Meilgård (F.485, F.491, F.593, F.556, F.234) og F.25b Meilgård (F.472, F.474, F.493, F.522, F.493), F.234 Frijsenborg (F.446, F.490), F.25a og b fælles (F.473, F.492, F.494), F.299 Rye Nørskov (F.475, F.495, F.554, F.555, F.557, F.592, F.597, F.624), F.271 Gjorslev (F.513) samt F.242 Christianssæde (F.471).

#### *To danske forsøg med nordvestamerikanske provenienser*

Resultater fra to yngre danske forsøg anlagt henholdsvis 1975 og 1978 med nordvestamerikanske sitkaprovenienser - indsamlet gennem IUFRO med Statskovenes Planteavlstation som koordinator (Fletcher og Barner 1978) - er publiceret hos Nielsen (1994a). De er centrale i afhandlingens vurdering af udenlandske proveniencers egnethed i Danmark.

For de importerede provenienser er den

generelle tendens, at de nordlige typer har et stabilt men begrænset vækstpotentiale, middel stammeform, få men tykke grene samt forholdsvis få efterårsfrostskader med følgende lav dødelighed og få aksebrud. Sydlige typer har et større vækstpotentiale, en god stammeform, mange men tynde grene samt en lav tålsomhed for efterårsfrost med risiko for stor dødelighed ved kulturstart og mange aksebrud.

Den absolut sydligste grænse for dyrkningsværdige udenlandske provenienser går ved det nordligste Oregon. Med hensyn til efterårsfrostskader har de sydligste provenienser generelt den seneste vækstafslutning og Alaskaprovenienserne den tidligste. Men der er væsentlig indre variation i områderne her imellem. Provenienser fra 54. breddegrad (Queen Charlotte Islands) og nordligere vurderes dog til at være mindst påvirkede. Desværre foreligger der ingen sammenligninger af udenlandske og danske provenienser med hensyn til tidspunktet for vækstafslutning.

Med hensyn til højdevæksten er der generelt en tydelig vekselvirkning mellem proveniens og dyrkningslokalitet. For provenienserne nord for Queen Charlotte Islands falder det relative vækstpotentiale med stigende bonitet. Det gælder således Alaskaprovenienser og hybrider mellem sitka og hvidgran (*Picea x lutzii*) fra det nordlige British Columbia. Queen Charlotte Islands viser samme relative formåen på alle lokaliteter, mens Vancouver Island og Washington viser stigende formåen med stigende bonitet.

Muligheden for at påvirke udspringstidspunktet og dermed forårsfrostskader for importeret materiale ved proveniensvalget er begrænset, idet variationen

med hensyn til udspringstidspunkt er forholdsvist lille. Det samme gælder egenskaber som grendiameter og grenantal. Med hensyn til forårsfrost har de hurtigst voksende provenienser dog mindst risiko for at blive skadet på grund af sent udspring.

Potentialet for stammerethed stiger som nævnt fra nord mod syd i udbredelsesområdet. Stammerformen afhænger dog mere af dyrkningslokaliteten end af proveniensen. Stammerethedens følsomhed på de udsatte steder øges fra udbredelsesområdets nordlige del mod den sydlige, således at de med hensyn til stammerform mest stabile typer findes mod nord.

De danske afprøvede provenienser er formodentlig af Washington oprindelse for de flestes vedkommende, mens en mindre del er fra Queen Charlotte Islands. Generelt hører de til blandt de allerbedste med hensyn til vækstkraft. I vekselvirkningen med lokaliteten udviser de større positiv respons med stigende bonitet end nogen af de direkte importerede provenienser.

På meget udsatte lokaliteter klarer mere udenlandske robuste typer fra Alaska sig bedre. De danske provenienser har også forholdsvist få efterårsfrostskader, hvilket skyldes en tilpasning gennem selektion for tidlig afmodning.

Afkom af to provenienser af formodentlig sydlig Washington eller nordlig Oregon oprindelse, særlig F.299 Rye Nørskov, har således en generelt tidligere vækstafslutning, der nærmere svarer til Queen Charlotte Islands end til direkte importer fra oprindelsesområderne (dvs. der er sket en landracedannelse).

I april 1991 oprådte en forårsfrost, som fremkaldte kambialskader, der blev opgjort i to proveniensforsøg af Nielsen

(1991). Han fandt en tendens til, at provenienserne med kendt oprindelse på Queen Charlotte Islands var blandt de mindst skadede, således F.405 Rønhede. Også F.489 Viborg og F.490 Silkeborg var blandt de mindre skadede på begge lokaliteter.

#### *Udenlandske forsøg*

Provenienseforsøg i England og Irland udviser i det store og hele resultater i lighed med de danske (Lines 1964, Lines et al. 1971, O'Driscoll 1967). Også her anbefales provenienser fra Washington og det sydlige British Columbia inklusiv Queen Charlotte Islands.

I Norge synes derimod de nordligere provenienser at klare sig bedre, givetvis på grund af det noget barskere klima dér (Hagem 1931, Bauger 1978).

#### *Det danske forædlingsprogram*

Dansk forædling af sitka tog sin begyndelse i 1960 og har fulgt en plan udarbejdet i 1970. Formålet er at forsyne dansk skovbrug med det bedste genetiske materiale med hensyn til volumenproduktion, stammerform, fingrenethed og frosthærdighed. Udgangsmaterialet var udvalgte plustræer i danske bevoksninger af Washington og Queen Charlotte Islands oprindelse (Roulund 1974). Programmet blev revideret i 1990 (Roulund 1990) og atter i 1996, så der nu forædles med henblik på to typer af lokaliteter i Danmark: Dels frugtbare områder med små frostproblemer, dels mindre frugtbare områder med alvorlige og intermediære frostproblemer. Selektionskriteriet "fingrenethed" er udeladt af den reviderede plan, og "veddensitet" er tilføjet.

Derefter opbygges der kernepopulatio-



*Sitkafrøplantagen, FP.238 Frederiksborg Skovdistrikt. Denne frøplantage består af 113 kloner repræsenterende plustræer udvalgt i danske sitkagranbevoksninger af Washington oprindelse. Plustræerne er udvalgt for volumenproduktion, stammerethed og fingrenethed. Afkom fra denne frøplantage kan anvendes overalt i Danmark med undtagelse af særligt frost- og vindudsatte lokaliteter. (Foto: S. Fodgaard, 1995).*

ner med forskellig vægning af selektionskriterierne for hver af de to typer områder. Der er udtalte samspil mellem genotype og lokalitet, og dette understreger mulighederne for at udvikle forædlingspopulationer der svarer til voksestedets type (Jensen et al. 1996).

Et forsøg med 9 sitkakloner fra afkom af F.253 selekteret for højdevækst (Rouland og Bergstedt 1982) viser, at i et sådant materiale var højde og diameter gennemsnitligt 25 % større end for afkom af F.299 Rye Nørskov efter 10 år. Den bedste klon var 42 % bedre. En

*Sitkagran, F.624 Bregentved. Denne kårede sitkagranbevoksning er afkom efter F.299 Rye Nørskov, et særdeles velegnet materiale til specielt de klimatisk intermediære lokaliteter. (Foto: S. Fodgaard, 1996).*



gevinst på 20 % ved 10 år svarer til en bonitetsstigning på 0,3 (Nielsen 1994a). En opgørelse ved alderen 23 år viser en vedholdende forøget produktion. Gennemsnittet af klonerne ligger 68 % over frøplantestandarden "F.299 Rye Nørskov" i volumenproduktion med en nedsættelse af rumvægten på kun 7 % og en stammeform på samme niveau. En klon ligger 98 % over i volumenproduktion uden nedsættelse af rumvægten (Costa e Silva et al. 1994).

De nyeste undersøgelser af afkom fra frøplantagen FP.611 Vosnæs viser, at afkommet er meget modstandsdygtigt over for angreb af sitkalus. En opgørelse ved alderen 20 og 22 år viser at frøplantageafkommet har et nåletab 2-2,5 gange mindre end referencepopulationen F.235 Frijsenborg, for en enkelt klons afkom endog 10 gange mindre. Højde og diameter er 12 og 10 % mindre hos frøplantageafkommet, og rumvægten er ens (Sæbø og Taksdal 1994, Jensen et al. 1997).

To store serier af klonforsøg med kloner valgt i afkom af den kårede Queen Charlotte bevoksning F.405 Rønhede indikerer en mulig gevinst af betydelig størrelse. I højdevækst overstiger klonerne sammenligningsproveniensen, en direkte import fra Queen Charlotte Islands med 23-31 %. Det er dog navnlig på de mere frostudsatte steder, at overlegenheden er stor.

Der er ingen praktisk forskel i overlevelse eller udspring, men klonerne har generelt færre knækkede topkud. Klonerne viste desuden bemærkelsesvis færre skader efter aprilfrost end sammenligningsbevoksningen. En yderligere gevinst kan opnås ved selektion imellem klonerne (Nielsen og Roulund

1996). Lignende gælder for stiklingeformeret udvalg i F.299 Rye Nørskov og F.239 Havredal.

Massefremstilling af stiklinger af disse og andre udvalgte kloner har været praktiseret over en årrække på Rønhede Planteskole, men er nu opgivet af økonomiske grunde.

Statsskovenes Planteavlstation har anlagt en frøplantage med disse kloner, som kan forventes at producere frø i løbet af 10 år. Yderligere er anlagt frøplantager af stiklingeformeret materiale udvalgt i de kårede bevoksninger F.299 Rye Nørskov og F.239 Havredal. Disse forventes at producere frø i løbet af få år.

Udvalg til 2. generations forædling er foretaget med forventet store forbedringer af stammerethed, frosttolerance og vækst.

## 5. Frøkildeanbefalinger

Som hovedregel er dansk sitkagran at foretrække fremfor importeret materiale. Den største gevinst ved at vælge en dansk proveniens fås på lav- til mellemboniteter, mens der på meget udsatte steder må foretrækkes mere robuste typer fra Alaska. På de gode, milde lokaliteter findes der udenlandsk materiale, som er på højde med det danske.

Ved valg af udenlandske provenienser er proveniensvalget i høj grad en risikovurdering, da frosthærdighed og hurtig vækst er to modsatte størrelser. Et godt lokalkendskab til risikoen for frost er derfor af afgørende betydning ved proveniensvalget.

Med hensyn til nedenstående proveniensanbefalinger bør man være opmærksom på tilgangen af nye frøplantager

inden for de næste 5-10 år (se under afsnit 4).

### **Milde, beskyttende lokaliteter:**

#### **1. Danske frøplantager og kårede bevoksninger af Washington typen.**

Fx FP.238 og FP.625 samt kårede afkom efter F.299, F.271 og F.234.

FP.238 planlægges genetisk tyndet i de kommende år med hensyn til stammeform, produktion og frostresistens. Efter denne tynding vil frøplantagen give et materiale, der i de nævnte egenskaber er bedre end de bedste kårede bevoksninger. FP.243 (oprindelse Havredal) og FP.250 (oprindelse Rye Nørskov) vil producere frø om ca. 5 år.

#### **2. Direkte import fra Washington.**

Olympic Mountains seed zone 011, 012, 030, 221 (Fork, Port Angeles, Bellingham, Humptulips).

### **Intermediære lokaliteter:**

#### **1. Robuste danske kårede bevoksninger af Washington typen.**

Fx kårede afkom efter F.299 og frøplantagerne FP.625 og FP.238. Desuden vil frøplantagerne FP.243 og FP.250 kunne anvendes, når de bliver aktuelle (se under 1).

#### **2. Danske kårede bevoksninger og frøplantager af Queen Charlotte Islands typen.**

Fx F.405 Rønhede og frøplantagen FP.622.

#### **3. Direkte import fra Queen Charlotte Islands.**

Tlell, Dinan Bay, Masset Sound og Masset.

### **Særligt frost- og vindudsatte lokaliteter:**

#### **1. De mest robuste danske typer.**

Fx FP.608 og FP.622.

#### **2. Direkte import fra det mellemste Alaska (Juneau).**

Dette materiale anbefales, hvor der lægges stor vægt på en sikker kulturstart.

## **6. Litteratur**

Bauger, E., 1978: Veksten hos en del sitkagranprovenienser i "ældre" plantninger på Vestlandet og i Nordnorge. Medd. Vestl. Forstl. Forsøgst 54, 361-454.

Brandt, K., 1970: Statusopgørelser for sitkagran. DST, 55, 300-329.

Brandt, K., 1976: Bedre at høste frø i gode danske bevoksninger end fra naturbestande i udlandet. Hedeselskabets Tidsskrift, 12-17.

Costa e Silva, J., Nielsen, U. B., Roulund, H., 1994: Sitka Spruce Clonal Performance with Special Reference to Basic Density. - *Silvae Genetica*, 43, 82-91.

Fletcher, A., Barner, H., 1978: The procurement of seed for provenance research with particular reference to collection in NW America. Proc. IUFRO meeting, Vancouver Canada, I, 141-154.

Hagem, O., 1931: Forsøk med vestamerikanske træslag. Medd. Vestl. Forstl. Forsøgst., 12.

Henriksen, H. A., 1958: Sitkagranens vækst og sundhedstilstand i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 24, 1-371.

Jensen, J. S., Harding, S., Roulund, H., 1997: Resistance to green spruce aphid (*Elatobium abietinum* Walker) in progenies of Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). Forest Ecology and Management, in press.



- Jensen, J. S., Kjær, E. D., Roulund, H., 1996. A progeny trial with domesticated *Picea sitchensis* (Bong.) in Denmark. *Silvae Genetica*, 45, 85-90.
- Larsen, J. B., 1982: Sammenlignende dyrkningsforsøg med afkom af kårede, danske sitkagranbevoksninger. *Forstl. Forsøgsv. Danm.*, 38, 187-205.
- Lines, R., 1964: Early experiments on the provenances of Sitka spruce. *Rep. Forest. Res., Lond.*, 136-146.
- Lines, R., Michell, A. F., Pearce, M. L., 1971: Provenances - Sitka spruce. *Rep. For. Res. For. Comm.*, 42-44.
- Nielsen, U. B., 1988: Provenienser af sitkagran til læhegn og skovrande. *Skoven*, 10, 358-360.
- Nielsen, U. B., 1991: - Har klon og proveniens betydning? *Skoven*, 11, 466-467.
- Nielsen, U. B., 1994a: Genetisk variation i sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.) i højdevækst, stammeform, frosthærdighed - vurderet ud fra danske proveniens-, afkoms- og klonforsøg. *Forskningsserien*, nr. 9, Forskningscentret for Skov & Landskab.
- Nielsen, U. B., 1994b: Proveniensvalg i sitkagran - en oversigt. *Videnblade, Skovbrug, Forskningscentret for Skov & Landskab*, 3.3-1.
- Nielsen, U. B., 1994c: Proveniensvalg i sitkagran - resultater fra forsøg med danske provenienser. *Videnblade, Skovbrug, Forskningscentret for Skov & Landskab*, 3.3-2.
- Nielsen, U. B., 1994d: Proveniensvalg i sitkagran - vurdering af Kåringsfortegnelsens frøkluder, status 1993, *Videnblade, Skovbrug, Forskningscentret for Skov & Landskab*, 3.3-3.
- Nielsen, U. B., Roulund, H., 1996: Genetic Variation in Characters of Importance for Stand Establishment in Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). *Silvae Genetica*, 45, 197-204.
- O'Driscoll, J., 1967: Tree improvement. *For. Res. Rev. For. Div. Island*, 12-21.
- Oppermann, A., 1929: Racer af douglasie og sitkagran. *Forstl. Forsøgsv. Danm.*, 10, 85-178.
- Roulund, H., 1974: Forædling af sitkagran. *Skoven*, 3, 56-58.
- Roulund, H., 1990: Outline to a revision of the sitka spruce breeding programme in Denmark. *Forest Tree Improvement*, 23, 131-143.
- Roulund, H., Bergstedt, A., 1982: Sammenligning mellem frøplanter og stiklingeformerede kloner af sitkagran (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.). 10 års resultater. *DST*, 218-235.
- Sæbø, A., Taksdal, G., 1994: Angreb av sitkagranlus (*Elatobium abietinum* Walker) på utvalg av sitkagran (*Picea sitchensis*) og lutzigran (*Picea x lutzii*). *Norsk Landbrugsforskning*, 8 (1), 75-79.
- Sørensen, J. C., 1913: Akklimatiseret Sitkagran. *Hedeselskabets Tidsskrift*, 267.

# DOUGLASGRAN - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

## 1. Udbredelse og raceforhold

Douglasgranen (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) er hjemmehørende i det vestlige Nordamerika. Dens udbredelse strækker sig fra British Columbia i nord (55°N) til Mexico i syd (19°N). De østligste forekomster ligger på ca. 100°V, mens den i vest når ud på 128°V på Vancouver Island. Sin bedste udvikling når douglasgranen i et bælte fra det nordlige Vancouver Island gennem den vestlige del af Washington, Oregon samt det nordlige California.

Træarten vokser således under vidt forskellige klimatiske og jordbundsmæssige forhold med deraf følgende muligheder for genetisk differentiering. Den er da også kendetegnet ved en meget stor variabilitet både i sit hjemland, og hvor den dyrkes uden for sit naturlige udbredelsesområde.

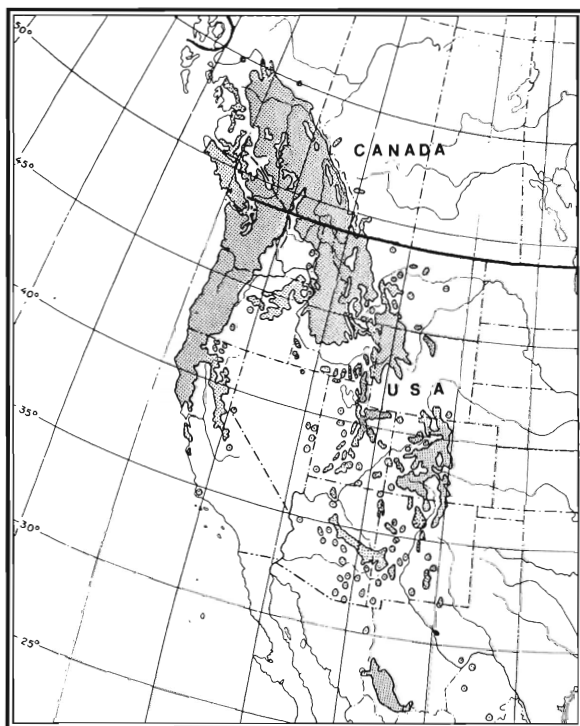
Douglas indeles ofte i tre racer - den "grønne" (viridis, kysttype), den "grå" (caesia, nordlige indlandstype) og den "blå" (glauca, sydlige indlandstype). Denne inddeling bygger især på morfologiske kendetegn, men giver visse problemer med hensyn til geografisk afgrænsning. Således findes der glidende (klinale) overgange mellem den grønne og den grå type i British Columbia

og mellem den grå og den blå i Utah. Det kan dog antages, at den "grønne" og den "blå" form har udviklet sig fra to forskellige refugier under den sidste istid, og at den "grå" form udgør en overgangstype (Zavarin og Snajberk 1972). Racebegrebet er således ikke helt entydigt, og det anbefales at holde sig til proveniensbegrebet og kun skelne mellem kyst- og indlandstyper.

Douglasgranens forekomst er oftest betinget af brand. På grund af dens tykke isolerende bark overlever den bedre en skovbrand end de andre forekommende arter. Enkelte træer kan derfor danne grundlag for en efterfølgende foryngelse af næsten ren douglas. Uden gentagne brande erstattes douglasgranen langsomt af mere skyggetålende arter såsom *Tsuga heterophylla*, *Abies grandis*, *Abies amabilis* og *Thuja plicata*.

## 2. Dyrkning af douglasgran i Danmark

Douglasgranens historie i Danmark går tilbage til ca. 1850, hvor den blev indført som parktræ. De første plantninger i skoven skete i slutningen af 1860'erne på Linå Vesterskov og Langesø. Forstlige kulturer anlagdes dog først i større



*Douglas, det naturlige udbredelsesområde.*

målestok fra slutningen af forrige århundrede, og siden har træarten indtaget en stadigt voksende andel af plantningerne i dansk skovbrug.

De første importter kom som planter fra Skotland og fra nogle franske planteskoler. Oprindelsen af dette materiale er meget usikker. Fra århundredskiftet er der blevet importeret frø fra Oregon, Washington og California; en dybtgående redegørelse gives af Barner (1954 og 1958).

Dansk douglasgran har altså meget forskellig oprindelse. Selvom det mest uegnede materiale fx fra Colorado og det indre British Columbia er blevet udskilt

undervejs, er de bevoksninger, der i dag anvendes i frøforsyningen, af variabel avlsværdi.

Douglasdyrkingen har i den forløbne tid lidt flere tilbageslag. Det første skyldtes angreb af nålesvampen *Rhabdocline pseudotsugae*, der specielt var fatal for de sydlige indlandsproveniensser. Senere angreb af douglasgranens sodskimmel (*Phaeocryptopus gäumannii*) viste sig at være mindre alvorlige end først antaget.

Det, der vel primært sætter grænse for dyrkning af douglasgranen i dag, er skader forårsaget af frost og tørke. Unge kulturer på eksponerede lokaliteter ska-



*Douglas, Silkeborg Vesterskov. Disse nu over hundrede år gamle douglasgraner hidrører fra nogle af de første frøimporter til dansk skovbrug. (Foto: J. B. Larsen, 1997).*

des ofte med fatale følger af frostdtørring samt forårsfrost på de nyudsprungne skud, men også tidlig efterårsfrost kan skade douglasgranen. De nævnte store problemer med doug-

lasgranen i kulturfasen kombineret med en relativ stor fare for stormfald i yngre og mellemaldrende bevoksningsstadier, har været helt afgørende for at denne ellers økologiske og økonomiske værdis-



*Naturlig foryngelse af douglas, Rye Nørskov. Med sine gode evner til selvforyngelse synes douglasgranen i højere grad at kunne finde anvendelse ved overgang til mere naturnære driftsformer, herunder som indblandingstræart. (Foto: J. B. Larsen, 1996).*

fulde træart ikke har fundet større udbredelse i dansk skovbrug. Man må vel generelt erkende, at douglasgranen under vore dyrkningsforhold ikke egner sig på renafdriksflader og i ensaldrende renbestand. Under disse forhold har den problemer som selv det bedste proveniensvalg ikke kan kompensere for.

Med sine gode evner til selvforyngelse synes douglasgranen i langt højere grad at kunne finde anvendelse ved overgang til mere naturnære dyrkningsformer, herunder som indblandingstræart både med løvtræ- (bøg) og nåletræarter (rødgran, sitka, grandis m.fl.).

Douglasgranens legendariske store generelle tilpasningsevne - blandt andet

demonstreret ved en udpræget evne til landracedannelse - betinger en relativ stor tolerance for klimaændringer. Med det herskende proveniensvalg vil den dog være sårbar overfor et udpræget koldere, mere kontinentalt klima.

### **3. Frøforsyning**

Douglasgranen udviser stor variation med hensyn til form og resistens overfor frost og tørke. Derfor har man tidligere søgt frøbehovet dækket ved høst på danske kårede bevoksninger, idet man formodede, at dette materiale var bedre tilpasset vore dyrkningsforhold end direkte importeret frø.

### *Frøforsyning 1960-80*

Af et samlet frøforbrug på 718 kg (36 kg/år) i perioden 1960-80 var således de 311 kg (16 kg/år, 43 %) høstet på danske kårede bevoksninger, mens 407 kg (20 kg/år) blev importeret.

Den danske frøhøst fra denne periode hidrører fra 17 forskellige kårede bevoksninger og 2 frøplantager. De største bidragydere har været F.280 Hvidkilde (62 kg), F.263 Langesø (42 kg) samt frøplantagerne FP.228 og FP.229 (Kronborg og Gurre Vang) med henholdsvis 31 og 40 kg.

Importerne fordeler sig med 392 kg på Washington (Darrington, Louella, Ashford, Snoqualmie) og 10 kg på British Columbia (Courtenay), mens 5 kg stammer fra douglasbevoksninger i Vest-tyskland.

### *Frøforsyning 1980-95*

I perioden 1980-1995 var den hjemlige produktion ca. 385 kg (26 kg/år), og der blev importeret ca. 1116 kg (74 kg/år).

De største bidragydere af dansk materiale i perioden var de tre frøplantager FP.228 og FP.229, begge Kronborg, og FP.210 Sorø, der har leveret ca. halvdelen af de 385 kg. F.424 og F.618, begge Langesø og afkom af F.58 Langsø, har bidraget med tilsammen ca. 50 kg. Hovedparten af materialet kommer fra Washington og især fra forskellige lokaliteter syd for Olympic halvøen, fx Matlock, Lake Cushman samt Darrington fra vestsiden af Kaskadebjergene i Washington.

I de seneste 5-6 år er frøplantagen FP.232 i Frankrig med dansk udvalgt materiale dog blevet langt den væsentligste leverandør med i alt 129 kg douglasfrø til det danske marked.

Selvforsyningsgraden er i perioden ca. 26 % og altså mindre end den foregåen-

de 20-års periode. Men ser man på de sidste 5 år stammer materialet udelukkende fra FP.232, de danske frøplantager og en række danske kåringer, samt import af ca. 50 kg som er diverse provenienser fra udlandet. Det vil sige, at udviklingen synes at gå i retning af anvendelse af dansk materiale.

Der findes 21 kårede douglasgranbevoksninger (39,1 ha) og 3 frøplantager (4,9 ha) samt 1 frøplantage med udvalgt dansk materiale i Frankrig (4,0 ha.).

## **4. Proveniensenforsøg og forædling**

Det første egentlige proveniensenforsøg med douglasgran i Danmark blev anlagt 1918 af Forsøgsvæsenet. Dette forsøg samt en række forsøg anlagt i tiden 1932-1941 omtales af henholdsvis Oppermann (1929), Holm (1940) og Lundberg (1957).

### *Betydning af svampeangreb*

På baggrund af disse første erfaringer blev det klart, at det, der primært satte grænsen for douglasgranens anvendelse i skovbruget, var skader forårsaget af svampeangreb. Det første store tilbageslag i douglasdyrkingen kom således med indførslen af nålesvampen *Rhaddoctrine pseudotsugae*.

Det viste sig imidlertid, at problemet kunne løses via proveniensvalget, idet provenienser fra kystområderne i British Columbia, Washington og Oregon ikke angribes. De sydlige indlandsprovenienser (Utah, Arizona, Colorado) blev derimod angrebet med fatale følger (disse provenienser er helt forsvundet i proveniensenforsøgene og i skovene generelt). De nordlige indlandsprovenienser varierer noget i angrebsgrad (Thulin 1950, Stephan 1973).

Douglasgranens sodskimmel (*Phaeocryptopus gaeumanni*) er en anden nålevs- svamp, der blev registreret i Danmark i 1938 og viste stærke angreb i den strenge vinter 1947/48. Selv om der ikke er en tilsvarende stor variation i resistensen overfor sodskimmel som overfor rhabdo- clone, udviser kystprovenienserne i hovedsagen en bedre resistens end ind- landsprovenienserne (Thulin 1950, Lundberg 1957).

En tredje svamp, der har betydning for douglasdyrkningen, er *Phomopsis pseu- dotsugae* (indsnøringssygen). Her synes der ikke at være nogen tydelig genetisk variation i modtageligheden. Mulighe- derne for at mindske skaderne af denne svamp via proveniensvalget synes der- for begrænsede.

Disse erfaringer er baggrunden for, at de senere anlagte proveniensforsøg udeluk- kende omfatter kystprovenienser fra British Columbia, Washington og Ore- gon samt enkelte indlandsprovenienser fra British Columbia.

#### *Forsøg med amerikanske provenienser*

En samlet opgørelse af 4 ældre og 9 yngre forsøg gives af Larsen og Kro- mann (1983). Forsøgene viser, at den bedste vækstudvikling opnås af proveni- enser fra kystområder i British Colum- bia og Washington.

Provenienser fra området omkring Olympic Mts. på den Olympiske Halvø ligger vækstmæssigt bedst, især prove- nienser umiddelbart syd og sydvest for dette bjergmassiv (Black Hills, Elma, Olympic, Matlock, Lake Cushman). Det er yderligere interessant, at netop prove- nienser fra dette område (Humptulips, Matlock) udviser den bedste senfrostre- sistens ifølge Larsen (1976). Proveni- enserne Louella og Joyce nord for bjerg-

massivet viser ligeledes en god vækst- udvikling.

Vestsiden af Kaskadebjergene i Was- hington og det tilgrænsende British Columbia ned mod Puget Sound er ken- detegnet ved en god, omend noget vari- abel vækstudvikling. Således har prove- nienserne Rainer, Pierce, Ryder Lake, Silver Lake og Concrete udviklet sig godt i forsøgene, mens eksempelvis prove- nienserne Mt. Baker og Darrington vækstmæssigt ligger noget lavere.

Vækstudviklingen af provenienserne fra Vancouver Island er ligeledes god; dog synes provenienserne fra den sydligste del af øen at udvikle sig noget ringere.

#### *Afkom af danske bevoksninger*

Afkom af danske kårede bevoksninger viser vækstmæssigt et noget heterogent billede, hvilket man kunne forvente når deres blandede og variable herkomst tages i betragtning. Gennemsnitlig ligger de på højde med gode importerede provenienser, men muligvis lidt lavere end de bedste af disse fra syd- og syd- vestsiden af Olympic Mts.

Resultaterne fra bedømmelserne af stammeformen giver et meget uensartet billede. Kun i ét forsøg har der kunnet konstateres signifikante formforskelle; her udviste den danske F.280 Hvidkilde den bedste stammeform og samtidig en god vækst. Denne bevoksning eksisterer ikke længere, men F.488 Feldborg er afkom heraf.

Kjær et al. (1996) har publiceret den første opgørelse af et afkomsforsøg ved 10 år med de tre frøplantager (*FP.210*, *FP.228*, *FP.229*), to Langesøproveni- enser (*F.421* og *F.424*) og to importerede (Matlock og Thasis).

Resultaterne viser, at afkom af Lange- søprovenienserne er overlegne med hen-



*Douglasfrøplantagen, FP.232 Laverçantière, Frankrig. Denne frøplantage indeholder 70 kloner udvalgt for sent udspring og stammerethed i danske douglasgranbevoksninger af Darrington oprindelse. Frøkilden, der er anlagt i Frankrig for at sikre en bedre frøproduktion i det varme og solrige klima, er i god produktion og er den p.t. mest brugte frøkilde af douglasgran. (Foto: B. Ditlevsen, 1991).*

syn til højde og antal aksebrud, mens formen er den dårligste af de afprøvede. Afkom af FP.210 udviser den absolut dårligste vækst. Årsagen kan være, at en del af klonerne sandsynligvis er af kontinental oprindelse. Formmæssigt er den til gengæld den bedste. Den har samtidigt særligt mange næsten rette træer.

FP.228 og FP.229 ligger midt i spektret med hensyn til både vækst og form (de stammer fra F.280 Hvidkilde). Provenienserne Matlock og Thasis er generelt lidt dårligere end FP.228 og FP.229.

Forsøget var oprindeligt anlagt på 5 lokaliteter, hvoraf kulturen for alle provenienser dog er mislykket på de 3. På

den bedste af de to tilbageværende lokaliteter er der stort set ingen forskel i overlevelsen, mens de importerede provenienser på den dårlige lokalitet har den ringeste overlevelse.

Resultater bør stadig tages med forbehold, forsøgets beskedne alder og antallet af lokaliteter taget i betragtning.

En nyere frøplantage, FP.232, anlagt i Frankrig og p.t. den mest anvendte frøkilde, er under afprøvning. Der er udvalgt kloner for sent udspring og stammerethed i danske douglasgranbevoksninger af Darrington oprindelse. Plantagen indeholder 70 kloner og har derfor formodentlig også en større gene-



tisk bredde end de andre frøplantager, hvor klonantallet er under 30.

Specielt af interesse er det, om plantagen er påvirket af "efter-effekter". Dette fænomen består i, at afkommet har andre egenskaber for især frostresistens, der er mere tilpasset det klima frøplantagen befinder sig i, end det klima klonerne er udvalgt efter. Dette fænomen er iagttaget for rødgranplantager i Norge (Fodgaard 1993).

#### *Frostskader*

En af de mest begrænsende faktorer for douglasdyrkning i Danmark udgøres af frosten. En dybtgående behandling af disse forhold i proveniensmæssig henseende er gjort af Larsen (1976, 1978 og 1981) samt Larsen og Ruetz (1980). Det viser sig, at der ikke blot er en stor proveniensvariation i resistensen overfor de forskellige former for frost (efterårs-, vinter- og forårsfrost), men at også resistensen over for frostudtørring (tysk: Frosttrocknis) varierer meget mellem provenienserne.

Sammenfattende kan konkluderes, at kystprovenienserne er relativt resistente over for forårsfrost, men følsomme over for efterårsfrost, vinterfrost og frostudtørring. De nordlige indlandsprovenienser er derimod følsomme over for forårsfrost, men modstandsdygtige over for efterårsfrost, vinterfrost og frostudtørring. Den bedste senfrostresistens udviser provenienserne syd og sydvest for Olympic Mts. (Matlock, Humpatlips).

#### *Udenlandske forsøg*

De danske dyrkningserfaringer med douglasprovenienser understøttes af resultaterne fra proveniensforsøg i Tyskland gengivet af Jestaedt (1979), Rau (1985) og Kleinschmit et al. (1991).

Af sidstnævnte fremgår det, at Grays Harbor (nær Matlock i Washington) har vist god overlevelse og højdevækst.

Europæiske forsøg viser en klinal nord-syd variation i vækstkraft. De generelt mest vækstkraftige typer findes i Washington med aftagende vækstkraft både mod syd og mod nord (Kleinschmit et al. 1987, Michaud 1987).

## **5. Frøkildeanbefalinger**

Proveniensvalget i douglasgran afhænger først og fremmest af risikoen for frost.

På frostfrie lokaliteter kan man nedtone spørgsmålet om frostresistens i forhold til form og vækst. Douglasgranen viser en udpræget evne til at tilpasse sig nye betingelser når den forflyttes (landrace-dannelse) samt til at reagere på målrettet selektion med hensyn til form og frostresistens. Derfor anbefales som hovedregel danske frøplantager og kårede bevoksninger.

For det importerede materiale begrænser proveniensvalget i douglasgran sig til kystområderne i British Columbia og Washington på grund af disses overlegne vækstkraft og tålsomhed for forårsfrost.

### *1. Frøplantagen FP.232*

#### *Lavercantière/Frankrig.*

Den eneste frøplantage med dansk materiale, der er selekteret for frostresistens (sent udspring) og form. Oprindelse er Darrington, udvalgt i Kompedal og Buderupholm.

Plantagen er endnu ikke afprøvet, men den må formodes at give afkom med god form og frostresistens, der vækstmæssigt er over middel. På frostfølsomme steder vil den således være at foretrække. Den bør også foretræk-

kes fremfor de danske frøplantager på grund af det større antal kloner.

2. *De danske frøplantager FP.228 og FP.229 Kronborg samt F.488 Feldborg.*

Et kompromis mellem form og vækst. De har i et forsøg vist en bedre stammeform og tendens til en bedre overlevelse end Matlock og Thasis. Med hensyn til vækst og form ligger de generelt på højde med eller bedre end de bedste importerede. Begge frøplantagerne samt F.488 Feldborg har oprindelse i F.280 Hvidkilde, hvis afkom har vist god form og rimelig vækst.

Nye frøplantager (frøplantefrøplantager) er på vej, baseret på gode danske bestande (F.488 m.fl.).

3. *Syd- og sydvestsiden af Olympic Mountains på den Olympiske Halvø: seed zone 030, 222, 231, 240.*

Disse provenienser udviser god vækst og form, samt på grund af et sent udspring en høj resistens over for forårsfrost (Humptulips, Shelton, Matlock, Black Hills, Lakeushman, Grays Harbor og Elma).

4. *Øvrige danske kårede bevoksninger samt frøplantagen FP.210 Sorø.*

F.421 og F.424 er afprøvet i et sammenlignende forsøg. De er sandsynligvis mindst lige så vækstkraftige som importeret materiale, men tilsyneladende formmæssigt dårlige. Disse sammen med F.618 og til dels F.617 er afkom af F.58 Langesø.

FP.210 Sorø har på 2 lokaliteter vist virkelig god form og rimelig overlevelse, men er vækstmæssigt mindre god. I samme gruppe hører F.41a og

b Linå Vesterskov samt afkom af disse bevoksninger (F.428, F.580-582 og F.594).

5. *Vestsiden af Kaskadebjergene i Washington og British Columbia: seed zone 401, 402, 403, 411, 412, 421, 422, 430:*

Provenienser fra dette område udviser ligeledes en god omend noget variabel vækstudvikling. Som hovedregel bør man anvende provenienser fra lav bjerg højde (ikke over 600 m), og det bedste materiale især med hensyn til resistens over for forårsfrost synes at komme fra bunden af brede dalstrøg (Larsen 1978). Provenienser som Chilliwack, Concrete, Darrington, Ashford, Randle, Alder, Silver Lake, Baker, Pierce, Snoqualmie har vist sig gode i forsøg.

6. *Nordsiden af Olympic Mountains: seed zone 221.*

Disse provenienser udvikler sig nærmest svarende til provenienserne fra vestsiden af Kaskadebjergene (Louella, Joyce).

7. *Vancouver Island.*

Provenienser herfra har også vist sig velegnede. Dog bør man undgå provenienser fra den sydligste del af øen (syd for ca. den 49. breddegrad), da disse muligvis grundet en for lav hårdførhed (frost) udvikler sig mindre godt. Provenienser som Nanaimo, Courtenay, Coombs, Nimkish, Stella Lake, Thasis, Gold River har vist sig gode i forsøg.

## 6. Litteratur

Barner, H., 1954: Problemer vedrørende vor forsyning med frø, specielt af douglas-

- gran fra British Columbia og Washington. DST, 39, 462-473.
- Barner, H., 1958: Frøforsyning og forædling. DST, 43, 1-84.
- Barner, H., 1993: Douglasgran - provenienser, forædling og fremavl. Skoven, 11, 496.
- Buchwald, N.F., 1939: Douglasiens sodskimmel (*Phaeocryptopus gäumanii*). En ny svamp på douglasgran i Danmark. DST, 24, 357-382.
- Fodgaard, S., 1993: Afkommets egenskaber påvirkes af moderbevoksningens voksested. Skoven, 11, 497-498.
- Holm, F., 1940: Douglasgran, Proveniensen og Vækst. Forstl. Forsøgsv. Danm., 15, 233-312.
- Jestaedt, M., 1979: Bisherige Erkenntnisse aus der Douglasien-Provenienz-Forschung. Forst- und Holzwirt, 34/7.
- Kjær, E. D., Barner, H., Andersen, A. D., 1996: Undersøgelse af afkom fra tre danske douglasfrøplantager. DST, 81, 1-17.
- Kleinschmit, J., Svolba, J., Weisgerber, H., Dimpflmeier, R., Ruetz, W., Widmaier, T., 1987: Results of the IUFRO douglasfir provenance experiment in the Federal Republic of Germany. I: Ruetz, W., Nather, J. (eds.): Proceedings of the IUFRO working party on breeding strategy for douglas-fir as an introduced species. FBVA Berichte, 21, 67-84.
- Kleinschmit, J., Svolba, J., Weisgerber, H., Rau, H. M., Dimpflmeier, H., Ruetz, W., Franke, A., 1991: Ergebnisse des IUFRO-Douglasien - Herkunftsversuches in West-Deutschland im Alter 20. Forst und Holz, 46, 238-242.
- Larsen, J. B., 1976: Frostresistenz der Douglasie. Dissertation, Forstl. Fakultät Göttingen. I: Schr. Forstl. Fakultät Göttingen, 52, 1-126, 1978.
- Larsen, J. B., 1978: Die Frostresistenz der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) verschiedener Herkünfte mit unterschiedlichen Höhenlagen. Silvae Genetica, 27, 150-156.
- Larsen, J. B., Ruetz, W. F., 1980: Frostresistenz verschiedener Herkünfte der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und der Küstentanne (*Abies grandis*) entlang des 44. Breitengrades in Mittel-Oregon. Forstwissenschaftl. Centralblatt, 99, 222-233.
- Larsen, J. B., 1981: Geographic variation in winter drought resistance of Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco). Silvae Genetica, 30, 173-180.
- Larsen, J. B., Kromann, H. K. 1983: Provenienser af douglasgran (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco) i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 38, 347-375.
- Lundberg, J., 1957: Proveniensforsøg med douglasgran. Forstl. Forsøgsv. Danm., 23, 345-370.
- Michaud, D., 1987: First results of American douglas-fir provenance trials in France. I: Ruetz, W., Nather, J. (eds.): Proceedings of the IUFRO working party on breeding strategy for douglas-fir as an introduced species. FBVA Berichte, 21, 3-8.
- Oppermann, A., 1929: Racer af Douglasie og Sitkagran. Forstl. Forsøgsv. Danm., 10, 85-178.
- Rau, H. M., 1985: Der Douglasien - Provenienzversuch von 1958 im Hessen. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 156, 72-79.
- Stephan, B. R., 1973: Über Anfälligkeit und Resistenz von Douglasien-Herkünften gegenüber *Rhabdocline pseudotsugae*. Silvae genetica, 22, 149-153.
- Thulin, I., 1950: Beskadigelser af douglasgran (*Pseudotsuga taxifolia*) i Danmark i vinteren 1946-47. Forstl. Forsøgsv. Danm., 19, 285-329.
- Zavarin, E., Snajberk, K., 1972: Geographic variability of monoterpene from cortex of *Pseudotsuga menziesii* (Douglas fir). Proc. Int. Union. Pure a. Applied Chemistry Symp, Strasbourg, France.

# ÆDELGRAN

## - proveniensvariation og frøkildevalg

af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Ædelgranen (*Abies alba* Mill.) er en mellem- og sydeuropæisk træart, hvor den er specielt knyttet til bjergområderne. Hovedudbredelsen ligger i Appeninerne, Jura, Vogeserne, Schwarzwald, Alperne, Bayrischer Wald, Thüringerwald, Böhmerwald, Sudeterne, Karpaterne samt den nordlige del af Balkanbjergene. Desuden findes der isolerede naturlige forekomster af ædelgran på Korsika, i Calabrien, Pyrenæerne samt Massif Central.

Ædelgranen foretrækker således de nedbørsrige bjerge. Kun ved grænsen for dens nordlige udbredelse (i det sydlige Polen) findes den på slettelandet, der er kendetegnet ved kun ca. 600 mm årlig nedbør. De vigtigste klimatiske faktorer, der begrænser udbredelsen, er sommertørke samt vinter- og forårsfrost.

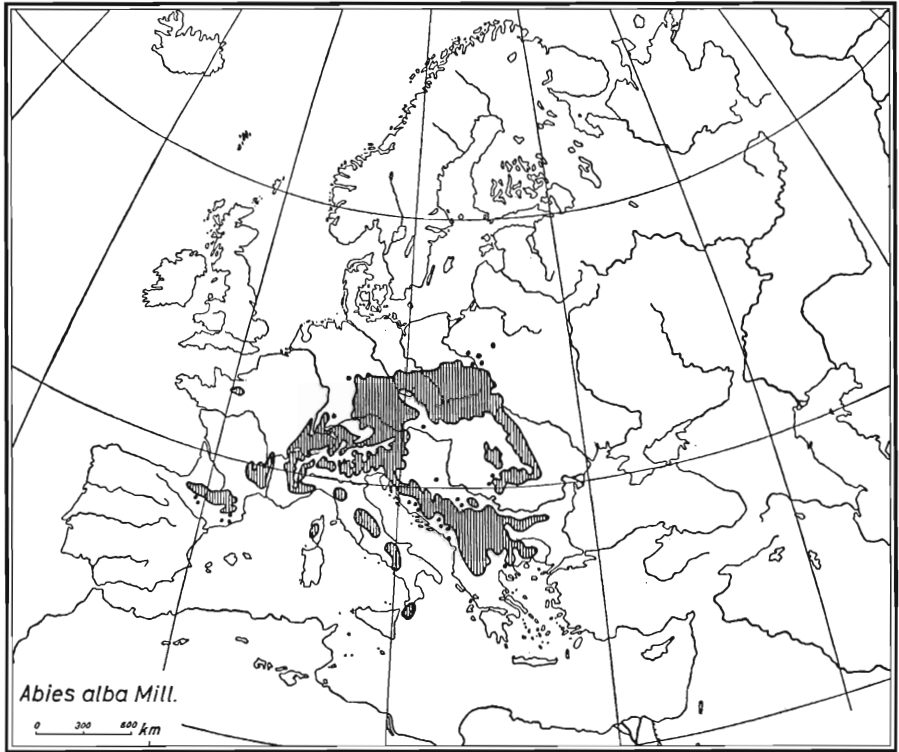
Ædelgranen synes at kunne vokse på meget forskellige jordbundstyper. Den bedste udvikling opnås dog på næringsrige og nedbørsrige bjergskråninger (især nordhælder) med god vandbevægelse. Den optræder især i blanding med bøg og rødgran.

I flere hundrede år har der været rapporteret om jævnlige svækkelser, også kaldet "Tannensterben", af den mellemeu-

ropæiske ædelgran. Fænomenet er tidligere utilfredsstillende søgt forklaret med årsager som klima, jordbundsegenskaber, insekter, luftforurening m.m.

Larsen (1986a og b) foreslår på baggrund af en række økofysiologiske og genøkologiske undersøgelser, at "Tannensterben" grundlæggende skyldes utilstrækkelig genetisk variation, som er årsag til manglende tilpasningsevne. Baggrunden er, at i de områder, hvor "Tannensterben" forekommer, er der også en meget lille variation i ædelgranens morfologiske og økofysiologiske træk. Til sammenligning er specielt den syditalienske calabriske ædelgran både variabel og sund. Desuden har den calabriske ædelgran sammenlignet med den mellemeuropæiske klaret sig godt i proveniensforsøg i Danmark og Norditalien, det vil sige den har vist en god tilpasningsevne til ændrede forhold.

Isoenzymstudier understøtter Larsens hypotese på det genetiske niveau (Bergmann et al. 1990, Konnert og Bergmann 1995). Undersøgelserne viser, at nogle alleler er områdespecifikke. De deler ædelgranens udbredelsesområde op i to dele med en grænse gennem det centrale Italien, svarende til at ædelgranen har haft to forskellige refugieom-



*Ædelgran, det naturlige udbredelsesområde.*

råder under istiden. Den calabriske ædelgran har flere polymorfe genloci, større heterozygotigrad og flere alleler for alle de undersøgte polymorfe genloci, hvilket bekræfter den calabriske ædelgrans større genetiske variabilitet.

For en mere dybtgående behandling af ædelgranens genøkologi og dens betydning for ædelgrandyrkningen og proveniensvalget henvises til Larsen (1994).

## 2. Ædelgranen i Danmark

Ædelgranen blev først indført i de nordsjællandske skove af Gram og v.

Langen i årene 1764-76. Endnu findes i Nørreskoven to levende eksemplarer; disse Danmarks ældste ædelgraner er ca. 47 m høje med en brysthøjdediameter på 1,5 m.

Oprindeligt anvendtes ædelgranen som indblandingstræart i skovene i det østlige Danmark. I slutningen af forrige århundrede blev man dog opmærksom på dens muligheder og stabilitet på de lettere jorde, og siden da er tyngdepunktet i ædelgrandyrkningen rykket vestpå over i hede- og specielt klitskovbruget (Henriksen 1971).

Oprindelsen af de ældste frøimporter

kendes ikke med sikkerhed, men det må formodes, at de stammer fra bevoksninger inden for det daværende tyske rige. Senere importter fra omkring år 1900 og op til 1940 stammer hovedsageligt fra Schwarzwald, men også enkelte importter fra Schweiz, Böhmerwald og Vogeserne har fundet sted i samme tidsrum (Barner 1958).

Hovedproblemerne i ædelgrandyrkningen ligger i kultur- og ungdomsstadiet. Det er især forårsfrostene og ædelgranlusen, der kan være fatale; desuden er træarten meget efterstræbt af hjortevildtet.

I de senere år har der desuden vist sig nogle tydelige degenerationsfænomener i midaldrende og ældre ædelgranbevoksninger. Disse fænomener svarer til de i Mellemeuropa i de sidste 100-200 år periodisk observerede svækkelsestilstande (Tannennsterben, jf. afsnit 1).

Ædelgranen har især været anvendt i hede- og klitskovbruget som stabiliserende element. Det skyldes dens utvivlsomme økologiske fortrin, såsom stor vind- og salttolerance, gode egenskaber som blandingstræart, stort selvforyngelsespotential, resistens overfor rodforråder samt stor stabilitet også i ældre bevoksningsstadier.

Specielt på heden har kulturanlæg været forbundet med store omkostninger. Resultatet har dog sjældent stået mål med anstrengelserne, til dels som følge af brugen af uegnede provenienser (centraleuropæiske), dels pga. frost- og vildtproblemer.

Fremover bør ædelgran nok i højere grad forsøges brugt som indblandingsstræart på de bedre lokaliteter, og her specielt i forbindelse med løvtræ (bøg) i mere naturnære dyrkningssystemer.

Ædelgranens tilpasningsevne overfor klimaændringer må generelt antages at

være beskeden. Den calabriske ædelgran udgør dog nok en undtagelse, idet den givetvis vil kunne tolerere selv betragtelige klimaskift, specielt hvis udviklingen går i retning af et mildere klima (Larsen 1990).

### 3. Frøforsyning

De ældste importter hidrører således fra Mellemeuropa. Man udnyttede relativt tidligt høstmulighederne i disse første plantninger og bevoksninger, og derfor må al gammel dansk ædelgran og dermed også de nuværende kårede bevoksninger antages at være af mellemeuropæisk herkomst.

#### *Frøforsyning 1960-80*

I perioden 1960-80 har det samlede frøforbrug ifølge Herkomstkontrollen været på 18051 kg, fordelt på 9699 kg (485 kg/år) fra indenlandske frøkilder og 8352 kg (418 kg/år) importeret frø. Den hjemlige frøproduktion har således i denne periode dækket ca. 54% af det samlede forbrug.

Den indenlandske frøproduktion fordelte sig på 28 kårede bevoksninger. Af disse har F.311 Thy (1744 kg), F.126a Frijsenborg (1148 kg), F.156a Buderupholm (803 kg) og F.392c Viborg (754 kg) bidraget mest.

Det udenlandske frø fordelte sig i samme tidsrum med 78% fra Rumænien (Maramures i Lapos), 11% fra Vesttyskland (Schwarzwald), 7% fra Syditalien (Calabrien) samt nogle mindre partier fra Tjekslovakiet og Polen. Importerne fra Rumænien og Syditalien startede først omkring 1970.

#### *Frøforsyning 1980-95*

I perioden 1980-1995 har den danske

del af bruttotilgangen været meget lille: 515 kg (34 kg/år) eller 7 %, sammenlignet med en import på 6410 kg (427 kg/år).

Provenienserne Maramures (Strimbu Baiut) står for 68-83 % af importen i hvert fald i de første 10 år af perioden, og Calabrien i Syditalien (Gariglione) har i de samme 10 år leveret 11-26 %. Den rumænske ædelgran ser ud til med tiden at vige for den calabriske. Der er en faldende tilgang til markedet, som i langt højere grad nu end før baseres på import.

Der findes 4 kårede ædelgranbevoksninger, alle af centraleuropæisk oprindelse, med et samlet areal på 15,4 ha.

#### 4. Proveniensforsøg og forædling

##### *De første danske forsøg*

De ældste danske proveniensforsøg med ædelgran blev anlagt på 7 forskellige lokaliteter i året 1941. Udviklingen af disse forsøg er beskrevet af Løfting (1954 og 1977), og sundhed og vækst er beskrevet af Larsen (1981).

Provenienserens oprindelse er spredt over det meste af udbredelsesområdet. Vækstmæssigt viste de tre provenienser fra den sydlige og sydøstlige del af udbredelsesområdet sig at være provenienserne fra de centrale og vestlige dele stærkt overlegne. Disse vækstkraftige provenienser kommer fra Syditalien (Calabrien), Rumænien (Lapos) og Sydserbien (Perister Planina).

Efter de seneste års stærke degeneration, der især er udtalte i forsøget på Bregentved, viser disse provenienser fortsat en udmærket sundhed og nålefyldte. I modsætning hertil står de øvrige provenienser fra Vesttyskland, Østrig, Tjecoslovakiet, Frankrig, Schweiz samt Danmark.

Det er interessant, at disse udtalte forskelle i vækst og sundhed først manifesterede sig relativt sent i forsøgenes udvikling (ved ca. 20-års alder), og at dansk materiale af 2. eller 3. generation ikke har vist sig bedre end de direkte importerede fra Centraleuropa.

##### *Nyere danske og udenlandske forsøg*

Endnu upublicerede resultater fra forsøg med provenienser fra ædelgranens tørkegrænser blandt andet i Polen, Vesttyskland og Frankrig tyder ikke på, at sådanne provenienser er bedre egnede i Danmark end materiale fra den øvrige del af Central- og Vesteuropa inklusiv dansk ædelgran.

Resultaterne fra en række forsøg med afkom af danske ædelgranbevoksninger viser ikke den store variation. De understreger dermed formodningen om, at frøimporten er sket fra et ret begrænset område i Mellemeuropa.

Kun afkommet fra en kåret bevoksning viser sig en smule bedre end det danske gennemsnit. Denne (F.123c Frijsenborg) findes ikke mere, og den har ifølge Herkomstkontrollen aldrig leveret frø.

Med hensyn til resistens over for forårsfrost har der ikke kunnet påvises de store forskelle. Derimod synes de sydlige og østlige provenienser at have en bedre luseresistens end provenienser fra Central- og Vesteuropa samt vore hjemlige (Løfting 1954).

Ædelgranproveniensforsøg i Nordvesttyskland bekræfter i vid udstrækning de danske erfaringer. Således fandt Kramer (1979 og 1980), at provenienser fra Øst- og Sydeuropa (Slovakiet, Rumænien, Calabrien) var de vesttyske provenienser overlegne. Afkom af en dansk ædelgranbevoksning på Frijsenborg lå i disse forsøg i bund.



*Proveniensenforsøg B-99 Børsted Skov, Bregentved. De ældste danske proveniensforsøg med ædelgran blev anlagt på syv forskellige lokaliteter i året 1941. Billedet viser resterne af forsøget på Bregentved; af hugstfølgemæssige årsager blev størstedelen af forsøget afdrevet.*

*Billedet viser den kalabriske proveniens til venstre, kendetegnet ved en stor vækstkraft og en god sundhed. Proveniens til højre er fra Tatrabjergene i Slovakiet, den repræsenterer en typisk mellemeuropæisk ædelgrantype kendetegnet ved en mindre vækstkraft og en væsentlig dårligere sundhedstilstand. Resultaterne fra denne serie proveniensforsøg er grundlaget for den udbredte anvendelse af calabrisk ædelgran. (Foto: J. B. Larsen, 1997).*



### *Økofysiologiske undersøgelser*

Forsøgsvæsenet startede i 1983 en forsøgsserie med provenienser fra den østlige og sydøstlige del af ædelgranens udbredelsesområde. Dette materiale indeholder blandt andet 12 prøver fra Calabrien.

Disse forsøg skulle fremover give et mere detaljeret billede af proveniensvariationen i disse for dansk ædelgran- dyrkning meget interessante områder. Dette materiale er blevet undersøgt for en lang række økofysiologiske egenskaber, hvoraf de vigtigste resultater skal omtales her.

I en undersøgelse af fænotypiske egenskaber deler de 38 undersøgte provenienser sig i to grupper (Larsen 1986b). Således er de calabriske ædelgraner generelt hurtigtvoksende, dog med en højdegradient, således at provenienser fra de lavest beliggende områder udviser højest vækstkraft. Provenienserne fra de højest beliggende områder er til gengæld mest frostresistente.

De vest- og mellemeuropæiske provenienser er langsomtvoksende, har god frostresistens, men udviser meget lille uddifferentiering. Den sydøstlige del af udbredelsesområdet indeholder provenienser med varierende væksthastighed. De er de mest frostresistente af alle målte provenienser, dog med en højdegradient som for den calabriske ædelgran.

Larsen og Metic (1991) har målt en række parametre, blandt andet fotosyntese, nåletab og vækst for forskellige ædelgranprovenienser ved alder 6 år. Generelt opfører den calabriske ædelgran sig anderledes og mere variabelt end de andre provenienser, mens der stort set ikke fandtes forskelle mellem central- og sydøsteuropæiske provenienser.

Undersøgelserne viste desuden, at der ikke var store proveniensforskelle i fotosyntesehastigheden på 1-års nåle, men at der var en udtalt forskel for 2-års nålene. Den calabriske ædelgran opretholder stort set niveauet fra 1-års nålene, hvor de central- og sydøsteuropæiske provenienser mere end halverer deres fotosyntesekapacitet.

Den forskellige ældeshastighed af nålene giver en stor del af forklaringen på forskelle i væksthastigheder. Også det mindre nåletab hos den calabriske ædelgran kan forklares hermed, idet nålene i længere tid kan bidrage til en positiv energibalance i træet.

En undersøgelse af lysmætningskurver for forskellige provenienser (Metic 1988) viser, at især den calabriske ædelgran ligger på et højere niveau end sydøst- og mellemeuropæiske provenienser.

### **5. Proveniensenbefalinger**

Interessen i proveniensvalget må givetvis koncentrere sig om de østlige og sydlige dele af ædelgranens udbredelsesområde. Provenienser fra Central- og Vesteuropa samt danske kårede bevoksninger bør næppe finde anvendelse i den fremtidige frøforsyning.

#### *1. Italien: Calabrien (Gariglione nr. 120, 1600-1750 m).*

Har vist den bedste vækst og sundhed i ældre feltforsøg, men er noget grovkvistet. Det er givetvis vigtigt ikke at anvende materiale fra lavere højdelag end de nævnte på grund af reduceret frostresistens med faldende højde.

#### *2. Rumænien: Maramures (Lapos, Stimbu Baiut, 900-1100 m).*

Har i forsøg vist en god vækst og en god kvalitet (finkvistet), men er mindre sund end den calabriske ædelgran.

### 3. Afkom af danske kårede bevoksninger

Bør kun anvendes undtagelsesvis, og da i klitskovbruget, hvor der stadig haves gode erfaringer med dette materiale.

## 6. Litteratur

- Barner, H., 1958: Frøforsyning og forædling. DST, 43, 1-84.
- Bergmann, F., Gregorius, H.-R., Larsen, J. B. 1990: Levels of genetic variation in European silver fir (*Abies alba*). Are they related to species' decline? *Genetica*, 82, 1-10.
- Henriksen, H. A., 1971: Betragtninger vedrørende hedeskovens foryngelse. DST, 56, 1-29.
- Konnert, M., Bergmann, F., 1995: The geographic distribution of genetic variation of silver fir (*Abies alba*, *Pinaceae*) in relation to its migration history. *Pl. Syst. Evol.*, 196, 19-30.
- Kramer, W., 1979: Zur Herkunftsfrage der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). *Forstarchiv*, 50, 153-160.
- Kramer, W., 1980: Osteuropäische Herkünfte von Weisstannen (*Abies alba* Mill.). *Forstarchiv*, 51, 165-169.
- Larsen, J. B., 1981: Waldbauliche und ertragskundliche Erfahrungen mit verschiedenen Provenienzen der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) in Dänemark. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 100, 275-286.
- Larsen, J. B., 1986a: Das Tannensterben: Eine neue Hypothese zur Klärung des Hintergrundes dieser rätselhaften Komplexkrankheit der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 105, 381-396.
- Larsen, J. B., 1986b: Die geographische Variation der Weisstanne (*Abies alba* Mill.) Wachstumsentwicklung und Frostresistenz. *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 105, 396-406.
- Larsen, J. B., 1990: CO<sub>2</sub>-problemet og drivhuseffekten - konsekvenser for skovene og deres dyrkning. DST, 75, 59-71.
- Larsen, J. B., 1994: Die Weisstanne (*Abies alba* Mill.) und ihrer waldbaulichen Probleme im Lichte neuerer Erkenntnisse. *Contributions Biologia Arborum*, 5, 1-10.
- Larsen, J. B., Mekic, F. 1991: The geographic Variation in European Silver Fir (*Abies alba* Mill.). Gas Exchange and Needle Cast in Relation to Needle Age, Growth Rate, Dry Matter Partitioning and Wood Density by 15 Different Provenances of Age 6. *Silvae Genetica*, 40, 188-198.
- Løfting, E. C. L., 1954: Danmarks ædelgranproblem. 1. del. Proveniensvalg. *Forstl. Forsøgsv. Danm.*, 21, 337-381.
- Løfting, E. C. L., 1977: Danmarks ædelgranproblem. 3. del. Lokalklimaets indflydelse på proveniensvalg og dyrkning. *Forstl. Forsøgsv. Danm.*, 35, 69-134.
- Mekic, F., 1988: Lichtsättigungskurven unterschiedlicher Herkünfte der Weisstanne (*Abies alba* Mill.). I: Paule, L., Korpel, S.: 5. IUFRO-Tannensymposium. Hochschule für Forstwirtschaft und Holztechnologie, Zvolen.

# GRANDIS

## - proveniensvariation og frøkildevalg

af J. Bo Larsen, S. F. Madsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Grandis (*Abies grandis* Dougl. Lindley) er hjemmehørende i det nordvestlige Amerika. Det naturlige udbredelsesområde fordeler sig på staterne Washington, Oregon, det nordlige Californien, Idaho og Montana samt den sydvestlige del af British Columbia. Udbredelsesområdet er delt i en vestlig og en østlig del, adskilt af et nedbørsfattigt område i regnskyggen af Kaskadebjergene.

*Den vestlige forekomst* af grandis strækker sig fra østsiden af Vancouver Island og den overfor liggende kyststrøbe på fastlandet af British Columbia ned gennem den vestlige halvdel af staterne Washington og Oregon. I Sydoregon og i Californien forekommer grandis dog kun i en smal strøbe langs kysten.

I området omkring Vancouver Island og Puget Sound findes træarten fra havoverfladen og op til ca. 800 meter. I Kaskadebjergene går den op til 1000 meter i den nordlige del (Washington) og op til ca. 1600 m i den sydlige del (Oregon). Østgrænsen af det vestlige delområde er som nævnt en tørkegrænse, der ligger fra 20 til 50 km øst for Kaskadekammen.

*Den østlige forekomst* af grandis strækker sig i et samlet område fra den

sydøstlige del af British Columbia gennem det nordøstlige hjørne af Washington og ned gennem staten Idaho med insulære forekomster i det østlige Oregon (Ochoco Mountains) og i Montana (Rocky Mountains). I dette område findes *Abies grandis* fra ca. 400 meter op til ca. 2200 meter (Hermann 1978).

*Abies grandis* optræder hovedsageligt i blanding med andre træarter (Müller 1938). I det vestlige delområde findes den især som enkelttræindblanding eller i små grupper sammen med *Pseudotsuga menziesii*, *Thuja plicata* og *Tsuga heterophylla*. I den østlige del af udbredelsesområdet findes den især i blanding med *Pinus ponderosa*, *Pinus monticola* og *Picea engelmannii*. I området omkring Clearwater i det såkaldte "Inland Empire" i Idaho forekommer grandis dog i større samlede bevoksninger (Hermann 1978).

*Abies grandis* lader sig let krydse med *Abies concolor*, og en sådan hybridisering sker da også spontant i det centrale Idaho samt i det centrale og sydlige Oregon (Zobel 1973).

Den tyske forstmand K. Müller var den første, der i 1930'erne systematisk studerede og beskrev *Abies grandis* i dens hjemland. Ud fra disse studier mente



*Grandis*, det naturlige udbredelsesområde.

han at kunne opdele træarten i 5 geografiske racer (Müller 1938).

Nyere undersøgelser synes dog ikke at kunne bekræfte dette. Således kunne Lacaze og Tomassone (1967) fra proveniensforsøg i Frankrig kun skelne mellem en relativt hurtigtvoksende kysttype og en mere langsomtvoksende type fra det østlige delområde. Undersøgelser af frostresistens hos forskellige provenien-

ser (Larsen 1978a, Larsen og Ruetz 1980) tyder på en glidende (klinal) overgang fra den ene type til den anden op igennem Kaskadebjergene.

Konnert og Ruetz (1995) har studeret *grandis*' genetiske strukturer ved hjælp af isoenzym-analyser. Resultaterne viser, at provenienser fra den nordvestlige del af udbredelsesområdet (Washington og Vancouver Island) adskiller

sig fra de sydlige populationer (Oregon) ved at have en højere genetisk diversitet og en større grad af heterozygoti.

Dette fænomen skyldes muligvis, at de nordvestlige grandispopulationer stammer fra indvandring både fra syd (Oregon, California) og fra øst (Idaho) efter sidste istid. Er dette tilfældet, bør de antages at have en større almen tilpasningsevne, hvilket vil være interessant i relation til proveniensvalget.

## 2. Dyrkning af grandis i Danmark

Grandis blev i midten af forrige århundrede introduceret i Danmark som parktræ (Tillisch 1952), men først fra 1880'erne begyndte man at anvende træarten i skovbruget. Disse første plantninger viste allerede i trediveerne grandis' meget store vækstpotentiale. Det viste sig dog også, at importeret frø fra forskellige årgange gav forskelligt resultat med hensyn til planternes vækstenergi (Holm 1935).

Ifølge Tillisch (1952) er der i den første tredjedel af dette århundrede blevet indført frø både fra området vest og øst for Kaskadebjergene. I 30'erne er der et par gange også importeret frø fra østsiden af Vancouver Island i British Columbia (Gøhrn 1962).

De hidtidige erfaringer med *Abies grandis* har vist, at denne træart under gode dyrkningsbetingelser kan præstere den højeste volumenproduktion af alle de nåletræer der anvendes i dansk skovbrug (Madsen 1975, Brüel 1969), samt at den er nogenlunde uimodtagelig overfor de fleste biotiske skadefaktorer. På lokaliteter med hyppig sen forårsfrost skades træarten dog.

Den relativt større interesse som grandis erfarede i 60'erne og 70'erne er dog i de

seneste årtier dalet noget, især på grund af frygten for en for dårlig vedkvalitet hos denne hurtigtvoksende art.

Vedkvaliteten, der hos nåletræer er snævert korreleret med årringsbredden, kan dog styres noget ved at dyrke arten på ikke alt for frodige lokaliteter samt ved at føre en mere henholdende hugst evt. i kombination med en hugst fra toppen. Grandis har derfor et potentiale i skovbruget især på de mere tørre og næringsfattige, men ikke alt for klimatiske barske lokaliteter.

Grandis' naturlige rolle som indblandingsstræart er kun i meget begrænset omfang blevet udnyttet herhjemme. Grandis' relativt store tolerance overfor klimasvingninger burde således kunne udnyttes til stabilisering i form af risikospredning af mere "klimafølsomme" arter som fx rødgran (Larsen 1990 og 1995). Da grandis yderligere har et udmærket selvfor yngelsespotentiale under vore dyrkningsforhold, burde den kunne udfylde en plads parallelt med ædelgranen i det naturnære skovbrug.

## 3. Frøforsyning

Ifølge Herkomstkontrollen er der kun høstet 2 kg i de kårede bevoksninger i perioden 1960-1983. Frøbehovet er således udelukkende blevet opfyldt via import.

Den samlede import efter Statsskovenes Planteavlstations statistik har for årene 1948-1978 udgjort 7542 kg, fordelt på 3340 kg fra British Columbia (Vancouver Island) og 4202 kg fra Washington (Sequim, Elwha, Louella, Poulsbo, Darrington, Randle, Ashford). Da træarten før 1981 ikke har været underlagt importkontrol, er det ikke muligt at vurdere de samlede importmængder.

I perioden 1980-1995 har der ifølge Herkomstkontrollen, senere Plantedirektoratet, heller ikke været tilgang af kåret dansk materiale. Tal fra Planteavlstationen viser dog, at der fra 1992-1995 er høstet 67 kg i danske bevoksninger fra Klosterheden og Langesø.

Importen var i samme periode på 2605 kg (174 kg/år). Størstedelen kom fra British Columbia (Vancouver Island) og Washington (Den Olympiske halvø og Kaskadernes vestside). I første del af perioden er der desuden blevet importeret en del materiale fra Kaskadernes østside, samt fra lokaliteter i indlandet og sydlige del af udbredelsesområdet (Oregon). Bruttotilgangen faldt til 51 kg/år i sidste del af denne 15-års periode.

Der findes 3 kårede grandisbevoksninger på i alt 2,7 ha.

#### 4. Proveniensforsøg og forædling

##### *De første danske forsøg*

De første egentlige proveniensforsøg med grandis i Danmark blev anlagt 1952 med 12 prøver fra Washington og Vancouver Island samt med afkom af en dansk grandisbevoksning. Resultaterne af denne forsøgsserie indtil 25 år fra frø gives af Gøhrn og Kjersgård (1978) og ved 35 år af Madsen og Jørgensen (1986).

Forsøget blev anlagt på 11 forskellige lokaliteter fordelt på et bredt udsnit af lokalitetstyper. I analysen er lokaliteterne opdelt i to grupper, hvor den første består af 2 hedelokaliteter og den anden af 5 (bedre) lokaliteter (Lolland, jyske randmoræne, Djursland og vestjysk klit). Resten af forsøgene er ved 35-års alderen helt eller delvist ødelagte af frost, storm og lignende.

Der er signifikante proveniensforskelle

for højder og vedmasser. Elwha (nordlige del af Olympic halvøen) og Elbe (Kaskadernes vestside, vest for Mount Rainier National Park) har klaret sig godt på begge lokalitetstyper med henholdsvis +9%/+9% (hede) og +39%/+44% (bedre lokaliteter) mertilvækst i forhold til forsøgsgennemsnittet. Generelt dårligst er 4 provenienser fra det østlige Washington.

##### *Nyere forsøg*

Forsøgsvæsenet anlagde i 1979 og 1980 to nye serier proveniensforsøg med grandis. Materialet hidrører fra en indsamling af den Internationale Union af Forstlige Forsøgsanstalter (IUFRO) og omfatter ca. 30 provenienser fordelt over hele udbredelsesområdet.

På en lokalitet (Grib Skov) med 15 provenienser viser forsøget ved 12 år (Madsen 1996), at 2 danske provenienser og en enkelt fra Kaskadernes vestside og fra den Olympiske halvø, er provenienser fra Kaskadernes højtbeliggende østsider overlegne.

Darrington, seedzone 403, samt Louella-Blyn, Bear Mountain, fra henholdsvis Kaskadernes vestside og den Olympiske halvø har vist sig meget vækstkraftige. De 2 danske (Frijsenborg) samt 4 fra Kaskadernes vestside, Olympiske halvø og Puget klarer sig tilfredsstillende og ligger tættere på middel.

Med disse forsøg forventes der i løbet af en årrække at kunne gives et mere detaljeret billede af proveniensproblematikken i grandis under danske dyrkningsforhold.

##### *Udenlandske forsøg*

I udlandet er man først relativt sent begyndt at interessere sig for proveniensforhold hos *Abies grandis*.

I et mindre proveniensforsøg anlagt i 1965 i Nordtyskland viste provenienser fra Denman Island (en ø mellem Vancouver Island og fastlandet) den bedste overlevelse og vækstudvikling (Kramer 1978).

De foreløbige resultater fra et fransk proveniensforsøg fra 1964 giver et mere detaljeret billede (Hermann og Birot 1978). Her viste provenienser fra kystområder omkring og på Vancouver Island den bedste vækst. Provenienser fra Kaskadebjergene og fra den østlige del af udbredelsesområdet var derimod kendetegnet ved en mere langsom vækst. Afkom af franske grandisbevoksninger lå i disse forsøg vækstmæssigt i top.

Opgørelsen af et proveniensmateriale i England viste i planteskolediet de samme tendenser (Lines 1974).

Nordtyske resultater af proveniensforsøg ved alder 15 år med materiale fra den føromtalt IUFRO-indsamling samt en tysk indsamling foreligger også nu (König 1995). De mere omfattende tyske resultater stemmer fint overens med de indtil videre foreliggende danske.

Herudover viser forsøget, at vækstmæssigt synes flere provenienser fra den østlige side af Vancouver Island at klare sig virkelig godt. I Oregon findes flere hurtigtvoksende typer, men tilsyneladende side om side med nogle af de dårligst voksende provenienser. Under middel er også inlandsprovenienserne fra Idaho og som i de danske forsøg provenienser fra østsiden af Kaskadebjergene.

#### *Resistens mod frost og tørke*

En af de faktorer, der foruden vækstenergi har størst betydning ved valget af provenienser i grandis, er planternes re-

sistens overfor frost. En række undersøgelser til klarlægning af proveniensbetingede forskelle i frostresistens hos grandis er derfor blevet foretaget på materialet indsamlet gennem IUFRO (Larsen 1978a, Larsen og Ruetz 1980). Resultaterne fra disse forsøg viser, at provenienser fra kystområderne i Washington og Oregon er relativt følsomme overfor såvel efterårs- og vinterfrost som forårsfrost sammenlignet med provenienser fra Kaskadebjergene. Provenienser fra det østlige delområde i Idaho viste en meget høj resistens overfor alle frosttyper. Kystprovenienserne lave resistens overfor sen forårsfrost skyldes, at disse springer relativt tidligt ud (Hermann og Birot 1978, v. Schwerin 1978). Undersøgelser af tørkeresistensen hos grandis viser, at inlandsprovenienserne har en højere resistens end kystprovenienserne (Larsen 1978b, Larsen et al. 1981).

## **5. Frøkildeanbefalinger**

Som det fremgår af det forudgående kapitel, er vor viden om den genetiske variation hos grandis endnu ufuldstændig.

Den vestlige del af udbredelsesområdet er bedst undersøgt, og her aftegner sig nogle klare tendenser. Således viser provenienser fra Vancouver Island og de tilgrænsende kyststrækninger i British Columbia og Washington ofte en meget god vækst, men samtidig en relativt ringe frost- og tørkeresistens. Isoenzymstudier bekræfter en relativt høj genetisk diversitet hos grandis i dette område, hvilket understøtter den fortsat store interesse for dette område for fremtidige frøimporter.

Med voksende afstand til kysten og med

stigende højde over havet ind igennem Kaskadebjergene synes vækstenergien at aftage noget, mens resistensen overfor frost og tørke tiltager.

Provenienser fra den østlige, kontinentale del af udbredelsesområdet viser gennemsnitligt en langsommere vækst end kystprovenienserne. Med hensyn til frost- og tørkeresistens synes de derimod kysttyperne væsentligt overlegne. Kun få provenienser fra dette område er dog hidtil blevet afprøvet. Provenienser fra Oregon har generelt vist en dårlig vækst.

Det er svært at indplacere dyrkningsværdier af danske frøkilder, da der endnu ikke er gennemført en egentlig afprøvning af danske grandisbevoksninger. Praksis har dog generelt gode erfaringer med dansk grandis. Lige som for andre nordvestamerikanske træarter må det formodes, at grandis har gennemgået en vis landracedannelse, det vil sige tilpasning, efter en eller flere generationers dyrkning i landet.

#### 1. Danske kårede bevoksninger.

På grund af usikre og variable importter af grandisfrø fra begyndelsen af dette århundrede er dansk grandis formodentlig noget variabel med hensyn til vækstkraft. Dyrkningssikkerheden og kvaliteten ligger formodentlig på højde med eller bedre end de bedste importerede provenienser.

#### 2. Nordøstsiden af den Olympiske Halvø og området omkring Puget Sound (Washington).

Seed-zone 221 og 222, 0-400 m (Sequim, Louella, Elwha, Everett) og seed-zone 212, 231, 232 (Poulsbo, Tulalip).

#### 3. Østsiden af Vancouver Island (British Columbia), 0-150 m.o.h.

Mellem Nanaimo over Parksville (Qualicum Beach, Fanny Bay, Courtenay, Oyster River) til Campbell River. Desuden øerne Denman Island og Hornby Island.

#### 4. Vestsiden af Kaskadebjergene i den nordlige del af staten Washington.

Seed-zone 403 og 411, 412, 421, 422, 430 op til ca. 400 m. Vækstmæssigt ligger provenienser fra disse områder ofte lidt lavere end provenienser repræsenterende de to førstnævnte områder, men fremragende vækst, som let står mål med ovenstående gruppe er bl.a. fundet for provenienser fra Darrington og Elbe. Deres resistens overfor især sen forårsfrost er dog større. Derfor bør de især anvendes på senfrostudsatte lokaliteter.

## 6. Litteratur

- Brüel, T., 1969: Nogle træarters ydeevne på Frijsenborg. DST, 54, 141-166.
- Gøhrn, V., 1962: Fortegnelse over nogle egnede importområder for skovfrø til anvendelse i dansk skovbrug. DST, 47, 401-427.
- Gøhrn, V., Kjersgård, O., 1978: *Abies grandis* provenienser i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 36, 267-287.
- Hermann, R. K., 1978: *Abies grandis* in ihrem Heimatland. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 54, 7-24.
- Hermann, R. K., Birot, Y., 1978: Vorläufige Ergebnisse des ersten französischen Provenienzversuches mit *Abies grandis*. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 54, 67-82.



- Holm, F., 1935: *Abies grandis* i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 13, 379-408.
- Konnert, M., Ruetz, W. F., 1995: Genetic variation among provenances of *Abies grandis* from the Pacific Northwest. Proc. IUFRO-meeting, Evolution of breeding strategies for conifers from the Pacific Northwest, Limoges/France, July 1995.
- Kramer, W., 1978: Erfahrungen über den Anbau von *Abies grandis* in Forstamt Syke. Schriftenreihe der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 54, 53-66.
- König, A., 1995: Geografic variation of *Abies grandis* - provenances grown in north-western Germany. *Silvae Genetica*, 44, 5-6, 248-255.
- Lacaze, J. F., Tomassone, R., 1967: Contribution a l'étude de la variabilité intraspecificque d'*Abies grandis* Lindl. *Ann. Sci. forest.*, 24, 277-322.
- Larsen, J. B., 1978a: Die Klimaresistenz der *Abies grandis* (Dougl.) Lindl. I: Die Frostresistenz von 23 Herkünften aus dem IUFRO-Provenienzversuch von 1974. *Silvae Genetica*, 27, 156-161.
- Larsen, J. B., 1978b: Ergebnisse von Frost- und Trockenresistenz-Untersuchungen an *Abies grandis*. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 54, 25-30.
- Larsen, J. B., 1990: CO<sub>2</sub>-problemet og drivhuseffekten - konsekvenser for skovene og deres dyrkning. *DST*, 75, 59-71.
- Larsen, J. B., 1995: Silviculture and the stability of stressed forests. IUFRO XX World Congress, Congress Report, Vol. II, 343-351.
- Larsen, J. B., Ruetz, W.F., 1980: Frostresistenz verschiedener Herkünfte der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii*) und der Küstentanne (*Abies grandis*) entlang eines Transektivs vom pazifischen Ozean zu den Ochoco Mountains in Mittel Oregon. *Forstwiss. Centralblatt*, 99, 222-233.
- Larsen, J. B., Magnussen, S., Rossa, M.-L., 1981: Untersuchungen über die Trockenresistenz und den Wasserhaushalt verschiedener Herkünfte von *Abies grandis* (Dougl.) Lindley. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 71, 122-155.
- Lines, R., 1974: A preliminary provenance trial with Grand Fir (*Abies grandis* Lindl.). *Scottish Forestry*, 28, 85-98.
- Madsen, S. F., 1975: Et forsøg med nåletræer på Giesegaard skovdistrikt. *Forstl. Forsøgsv. Danm.*, 34, 161-262.
- Madsen, S. F., 1996: Proveniensekskursion, IUFRO-grandisprovenienseforsøg (1256). Anlagt i 1979 i Gribskov. Forskningscentret for Skov & Landskab, upubl.
- Madsen, S. F., Jørgensen, B. B., 1986: Revision af forsøgsserien fra 1952 med *Abies grandis* provenienser i Danmark. *Forstl. Forsøgsv. Danm.*, 40, 249-269.
- Müller, K. M., 1938: *Abies grandis* und ihre Klimarassen. J. Neumann, Neudamm, 118 s.
- Schwerin, I. v., 1978: Wachstum und Austreiben von 20 *Abies grandis*-Herkünften. Schriften aus der Forstlichen Fakultät der Universität Göttingen, 54, 31-36.
- Tillisch, E., 1952: Om *Abies grandis* og dens muligheder i dansk skovbrug. *DST*, 37, 139-205.
- Zobel, D. B., 1973: Local variation in intergrading *Abies grandis/Abies concolor* populations in the central Oregon Kaskades: Needle morphology and periderm color. *Bot. Gaz.*, 134, 209-220.

# NOBILIS

## - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

af J. Bo Larsen, Inge Stupak Møller og Ulrik Bräuner Nielsen

### 1. Udbredelse og raceforhold

Nobilis (*Abies procera* Rehd.) forekommer i Kaskadebjergene og i kystbjergene i staterne Washington og Oregon.

Dens nordligste forpost befinder sig ved Stevens Pass i Washington (47°45' N) i højder fra 900-1200 m.o.h. I den sydlige del af udbredelsesområdet på grænsen mellem Oregon og Californien når den op til ca. 2000 m.o.h. og hybridiserer der (omkring den 44. breddegrad) med *Abies magnifica* var. *shastensis* (Løfting 1966). I kystbjergene findes træarten kun på de højeste bjergtoppe (over 1000 m.o.h.).

Sin bedste vækstudvikling opnår *Abies procera* i Kaskadebjergene syd for Mt. St. Helens på grænsen mellem Washington og Oregon med højder på op til 80 m og aldre over 600 år.

Den vokser ofte i blanding med træarter som *Pseudotsuga menziesii*, *Tsuga heterophylla* og *Abies amabilis*, men også næsten rene bevoksninger findes på visse lokaliteter, fx Marys Peak i Oregon. Ved *A. procera*'s grænse opad afløses denne af *Abies lasiocarpa* og *Tsuga mertensiana*.

Klimaet, hvor nobilis vokser, er kendetegnet ved en relativ kort og tør vækstperiode og snørige vintre (3-5 m sne er ikke usædvanligt, Ruetz 1981).

### 2. Dyrkning af nobilis i Danmark

*Abies procera* blev fundet af David Douglas i 1825 i Kaskadebjergene ved Columbia floden, og allerede i 1830 blev de første frøprøver sendt til England.

De første plantninger i Danmark skete i 1880'erne. Fra omkring 1950 er det årligt plantede areal steget ganske betydeligt, hvilket skyldes træartens anvendelse til juletræ- og pyntegrøntdyrkning. Om oprindelsen af de første importere vides intet sikkert. Mellem 1900 og 1910 er der regelmæssigt tilbudt frø fra Oregon, og i 1910-1920 fra Skotland. Danskavlet frø tilbydes først fra 1926 (Barner et al. 1980). I de sidste 50 år er frøbehovet hovedsageligt blevet dækket fra danske frøkilder.

Dyrkning af nobilis i Danmark har foreløbigt ikke været præget af de store problemer. Træarten synes i lighed med grandis at have få naturlige fjender.

Hovedproblemerne ligger i kulturstarten, hvor der ofte forekommer stor dødelighed, måske på grund af udtørring. Frost kan også forårsage skader, som dels kan opstå efter streng vinterfrost dels ved sen forårsfrost.

I de senere år er der blevet konstateret til dels udbredte skader på nobilis i form af



*Nobilis, det naturlige udbredelsesområde.*

nålemisfarvninger på årsskuddene (Nielsen og Christensen 1995). Skaderne, hvis årsag er uafklaret men antages at være klimabetingede, fører til nedsatte udbytter i pyntegrøntproduktionen.

Fremover vil nobilis især blive anvendt til pyntegrøntproduktion. Skønt den har en relativ høj tilvækst - især på mere magre, sandede lokaliteter - vil den dyre og ofte vanskelige kulturretablering nok begrænse dens anvendelse som vedproducent.

Skulle pyntegrøntmarkedet ændre sig radikalt, er det dog godt at have et andet

ben at stå på. Den store frøsetning burde indebære muligheder for anvendelse af træarten i naturnære dyrkningssystemer; der foreligger dog kun begrænsede erfaringer med selvforyngelser af nobilis i Danmark.

### 3. Frøforsyning

Da nobilis starter blomstringen tidligt i udviklingen og ofte har en rigelig frøsetning, har en stor del af frøbehovet kunnet dækkes via høst i danske bevoksninger. Kun når den indenlandske

frøproduktion har svigtet, er der importeret direkte fra Nordvestamerika.

#### *Frøforsyning 1960-80*

Høsten i de kårede bevoksninger har i perioden 1960-80 været 7829 kg frø (391 kg/år) fordelt på 13 bevoksninger. Heraf har F.240b Frijsenborg leveret 2532 kg, og afkom af F.240a Frijsenborg (F.402 Overgård og F.404 Linå Vesterskov) i alt 2850 kg.

I samme periode er der blevet importeret 904 kg frø (45 kg/år) fra Oregon (Larch Mt., Marys Peak, Palmer) og

Washington (Randle, Stampede Pass, Stevens Pass). Da træarten først fra 1981 er underlagt importkontrol, er der i den omtalte periode givetvis blevet indført frø, som ikke indgår i statistikken. Statsskovens Planteavlsstation har således i perioden 1948-79 ifølge egen statistik indsamlet 10028 kg frø i danske nobilisbevoksninger (både kårede og ikke-kårede)

#### *Frøforsyning 1980-95*

I perioden 1980-1995 var bruttotilgangen af dansk materiale 48525 kg (3235

*Nobilis-bevoksning med spontan foryngelse, Mary's Peak, Oregon. Denne amerikanske frøkilde har gennem tiderne været brugt en del i Danmark. Meget tyder imidlertid på, at der allerede på forskellig vis er sket en selektion i Danmark, der gør dansk avlet nobilis overlegen til juletræ- og pyntegrøntproduktion frem for direkte importerede provenienser. (Foto: J. B. Larsen, 1996).*



kg/år), mens importen kun var på 1020 kg (68 kg/år). Eksport og geneksport var ganske betydelig med i alt 11845 kg (790 kg/år).

Over en tredjedel af det danske materiale er afkom af F.240a Frijsenborg: F.480 Frijsenborg, F.402 Overgård, F.404 Linå Vesterskov, F.432 Grønske og F.454 Frijsenborg. Disse bevoxsninger er på grundlag af resultaterne fra Planteavlstationens afkomsforsøg i nobilis (Barner et al. 1980) blevet kåret som afprøvede, hvor specielt F.240a Frijsenborg og Frijsenborg, Hagsholm afd. 16, udviste særligt gode egenskaber med hensyn til pyntegrøntproduktion.

Afkom af ikke-kårede bevoxsninger udgjorde omkring en femtedel. En del af disse bevoxsninger er dog kåret senere i perioden.

Andre væsentlige bidragydere var F.401 Frijsenborg, frøplantagen FP.623 C. E. Flensborg samt afkom af Hagsholm, afd. 16 Frijsenborg: F.621 Løvenholm, F.538 Frijsenborg, F.486 Rathlousdal, F.562 Frijsenborg samt F.681 Mølleskoven og F.443 Klosterheden.

Der er sket en voldsom tilgang af nobilismateriale, hvilket delvist skyldes en stor høst i året 1989/1990. Det bedste frøår i perioden var dog 1993/1994. Det danske materiale får en tiltagende betydning, og i perioden 1990-1995 var importen af nobilisfrø og planter lig nul. Også mængden af ikke-kåret materiale er efterhånden blevet helt betydningsløs.

I alt findes 53 kårede nobilisbevoxsninger og 1 frøplantage. Af de kårede bevoxsninger er 30 kåret som afprøvet. De er stort set alle afkom af F.240a Frijsenborg og Hagsholm, afd. 16, Frijsenborg og kåret på grundlag af resultaterne fra Barner et al. (1980). Det samlede

areal af de kårede bevoxsninger udgør 102,9 ha, og frøplantagen er på 2,4 ha.

#### 4. Proveniensforsøg og forædling

##### *Dansk nobilis*

Det af Barner et al. (1980) offentliggjorte materiale giver en værdifuld oversigt over variationen i dansk nobilis.

Resultaterne viser, at afkom af de 24 nobilisbevoxsninger varierer med hensyn til frostskafer, antal grene i kransen, nålefarve, nåleform, juletræsfrekvens, grøntkvalitet og klippeudbytte. Der er tale om meget store forskelle, idet de tre bedste afkom (Frijsenborg, Hagsholm afd. 16, Sorø afd. 98c samt den kårede bevoxsning F.240a Frijsenborg) ligger 74% over forsøgsgennemsnittet med hensyn til klippeudbytte.

Disse bevoxsninger eksisterer ikke mere, men da der er blevet høstet store mængder frø på F.240a, har det været muligt at opspore en række bevoxsninger, der er afkom af denne bevoxsning (F.402 Overgård, F.404 Linå Vesterskov, F.432 Det Grønske samt F.449 - F.456 og F.459 - F.460 Frijsenborg). Disse bevoxsninger må antages at have samme høje dyrkningsværdi som moderbevoxsningen og er i dag sammen med yderligere en række afkom af F.240a Frijsenborg (F.480 Frijsenborg, F.534 Bregentved, F.536 Frijsenborg, F.539-F.543 Frijsenborg) kåret som afprøvet.

Også afkom af afd. 16, Frijsenborg er at finde i kåringslisten: F.486 Rathlousdal, F.537-F.538 Frijsenborg, F.560-F.563 Frijsenborg og F.620-F.621 Løvenholm; de 6 sidstnævnte er kåret som afprøvet. Hos Jensen og Roulund (1990) er senere klippeudbytter inddraget i vurderingen af dette forsøg. De nye data ændrer

stort set ikke den tidligere rangorden. Samtidig er forskellen mellem top og bund med hensyn til udbyttet blevet indsnævret, formodentlig fordi parcel-lerne er kommet over frosthøjde.

#### *Indsamling af amerikanske provenienser i 1978*

Ældre erfaringer med nordvestamerikanske provenienser er meget få. De første egentlige proveniensforsøg med nobilis blev anlagt af Planteavlstationen i 1972, og de er endnu ikke blevet endeligt vurderet (Barner et al. 1980).

Det er først blevet muligt at lave en tilbunds-gående undersøgelse af nobilis' geografiske variation i dens hjemland via en international indsamling, koordineret af Statsskovenes Planteavlstation, af 21 nordvestamerikanske provenienser i 1978. Der blev anlagt en komplet forsøgsserie af Forsøgsvæsenet i foråret 1983, suppleret med afkom af 4 danske nobilisbevoksninger (F.402 Overgård, F.401 Frijsenborg, F.240b Frijsenborg, samt en ikke-kåret: Ulborg, Stråsf afd. 128).

Der foreligger endnu ikke resultater fra dette forsøg, men sideløbende hermed gennemførtes der en række klimakammerundersøgelser ved skovbrugsfakultetet i Göttingen (Larsen 1985) for så hurtigt som muligt at indhøste oplysninger om værdien af dette materiale. Disse resultater gennemgås i det følgende.

Produktion generelt. De foreløbige resultater ved 4-års alderen viser, at der er signifikante forskelle for næsten samtlige målte egenskaber: højdevækst, tørstofproduktion, nåletæthed (nåletørstofmassen pr. løbende cm), top/rod-forhold, skudform (skudbredde/skudhøjde), nålestilling, nålefarve, knoppenes frostresistens, nålenes frostresistens samt vandindhold (Larsen 1985).

Der blev fundet svag eller ingen signifikans for egenskaberne grenudvikling (grene af 1. orden pr. cm højde og forgrening målt som sidegrene af 2. orden pr. sidegren af 1. orden) og kutikulær transpirationsmodstand. Udspringstidspunkter er målt, men disse data egnede sig ikke til statistisk behandling.

*De danske provenienser* karakteriseres i forhold til de amerikanske til at indeholde lige så stor variation i vækst. De har forholdsvis få grene, men meget høj nåletæthed. Top/rod-forholdet ligger lavt, og det danske materiale har generelt - i modsætning til det amerikanske materiales flade nålestilling - høj skudhøjde i forhold til skudbredde. Nålestillingen er meget opret, og farven hører til i den blå ende af spektret.

I det samlede materiale udviser udspringstidspunktet lille variation. For topknoppen varierer det maksimalt 6 dage og for sideknopperne 4 dage, og det danske materiale udviser lige så stor variation som det amerikanske. Nåleresistensen mod vinterfrost er for hele materialet større end knopresistensen, dog specielt for de danske provenienser.

*De amerikanske provenienser* deler sig mere eller mindre i 4 grupper: 1. Kystbjergene i Oregon, 2. Kaskadebjergene i Midtoregon, 3. Kaskadebjergene på begge sider af Columbiaflodens gennemskæring af bjergkæden, og 4. Kaskadebjergene i det centrale Washington. Kystbjergene udviser meget stor lokal variation med hensyn til vækst, fra den bedste til den dårligste ende. Forgreningsgraden er ligesom nåletætheden forholdsvis høj. Top/rod-forholdet er højt, og farven er middel, det vil sige oftest grøn.

Provenienser fra Kaskadebjergene omkring Columbiafloden er vækstmæssigt

mere ensartede og ligger i gennemsnit 6-7 % over middel. Forgreningsgraden er meget variabel, og nåletætheden er høj. Top/rod-forholdet er højt, og farven er generelt den mest blå i hele materialet. Vækstkraften for provenienser fra Kaskadebjergene i det centrale Washington er stor, omend noget variabel. Forgreningsgraden er relativt lav, og nåletætheden er væsentlig lavere end for de to ovennævnte områder. Det samme gælder top/rod-forholdet, og farven er mindre blå.

Kaskadebjergene i Midtoregon udviser en ensartet vækstudvikling omkring gennemsnittet. Forgreningsgraden er variabel og nåletætheden lav. Top/rod-forholdet er forholdvis lavt, og farven er dårligere end for provenienserne i Kaskadebjergene omkring Columbiafloden. Bortset fra variationen i nålefarve mellem de forskellige områder ses der generelt i Kaskadebjergene en tendens til, at de østlige provenienser er mere blå end de vestlige.

For andre egenskaber er der ikke markante forskelle inden for det amerikanske materiale. Det gælder antal grene pr. cm højde samt skudform og nålestilling. Provenienser fra Kaskadebjergene i Washington har dog gennemsnitlig et større antal grene pr. løbende cm højde end Oregonprovenienserne.

Med hensyn til udspringstidspunkt - og dermed forårfrostresistens - og vinterfrostresistens for nåle og knopper er der forskel på de amerikanske provenienser. De viser dog ikke nogen systematisk variation.

*Egnethed til pyntegrønt.* Det samlede materiale i undersøgelsen er søgt vurderet efter egnethed til pyntegrønt. Går vurderingen udelukkende på kvalitet, er de 4 danske provenienser overlegne.

Inddrages produktionsaspektet (vækstkraften) forbedrer provenienserne fra Kaskadebjergene omkring Columbiafloden deres relative stilling.

Inddrages yderligere parametre som vinterfrostresistens og udspringstidspunkt af sideknopperne forskydes rangfølgen atter. Dog ligger afkom af to danske provenienser (1 kåret: F.402 - afkom af F.240a - og 1 ikke-kåret: Ulborg, Stråse afd. 128) stadig i top, selvom produktion og risiko for frostskader tages i betragtning. Også den amerikanske Elk Mt. og til dels Mt. Defiance og Honour Camp (alle beliggende i Kaskadebjergene omkring Columbiafloden i Sydwesten og Nordoregon) ligger i den bedre ende.

*Konklusion.* Ovenstående resultater må tages med forbehold, da materialet, der ligger til baggrund, er meget ungt. Sammenligning af afkom af de to danske provenienser F.402 (afkom af F.240a) og F.240b med afkom af provenienserne F.240a og F.240b i et ældre forsøg (Barner et al. 1980) viser dog forbavsende god overensstemmelse. Højdevækst, nålefarve, klippekvalitet samt vinter- og forårfrostresistens ligger begge steder højere for F.240a end for F.240b, og begge steder er forskellen af nogenlunde samme størrelsesorden.

Undersøgelserne viser således tydeligt, at den bedste del af dansk nobilis er selv de mest velegnede amerikanske provenienser langt overlegne med hensyn til pyntegrøntproduktion.

Der er således sket en tydelig landrace-dannelse efter 1. eller 2. generations dyrkning i Danmark. Dette gælder især med hensyn til grøntkvalitet (nålefarve, -tæthed og -stilling), nålenes frostresistens og rod/top-forhold (stor rod i forhold til toppen).

### *Pyntegrøntsektionens indsamling*

I 1984 indsamlede Pyntegrøntsektionen frø fra en lang række danske plustræer. Formålet var blandt andet at sammenligne disse danske plustræer med 4 danske nobilisprovenienser, 5 amerikanske (Washington samt Marys Peak i Oregon som standard) og en *Abies fraseri* proveniens, som i øvrigt ikke synes videre interessant.

En foreløbig opgørelse af proveniensdelen (Christensen og Nielsen 1995a, 1995b og 1995c) viser, at væksten og udbyttet af juletræer efter 6 vækstsæsoner er lidt bedre for de amerikanske provenienser end for de danske. De amerikanske provenienser indeholder dog betydeligt færre blåfarvede individer end de danske, udviser større tendens til sankthansskudsdannelse og nåletab.

At udbyttet af juletræer efter 6 vækstsæsoner er højere for de amerikanske provenienser skal sandsynligvis forklares med den hurtigere vækst. De kommer hurtigere til at ligne juletræer.

### *Forædling*

Et første udkast til en forædlingsstrategi er formuleret af Nielsen (1994), og strategien er p.t. under revision (Nielsen 1997).

Nobilis har historisk set været genstand for større forædlingsmæssig interesse end nordmannsgran, og der er idag udvalgt 180 plustræer fordelt på to puljer. Den første pulje består af de 100 kloner fra FP.623 C. E. Flensborg frøplantagen. Heraf er 75 af plustræerne under afkomsbedømmelse (4 lokaliteter), og frø udsås af de resterende til etablering af afkomsforsøg i foråret 1997. Den anden pulje består af 80 plustræer udvalgt af Pyntegrøntsektionen i 1983. Heraf er 72 under afkomsbedøm-

melse fordelt på ialt 12 eksisterende forsøgslokaliteter.

*Afkomsforsøg.* Som udgangspunkt for forædlingen er der anlagt flere afkomsforsøg med enkelttræer. Resultater fra det ældste forsøg med enkelttræafkom anlagt i 1969 er publiceret af Jensen og Roulund (1990) samt Roulund og Jensen (1990). Forsøget er anlagt over et bredt bonitetsspektrum og er opgjort med hensyn til overlevelse, højde, frosthølsomhed, antal grene i grenkransen, nålefarve, nåleform, juletræhyppighed, grøntkvalitet og klippeudbytte.

Beregninger af korrelation mellem de enkelte egenskaber viser, at der er en god sammenhæng mellem de enkelte produktionskarakterer, og ligeledes mellem de enkelte kvalitetskarakterer, men at der er en negativ sammenhæng mellem produktion og kvalitet. Dog er der i det afprøvede materiale såkaldte korrelationsbrydere, som ligger over middel for både de væsentligste kvantitative og kvalitative egenskaber.

Sammenlignet med bevoksningsafkom viser enkelttræerne generelt større forskelle med hensyn til både vækst og kvalitet. For alle egenskaber findes der enkelttræafkom, som er bedre end de bedste bevoksningsafkom. Det vil sige den forædlingsmæssige gevinst vil være større ved høst på udvalgte plustræer i stedet for i udvalgte bevoksninger.

Heritabiliteten er generelt lavere for produktionsparametrene end for kvalitetsparametrene. Dette betyder, at gevinsten ved selektion alt andet lige bliver relativt større for de kvalitative parametre.

### *Frøplantagen F.P.623*

I 1969-1970 blev den første danske frøplantage i nobilis anlagt, F.P.623 C.



E. Flensborg, med kloner fra danske forældretræer.

En forsøgsserie med afkom efter fri bestøvning blev anlagt i 1988, og samme år er udspringstidspunkt, nålefarve, vinterfrostresistens og sankthansskudsdannelse opgjort for afkommet samt 4 standarder baseret på planteskolemålinger og frysetest (Nielsen et al. 1989). Formålet var at tilvejebringe et grundlag for genetisk tynding af plantagens kloner, samt at undersøge variabiliteten i de ovennævnte karakterer.

Der fandtes signifikante forskelle for alle karakterer. Konklusionen er dog, at kun vinterfrostresistens og nålefarve udviser en variation, der vil kunne danne basis for en betydelig forædlingsgevinst.

Der er som hos Larsen (1985) kun lille spredning i udspringstidspunkt (alle 79 familiers udspring strakte sig over mindre end en uge). Med hensyn til dannelsen af sankthansskud differentierede størstedelen af materialet sig ret beskedent. Begge karakterer udviste desuden en forholdsvis lav grad af nedarvelighed. Frøplantagen er baseret på udvalg for blå farve og skudform. Foreløbige resultater fra et feltforsøg (opgjort efter 6 sæsoner) viser, at frøplantage-handelsvaren i gennemsnit er mere blå end de fire sammenligningsprovenienser, heraf to af F.240a oprindelse (Nielsen 1997). En første status for juletræegnethed viser, at der er store forskelle i de forskellige afkoms egenskaber. Lokalitetsvalget har en afgørende rolle for udbyttet (Nielsen og Christensen 1994), men etablering af frøplantager med juletræproduktion for øje skønnes at kunne hæve udbyttet med 11-14 procent-point (Nielsen og Christensen 1995).

Blandt familierne er der meget store forskelle i antallet af træer med særlig blå

farve, og der er ganske store gevinster at hente ved udvalg for blå farve og efterfølgende etablering af frøplantager. Sådanne plantager er under anlæg i foråret 1997 (Nielsen 1997). I efteråret 1997 forventes der foretaget en samlet vurdering af de afprøvede plustræers grøntkvalitet.

I løbet af 1997/98 forventes der resultater fra de danske proveniens- og afkomsforsøg for juletræegnethed og grøntkvalitet. Herefter skal der gøres status over de udvalgte plustræer og proveniensers egnethed, og på denne baggrund kan der tages stilling til den videre forædling og udvalgsstrategi.

#### *Nyere frøplantager*

Der er med status foråret 1997 etableret ca. 20 ha nobilis frøplantager, hvoraf FP.623 C. E. Flensborg p.t. er den eneste frøgivende. De nye frøplantager forventes at give de første kommercielle frømængder omkring år 2004-2010.

Da afkomsforsøg allerede er etableret kan frøplantagerne tyndes genetisk inden det første frø høstes. Derved base-res den fremtidige frøproduktion på den bedste fentedel af de afprøvede individer, hvilket giver frø med bedre egenskaber end de oprindelige provenienser.

### **5. Frøkildeanbefalinger**

Proveniensvalget i nobilis er præget af, at vi har en relativ stor viden om en række danske bevoksningers dyrkningsværdi, mens vor viden om værdien af direkte importerede provenienser endnu er noget mangelfuld.

Meget tyder imidlertid på, at der allerede på forskellig vis er sket en selektion i det danske materiale, der gør det overlegent til pyntegrønt- og juletræproduktion



*Nobilis, F.534 Bregentved. Denne kårede (og klippede!) nobilisbevoksning er afkom af F.240a Frijsenborg. Afkomsafprøvning i nobilis er så vidt fremskreden, at det har været muligt at kåre en række bevoksninger som afprøvede. Én af disse bevoksninger er F.240a Frijsenborg, og afkom af denne er tilsvarende blevet kåret som afprøvede og må anses for at høre til blandt de bedste danske frøkilder. (Foto: S. Fodgaard, 1996).*

fremfor direkte importerede provenienser. Givetvis er der dog amerikansk materiale med bedre udgangspunkt for tilpasning og selektion end det materiale, der har dannet grundlag for den pt. indenlandske frøproduktion. Et sådant materiale kunne derfor tænkes indført med henblik på at skabe et bedre (og bredere) grundlag for en mere langsigtet selektion og forædling af nobilis i Danmark.

#### *1. Danske bevoksninger kårede som*

*afprøvede samt frøplantagen FP.623 C. E. Flensborg.*

Da afkomsafprøvningen i nobilis er vidt fremskreden, har det været muligt at kåre en række bevoksninger som afprøvede. Disse bevoksninger (afkom af 240a Frijsenborg og af afd. 16, Frijsenborg) må sammen med FP.623 C. E. Flensborg anses som de pt. bedste frøkilder til juletræ- og pyntegrøntproduktion.

I løbet af kort tid vil der foreligge nye

proveniensopgørelser, hvor en række nye kåringer er med. Disse resultater vil formodentlig føre til at en række kåringer bliver kåret som afprøvet.

2. *Danske kårede bevoksninger og uafprøvede frøplantager.*
3. *Kaskadebjergene i Washington og Oregon omkring Columbiafloden.* Disse provenienser har tilsyneladende en god farve og vækst. De bedste, vurderet på 4-årigt afkom, er Mt. Defiance, Elk Mt. og Honour Camp. Det må dog understreges at disse direkte importerede provenienser med hensyn til pyntegrøntegenskaber ligger langt under de danske frøkilder, som er nævnt under 1. og 2. En import af nobilis bør mere ses i relation til at opbygge et bredere grundlag for fremtidig selektion og forædling.

## 6. Litteratur

Barner, H., Roulund, H., Qvortrup, S. Aa., 1980: *Abies procera* frøforsyning og proveniensvalg. DST, 65, 263-295.

Christensen, C. J., Nielsen, U. B. 1995a: Status efter 6 år i PS-plustræforsøgene -1. Oversigt over forsøgsmaterialet. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.2-5.

Christensen, C. J., Nielsen, U. B. 1995b: Status efter 6 år i PS-plustræforsøgene -2. Lokaltetsvise resultater for proveniensdelen. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.2-6.

Christensen, C. J., Nielsen, U. B. 1995c: Status efter 6 år i PS-plustræforsøgene -3. Provenienserresultater. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.2-7.

Jensen, J. H., Roulund, H., 1990: Nyt fra gam-

le nobilisforsøg. PS-Nåledrys, 11, 16-19.

Larsen, J. B., 1985: Økofysiologiske og morfologiske undersøgelser af forskellige *Abies procera* provenienser med hensyn til deres egnethed til pyntegrøntproduktion. DST, 40, 173-199.

Løfting, E. C. L., 1966: *Abies magnifica* med varieteten *Abies magnifica* var. *shastensis* og dennes overgangsformer til *Abies procera*. DST, 51, 445-461.

Nielsen, C. N., Roulund, H., Larsen, J. B., 1989: Udsprings-, nålefarve- og vinterfrostresistens-undersøgelser i afkom af nobilisfrøplantagen FP. 623. DST, 74, 127-145.

Nielsen, U. B., 1994: Breeding noble fir (*Abies procera* Rehder) and nordmann fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach) for christmas trees and greenery in Denmark. Proceedings - Nordic Group for Tree Breeding. Edinburgh, Scotland. (Ed. S. J. Lee), 118-127.

Nielsen, U. B., 1997: Forædling af nobilis og nordmannsgran - status og muligheder (manuskript).

Nielsen, U. B., Christensen, C. J., 1994: Nobilis juletræer - stor lokalitetsvariation i udbytte. Videnblade Pyntegrønt 3.2-3. Forskningscentret for Skov & Landskab.

Nielsen, U. B., Christensen, C. J., 1995: Forædling af nobilis - kan vi lave juletræer af nobilis? Skov & Landskabskonferencen 1995 : 129-138. Forskningscentret for Skov & Landskab og Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole.

Nielsen, U. B., Christensen, C. J., 1995: Røde nåle på nobilis i sommeren 1994. Videnblade, Pyntegrønt 3, 2-4.

Roulund, H., Jensen, J. H., 1990: Bedømmelse af plustræudvalg i Nobilis (*Abies procera* Rehd.) på grundlag af afkomsforsøg efter fri bestøvning. DST, 75, 187-208.

Ruetz, W. F., 1981: Die pazifische Edeltanne Nobilis, eine Baumart für höhere Lagen? Allg. Forst. Zeitschrift, 22.

# NORDMANNSGRAN

## - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

af J. Bo Larsen, Ulrik Bräuner Nielsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Nordmannsgranen (*Abies nordmanniana* Stev. Spach.) havde under istiden refugium i det vesttranskaukasiske lavland umiddelbart op til Sortehavets østlige bred. Dette område har i dag et subtropisk klima, og træartens nuværende udbredelse er knyttet til bjergene omkring Sortehavets nordøstlige, østlige og sydøstlige del (Store Kaukasus, Lille Kaukasus og Surambjergene i Georgien samt Pontusbjergene i Tyrkiet).

Artens udbredelse ligger overvejende mellem 1000 og 2000 m.o.h.; dog forekommer den sporadisk ned til ca. 600 m.o.h. Sin optimale udvikling med højder på 50-60 m opnår den på Kaukasusbjergmassivets udløbere mod Sortehavet (Løfting 1973).

Den findes hovedsageligt i blanding med blandt andet *Fagus orientalis*, *Pinus sylvestris* og *Picea orientalis*.

De vestligste forekomster af nordmannsgran findes i området mellem Giresun og Sebinkarahisar i Tyrkiet. Herfra er der ca. 300 km vestpå til de østligste forekomster af den nært beslægtede art *Abies bornmülleriana*.

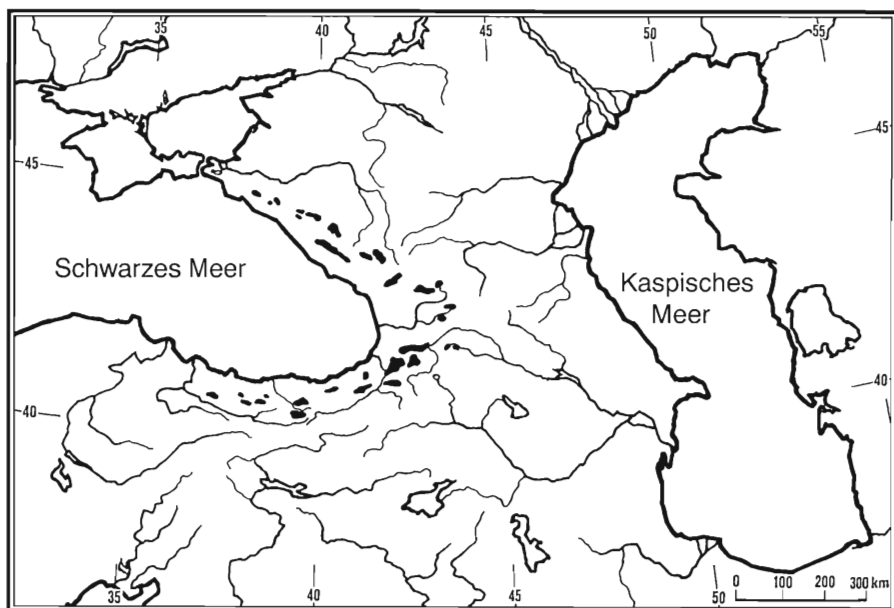
Der har været en del diskussion om nordmannsgran og bornmüllergran er to forskellige arter, eller om de blot kan

betragtes som forskellige racer indenfor den samme art. Konnert et al. (1992) og Simsek (1992) har analyseret de genetiske strukturer i isoenzymer hos forskellige provenienser af *Abies nordmanniana*, *Abies bornmülleriana*, *Abies equi-trojani* og *Abies alba*. Disse undersøgelser understøtter forestillingerne om artsforskelle, idet der næsten ingen genetiske forskelle er mellem 6 nordmannsgran-provenienser, mens der er tydelige forskelle mellem de 4 abies-arter.

### 2. Dyrkning af nordmannsgran i Danmark

Nordmannsgranen blev første gang "opdaget" i 1836 af den finske botaniker Alexander v. Nordmann. Til Danmark kom den i 1848 og anvendtes som parktræ. Egentlige skovkulturer anlagdes derimod først i slutningen af forrige århundrede (på Frijsenborg i 1884).

I dette århundredes første halvdel fandt nordmannsgranen udelukkende anvendelse i skovbruget som vedproducent. Tilplantningerne var meget begrænsede, og den blev især anvendt som erstatning for den almindelige ædelgran, i relation til hvilken den synes at udvise visse



Nordmannsgran, det naturlige udbredelsesområde.

økologiske fortrin (senere udspring, større luseresistens).

Først omkring 1960 begynder træarten at få forstlig interesse, da man er blevet opmærksom på dens værdi som producent af juletræer og pyntegrønt. Det er også som sådan, at den fremover vil have betydning, idet dens vedproduktion ligger væsentligt lavere end en række alternative træarter (ædelgran, douglas, grandis m.v.).

Hovedproblemerne for nordmannsgran- dyrkning i Danmark er frost (både streng vinterfrost og især forårsfrost kan forårsage skader), specielt når arten dyrkes som markkulturer uden skovens klimaudjævnende effekter. Desuden optræder der hyppige skader forårsaget af luseangreb (*Dreyfusia nordmanniana*), og den efterstræbes så stærkt af

vildtet at hegning næsten altid er nødvendig.

Igennem de sidste ca. 20 år er der periodisk blevet iagttaget forskellige former for nåleskader i nordmannsgrankulturer. Disse skader kan optræde i løbet af sommeren i form af misfarvning og efterfølgende nåletab af årsskuddets nåle, men der ses også typiske vinter-skader, karakteriseret ved rødfarvning af nåle eller direkte ved tab af grønne nåle. Fælles for disse skader er, at klimaet på en eller anden måde synes at være den udløsende faktor (Bach 1991). Noget kunne således tyde på, at der periodisk i Danmark opstår makroklimatiske forhold, der stresser nordmannsgranen.

Årsagerne til skaderne skal dog i langt højere grad søges i mikroklimaet som et resultat af den traditionelle dyrknings-

form. Nordmannsgranen har ikke tilstrækkelig fysiologisk fleksibilitet til at modstå de ekstreme klimaforhold med hensyn til stråling, temperatur, udtørring, salt m.v., som den udsættes for i de typiske markkulturer uden et mildnende skovklima.

Løsningen på problemerne ligger derfor snarere i at få (gen)skabt et for nordmannsgranen passende mikroklima - ved at dyrke den som et *skovtræ*!

### 3. Frøforsyning

De første frøimporter (før 1904) synes at stamme fra den østligste del af udbredelsesområdet (Kuraflodens øvre opland). Senere importer omfattede desuden områder i det nordøstlige Kaukasus (Løfting 1973). Først relativt sent synes der at være importeret frø fra Ambrolauriområdet (de sydlige udløb fra Store Kaukasus ned mod det transkaukasiske lavland).

#### *Frøforsyning 1960-80*

Forsyningen af nordmannsgranfrø har i perioden 1960-1980 været meget problematisk. Den indenlandske frøproduktion har været utilstrækkelig på grund af for få egnede frøavlsbevoksninger og ringe frøsætning.

Samtidig har det i lange perioder været meget svært at sikre frøimporter fra de få kendte og gode herkomstområder i det tidligere Sovjetunionen (Ambrolauri, Tlugi, Borshomi). I sådanne perioder blev der derfor importeret store mængder frø fra den i proveniensmæssig henseende ret ukendte tyrkiske del af udbredelsesområdet.

I perioden blev der høstet 2500 kg frø (125 kg/år) i danske kårede bevoksninger. Denne høst er sket i fem bevoksning-

er, hvoraf F.337a Boller med 1619 kg og F.337b Boller med 658 kg har bidraget med den største del.

I samme periode er der registreret importer på 40925 kg (2046 kg/år). Det må dog bemærkes, at nordmannsgranen først fra 1981 er underlagt fuld importkontrol; derfor er der i den omtalte periode givetvis sket store import, der ikke er blevet registreret.

Importerne fordelte sig med 55 % tyrkiske provenienser: Artvin (Ardanuc, Atila, Ortaköy, Maydanic, Savsat), Giresun (Sebinkarahisar, Koyulhisar, Igdirdag), Trabzon (Torul) og 45 % russisk materiale (Ambrolauri, Tlugi, Borshomi, Krasnodar).

#### *Frøforsyning 1980-95*

I perioden 1980-1995 var bruttotilgangen af dansk materiale på 8585 kg (572 kg/år), og importen steg til 250810 kg (16721 kg/år). Eksport og geneksport var 51290 kg (3419 kg/år).

F.527 Tversted var den største enkelte bidragyder af dansk materiale. Ikke-kårede bevoksninger indgik også i den hjemlige forsyning.

For de store importerede mængder er der sket et skift fra brugen af tyrkiske provenienser til brug af georgiske/grusiske. Tyrkiske provenienser fra Artvin, Trabzon og Giresun udgjorde 81 % af importen i 1980-1985. I den næste 5-års periode faldt de til under halvdelen, for i den sidste 5-års periode at udgøre under 5 %.

Efter Sovjetunionens opløsning er mulighederne for frøimporter fra de mest interessante områder i Georgien forbedret væsentligt. Det har dog ikke hidtil været muligt at oprette et troværdigt og uafhængigt kontrolapparat i området. De til dels meget store mæng-

der af frø, der i de senere år er blevet importeret fra dette område, er således ikke i tilstrækkelig grad blevet oprindelseskontrolleret.

Med en tiltagende politisk stabilisering er der håb om fremover at få dette problem løst, således at import af frø fra denne mest interessante del af nordmannsgranens udbredelsesområde i fremtiden både kan sikres kvalitativt og kvantitativt.

Tilgangen af nordmannsgranmateriale er stadigt stigende. I den sidste 5-års periode er bruttotilgangen ca. 6 gange så stor som i de to foregående 5-års perioder. Selvforsyningsgraden er dog fortsat lav.

Der findes 7 kårede bevoksninger på i alt 12,6 ha.

#### 4. Proveniensenforsøg og forædling

##### *De ældre danske forsøg*

De ældste proveniensforsøg blev anlagt med henblik på at kunne udvælge de mest vækstkraftige herkomster. Imidlertid er målet med sådanne forsøg nu udelukkende blevet at vurdere proveniernes anvendelighed som pyntegrønt- og juletræproducenter.

I denne sammenhæng er det dog ikke blot et spørgsmål om morfologiske egenskaber (form, grenbygning, nålefylde), idet også fysiologiske egenskaber såsom frost- og luseresistens er af stor betydning for proveniensens anvendelighed.

De ældre danske proveniensforsøg omfatter hovedsageligt provenienser fra den russiske del af udbredelsesområdet. Resultaterne fra disse forsøg er publiceret af Løfting (1973), Larsen (1982), Larsen et al. (1984) og Kromann (1996a og b). Vækstenergien ligger i gennemsnit lave-

re for provenienser fra Ambrolauriområdet (Ambrolauri, Borshomi) sammenlignet med dansk nordmannsgran (F.337 Boller) og en tyrkisk proveniens Artvin (Ardanuc). I området 600-1900 m.o.h. kan alment iagttages en forøgelse af vækstenergien med stigende højde.

Med hensyn til *frostresistensen* må der skelnes mellem vinterfrost- og forårsfrostresistens. Sidstnævnte er afhængig af udspringtidspunktet, som varierer op til 10-12 dage imellem provenienserne. Senest udspringende har vist sig Ambrolauri (Georgien) samt den danske F.59 Langesø. Middel udspring har provenienserne Savsat, Papart, Torul, Guserible (Tyrkiet) og Gebskij, Borshomi, Risinskoje (Georgien). Tidligst udspringende var Koyulhisar, Sebinkarahisar, Ardanuc (Tyrkiet) samt F.337 Boller.

Undersøgelser over frostresistensen (Larsen, upubliceret) viser, at provenienserne fra Ambrolauriområdet er relativt følsomme over for vinterfrost. Provenienserne fra nordsiden af Kaukasusmassivet samt de tyrkiske højlandsprovenienser (over 1300 m.o.h.) skades betydeligt mindre af stærk vinterfrost.

Der synes at være forskelle på forskellige proveniencers *luseresistens*: Provenienser fra nordsiden af Kaukasusmassivet (Krasnaja, Guseriple) angribes stærkt af lus. Provenienserne omkring det transkaukasiske lavland (Ambrolauri, Borshomi, Risinskoje, Gebskij) udviser middel angrebsgrad, mens en tyrkisk højlandsproveniens (Artvin, Ardanuc) synes næsten fri for luseangreb (Larsen et al. 1984).

*Produktion af juletræer og pyntegrønt* har i forsøgene vist en stor variation, idet den enkelte proveniens' produktion også synes afhængig af lokaliteten.

De sent udspringende provenienser omkring den transkaukasiske slette (Ambrolauri, Borshomi, Gebskij) har den relativt bedste produktion på senfrostudsatte lokaliteter uden skærm, mens provenienserne fra den kontinentalt prægede nordside af Kaukasusmassivet (Krasnaja, Guserible) har vist sig gode på midtjyske lokaliteter præget af stærk vinterfrost. Det gælder også for den senere grøntkvalitet og til dels produktion på en meget mager lokalitet i den nordligste Jylland, hvor Ambrolauri og Gebskij ellers har været de mest ydende med hensyn til juletrær.

På lokaliteter, hvor frost ikke er nogen begrænsende faktor, har provenienserne Ambrolauri, Borshomi, Risinskoje og til dels Gebskij haft den største juletræ- og grøntproduktion, men også den tidligt udspringende F.337 Boller har vist sig god. Juletræproduktionen i den tyrkiske proveniens Artvin (Ardanuc) var i alle forsøg meget lav, og den senere grøntproduktion i tre af forsøgene er heller ikke høj. De to kontinentalt prægede provenienser (Krasnaja, Guserible) viste på sådanne optimale lokaliteter den laveste pyntegrøntproduktion på grund af stærke luseangreb.

#### *Forsøg i Egelund Planteskole*

I 1982 blev et forsøg med overvejende tyrkiske provenienser af nordmannsgran etableret på en mild og beskyttet lokalitet (Egelund Planteskole). Resultaterne er publiceret af Madsen (1994) samt Christensen og Madsen (1995a, b og c). Det fremgår, at Ambrolauri har senere udspring end det tyrkiske materiale. Indenfor det tyrkiske område springer de nordøsttyrkiske prøvenienser (Savsat, Papart) senere ud end de centraløstlige (Sebinkarahisar, Koyulhisar, Güm-

üşhane, Torul) og en bornmüllergran (Muratdere). Tidsrummet mellem de tidligst og senest udspringende er knap 3 uger, og udspringet tager generelt 16-21 dage.

*Afmodningen* af skuddet sker tidligst for de tidligst udspringende og senest for de senest udspringende. En endelig lignificering af skuddet sker således 3-4 uger senere for Ambrolauri end for de tyrkiske provenienser.

Der er ikke signifikante forskelle i højden, og for de fleste år heller ikke i tilvæksten. Der er dog en tendens til, at de mest vækstkraftige provenienser stammer fra det centraløstlige Tyrkiet, faldende over Nordøsttyrkiet til Ambrolauri i Georgien.

Der er også en tendens til, at de centraløstlige provenienser har en slankere fremtoning (grenlængde/højde) end de nordøstlige og især end Ambrolauri. Derimod er der tilsyneladende ikke større forskelle med hensyn til grenvinkler.

*Nålefarve og -struktur.* Indenfor nordmannsgranerne er der en tendens til at provenienser fra det centraløstlige Tyrkiet har længere og bredere skud, mens bornmüllergranen har de korteste skud samt de korteste og tyndeste nåle.

Blandt nordmannsgranerne havde de centraløstlige typer den mørkeste nålefarve, mens de andre provenienser var mere friskgrønne. De nordøstlige typer havde de mest hvælvede skud. Ambrolauri havde den bedste nålestruktur (set fra siden), men var blandt de dårligste med hensyn til nålestrukturen (set fra oven). Det omvendte var tilfældet for de centraløstlige provenienser og bornmüllergran.

*Udbytteberegninger* viser, at de bedste provenienser på denne lokalitet er Am-





broauri og bornmüllerproveniensen, Muratdere. I mange henseender har disse træer forskellige egenskaber, men begge er fyldige, med god farve, nålestruktur og hvælvede skud. Ved den her aktuelle højde, 1,75-2 m, udvikler de i modsætning til de andre provenienser kun få træer, der er for åbne.

De bedste tyrkiske provenienser er Sebinkarahisar og Savsat. Sebinkarahisar er repræsenteret med to gentagelser i forsøget. Det ene sted ligger den udbyttemæssigt på højde med Ambrolauri, det andet sted under middel. Savsat ligger lige over middel. Papart udviser de ringeste resultater.

#### *Forsøg fra 1990*

I 1990 udsåede Statsskovenes Planteavlstation et stort antal frøprøver af forskellige danske, tyrkiske og russiske nordmannsgranprovenienser. Forskningscentret for Skov & Landskab har målt på disse ved alder 4 år (udspring dog målt ved 3 år). Resultaterne er publiceret i en række videnskabelige blade (Madsen og Christensen 1994, Christensen og Madsen 1994a, b og c).

Undersøgelserne viser blandt andet, at i nogle danske bevoksninger er der med stor sandsynlighed problemer med hybridisering med ædelgran, idet der findes et usædvanligt højt antal afkom med flad nålestruktur. Spredningen i det danske materiale med hensyn til flere af disse tidligt målte egenskaber er større

end for det tyrkiske og det russiske materiale.

Der findes således for hovedparten af de målte karakterer danske bevoksninger med både meget gode og meget dårlige egenskaber. De gode egenskaber er både på proveniensniveau og indenfor proveniensen ofte positivt korreleret til hinanden, hvilket vil gøre det endelige proveniensvalg lettere.

Afprøvningen har dog indtil videre fundet sted i et forholdsvist mildt klima på 4-års stadiet, så der kan ske ændringer i disse forhold i fremtiden. Der er gjort interessante iagttagelser af lagringstidens indflydelse på den senere kvalitet af materialet. Lagringstiden synes negativt korreleret til en række vitalitets-egenskaber, herunder visse juletræegenskaber (Christensen og Knudsen 1994).

#### *Forædlingsstrategi*

Et første udkast til en dansk forædlingsstrategi for nordmannsgran er formuleret af Nielsen (1994), og strategien er p.t. under revision (Nielsen 1997).

I øjeblikket er plustræselektion i gode danske bevoksninger, etablering og opgørelse af afkomforsøg samt etablering af frøplantager de vigtigste komponenter i forædlingen. Desuden indgår flere projekter, hvor blandt andet arvelighed og resistensmekanismer over for ædelgranlus undersøges.

I alt er der med status foråret 1997 udvalgt 447 plustræer. Der er dels ud-

*Nordmannsgrankultur, Langesø. Denne juletrækultur er afkom af F.668 Langesø, der igen er afkom af Langsø F.59. Materialet repræsenterer således 3. generation af nordmannsgran på Langesø. Oprindelsen af materialet er ukendt, men det minder meget om Ambrolauri. (Foto: S. Fodgaard, 1993).*

valgt 200 i unge bevoksninger på juletræstadiet, dels 247 i mellemaldrende til ældre bevoksninger, hvoraf ca. 140 er under afprøvning i sammenlignende afkomsforsøg. En ny serie med forsøg placeret på 12 lokaliteter etableres i foråret 1997 til vurdering af 132 enkelttræafkom og 7 provenienser. Endvidere sigtes der på en nøjere vurdering af samspillet mellem lokaliteter og afkommes formåen.

### *Nye frøplantager*

Der er etableret ca. 26 ha nye frøplantager i perioden 1993 til og med 1997 i et samarbejde mellem Forskningscentret for Skov & Landskab, Statsskovens Planteavlsstation og Hedeselskabet. Det samlede frøplantageareal med tilknytning til forædlingsprogrammet er 35 ha (Nielsen et al. 1996).

Materialet er hovedsagelig valgt i danske bevoksninger af Borshomi og Ambrolauri oprindelse. Desuden indgår to mindre puljer på henholdsvis 22 og 13 plustræer fra de to ældste allerede etablerede frøplantager af nordkaukasiske oprindelse - Pjatigorsk området (henholdsvis FP.620 Vallø og FP.224 Randbøl).

De første foreløbige resultater fra 1 ud af 4 afkomsforsøg til vurdering af modertræerne i FP.620 Vallø frøplantagen viser stor variation mellem enkelttræafkommes egnethed til juletræproduktion (Hansen 1996). På den relativt gode bonitet, Langesø skovdistrikt, er en standardproveniens bedre end eller på niveau med de afprøvede 14 afkom af Pjatigorsk oprindelse. Opgørelsen er dog meget tidlig - kun efter 5 vækstsæsoner.

Endvidere pointeres det, at modertræerne er udvalgt for kronefylde og grønt-

kvalitet. Den gennemsnitlige handelsvare af frøplantagen har en bedre skudfyldte end standard Ambrolauri proveniensen, og en del enkelttræafkom ligger noget bedre end standarden. Et af forsøgene i serien forventes konverteret til klippeforsøg.

De første resultater fra afkomsforsøgene tyder på, at der ved forædling kan vindes betydende gevinster i udbytte (Nielsen 1997), når forædlingen baseres på udvalg i de bedste provenienser og frøproduktionen sikres ved etablering af frøplantager.

## **5. Frøkildeanbefalinger**

Som det fremgår af det foregående må proveniensvalget i nordmannsgran ses i nøje sammenhæng med dyrkningslokalitet og dyrkningsform.

Dyrkningsmetode og proveniensvalg bestemmes især af vinter- og forårsfrost, men den enkelte proveniens' vækstkraft og morfologi er også vigtig. På bedre lokaliteter vil hurtigt voksende provenienser ofte blive for åbne, mens langsomtvoksende provenienser ofte vil blive for brede i forhold til højden på de ringere lokaliteter.

Generelt må man foretrække gode tilpassede danske provenienser. Spredningen i de danske bevoksninger er dog stor, og der kan være problemer med hybridisering med almindelig ædelgran. Tilgangen af dansk nordmannsgran er stadig meget lille. Fra omkring årtusindskiftet kan der formentlig udpeges gode danske afprøvede frøkilder baseret på allerede etablerede proveniensforsøg.

Endvidere vil en stor del af frøplantagerne give frø i kommercielle mængder fra omkring år 2002-2006. På dette tidspunkt kan frøplantagerne tillige tyndes

genetisk, hvorved kun de bedste modertræer bliver tilbage. Frø fra frøplantager vil give højere juletræudbytter end frø fra de oprindelige provenienser, hvor de afprøvede modertræer er udvalgt.

Bornmüllergranen synes at kunne være et interessant alternativ til nordmannsgranen.

1. *Georgien, Ambrolauriområdet (Tlugi, Shivanski). F.665 Berritzgaard og F.690 Åbenrå.*

Kan med fordel anvendes på ikke alt for kontinentale lokaliteter, hvor der er fare for forårsnattefrost (fx uden skærm). Kan ikke anbefales på magre jorder på grund af for langsom vækst eller på lokaliteter med risiko for tidlig eller hård vinterfrost. F.690 er ikke med sikkerhed af Ambrolauri-oprindelse, men der er ingen tvivl om, at det er en af de mest attraktive frøkilder.

2. *Danske kårede nordmannsgranbevoksninger.*

På grund af frøimporter fra flere forskellige områder er dansk nordmannsgran meget variabel. Afkom af F.337 Boller er således hurtigtvoksende med god vinterfrost-resistens, men den er tidligt udspringende og følsom over for luseangreb. F.668 Langesø er afkom af F.59 og minder meget om Ambrolaurimaterialet. F.526-F.527 Nordjyllands Statsskov-distrikt er formodentlig af Bors-homioprindelse.

Om få år vil en række forsøg med danske nordmannsgranafkom (jf. afsnit 4) kunne gøres endeligt op. Herved vil der skabes et langt bedre grundlag for udvalg og kåring af nye danske bevoksninger af nordmanns-

gran til produktion af juletræer. Der er således store Ambrolauri-puljer på vej i Danmark, og de vil om ca. 10 år begynde at bære frø.

3. *Georgien, Borshomiområdet.* Materialet herfra minder meget om Ambrolauriområdets, men springer noget tidligere ud.

4. *Tyrkiet: Yayla (før Savsat) og Maydanic (før Papart) Karanlikmese.*

## 6. Litteratur

Bach, J., 1991: Nogle nåleskader på nordmannsgran. Hovedopgave, Sektion for Skovbrug, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 81 p.

Christensen, C. J., Knudsen, F., 1994: Sammenhængen mellem lagring af frø og planteskoleegenskaber. Planteskoleiagttagelser. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-5.

Christensen, C. J., Madsen, S. F., 1994a: Sammenhæng mellem proveniensegenskaber for nordmannsgran. Planteskoleiagttagelser. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-2.

Christensen, C. J., Madsen, S. F., 1994b: Sammenhæng mellem egenskaber på bevoksningsniveau for nordmannsgran. Planteskoleiagttagelser. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-3.

Christensen, C. J., Madsen, S. F., 1994c: Rangordning af danske, tyrkiske og russiske nordmannsgran provenienser. Planteskoleiagttagelser. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-4.

Christensen, C. J., Madsen, S. F., 1995a: Pro-



*Nordmannsgran, F.690 Åbenrå/Saltbjerg. Materialet stammer fra Kaukasus, men er ikke med sikkerhed af Ambrolauri-oprindelse. Ved tynding i bevoksninger er der konsekvent foretaget positiv selektion for gode juletræ- og klippegrøntegenskaber, og denne kårede bevoksning udgør p.t. en af de mest attraktive frøkilder. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*

- veniensforsøg med nordmannsgran og bornmüllergran i Egelund. Forsøgsbeskrivelser samt resultater for udspring og afmodning. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-6.
- Christensen, C. J., Madsen, S. F., 1995b: Proveniensforsøg med nordmannsgran og bornmüllergran i Egelund. Resultater for vækst, morfologi og fordampning. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-7.
- Christensen, C. J., Madsen, S. F., 1995c: Proveniensforsøg med nordmannsgran og bornmüllergran i Egelund. Udbytteopgørelser. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-8.
- Hansen, O. K., 1996: Analyse af et afkomsforsøg fra Vallø Frøplantage. Bachelorprojekt ved Arboretet, Den Kgl. Veterinær og Landbohøjskole, upubl.
- Konnert, M., Franke, A., Simcek, Y., 1992: Genetische Untersuchungen an Tannenpopulationen der Türkei. Mitt. Ver. Forstl. Standortsk. u. Forstpflanzenzüchtung, 36, 9-15.
- Kromann, H. K., 1996a: Nordmannsgranprovenienser. Pyntegrøntudbytter i to forsøg med provenienser fra USSR, Tyrkiet og Danmark. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-9.
- Kromann, H. K., 1996b: Undersøgelser af

- klip i Kragsskovhedeforsøget. Provenienser af nordmannsgran fra USSR, Tyrkiet og Danmark og bornmüllergran. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-10.
- Larsen, B. G., 1982: Provenienser af *Abies nordmanniana* Spach. Hovedopgave fra Skovskolen 1-73, 1982.
- Larsen, J. B., Larsen, B. G., Kromann, H. K., 1984: *Abies nordmanniana* provenienser til pyntegrønt og juletræer. Forstl. Forsøgsv. Danm., 39, 363-382.
- Løfting, E. C. L., 1973: Statusopgørelse for nordmannsgran. Forstl. Forsøgsv. Danm., 33, 303-326.
- Madsen, S. F., 1994: Provenance Trial of *Abies nordmanniana* and *Abies bornmuelleriana* for Christmas Tree Production in North Sealand. For. & Landsc. Res., 1, 143-166.
- Madsen, S. F., Christensen, C. J., 1994: Afprøvning af dansk, tyrkisk og russisk nordmannsgran. Planteskoleiagttagelser. Videnblade, Pyntegrønt, Forskningscentret for Skov & Landskab, 3.1-1.
- Nielsen, U. B., 1994: Breeding noble fir (*Abies procera* Rehder) and nordmann fir (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach.) for christmas trees and greenery in Denmark. Proceedings - Nordic Group for Tree Breeding. Edinburgh, Scotland (Ed. S. J. Lee), 118-127.
- Nielsen, U. B., 1997: Forædling af nobilis og nordmannsgran - status og muligheder (manuskript).
- Nielsen, U. B., Kjær, E., Hoyer, H., 1996: Fremtidig produktion af nordmannsgran. Videnblade Pyntegrønt 3.1-12. Forskningscentret for Skov & Landskab.
- Simsek, Y., 1992: Genetische Untersuchung an Tannenarten aus der Türkei. Rev. Forest Res. No. 221, Ankara/Turkey.

# LÆRK

## Europæisk lærk, Japansk lærk og Hybridlærk - arts- og proveniensvariation, forædling og frøkildevvalg

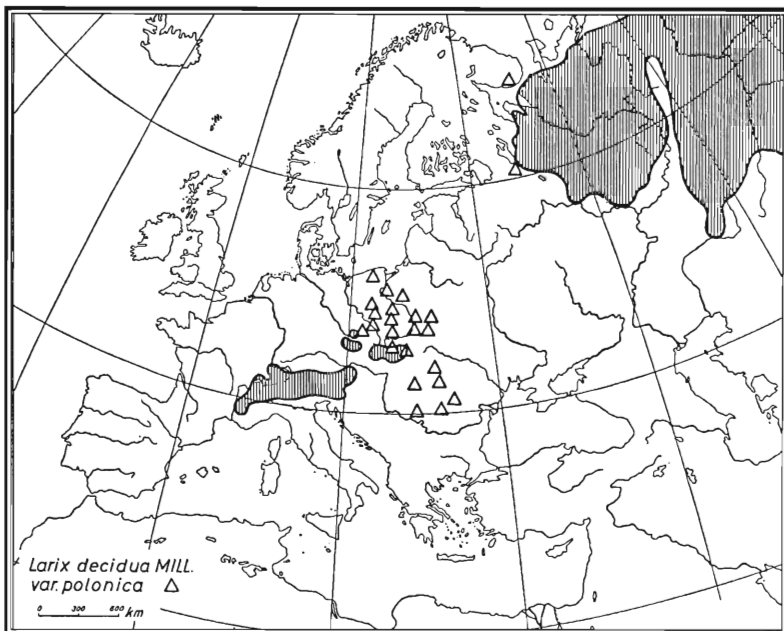
af Christian Nørgård Nielsen og J. Bo Larsen

### I. Udbredelse og raceforhold

Europæisk lærk (*Larix decidua* Mill.)  
henføres til fire oprindelsesområder:

Alperne fra Nice til Wien, Sudeterne, Tatra-Karpaterne, og et større område i det sydlige og centrale Polen (Rubner 1960).

*Europæisk lærk, det naturlige udbredelsesområde.*



Bortset fra det polske lavland er europæisk lærk en bjergtræart, som i naturlige forekomster oftest findes i blanding med rødgran, bøg og ædelgran. Der er store raceforskelle mellem de 4 delområder, som er belyst i både danske og udenlandske proveniensforsøg (se nedenfor).

*Japansk lærks (Larix kaempferi (Lamp.) Carr.)* naturlige udbredelse er begrænset til den tempererede skovzone i den centrale del af Japans hovedø Honshu. Udbredelsen er geografisk set opsplittet i en mængde delområder, idet træarten udelukkende er knyttet til bjerglandet mellem 1000 og 2500 m.o.h. Den kan dog forekomme helt op til ca. 2900 m, men bliver her dværgagtig. I størstedelen af udbredelsesområdet vokser den japanske lærk i blanding med blandt

andet *Abies veitchii*, *Tsuga diversifolia*, *Pinus densiflora* og *Abies mariesii*.

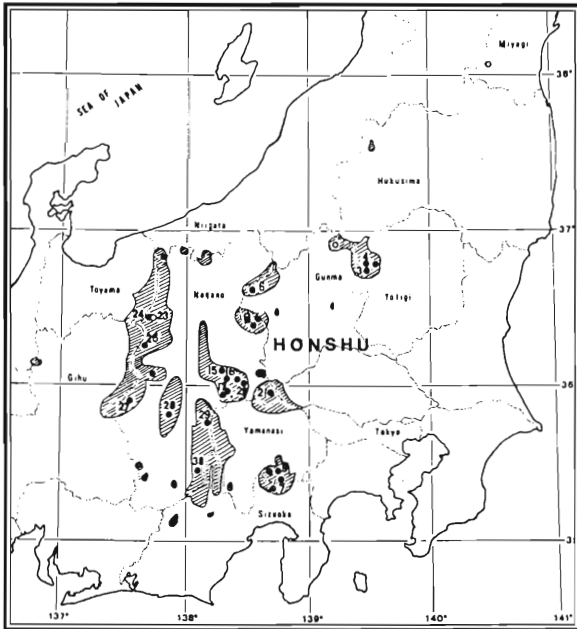
## 2. Dyrkning af lærk i Danmark

### *Europæisk lærk*

Ifølge Oppermann (1921) stammer de ældste forstlige plantninger med *europæisk lærk* fra 1745. Større forstlig anvendelse skete dog først med von Langen i 1760'erne.

Den lette etablering og hurtige vækst har indtil vort århundrede ført til en udbredt anvendelse af arten på morænejordene. I de sidste 50 år har arten haft begrænset anvendelse, dels på grund af en relativ lav produktion i lange omdrifter, dels og i høj grad på grund af omfattende angreb af lærkekræft (*Dasyscypha willkommii*,

*Japansk lærk, det naturlige udbredelsesområde.*





synonym *Lachnellula willkommii*) (Holten 1944a og b).

Oppermann (1921) har indgående redegjort for lærkedyrkingens historie. Den europæiske lærk har fundet særlig anvendelse som blandingstræart - ofte i regulær blanding med bøg eller ædelgran eller indplantet på et relativt tidligt tidspunkt. Arten kræver en næringsrig bund og udvikler sig bedst på dybgrundede, kuperede jorder og lokaliteter med nogen vindbevægelse (Holten 1944b). Europæisk lærk fra danske frøavlsvoksningssteder eller fra "Hohe Tatra" har en bedre stammeform og en lettere kroneudvikling end japansk lærk, men er modtagelig for lærkekræft, som kan nødvendiggøre voldsomme saneringshugster.

#### *Japansk lærk*

*Japansk lærk* plantedes første gang i landet i 1880'erne, i Forstbotanisk Have i Charlottenlund således i 1889 (Oppermann 1930). I årene op til århundredskiftet blev den forsøgsvis plantet på en række distrikter, og omkring 1910 startedes plantningerne på heden (Løfting 1946). Træarten er karakteriseret ved en hurtig ungdomsvækst og har en jordbundsmæssig set stor amplitude, dog er den følsom på tørkeprægede jorder. Den trives godt på sandjord såvel som på fladgrundet lerjord (Holten 1944b). Det er dog dens gode ungdomsudvikling på de midt- og vestjyske heder, både som hjælpetræart og i renbestand, der har

gjort den japanske lærk særlig interessant for dansk skovbrug (Løfting 1946, Neckelmann 1981).

Træarten synes relativ modstandsdygtig overfor de fleste skadevoldere, men anses for at være meget følsom overfor tørke i sensommeren, hvor størstedelen af skudstrækningen foregår. For fuld udvikling af artens potentiale kræver den frem for alt en god vandforsyning (Haasemann 1986). Den besidder en næsten fuldstændig resistens overfor den svamp, der fremkalder lærkekræften.

Oprindelsen af de første frøimporter er ikke specificeret nærmere end til Japan. Fra omkring 1928 er der især blevet indført frø fra Mt. Yatsuga, 1800-2800 m.o.h. (Barner 1958); sammenfattende må man dog sige, at oprindelsen af ældre danske beplantninger er ukendt.

Japansk lærk stammer fra et meget nedbørsrigt klima på Japans hovedø og trives ikke i Danmark og Tyskland under tørkeprægede forhold (Kramer 1988, Haasemann 1986), hvorimod den på næringsfattige, sandede men fugtige jorder skulle producere mere end rødgran (Kramer 1988). Japansk lærk er resistent overfor lærkekræft, men af ringere kvalitet end den europæiske lærk.

#### *Hybridlærken*

Siden midten af 60'erne er *hybridlærken* hyppigt anvendt i stedet for de rene arter. Den relativt beskedne tilplantning skyldes blandt andet mangel på plante-

*Japansk lærk i bøg, Bidstrup Skovdistrikt. På grund af dens store stormstabilitet og ringe krav til jordbunden bruges lærken hovedsageligt på de mere næringsfattige lokaliteter i Vestdanmark. Som det fremgår af billedet kan lærk også finde anvendelse på bedre jorde i det østlige Danmark og her specielt som indblandingstræart. (Foto: S. Fodgaard, 1987).*



materiale, idet der er langt mellem gode høstår i hybridlærk-frøplantagerne. Hybridlærkens egenskaber og generelle fordele overfor de rene arter omtales nedenfor.

*I Danmark bør hybridlærken vælges i stort set alle situationer.* Alle danske og langt de fleste internationale undersøgelser dokumenterer hybridlærkens betydelige overlegenhed over de to forældrearter: højde- og diametervækst samt stammens rethed er i reglen forældrearterne betydeligt overlegne.

Som det fremgår af tabellen i afsnit 4, er der imidlertid stor forskel mellem forskellige hybrider, idet udfaldet helt afhænger af de valgte forældrekloner. Det er overvejende sandsynligt, at forskellige udfald af artssammenligninger vil kunne føres tilbage til mere eller mindre velegnet forældremateriale til hybrididen.

Henriksen (1988) har formuleret en stærk skepsis med hensyn til hybridlærkens *langsigtede produktion*. Dette synes primært at bygge på en undersøgelse af Gothe, Schober og Bork (1980), som viser at hybridlærkens løbende tilvækst fra alder 21 til 27 falder under den europæiske lærks.

Heraf kan dog ikke konkluderes, at hybridlærken i lange omdrifter vil producere mindre, af flere årsager. Hybridens genetiske baggrund er ikke analyseret i artiklen, det drejer sig om en enkelt tilvækstperiode (uden signifikanstest), og først og fremmest er det sandsynligt, at de øvrige arter viser samme fald i tilvækst, når de når samme træhøjde som hybrididen.

Selv om der i forsøget, beskrevet af Gothe et al. (1980), skulle ske et langsigtet skift i løbende tilvækst, ville det kræve en lang omdrift inden den europæiske lærk - med en produktion ved 27 år på 294 m<sup>3</sup> -

havde indhentet hybridlærken - som lå foran med en produktion på 437 m<sup>3</sup>.

Keiding (1980)'s analyser af langsigtede vækstforløb i danske lærkeforsøg tyder også på, at det forspring, som hybrididen opnår i ungdommen, bevares på længere sigt.

I et stort anlagt tysk eksperiment bekræftes praktiske erfaringstester (Keiding 1980, Kramer 1988) vedrørende en højere tørkeresistens i hybridlærken, idet hybridens vækst var bedre ved alle vandforsyningsniveauer (Haasemann 1986). Alt tyder på at hybrididen er de rene arter overlegen på langt de fleste lokaliteter.

Hybrididen synes således kun at måtte vige for forældrearterne, hvis der er planlagt *selv- eller naturforyngelse* af større massive beplantninger. Det skyldes, at den genetiske diversitet i afkom fra hybridfrøplantager kan være begrænset i sammenligning med normalt bevoksningsafkom.

Der er på den anden side ingen grund til at tro, at selvforynget hybridlærk, som udspalter til delvis rene arter, skulle vise dårligere præstationer end hybridens forældrekloner, snarere tværtimod.

På lokaliteter der vil give meget hurtig vækst kan der være frygt for stammeformen i hybridlærk, idet denne tenderer til at forringes med stigende væksthastighed. Dette kan imidlertid afhjælpes med et større plantetal samt tidlige og stærke tyndinger eller gennem anvendelsen af europæisk lærk, som vokser langsommere. Ved anvendelsen af lærk i ensaldrende blandinger bør der tages særligt hensyn til alle lærkearternes hurtige ungdomsvækst, hvoriblandt hybrididen er hurtigst af alle.

Hybridens meget hurtige ungdomsvækst, gode produktion og stammekvali-

tet berettiger til en mere udbredt anvendelse end hidtil. Selv på mager hedejord er den bedre end japansk lærk og opnår selv i ekstensive kulturer i kort omdrift anselige dimensioner (Clausen 1997).

I forbindelse med *skovrejsning* vil den på udsatte lokaliteter med stor biologisk og økonomisk fordel kunne anvendes som en "halv" første generation eller som forkultur for mere værdifulde, men vanskelige træarter som fx bøg, ædelgran og douglasgran.

Dens meget store *stormstabilitet* i høj alder gør den særdeles anvendelig som stabiliserende element i skovdriften, det være sig i traditionelle læbælter eller i "stabiliseringskulisser" (Gliederungshieb). Med den i hybridforædlingen opnåede stammeform og den stærke ungdomsvækst bliver der mulighed for et økonomisk udbytte og rige dyrkningsmæssige muligheder som et frit træartsvalg i næste generation og overlappning af bevoxsningsgenerationerne.

### 3. Frøforsyning

#### *Europæisk lærk*

Det med von Langen indførte materiale antages at være af alpinsk afstamning (tyrolerlærk). Frø fra Sudeterne blev anvendt fra århundredeskiftet, og tilsvarende er der op igennem dette århundrede blevet anvendt frø fra blandt andet Polen og Skotland (Barner 1958). Hovedparten er dog kommet fra danske frøavlsbevoksninger. I de seneste 50 år har anvendelsen af europæisk lærk været meget begrænset.

Der findes 4 kårede bevoksninger af europæisk lærk på i alt 23 ha.

#### *Japansk lærk*

Over 90 % af det samlede frøforbrug i

perioden 1960-80 er blevet leveret af danske frøkilder. Der er blevet høstet 1863 kg (93 kg/år) fordelt på 18 kårede bevoksninger (1159 kg) og 3 frøplanta-ger (704 kg).

De største bidragydere har været den kårede bevoksning F.40d Sostrup (538 kg) samt frøplanta-gerne FP.601 og FP.615 Hedeselskabets Skovfrøcentral (341 og 308 kg). Frøplanta-gerne har, siden de startede frøproduktionen i 1967, været kraftigt stigende. Importerne har i samme periode udgjort 213 kg (11 kg/år) fra Japan (Nagano, Tokachi). I perioden 1980-1995 var bruttotilgangen af dansk materiale ca. 849 kg (ca. 57 kg/år), og importen var ca. 345 kg (ca. 35 kg/år). Selvforsyningsgraden for perioden var ca. 70 %. Eksporten og geneksporten var ganske betydelig med 245 kg (25 kg/år) for perioden 1985-1995.

Det danske materiale stammer for en stor del fra de kårede bevoksninger F.40d Sostrup og F.410 Gråsten. Frøplanta-gerne FP.601 og FP.651, begge C. E. Flensborg, har især i første del af perioden leveret større mængder. Importen stammer tilsyneladende først og fremmest fra Tyskland.

Der findes 19 kårede bevoksninger på i alt 25,4 ha og 2 frøplanta-ger på i alt 4,8 ha af japansk lærk.

#### *Hybridlærk*

Frøproduktionen i perioden 1960-80 har været på 491 kg fordelt på 6 frøplanta-ger. Det største bidrag er ydet af FP.201 Statsskovenes Planteavlsstation (357 kg). Med hensyn til frøproduktion af hybridlærk i de senere år henvises til tabellen.

I dag er der kåret 6 frøplanta-ger med hybridlærk på i alt 7,0 ha, men nye kåringer forventes i nær fremtid.

#### 4. Proveniensenforsøg og forædling

##### *Forsøg med de rene arter*

Der blev anlagt en række danske proveniensforsøg med forskellige lærkearter og provenienser i første halvdel af dette århundrede. De viste, at japansk lærk var alle andre rene lærkearter vækstmæssigt overlegen, måske med undtagelse af europæisk lærk fra Helligkorsbjergene i Polen (Tulstrup 1950, Gøhrn 1956). Henriksen (1988) gør dog opmærksom på, at der synes at være meget stor variation i materialet fra dette område.

##### *Europæisk lærk*

Schober har siden 1950'erne publiceret adskillige resultater fra tyske proveniensforsøg med *europæisk lærk*. Senest har han i 1985 (Schober 1985) sammenfattet resultater fra en international serie (58/59-serien), som stemmer meget godt overens med Gøhrns (1956) resultater: Væksten stiger generelt fra sydvest mod nordøst i udbredelsesområdet. Stammeetheden er dårligst i provenienser fra Sudeterne og Polen og bedst i materiale fra Østalperne. Provenienser fra "Hohe Tatra" skiller sig ud fra de øvrige nordøstlige områder med en god stammeform. Lærkekræft udvikles meget stærkere i materiale fra Alperne end i afkom af nordøstlig oprindelse (Schober 1985, Gøhrn 1956). For eventuelle fremtidige

importer synes "Hohe Tatra" at være det mest lovende område (karpaterlærk).

##### *Japansk lærk*

Gøhrns opgørelse af de danske forsøg tydede desuden på, at der kunne forventes proveniensbetingede forskelle i den *japanske lærks* dyrkningsegenskaber.

Som en del af en international forsøgs-serie med det formål at analysere proveniensvariationen i japansk lærk anlagde Forsøgsvæsenet tre forsøg med 24 provenienser i foråret 1960. Resultaterne af disse forsøg foreligger delvist som en hovedopgave (Olsen 1982), og senere resultater fra et forsøg indgår i Schober (1991)'s publikation:

Afkommet fra den danske proveniens (Kongenshus) lå midt i feltet med hensyn til både vækst og stammeform; det vil sige at en række japanske provenienser var kendetegnet ved en signifikant bedre udvikling.

De mest vækstkraftige provenienser synes at komme fra den østlige del af udbredelsen på lokaliteter med relativ lav nedbør. Området Yatsugatake og frem for alt det mere isolerede Nantai kunne have interesse for nye indsamlinger.

Det var desuden karakteristisk, at de bedst formede provenienser alle kom fra relativt stor bjerghøjde (over 1700 m.o.h.). Den bedste kombination af

*Hybridlærk, FP.201 Fårefolden. Denne ældste hybridlærke frøplantage er ophav til de fleste danske hybridlærkebevoksninger. Sammenlignet med en række yngre frøplantager har den en rimelig god produktion, men viser en ikke helt så god kvalitetsudvikling. Til produktion af hybridlærk anvendes normalt én "moder"-klon af europæisk lærk (her Tinghuslærken V.44) samt en række japanske "fædre"-kloner (her 6 kontrollerede krydsninger mellem udvalgte japanske fædre. Der høstes kun på den europæiske "moder"-klon for at være sikker på at få rent hybridfrø. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*



vækst og form viste provenienserne Mt. Asamayama 1900 m.o.h. og Kamikochi 1620 m.o.h.

Forsøgsresultaterne viser, at der kan fremskaffes materiale ved direkte import, som vil være bedre end de fleste danske frøavlsvoksnings. De etablerede frøplantager er dog med stor sandsynlighed af endnu højere kvalitet.

Resultater af vesttyske og japanske forsøg med de samme provenienser bekræfter i store træk de danske erfaringer (Krusche og Reck 1980, Toda og Mikami 1976, Schober 1985). Undersøgelser af Schönbach et al. (1966) viser desuden, at der er proveniensforskelle i resistensen overfor sommertørke; de mest tørketålsomme var også blandt de bedste i de danske forsøg.

### *Hybridlærken*

På grund af Arboretets internationale pionerarbejde med hybridlærken og den heraf tidlige erkendelse af hybridens store fordele, er proveniensarbejdet med de rene lærkearter i Danmark stort set indstillet fra begyndelsen af 60'erne. Fra dette tidspunkt har Statskovenes Planteavlstation og Hedeselskabet anlagt en række hybridlærk-frøplantager, og nye frøplantager er etableret indenfor de sidste få år.

En hybridlærk-frøplantage anlægges med kun én moderklon af den ene lærkeart - hvorpå frøet høstes - samt en til flere fædrekloner af den anden art.

Arboretets forskning har blandt andet haft til formål at fremavle egnede forældrekloner til frøplantagerne. De første forsøg på at identificere egnede forældrekloner via indavlsforsøg (selvbestøvning) viste sig mindre frugtbar på grund af meget stærke indavlsdepressioner. Meget omfattende afprøvning af et stort antal kloner af japansk lærk har

senere identificeret egnede forældrekloner af denne art.

En række kontrollerede bestøvningsforsøg, hvor samme klon indgår både i rene arts krydsninger og i hybridkombinationer, har dannet et godt grundlag for eftervisning af hybridlærkens overlegenhed (Keiding 1980). Senest er der gennemført en række kontrollerede krydsninger mellem gode kloner af polsk lærk med henblik på at fremavle gode forældrekomponenter af den europæiske lærk.

Siden begyndelsen af 80'erne har Arboretet endvidere anlagt 3 afkomsforsøg med materiale fra hybridlærk-frøplantager. Disse forsøg er netop opmålt, og de foreløbige resultater er sammenfattet i tabellen. Blandt andet på grundlag heraf kan der gives konkrete anbefalinger ved valg af frøkilde i hybridlærk.

Økofysiologiske undersøgelser med frøplanteafkom har kunnet korreleres med resultater fra Arboretets feltforsøg: Frem for alt viste disse at stor stammeproduktion i Danmark var koblet med en tidlig vækstafslutning (Spindler 1990). Om den tidlige vækstafslutning betinger en mere stabil vinterhvile i vigtige organer kan formodes, men det kræver nærmere undersøgelser.

I tabellen er vist de seneste opgørelser af Arboretets afkomsforsøg med materiale fra 5 frøplantager af hybridlærk og 3 af japansk lærk samt en kåret bevoksning. Heraf fremgår, at hybridlærk gennemgående er den japanske lærk betydelig overlegen i både vækst og kvalitet.

Begge de feltforsøg der ligger til grund for tabellen ligger dog på tørkeudsatte lokaliteter. Den japanske lærks tilvækst - men ikke stammeform - må forventes at være relativt bedre på jorde med god vandforsyning. Som det fremgår af

FP-nr.	Frøplantage	Overlevelse (%)	Gns. stamme- produktion (m3) (bev.alder=17)	Formtendens		Frøhøst (kg/år)
				Stamme (afvigelse f. Fårefolden)	Sabel v.basis	
<i>Hybridlærk-frøplantager:</i>						
211	Sorø	85	0.153	11.0%	10.5%	0.1
201	Fårefolden	72	0.125	0.0%	0.0%	4.6
205	DSB-15, Mørkøv	73	0.116	2.1%	-5.2%	7.5
203	DSB-13, Holbæk	80	0.120	7.8%	2.9%	32,1
618	Flensborg pl.	85	0.152	2.8%	4.5%	0.0
<i>Japansk lærk (frøplantager og - bevoksning):</i>						
1003	Gavnø-Lindersv.	73	0.109	- 1.9%	- 3.2%	
601	Flensborg pl.	82	0.068	- 2.6%	- 3.9%	22.0
615	Flensborg pl.	74	0.087	- 3.2%	3.8%	12.4
(F.40d)	Sostrup Oversk.	62	0.072	-22.5%	-15.3%	
Resultater af afkomsafprøvning af en række frøplantager af hybridlærk og japansk lærk ved alder 17 år (kontrollen, den kårede japansk lærkebevoksning (F.40d Sostrup), findes ikke mere).						

tabellen ligger frøplantagen FP.211 Sorø, i spidsen, men frøproduktionen er desværre ubetydelig.

Ses bort fra FP.211 Sorø er den bedste danske frøkilde hvad angår form hybridfrøplantagen FP.203 DSB-Holbæk, som også viser en ganske god produktion. Bedst i produktion, men med en noget dårligere kvalitet, er hybrid-frøplantagen FP.618 C. E. Flensborg, hvorom dog ingen frøproduktionsdata foreligger. Tilgængeligheden af dette materiale er derfor tvivlsom.

Ophavet til de fleste danske hybridlærk bevoksninger (FP.201 Fårefolden) ses at have en rimelig god produktion, men en mindre god kvalitetsudvikling.

Der foreligger en række nyere anlagte hybrid-frøplantager, som begynder at

producere frø. Disse er endnu ikke afprøvede og kårede.

#### *Forædling af de rene arter*

I danske frøavlsbevoksninger af *europæisk lærk* er der utvivlsomt opnået en større resistens mod lærkekræft end i nye importter. Fire frøavlsbevoksninger i europæisk lærk findes i kåringslisten, men desværre er de ikke indeholdt i de af Gøhrn (1956) bearbejdede afprøvnninger, hvorfor nærmere anbefaling ikke kan gives.

Blandt de mange mulige danske kårede frøkilder i *japansk lærk* er frøplantagerne at foretrække. Det er overvejende sandsynligt at de danske frøplantageafkom vil være af bedre kvalitet end nye importter fra Japan.





*Hybridlærk, Vestsøskoven. Denne bevoksning er afkom af FP.201, Fårefolden. På grund af en overlegen vækst, en generel god stammeform og fingrenethed samt resistens overfor lærkekræft bør hybridlærken generelt vælges frem for de to forældrearter i stort set alle situationer. (Foto: B. Ditlevsen, 1996).*

Kvalitet og vækst i den (endnu?) ikke kårede FP.1003 er absolut bedst. FP.601 og 615 (begge C. E. Flensborg) viser en bedre formudvikling end de fleste frøavlsvoksninger, derimod er vækstkraften formentlig ikke forbedret i større omfang.

## 5. Frøkildeanbefalinger

Som hovedregel og på alle lokalitetstyper anbefales det at anvende hybridlærk. Det gælder både hvor lærken tænkes anvendt som egentlig produktionstræart i renbestand eller som indblanding-

stræart, og hvor den mere bruges som ammetræ og forkultur.

Skulle særlige forhold, herunder mangel på hybridmateriale, gøre anvendelse af de rene arter påkrævet, anbefales det at anvende dansk materiale fortrinsvis fra frøplantager.

### 1. Frøplantager af hybridlærk.

Den bedste frøplantage FP.211 Sorø har næsten ingen frøproduktion. FP.203 DSB-Holbæk er den plantage som p.t. producerer mest frø, og den er karakteriseret ved en god form og en rimelig høj vækst. FP.618 C. E. Flensborg har en god vækst og en rimelig form, men leverer p.t. intet frø. Der er anlagt en række nyere frøplantager, som er under afprøvning og forventes kåret inden for de nærmeste år.

### 2. Frøplantager af japansk lærk.

De to kårede frøplantager FP.601 og FP.615, begge C. E. Flensborg/Hedelselskabet, har begge en rimelig form, men de ligger vækst- og formmæssigt væsentlig under hybridlærken. En (endnu) ikke kåret frøplantage (FP.1003 Gavnø-Lindersvold) er kendetegnet ved en væsentlig bedre vækst og en lidt bedre form.

### 3. Kårede bevoksninger af japansk lærk samt importer fra de bedste områder i Japan.

### 4. Kårede bevoksninger af europæisk lærk.

Hovedproblemet med europæisk lærk er dens relativt store modtagelighed for lærkekræft. Selvom de danske kårede bevoksninger ikke er blevet afprøvet, må de antages at have

en større resistens end selv de bedste importerede provenienser.

## 6. Litteratur

- Barner, H., 1958: Frøforsyning og forædling. DST, 45, 1-84.
- Clausen, J. T., 1997: Et forsøg med lærk på heden. Skoven, 1, 14.
- Gothe, H., Schober, R., Bork, H., 1980: Ein Kreuzungsversuch mit *Larix europaea* D.C., Herkunft Schlitz, und *Larix leptolepis* Gord. Allg.Forst- u. J.-Ztg, 151, 101-112
- Gøhrn, V., 1956: Proveniensforsøg med lærk. Forstl. Forsøgsv. Danm., 26, 1-124.
- Haasemann, W., 1986: Untersuchungen zur Ökologie der Europäerlärche, Japanlärche und ihrer Hybriden im Nass-Trockenfeld. Beitr. Forstwirtschaft, 20, 184-188
- Henriksen, H. A., 1988: Skoven og dens dyrkning. Dansk Skovforening, Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck.
- Holten, J., 1944a: Lærk i Nordøstsjælland II, DST, 29, 169-207
- Holten, J., 1944b: En forelæsning om lærk. DST, 29, 497-510.
- Keiding, H., 1980: Hybridlærkens vækst og tilpasning i forhold til de rene arter. DST, 65, 204-234.
- Kramer, H., 1988: Waldwachstumslehre. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Krusche, D., Reck, S., 1980: Ergebnisse 15 jähriger Herkunftsversuche mit Japanlärche (*Larix leptolepis* (Gord.)). Allg. Forst. u. Jagdzeitung, 6/7, 127-135.
- Løfting, E.C.L., 1946: Lærkearternes udvikling i hedeplantagerne, og japansk lærks anvendelighed som hjælpetræart ved opbygning af hedeskov. Forstl. Forsøgsv. Danm., 16, 323-364.
- Neckelmann, J., 1981: Kulturteknik og højdeudvikling i hedeplantager. Skoven, 12, 316-318.
- Olsen, T., 1982: Den japanske lærks provenienser navnlig belyst ved en dansk forsøgsserie. Hovedopgave ved Skovbrugstudiet. Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 89 p.
- Oppermann, A., 1921: Dyrkning af lærk i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 7, 1-324.
- Oppermann, A., 1930: Japansk lærk i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 10, 351-364.
- Rubner, K., 1960: Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues. Radebeul und Berlin.
- Schober, R., 1985: Neue Ergebnisse des II. Internationalen Lärchenprovenienzversuches von 1958/59 nach Aufnahmen von Teilversuchen in 11 europäischen Ländern und den U.S.A., Schriften aus d. Forstl. Fak. der Univ. Göttingen u.d. Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, 83.
- Schober, R., 1991: Ergebnisse des I. Internationalen Japanlärchen-Provenienzversuches. Schriften aus d. Forstl. Fak. der Univ. Göttingen u.d. Nieders. Forstl. Versuchsanstalt, 102.
- Schönbach, H., Bellmann, E., Scheumann, W., 1966: Die Jugendleistung, Dürre- und Frostresistenz verschiedener Provenienzen der japanischen Lärche (*Larix leptolepis* Gordon L.). *Silvae Genetica*, 141-147.
- Spindler, E., 1990: Ökophysiologische Untersuchungen zur frühen Charakterisierung der Wuchsleistung verschiedener genetischer Einheiten der Lärche. Diplomarbeit, Inst. f. Waldbau I, Univ. Göttingen.
- Toda, R., Mikami, S., 1976: The provenance trials of Japanese larch in Japan and tentative achievements. *Silvae Genetica*, 209-217.
- Tulstrup, N. P., 1950: Proveniensforsøg med europæisk lærk. DST, 35, 609-625.

# SKOVFYR

## - proveniensvariation, forædling og frøkildevalg

af J. Bo Larsen og Inge Stupak Møller

### 1. Udbredelse og raceforhold

Skovfyrren (*Pinus sylvestris* L.) er den af vore træarter, der har det største naturlige udbredelsesområde. Den findes på hele den Skandinaviske Halvø op til den 70. breddegrad. I Central- og Østeuropa strækker den sig i et bælte mellem den 55. og den 65. breddegrad gennem Rusland ud til det Okhotske Hav. Mod vest findes den i en række isolerede forekomster i Frankrig (Massif Central, Pyrenæerne) og i Skotland. I Middelhavsområdet forekommer den på den Iberiske Halvø, Jugoslavien, Bulgarien samt i Sortehavsområdet (Tyrkiet og Ukraine).

Udbredelsesområdet kan opdeles i to: Et nordøstligt, sammenhængende og kontinentalt, hvor arten hovedsagelig forekommer i lavlandet, og et sydvestligt, mere oceanisk præget, hvor skovfyrren forekommer spredt i bjergområder op til ca. 2000 m.o.h. og som oftest i blanding med andre arter.

Sin bedste udvikling opnår arten i det tidligere Østpreussen og i de baltiske stater. Dette område anses for at være skovfyrrens optimumsområde.

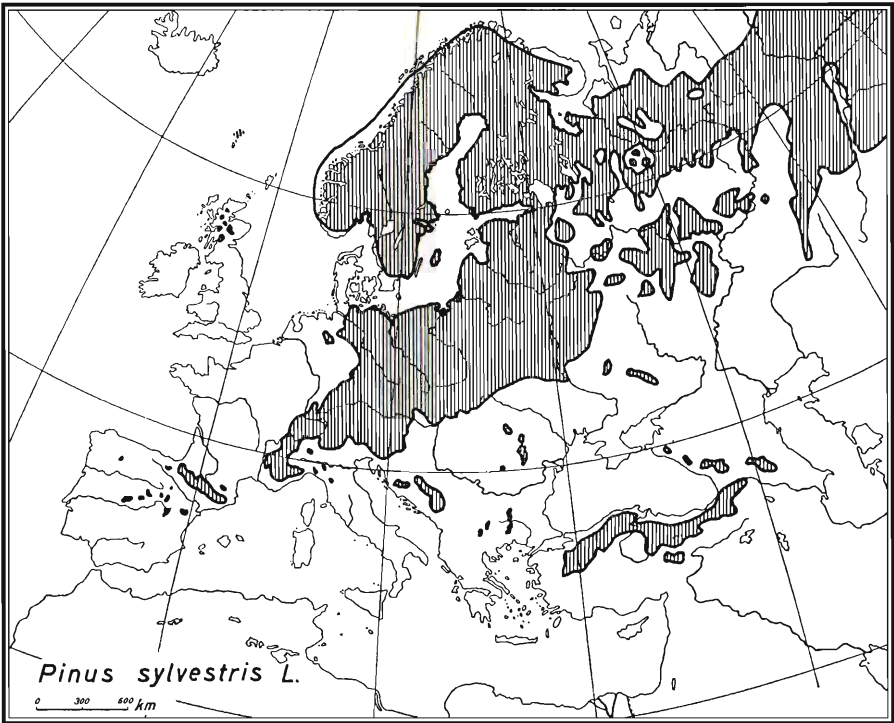
Ifølge teorien er der her bevaret den største genpulje og den største variabilitet. Hvis teorien holder, vil det med hen-

syn til proveniensvalget betyde, at man indenfor optimumsområdet altid vil kunne finde en vis andel af egnede individer til lokale forhold. Efter gennemlevelse af flere generationer på den givne lokalitet vil man gennem naturlig og/eller kunstig selektion kunne opbygge en fremragende proveniens.

Teorien underbygges af, at fyr fra dette område indeholder særligt vækstkraftige provenienser, uanset hvor de afprøves: Fra Tyrkiet til Skandinavien, fra Østeuropa til USA (Pedersen 1990).

Skovfyrrens udstrakte udbredelse og store variation i en række morfologiske (kroneform, stammeform, barktype, nåleform og -farve) og fysiologiske (væksthastighed, frostresistens, tørkeresistens, fototropisme) egenskaber tyder på en udpræget racedannelse. Forskellige forskere har da også forsøgt at opdele den i en lang række underarter og varieteter. Som typisk pionertræart har skovfyrren et meget åbent rekombinationssystem, der producerer et stort overskud af stærkt varierende afkom. Det vil sige, at den har en udpræget evne til at tilpasse sig lokale vækstforhold ved at danne lokalracer.

Skovfyrrens egenskaber synes således at kunne ændre sig springvist selv over



*Skovfyr, det naturlige udbredelsesområde.*

relativt korte afstande indenfor dens naturlige udbredelse. Omfattende proveniensstudier i Sverige viser således, at man ikke bør flytte en skovfyrproveniens mere end ca. 1 breddegrad fra dens oprindelige voksested (Prescher 1986). Tilsvarende viser studier i sammensætningen af monoterpener en tydelig klined variation fra nord til syd gennem Sverige. Dette tolkes som en naturlig genetisk tilpasning langs en klimagradiant (Yazdani et al. 1985).

I overensstemmelse hermed viser isoenzymstudier af Prus-Glowachi og Bernard (1994), at den genetiske variation mellem populationer af skovfyr er rela-

tiv stor i forhold til variation indenfor populationen sammenlignet med andre europæiske skovtræarter.

Mere regionale isoenzymstudier i Sverige (Gullberg et al 1985), Polen (Majnartowitz og Palowski 1989) og Tyskland (Müller-Starck 1987) påviser relativt små forskelle mellem populationer. Det betyder, at langt den største del af den fundne genetiske variation i disse regioner findes indenfor populationerne.

## 2. Dyrkning af skovfyr i Danmark

Skovfyrren indvandrede til Danmark kort tid efter afslutningen af sidste istid

for 10.000 - 12.000 år siden. Allerede få årtusinder senere blev den dog fortrængt til marginale områder ved indvandring af en række subklimaks- og klimaksarter (hassel, eg, lind m.v.).

Senere er den blevet trængt yderligere tilbage af mennesket (rydninger, brænde, tømmer), og de sidste naturligt forekommende skovfyr forsvandt i Danmark i løbet af middelalderen (Oppermann 1922, Lorenzen 1928).

Samtidig med at de sidste rester af naturlig fyrreskov blev ryddet, startedes de første anlæg af fyrrekulturer (således på Gunderslevholm o. 1560). De første større kulturanlæg startede ca. 1730 i Tisvilde og fortsatte i stor målestok med Brüels skov anlæg på heden i slutningen af 1700-tallet. På Djursland er skovfyren plantet med held fra omkring år 1800.

En dybtgående redegørelse for oprindelsen af disse ældste plantninger gives af Oppermann (1922) og Barner (1958). Heraf fremgår det, at der er blevet indført frø fra Norge, Tyskland, Sverige, Finland og Skotland. Fra år 1900 er der indført frø af finsk, svensk og skotsk oprindelse samt en enkelt import fra Tyskland (Barner 1958).

Den skovfyr, der nu findes i landet, er således af meget forskellig oprindelse. Derfor kan afkom af forskellige bevoksninger have vidt forskellig dyrkningsværdi. Allerede fra midten af forrige århundrede blev man opmærksom på, at skovfyrens udvikling var meget afhængig af dyrkningslokaliteten og det anvendte materiales herkomst. Således mislykkedes de fleste plantninger vest for den jyske højderyg, mens skovfyren fx udviklede sig godt i Silkeborgområdet, i Nordsjælland og på Djursland. Tilbageslagene i skovfyrdyrkningen må ses som

en kombination af uegnede provenienser, ugunstige klimatiske dyrkningsforhold og angreb af fyrrens sprækkesvamp (*Lophodermium seditiosum*).

Skovfyren er en særdeles robust pionertræart, der kan trives under meget forskellige klimaforhold og selv på meget næringsfattige lokaliteter. Dette gør, at skovfyren har et stort og til dels uudnyttet potentiale i skovbruget specielt i relation til skovrejsning. Da den yderligere er stormfast og let kan selvforynnes, kan den være et værdifuldt element i et mere naturnært drevet skovbrug, specielt som et stabiliserende element og som indblandings- og hjælpetræart. Umiddelbart skulle man mene, at en træart med et så stort udbredelsesområde, og hvor Danmark ligger i midten af dette, skulle kunne tolerere endog relativ store ændringer i klimaet. Dens udprægede evne til (og behov for) mikrotilpasning kunne dog indikere, at væsentlige klimænderinger vil medføre selektionsprocesser, der i det mindste for de aktuelle bevoksninger kan være et problem.

### 3. Frøforsyning

#### *Frøforsyning 1960-80*

Med 430 kg (21,5 kg/år) har den indenlandske frøhøst dækket næsten 80 % af det samlede frøforbrug i perioden 1960-80. Denne høst er fordelt på 4 kårede bevoksninger (57 kg) og 2 frøplantager (373 kg).

Da frøplantagen FP.227 Kronborg begyndte at give frø i 1965 ophørte høsten i de kårede bevoksninger. Den anden frøplantage (FP.234 Frederiksborg) bar frø første gang i 1977.

Importerne af skovfyrfrø i samme periode beløb sig til 120 kg (6 kg/år) fordelt på Norge med 89 kg (proveniensområ-



*Skovfyr, FP.234 Frederiksborg distrikt. Frøplantagen består af 35 kloner af udvalgte plustræer i forskellige klitplantager. Plustræerne er udvalgt med hensyn til sundhed, vækst og retstammethed. Materialet er specielt velegnet i klitskovbruget, men det klarer sig tilsyneladende også pænt på sandede områder generelt. (Foto: B. Diilevsen, 1997).*

det HY.I, Sævråsvåg, Austevall), Sverige med 23 kg (diverse frøplantager i Sydsverige) samt mindre partier fra Finland og Vesttyskland

#### *Frøforsyning 1980-95*

Selvforsyningsgraden var i perioden 1980-1995 ca. 75 %, og frøplantagerne FP.227 Kronborg og FP.234 Frederiksborg har leveret langt hovedparten af det danske materiale på i alt ca. 940 kg (63 kg/år). Størstedelen af importen på ca. 308 kg (21 kg/år) er fra Sydvestnorge (Lindås, Tysnæs m.v.).

Tilgangen af skovfyrmateriale synes stigende - også indenfor den sidste 10-års

periode. Frøplantagerne har en helt dominerende plads i den hjemlige frøforsyning, hvilket i nogen grad er betænkeligt, eftersom afkommet ikke er tilstrækkeligt afprøvet. Afkom fra disse plantager indgår kun i det nyeste proveniensforsøg fra 1981, som på grund af den unge alder i hidtidige opgørelser kun har begrænset udsagnskraft. Der findes 8 kårrede skovfyrbevoksninger (26,6 ha) og 2 frøplantager (2,8 ha).

#### **4. Proveniensforsøg**

Allerede omkring midten af forrige århundrede begyndte en diskussion om

betydningen af frøets herkomst for skovfyrrens udvikling i Danmark. I 1880 opfordrede Dalgas således hedeskovbrugerne til forsøgsvis at plante svensk fyr, og omkring 1890 anlagde Hedeselskabet forsøgsplantninger med blandt andet tysk, svensk og skotsk materiale.

Det første egentlige proveniensforsøg med skovfyr blev anlagt på Feldborg distrikt i 1908, og siden er en række nye kommet til, de sidste i 1981. Resultater fra disse i alt 47 forsøg med i alt 122 provenienser er publiceret af Pedersen (1990).

Resultater fra forsøgsanlæg på Silkeborg distrikt (1914-16) samt på 3 af Hedeselskabets plantager (1913-15) er tidligere gengivet af Helms (1921 og 1927), Løfting (1951) og Brandt (1954). Allerede disse tidlige forsøg viser et noget heterogent billede. Således kan man ikke blot tale om proveniensforskelle med hensyn til form, vækst og sundhed, idet forskellene i disse egenskaber er stærkt afhængige af lokaliteten.

#### *Opgørelse af 5 danske forsøgsserier*

Hovedvægten hos Pedersen (1990) er lagt på 5 forsøgsserier: 2 klitserier anlagt henholdsvis 1931-1933 og 1942-1944 på lokaliteter langs den jyske vestkyst, en jysk serie anlagt 1950 på 9 lokaliteter i Jylland (4 klit, 3 hede og 1 sand), en nordvestjysk serie anlagt 1961 på 3 hedelokaliteter, samt Planteavlsstationens serie fra 1981 på 3 lokaliteter, heraf en i Nordsjælland (Tisvilde).

Langt de fleste af forsøgene er således anlagt i Jylland. De tre første serier indeholder importerede provenienser fra en række lande samt en del danske - de fleste af ukendt oprindelse. Det fjerde indeholder 10 norske provenienser, og i

det femte er frøplantagerne FP.227, FP.234 og FP.233 (sidstnævnte nedlagt på grund af museplage og svigtende frøsetning) testet sammen med en lettisk, en svensk og en Læsø proveniens af norsk oprindelse (Sæverås). FP.227 er samtidig repræsenteret med 6 forskellige høstår og FP.234 med 2.

I afhandlingen vurderes egenskaberne: overlevelse, sundhed, produktion og formkvalitet i det omfang, det er muligt i de enkelte forsøg. De ældre iagttagelser bekræftes og underbygges: De klare proveniensforskelle både med hensyn til sundhed, produktion, form og udvikling er meget afhængig af lokalitetstypen.

Pedersen (1990) opdeler derfor lokaliteterne i "klit", "hede" og "sand" efter jordbundsmæssige, klimatiske og geografiske overvejelser som et redskab til at forklare proveniensresultaterne. "Klit" refererer til en bræmme ned langs Vesterhavskysten, "hede" er området øst for klitten til israndslinien mod vest og nord. Den sydøstligste del af området er den bedre del af heden. "Sand" omfatter det nordlige og østlige Jylland. Formudviklingen giver et relativt ensartet billede: bedst formede er de skandinaviske provenienser, det baltiske materiale ligger intermedieært, mens de vestlige og sydlige provenienser (skotsk, belgisk, polsk, tysk, hollandsk) er mindst formsikre. Dette bekræftes af blandt andet polske forsøg (Giertych 1986).

Omvendt er det med vækstpotentiale; baltiske og lettiske provenienser har i ældre forsøg vist overlegen vækstkraft særligt på "sand", men også på heden klarer de sig godt og har en god form (de mest udsatte steder undtaget). Den polske Narewka, som muligvis også kunne stamme fra det såkaldte optimumsområde, klarer sig dog dårligt i alle henseender.

Også hollandsk og belgisk skovfyr synes uegnet i Danmark. Førstnævnte udviser stor vækstkraft, men har en helt uacceptabel form.

Erfaringerne med tysk skovfyr er blandede. Der blev i 1941 anlagt 5 nu nedlagte forsøg med tyske provenienser. Et på Djursland vidner om højtproducerede og længelevende tyske fyrracer. Enkelte klarer sig også på heden. Danske provenienser af tysk oprindelse giver også vekslende resultater; de karakteriseres ved dårlig overlevelse og form, men kan have et stort vækstpotentiale.

De finske provenienser har god form, men ringe vækstkraft. De er sædvanligvis for langsomme til danske forhold.

Svenske provenienser klarer sig generelt også dårligt. Absolut undtaget er dog Långekärr fra den svenske vestkyst (Bohuskysten, Skagerrak) ved den norske grænse. Den hører til de bedste på alle lokalitetstyper og har ikke svigtet i noget forsøg.

Norr Buar tæt på Långekärr har klaret sig meget dårligt på en sandet lokalitet, men er blandt de bedste på en hedelokalitet. Boxholm klarer sig udmærket på sandede lokaliteter, udviser skiftende resultater i klitten og bukker helt under på heden.

Konklusionen på hedeserien med udelukkende norske provenienser er for alle egenskaber, at de bedste findes syd for Sognefjorden: Erfjord, Moster, Ølve og Sæverås. Generelt synes kysttyperne (blandt andet Sæverås og Moster) at være de mest robuste.

I en anden serie har Sæverås virkelig god overlevelse, sundhed og form. Vækstmæssigt klarer den sig relativt bedst på de dårligste boniteter, og som den finske fyr har den en homogen

fremtoning. Afprøvning af Sæveråsafkom i klitten viser, at det her klarer sig virkelig godt.

Som forventet har de skotske skovfyrprovenienser gode vækstevner, er robuste, men de er også grovgrenede og med ringe form. De klarer sig relativt bedst på hede og i klit, men vokser samtidigt relativt hurtigt på bedre lokaliteter.

Bedst synes provenienser fra floddalene Spey og Dee. Variationen i den skotske fyr er gennemgående stor. F.275a Wedellsborg af skotsk oprindelse klarer sig som de bedste importerede skotske.

#### *Afkom af frøplantager*

Afkomsforsøget for frøplantagerne er opgjort af Pedersen (1990) i 1988 (9 år) og igen af Kjær og Barner (1997) i 1995 (14 år).

Pedersen (1990) viser, at proveniensforskelle i højde ved denne alder kun træder tydeligt frem på den dårligste lokalitet. Her synes den norske Sæverås (frøet høstet i Læsø plantage i to bevoksninger af Sæverås afkom!) at klare sig godt, mens den svenske Oscarshamn er bagud i forhold til frøplantagerne og lettiske Zvirgzdje Banska. Samtidig synes variationen mellem høstår i frøplantagerne at være af samme størrelsesorden som variationen mellem provenienserne.

Med hensyn til overlevelse er der for afkom af FP.227 signifikante forskelle mellem høstår. Udslagene er størst på den mest barske lokalitet, hvor højdevæksten samtidig er over middel og relativt bedst.

FP.234 er stabil for de 2 undersøgte årgange, og vækstkraften er gennemsnitlig på alle lokalitetstyper.

Kjær og Barner (1997)'s opgørelse omfatter kun den ene af de 3 forsøgslokaliteter, nemlig en typisk klitlokalitet



(Vester Thorup plantage). Ved 14-års alderen finder de signifikante forskelle både på højde, stammeform, sundhed og overlevelse.

Resultaterne bekræfter, at baltisk materiale skal undgås i klitten. FP.233 af baltisk oprindelse og den lettiske proveniens har haft en meget dårlig overlevelse og er ved opgørelsen (1995) karakteriseret ved en elendig sundhedstilstand. Læsø-proveniensen (Sæverås-afkom) har derimod haft en fremragende overlevelse og har en god sundhedstilstand. Dette understreger den sydvestnorske skovfyrns potentiale i klitskovbruget.

Årsagen til den store variation mellem forskellige høstår i frøplantagerne er ukendt, men skal muligvis søges i den hos svenske frøplantager kendte store andel af fremmedbestøvning i kombination med det relativt lave klonantal i frøplantagerne.

Desuden kan den såkaldte "eftereffekt" spille en rolle - det vil sige at klimaet i bestøvningsåret kan have en effekt på afkommets klimatilpasning (se beskrivelse af bl.a. Johnsen et al. (1996)). Der er dog ikke (endnu ?) fundet noget entydigt bevis og forklaring på disse ikke-mendelske effekter.

## 5. Frøkildeanbefalinger

Proveniensenvalget i skovfyr er svært på grund af vekslende præstationer på forskellige lokalitetstyper.

På de dårligste lokaliteter tæller først og fremmest overlevelse og dernæst vækstpotentiale. Jo bedre lokaliteten bliver, des mere kan man koncentrere sig om væksten, samt form og finknastethed.

Erfaringerne viser, at skovfyrren danner udprægede lokalracer og derfor er meget følsom overfor populationsflytninger



*Skovfyr, F.586 Hastrup Plantage. Denne kårede skovfyrbevoksning af sydvestnorsk oprindelse (Sæverås) er velegnet i hede- og klitskovbruget. (Foto: B. Ditlevsen, 1997).*

selv over korte afstande. Dette forhold gør det svært at komme med mere generelle proveniensanbefalinger, da Danmark ikke (længere) besidder naturlige lokalt tilpassede frøkilder.

Tidligere importerer må dog antages at have gennemgået en lokal landracedannelse. Dette indebærer at danske kårede bevoksninger og frøavlsbevoksninger generelt bør have en høj prioritet i det lokale proveniensvalg.

Følgende anbefalinger tager udgangspunkt i Pedersen (1990) og er opdelt efter lokalitetstyperne "klit", "hede", "bedre hede" og "sand".

## Danmark generelt

### 1. Danske frøplantager.

Materiale fra frøplantagerne FP.227 Kronborg og FP.234 Frederiksborg er velegnet specielt i klitskovbruget. De klarer sig tilsyneladende også pænt på sandede områder.

### 2. Lokale særligt gode kårede skovfyrbevoksninger indenfor samme lokalitetstype.

Hos skovfyrrer finder man - selv over korte afstande - spring i egen-skaberne, hvilket kan være en årsag til, at skovfyrrer er særlig følsom over for populationsflytninger mellem forskellige dyrkningsområder. Både i Danmark og udlandet synes afkom af gode lokale racer næsten aldrig at svigte.

## Klit

### 1. Danske kårede bevoksninger og frøplantager af skotsk oprindelse.

FP.227, FP.234 og fx F.275a Wedellsborg og F.275b Wedellsborg (sidstnævnte er 2. generation i Danmark).

### 2. Danske kårede bevoksninger af sydvestnorsk oprindelse.

Fx F.586 Palsgård af herkomst Sæverås.

### 3. Svenske vestkyst.

Långekärr og eventuelt Norra Buar, som er fra omtrent samme område som Långekärr.

### 4. Skotsk materiale.

Autochtone provenienser fra Upper Dee Side og Spey Side.

## Hede

### 1. Moster, Sæverås og andre sydvestnorske frøkilder.

Moster klarer sig vækstmæssigt bed-

re end Sæverås. Erfjord, Ølve og Nedernes vil også være vækstmæssigt overlegne, men er lidt mindre robuste.

### 2. Svenske vestkyst.

Långekärr.

### 3. Danske kårede bevoksninger af norsk oprindelse.

F.586 Palsgård (afkom af Sæverås).

### 4. Danske kårede bevoksninger på hedelokaliteter.

Fx F.110 Herning (tysk oprindelse).

## Bedre hede

På de bedre hedearealer anbefales først og fremmest pkt. 1-3 "sand". Desuden er provenienser fra den svenske vestkyst samt Sydvestnorge også en mulighed.

## Sand

### 1. Danske kårede bevoksninger af baltisk oprindelse samt tyske frøplantager af østpreussisk oprindelse.

I øjeblikket er der ingen godkendte frøkilder af baltisk oprindelse. Alternativt kan tyske frøplantager med østpreussisk skovfyr, der anbefales for Schleswig-Holstein, anvendes (frøplantagerne SLP Ostpreussen Grohnde og Reinhardshagen)

### 2. Riga, andre vestbaltiske og polske fra optimumområdet.

Området vest for Jaunjelgava, Zvirgzdje (Jaunjelgaveområdet) og eventuelt en polsk proveniens, Olsztyn, som i internationale IUFRO-forsøg har vist særdeles gode resultater og god evne til at tåle flytning.

### 3. Østdanske kårede bevoksninger af skotsk, sydvestnorsk og sydvestsvensk oprindelse.

Selvom oprindelsen af F.373 Silkeborg er ukendt og bevoksningen er uafprøvet må den antages at have interesse på "sand". Den er kåret specielt med henblik på områder øst for den jyske højderyg. Også oprindelsen af F.275a og b Wedellsborg er ukendt, men de er formentlig stadig interessante på "sand".

4. *Sydvest- og sydsvenske samt sydnorske frøkilder.*  
Långekärr og Stjärnar, samt Neder-nes og Erfjord.
5. *Danske kårede bevoksninger af sydvestsvensk oprindelse.*  
F.576 Haderslev (afkom af Långekärr).

## 6. Litteratur

- Barner, H., 1958: Frøforsyning og forædling. DST, 43, 1-83.
- Brandt, K., 1954: Proveniensenforsøg med skovfyr i Jørgensens plantage. Afsluttede rapport. Forstl. Forsøgsv. Danm., 21, 449-458.
- Giertych, M., 1986: Provenance variation of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) on a 46-years old international experiment in Poland. Arboretum Kornickie, 31, 183-193.
- Gullberg, U., Yazdani, R., Rudin, D., Ryman, N., 1985: Allozyme variation in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in Sweden. *Silvae Genetica*, 34, 193-201.
- Helms, J., 1921: Proveniensenforsøg med Skovfyr. Forstl. Forsøgsv. Danm., 5, 353-371.
- Helms, J., 1927: Proveniensenforsøg med Skovfyr II. Forstl. Forsøgsv. Danm., 9, 202-220.
- Johnsen, Ø., Skrøppa, T., Junttila, O., Dæhlen, O. G., 1996: Influence of the female flowering environment on autumn frost-hardiness of *Picea abies* progenies. *Theoretical and Applied Genetics*, 92, 797-802.
- Kjer, E., Barner, H., 1997: Valg af skovfyrprovenienser til klitten: Afprøvning af tre frøplantageafkom i et 14 år gammelt proveniensenforsøg. DST, (under trykning).
- Lorenzen, P., 1928: Furskoven på Læsø. DST, 13, 93-108.
- Løfting, E. C. L., 1951: Danmarks skovfyrproblem. Forstl. Forsøgsv. Danm., 20, 1-109.
- Mejnartowicz, L., Palowski, B., 1989: Studies of Scots pine populations in polluted and clean areas, pp. 115-125. In: Scholz, F., Gregorius, H. -R. And Rudin, D., (eds.): *Genetic Effect of Air Pollutants in Forest Tree Populations*. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo.
- Müller-Starck, G., 1987: Genetic differentiation among seed samples provenances of *Pinus sylvestris* L. *Silvae Genetica*, 36, 232-238.
- Oppermann, A., 1922: Skovfyr i Midt- og Vestjylland. Forstl. Forsøgsv. Danm., 6, 137-336.
- Pedersen, A.P., 1990: Skovfyr (*Pinus sylvestris* L.) - Provenienser i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 5, 276-423.
- Prescher, F., 1986: Transfer effects on volume production of *Pinus sylvestris* L.: a response surface model. *Scand. J. For. Res.*, 1, 285-292.
- Prus-Glowachi, W., Bernard, E., 1994: Allozyme variation in populations of *Pinus sylvestris* L. from a 1912 provenance trial in Pulawy (Poland). *Silvae Genetica*, 43, 132-138.
- Yazdani, R., Nielsson, J. E., Ericsson, T., 1985: Geographic variation in the relative proportion of monoterpenes in the cortical oleoresin of *Pinus sylvestris* in Sweden. *Silvae Genetica*, 34, 201-208.

# ØSTRIGSK FYR - proveniensvariation og frøkildevalg

af J. Bo Larsen

## 1. Udbredelse og raceforhold

Den østrigske fyrs (*Pinus nigra* Arnold) hovedudbredelse strækker sig gennem det sydlige Europa og Tyrkiet med stor rumlig adskillelse mellem de enkelte forekomster.

Den findes således i den østlige del af den Iberiske Halvø over de centrale og østlige dele af Pyrenæerne mod Cevennerne (her ned til 250 m). På Korsika findes den i de centrale bjergrige dele af øen i højder op til ca. 1600 m.o.h. Størstedelen af de italienske forekomster findes i Calabrien og på Sicilien; i Calabrien går den op til ca. 1750 m.

De nordligste forekomster af *Pinus nigra* findes lidt syd for Wien. Herfra strækker udbredelsen sig ned i Jugoslavien gennem de dinariske Alper, til Bulgarien og Grækenland med enkelte forekomster i Rumænien og på Krim.

I Tyrkiet forekommer den spredt i den vestlige del af landet fra de milde og relativt nedbørsrige kystegne ved Sortehavet til det kontinentale, nedbørsfattige indre Anatolien. I Afrika findes den i Marokko og Algeriet.

Den stærke geografiske opsplitning i kombination med det store udbredelsesområde har været baggrund for talrige

forsøg på at inddele arten i forskellige underarter (Fukarek 1958).

Den mest anvendte opdeling skelner mellem 4 underarter: *salzmanii* (Spanien, Frankrig), *laricio* (Calabrien, Korsika), *nigra* (Østrig, Jugoslavien, Grækenland) og *pallasiana* (Krim, Tyrkiet). Denne opdeling støttes af Gerber et al. (1995)'s studier af variationen i sammensætning af terpenere.

Det har dog vist sig vanskeligt at forklare en sådan inddeling ud fra morfologiske og fysiologiske karakterer; det anses derfor mest korrekt blot at tale om en art, der er kendetegnet ved en udpræget racedannelse (Vidacovic 1974).

Dette understøttes af en række isoenzymstudier, der bekræfter at langt den største del af den samlede genetiske variation skyldes variation indenfor populationer, mens kun 6 % henholdsvis 13,5 % af variationen kan henføres til forskelle mellem populationer og racer (Scaltsoyiannes et al. 1994 henholdsvis Nikolic og Tucic, 1983).

## 2. Dyrkning af østrigsk fyr i Danmark

Den formodentlig første bevoksning af østrigsk fyr i Danmark blev anlagt på

Jægerspris distrikt i 1837. Den stammede fra frø, der af J. F. Hansen blev hjemskrevet fra Korsika (Oppermann 1924). Nogenlunde samtidig blev mindre plantninger udført på Tisvildeegnen, og noget senere på Odsherred distrikt, Wedellsborgegnen og på Djursland. Efter sandflugtskommissær Andresens klitplantningsforsøg omkring 1850 blev træarten op gennem 1860'erne en af de vigtigste træarter til plantning i klitten (Bang 1891).

Materialet til disse tidlige plantninger stammede dels fra Korsika, dels fra Østrig og Jugoslavien, og man talte derfor om "korsikansk fyr" og "østrigsk fyr". Denne tidlige udbredte interesse for østrigsk fyr skyldes træartens store kultur-sikkerhed selv på klimatisk barske og meget næringsfattige lokaliteter. Den skades næsten aldrig af forårsfrost, er ekstrem tørke- og salttolerant, og den er en af de mest resistente træarter overfor vindpåvirkning både hvad angår vindslid og stormfæsthed.

I 1870'erne sporede en voksende bekymring for den østrigske fyrs sundhedstilstand. I 1881 kunne Rostrup meddele, at fyrrens knop- og grentørre skyldes svampen *Lophodermium pinastri* (Rostrup 1883).

Konsekvenserne af diagnosen var vidtrækkende for brugen af træarten. Den medførte blandt andet, at anvendelsen af østrigsk fyr i statsskovene blev forbudt. (Så vidt vides er det ikke siden blevet ophævet!).

*Gremmeniella abietina*, hvilket er det nu gældende navn for svampen, har lige siden været helt afgørende for anvendelsen af den østrigske fyr. På trods af forskellige skovdyrkningsmæssige muligheder for at begrænse svampens angreb - såsom tidlig og stærk hugst - er *Pinus*

*nigras* betydning i dansk skovbrug forblevet beskednen.

Relativt ofte støder man dog på bevoksninger, der alligevel har overlevet stærke angreb for senere at danne en stabil skovtilstand med høj rekreativ værdi fx i klitten (Strandgaard og Larsen 1981). Træartens store økologiske stabilitet på tørre, vindudsatte lokaliteter og dens værdi i landskabsmæssig henseende indebærer givetvis, at den også fremover vil indtage en vis plads i dansk skovbrug.

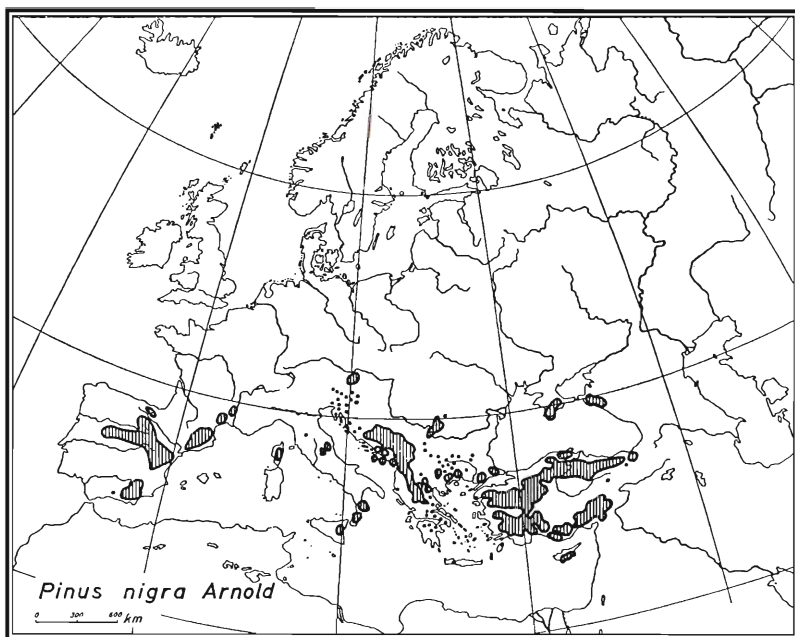
Set ud fra et rent klimatisk synspunkt bør østrigsk fyr kunne tolerere mindre klimaskift. Et fremtidigt klima med mildere vintre og en generelt højere luftfugtighed, vil dog givetvis forværre træartens problemer med hensyn til *Gremmeniella abietina*.

### 3. Frøforsyning

Frøbehovet for østrigsk fyr har i perioden 1960-1980 i stor udstrækning kunnet dækkes fra indenlandske frøkilder. Frøhøsten i de kårede bevoksninger var 1633 kg (82 kg/år), mens kun 235 kg (12 kg/år) blev importeret.

Der har været høstet på i alt 12 kårede bevoksninger, hvor F.246 Odsherred med 960 kg, F.255 Wedellsborg med 329 kg og F.415 Emmedsbo med 126 kg har bidraget mest. Importerne fordeler sig på Jugoslavien (200 kg), Østrig (25 kg) og Tyskland (10 kg).

Ifølge Plantedirektoratet og Statsskovenes Planteavlstation var tilgangen af dansk materiale i perioden 1980-1995 på ca. 533 kg (36 kg/år) og importen ca. 795 kg (53 kg/år). En stigende del af materialet til det danske marked er således importeret, idet selvforsyningsgraden er faldet fra 87 % til 40 %.



Østrigsk fyr, det naturlige udbredelsesområde.

Ifølge Planteavlstationen var de væsentligste danske bidragydere i nævnte rækkefølge F.415 Emmedsbo, F.246 Odsherred, F.524 Nordjylland, F.417 Emmedsbo og F.416 Emmedsbo. En stor del af importen kommer fra Calabrien i Italien. Der er dog også importeret en del materiale fra Tyrkiet af varietet "pyramidalis".

Der er 7 kårede bevoksninger af østrigsk fyr med et samlet areal på 55,0 ha.

#### 4. Proveniensforsøg og forædling

Egentlige systematiske proveniensforsøg med østrigsk fyr er endnu ikke blevet anlagt i Danmark.

De få ældre eksisterende forsøg indeholder hovedsagelig afkom af danske be-

voksninger, hvor det kun vides, om disse er af østrigsk eller korsikansk oprindelse. Derudover findes to yngre forsøg med afkom af kårede danske bevoksninger samt et forsøg med enkelttræafkom fra prøveflade HE, Jægerspris (den af J. F. Hansen anlagte bevoksning af korsikansk oprindelse). En samlet opgørelse af disse forsøg er foretaget af Strandgaard og Larsen (1981).

Resultaterne gør det ikke muligt at drage vidtrækkende konklusioner med hensyn til proveniensvalget. Forsøgene viser dog, at afkom af bevoksninger af korsikansk oprindelse er mindre robuste end materiale af østrigsk oprindelse på kulturstadiet, idet de viste de største afgangsprocenter på klimatisk barske forsøgslokaliteter. På kystnære milde

lokaliteter var de korsikanske herkomster derimod kendetegnet ved en udmærket vækstudvikling.

Forsøget med enkelttræafkom viste betydelige forskelle både med hensyn til overlevelse og vækstudvikling mellem afkommene. Dette tyder på, at man ved familieselektion kan opnå en betydelig gevinst og peger hen mod gunstige forædlingsmuligheder for træarten.

De korsikanske proveniensers dårlige overlevelse på klimatisk udsatte lokaliteter kan givetvis henføres til en for ringe vinterfrostresistens. I Tyskland fandt Röhrig (1966) således betydelige frostskader i specielt de korsikanske og spanske herkomster, mens provenienserne fra Calabrien (Syditalien), Østrig, Jugoslavien og Tyrkiet kun led ringe eller ingen skade. Den calabriske herkomst viste desuden en væsentlig bedre vækst end de mere østlige provenienser. Dette bekræftes fuldt ud af belgiske forsøg (Delevoy 1949).

Frostresistens hos østrigsk fyr er blevet nærmere behandlet af Larsen og Suner (1984). Resultaterne af egentlige frostresistensforsøg bekræftede en stor variation specielt i vinterfrostresistensen blandt provenienser. Provenienser fra Korsika og fra Tyrkiets sortehavskyst var meget frostfølsomme, mens herkomster fra det indre Anatolien (Tyrkiet) udviste en høj resistens. En calabrisk proveniens lå intermedært.

I mangel af gode danske proveniensforsøg får resultaterne af Stephan (1984) fra et forsøg i det sydlige Slesvig-Holsten særlig interesse for proveniensvalget i Danmark. Forsøget, der omfatter 58 provenienser, er sidst opgjort ved 14-års alder.

Heraf fremgik det, at de mest vækstkraftige provenienser var afkom af belgiske og nordvesttyske bevoksninger og



Østrigsk fyr, Rønne Plantage. Træartens store økologiske stabilitet på tørre, vindudsatte lokaliteter og dens værdi i landskabsmæssig henseende sikrer den en plads i dansk skovbrug. (Foto: H. Staun, 1995).

frøplantager. Meget tyder således på, at der gennem naturlig selektion er sket en landracedannelse allerede efter én generation i Nordvesteuropa, og at afkom af lokale bevoksninger bør foretrækkes i proveniensvalget. Af de direkte importer udviste de calabriske og korsikanske prøver en god vækst.

Det interessante spørgsmål, om der er proveniensbetingede forskelle i resistensen overfor *Gremmeniella abietina*, er blevet behandlet yderst sparsomt. De få undersøgelser tyder på, at der findes resistensforskelle mellem individer, men ikke mellem provenienser (Stephan 1970, Siepmann 1978).

Forskellige proveniensers egnethed til juletræproduktion er ikke blevet under-

søgt. En enkelt iagttagelse af Strandgaard og Larsen (1981) tyder dog på, at korsikanske provenienser er mindre velegnede til dette formål. De østlige herkomster, der er kendetegnet ved kortere og mere robuste nåle, er muligvis bedre egnede. Interessen for "pyramidalis-varieteteten" skal ses i denne sammenhæng.

## 5. Frøkildeanbefalinger

Det er vanskeligt at sige, hvad der helt konkret skal sættes på i den fremtidige frøforsyning. Forsøgene med afkom af de kårede bevoksninger viste ingen større vækstofforskelle.

Man bør dog givetvis være forsigtig med anvendelse af korsikanske provenienser, der er noget frostfølsomme. Derimod synes calabriske provenienser at være interessante.

### 1. Danske kårede bevoksninger.

Afkom af bevoksninger, der er af korsikansk oprindelse, bør dog kun anvendes under milde dyrkningsforhold.

### 2. Italien: Calabrien,

Catanzaro-området over 1500 m.

## 6. Litteratur

Bang, J. P. F., 1891: Om de nord- og vestjydske klitters beplantning. Tidssk. f. Skovb., 12, 1-118.

Delevoy, G., 1949: Contribution a l'étude de quelques variétés de *Pinus nigra* Arnold en Belgique. I. De l'influence de l'origine de graines. Station de Recherches de Groenendaal. Serie B, 8, 1-18.

Fukarek, P., 1958: Die Standardrassen der Schwarzföhre (*Pinus nigra* Arn.sen.lat.). Centralblatt f.d. gesamte Forstwesen, 75, 203-207.

Gerber, S., Baradat, P., Marpeau, A., Arbez, M., 1995: Geographic variation in terpene

composition of *Pinus nigra* Arn. Forest Genetics, 2, 1-10.

Larsen, J. B., Suner, A., 1984: Frostresistenz verschiedener Herkünfte der Schwarzkiefer. Allg. Forst Zeitschrift, 584-585.

Nicolic, D., Tucic, N., 1983: Isoenzyme variation within and among populations of European black pine (*Pinus nigra* Arnold). Silvae Genetica, 32, 80-89.

Oppermann, A., 1924: Korsikansk Fyr i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 7, 393-423.

Rostrup, E., 1883: Fortsatte Undersøgelser over Snyltesvampes Angreb på Skovtræer. Tidssk. f. Skovb., 6, 199-301.

Röhrig, E., 1966: Die Schwarzkiefer und ihrer Formen. II. Erste Ergebnisse von Provenienzversuchen. Silvae Genetica. 15, 21-26.

Scaltsoyiannes, A., Rohr, R., Panetsos, K. P., Tsaksira, M., 1994: Allozyme frequency distributions in five European populations of black pine (*Pinus nigra* Arnold), (I) Estimation of genetic variation within and among populations. (II) Contribution of isozyme analysis to the taxonomic status of the species. Silvae Genetica, 43, 20-30.

Siepmann, R., 1978: Anfälligkeit verschiedener Schwarzkiefenherkünfte bei *Scleroderris lagerbergii* - Befall. Eur. J. For. Path., 8, 280-284.

Stephan, B. R., 1970: Klonabhängiges Verhalten bei *Pinus nigra* Arnold gegenüber *Scleroderris lagerbergii* Gremmen. Allg. Forst. u. Jagdztg., 141, 60-63.

Stephan, B. R., 1984: Schwarzkiefer - Herkunftversuch im Südlichen Schleswig-Holstein. Allg. Forst. Zeitschrift, 579-581.

Strandgaard, S., Larsen, J. B., 1981: Genetiske og økologiske aspekter ved dyrkning af østrigsk fyr (*Pinus nigra* Arnold) i Danmark. DST, 66, 1-23.

Vidacovic, M., 1974: Genetics of European black pine (*Pinus nigra* Arn.). Annales Forestales, 6, 57-86. Zagreb.



# CONTORTAFYR

## - proveniensvariation og frøkildevvalg

af J. Bo Larsen

### 1. Udbredelse og raceforhold

Contortafyrrens (*Pinus contorta* Dougl.) udbredelsesområde strækker sig over store dele af Nordvestamerika. Det dækker i Canada ca. 20 mio. ha og i USA ca. 6 mio. ha, idet arten kun undtagelsesvis findes i store sammenhængende arealer. Dens nordligste forpost findes i Yukon ved 64° 10' N. bredde, mens de sydligste forekomster ligger i det nordlige Baja California omkring 32° N. bredde.

Arten hører til blandt de mest uddifferentierede nåletræer, og den inddeles i 4 geografiske racer (underarter) efter morfologiske kriterier (Critchfield 1957 og 1980):

1. *Pinus contorta ssp. concorta* (kysttypen) findes i et bælte langs Stillehavskysten fra Alaska i nord til Californien i syd.

2. *Pinus contorta ssp. murrayana* (den sydvestlige indlandstype) findes i de sydlige Kaskadebjerge i Oregon samt i Californiens bjergområder.

3. *Pinus contorta ssp. latifolia* (den nordlige og østlige indlandstype) findes i de nordlige Kaskadebjerge, i Rocky Mountains samt de centrale og nordlige dele af British Columbia og Yukon.

4. *Pinus contorta ssp. bolanderi* findes i et lille område på den californiske kyst (Mendocino White Plains).

I dansk skovbrugslitteratur har der tidli-

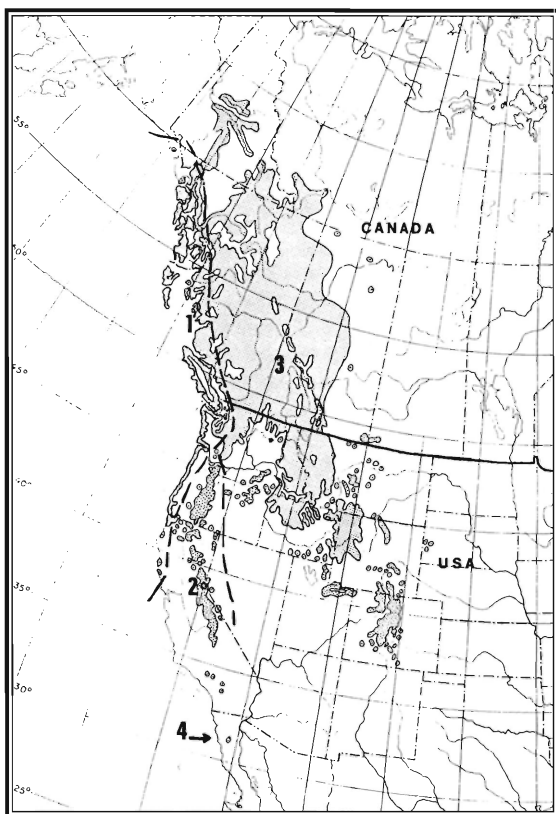
gere hersket udpræget forvirring med hensyn til betegnelsen af de forskellige racer (underarter). Således har begge underarter fra indlandet tidligere gået under betegnelsen "murrayana". Den her nævnte er imidlertid den internationalt anerkendte.

Contortafyrren er en typisk pionertræart, der især forekommer under ekstreme økologiske forhold, der er ugunstige for mulige konkurrenter. Den vokser således på moser, i klitter, på fladgrundede næringsfattige jorder og på nydannede lavamarker. Den vidtstrakte udbredelse af latifoliaracen kan desuden primært henføres til regelmæssige skovbrande, efter hvilke contortafyrren er en meget succesrig pioner.

### 2. Dyrkning af contortafyr i Danmark

Arten blev indført i dansk skovbrug i 1890'erne, men først i 1930'erne samt i 1950'erne og 60'erne foretages de store tilplantninger på heden og i klitten.

Denne voksende interesse for træarten skyldes dens store volumenproduktion og korte omdriftsalder på marginaljorder (Jørgensen og Andersen 1959). Desuden viste den en overraskende hård-



*Contortafyr, det naturlige udbredelsesområde.*

førhed og sikkerhed i kulturstadiet (Løfting 1952).

Fra sidste halvdel af 70'erne er interessen for contortafyrren dog faldet betragteligt. Dette skyldes, at træarten besidder en række uheldige egenskaber. Den har en dårlig formudvikling, den angribes let af fyrrevikleren og har ofte en dårlig stabilitet. Dette gør at der selv ved hovedskovninger kun undtagelsesvis kan aflægges tømmereffekter.

Nogle af disse forhold kan imidlertid påvirkes ved valg af proveniens. Larsen

og Nielsen (1982) påpeger da også, at en rigtig udnyttelse af artens genetiske variation via proveniensvalget er den vigtigste skovdyrkningsmæssige foranstaltning i contortadyrkingen.

Contortafyrren kan på grund af sin store hårdførhed bruges som en pionertræart under ekstreme dyrkningsforhold. Dens plads i det egentlige skovbrug kan dog ligge på et meget lille sted.

En dybtgående analyse af herkomsten af hjemlige contortafyrbevoxsninger gives af Feilberg (1964). Der er således blevet

importeret frø fra vidt forskellige dele af udbredelsesområdet; fx er der importeret materiale fra Washingtons kyst (contortaracen) samt fra British Columbia's indlandsområder og fra Montana, Alberta og Colorado (disse provenienser er markedsført som murrayana, men tilhører efter den gældende nomenklatur dog latifoliaracen).

Contortafyrrens store variation i sit hjemland genspejles altså i vid udstrækning i vore hjemlige bevoksninger.

### 3. Frøforsyning

Contortafyrren blomstrer tidligt, og det har derfor været muligt at høste og anvende lokalt avlet frø få årtier efter artens introduktion til landet. Frøsaetningen er dog som oftest så beskednen, at frø fra danske frøkilder i de senere år ikke har haft den store praktiske betydning. Der har tidligere været kåret en række contortabevoksninger både af contortaracen og af latifoliaracen; den mest anvendte har været F.302 Klosterheden.

#### *Frøforsyning 1960-80*

I perioden 1960-1980 har der ifølge Herkomstkontrollen ikke været høstet contortafyr i kårede bevoksninger. Høsten i ikke-kårede bevoksninger har ikke været registreret og kan derfor ikke opgøres.

Det tidligere Klitvæsen har i stor udstrækning anvendt hjemmeavlet frø af især kysttypen. Wedellsborg skovdistrikt har gennem en lang årrække høstet og solgt frø af både contorta- og latifoliaracen under navnet "Wedellsborg contorta" og "Wedellsborg murrayana". Sidstnævnte herkomst træffes jævnligt i både klit- og hedeplantager, hvor den er både frodig og velformet.

#### *Frøforsyning 1980-95*

I perioden 1980-1995 har tilgangen ifølge tal fra Plantedirektoratet og Statsskovens Planteavlstation været på ca. 90 kg (6 kg/år) dansk materiale og ca. 65 kg (4 kg/år) importeret. Der var ingen eksport og geneksport for perioden 1985-1995.

Ifølge Statsskovenes Planteavlstation er tilgangen gennem perioden faldet kraftigt. Den største bidragyder af dansk materiale er F.544 Oksbøl. Denne bevoksning er sammen med meget små mængder fra F.565 Hanherred den eneste bidragyder fra 1985. Til og med 1984 er der derimod også høstet en del i ikke-kårede bevoksninger, hvor Klosterheden Åbogård er den væsentligste.

Importen, som næsten udelukkende ligger i starten af perioden, stammer fra England og direkte fra British Columbia. Der er 2 kårede bevoksninger af racen latifolia på i alt 9,9 ha.

### 4. Provenienseforsøg og forædling

#### *Danske forsøg*

Borset fra et enkelt forsøg med 5 provenienser anlagt af Klitvæsenet i 1932 blev de første egentlige provenienseforsøg med *Pinus contorta* i Danmark anlagt i 1960 på 11 forskellige lokaliteter. De foreløbige resultater fra disse forsøg gives af Løfting (1966). Desuden er der i årene 1965 og 1972 blevet anlagt tre forsøg. En samlet opgørelse og analyse af alle disse forsøg findes hos Larsen og Nielsen (1982), og en opgørelse af et enkelt af forsøgene ved 18 år findes hos Madsen (1993).

Med hensyn til *frostskader* viser de danske provenienseforsøg, at især latifolia-provenienserne klarer sig godt under vort klima.

For contortaprovenienserne vedkommende stiller sagen sig imidlertid noget anderledes. De sydlige kystprovenienser (fra Oregon og sydover) viser en uacceptabelt høj dødelighed forårsaget af frostskafer. Selv provenienser fra Washingtons og British Columbias kyst, der hidtil har været anset for tilstrækkeligt hårdføre, blev i vinteren 1981/82 særdeles kraftigt beskadiget på udsatte lokaliteter i modsætning til indlandsherkomsterne.

Hvad angår *tilvækst* viser contortaracen den gennemsnitligt bedste udvikling efterfulgt af latifoliaracen, mens murrayanaracens vækst ligger ringest. Inden for racerne kan der imidlertid iagttages relativt store vækstofforskelle.

Således viser contortaprovenienserne et fald i vækstkraften, når man bevæger sig mod syd langs Oregons kyst; et optimum synes at ligge i det sydlige Washington. Bevæger man sig nordpå langs kysten fra det fundne optimum i Washington falder vækstkraften ligeledes. Dansk contortafyr af kystracen (F.302 Klosterheden) synes at udvikle sig på linie med eller en smule bedre end de bedste direkte importter.

Latifoliaprovenienserne viser i deres vækstreaktioner en langt mere usystematisk variation. Deres vækst er i gennemsnit lavere end contortaprovenienserne, men alligevel har enkelte provenienser af latifoliaracen udviklet sig på højde med de bedste contortaprovenienser. Disse hurtigtvoksende latifoliaprovenienser synes at koncentrere sig i et område mellem 54° og 56° N. bredde i det indre British Columbia (Stuart Lake, Nass River, Bowron River).

Murrayanaprovenienserne udvikler sig vækstmæssigt dårligst i Danmark; de nordligste provenienser vokser relativt

bedst (Kaskadebjergene i det nordlige Oregon), mens vækstkraften aftager jævnt ned gennem Oregon og California.

Som før omtalt udgør angreb af *fyrrevikleren* en af de vigtigste begrænsende faktorer for rentabiliteten i contortadyrkningen. Undersøgelser af Esbjerg og Feilberg (1971) og Larsen og Nielsen (1982) samt iagttagelser i Holland (Kranenburg og Kriek 1978) og Tyskland (Stephan 1976 og Stephan et al. 1993) viser ikke nogen helt tydelige forskelle i angrebsgrad mellem provenienserne. Der synes dog at være en tendens til stærkere fyrreviklerangreb på provenienser af contortaracen.

Derimod kunne Larsen og Nielsen (1982) iagttage tydelige raceforskelle på formen. Latifolia- og murrayanaprovenienserne regenererede bedre formmæssigt efter angreb med deraf følgende mindre forringelse af stammeformen end contortaprovenienserne.

Med hensyn til *stammeform* og *grenudvikling* kunne Larsen og Nielsen (1982) fastslå, at begge karakterer var væsentligt bedre hos latifolia- og murrayanaprovenienserne end hos provenienserne af contortaracen.

#### *Udenlandske forsøg*

Provenienseforsøg fra vore nabolande understøtter til dels resultaterne fra de danske forsøg.

Således finder Stephan et al. (1993) i forsøg i Nordtyskland, at de mest vækstkraftige provenienser kommer fra Washingtons og Oregons kystområder (contortaracen), samt fra indlandet i det sydlige British Columbia (latifoliaracen).

De finder at vækstkraften aftager mod nord for både contorta- og latifoliaracen. Grænsen mellem hurtigt- og langsomt-



*Contortafyr, F.565 Korsø Plantage. Denne kårede bevoksning af latifolia-racen stammer fra Bella Coola-distriktet i British Columbia, og den repræsenterer det generelt mest vel-egnede materiale af contortafyr til plantning i Danmark. (Foto: S. Fodgaard, 1987).*

voksende provenienser går cirka ved 51° N for kystprovenienserne og ca. ved 56° N for indlandsprovenienserne.

I lighed med de danske forsøg er kysttyperne også de mest grovgrenede, mens alle racer og provenienser synes følsomme overfor fyrreviklerangreb. Specielt de sydlige kysttyper er følsomme overfor streng vinterfrost, mens provenienser nord for cirka 49° (grænsen mellem USA og Canada) ikke rammes af frostska-

I *Sydfinland* og *Mellemsverige* finder henholdsvis Hahl (1970) og Lindgren et al. (1976) i proveniensforsøg, at de mest hurtigtvoksende latifoliaprovenienser koncentrerer sig i det centrale British Columbia.

Resultater fra ældre proveniensforsøg i det *nordlige England* (Lines 1976) tyder på, at latifoliaprovenienserne starter langsommere for derefter at accelerere væksten sammenlignet med contortaprovenienserne. Disse forhold må således medvirke til at skærpe interessen for latifoliaracen i almindelighed.

## 5. Frøkildeanbefalinger

I en samlet afvejning af alle vigtige faktorer - såsom vækst, form, angreb af fyrrevikler samt frostska-

der - er provenienser af latifoliaracen at foretrække frem for provenienser af den hidtil mest benyttede kystrace (contorta), når drifts-

formålet er af økonomisk karakter, det vil sige produktion af gavntræ. Det bør dog erindres ved import af frø fra dette område, at latifoliaracen dels varierer betydeligt i hjemlandet, dels udvikler sig ret forskelligt på forskellige lokaliteter.

### 1. Afkom af danske kårede contortabevoksninger af latifoliaracen.

### 2. Det centrale British Columbia mellem 54° og 56° N bredde i området nordvest for Prince George.

Provenienser såsom Nass River, Bowron River og Stuart Lake er afprøvede her i landet og har vist sig vækstmæssigt på linie med de bedste kystprovenienser. De besidder dog en bedre form og større hårdførhed.

## 6. Litteratur

- Critchfield, W. B., 1957: Geographic variation in *Pinus contorta*. Maria Moors Cabot Found. Publ., 3, 118 p. Harvard Univ. Cambridge, Mass.
- Critchfield, W. B., 1980: The genetics of Lodgepole pine. Res. Pap., 57 p., WO-37, U.S. Dept. Agric. For. Ser.
- Esbjerg, P., Feilberg, L., 1971: Infestation level on the European Pine Shoot Moth (*Rhyacionia buoliana* Schiff.) on some provenances of Lodgepole Pine (*Pinus contorta* Dougl.). Forstl. Forsøgsv. Danm., 32, 343-358.
- Feilberg, L., 1964: *Pinus contorta*, provenienser og forædling. DST, 49, 267-296.
- Hahl, J., 1970: (Results from an eight-year old provenance trial of Lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl.)). Metsänjalustus säätiö, 4, 7 p.
- Jørgensen, E. Laumann, Andersen, K. F., 1959: *Pinus contorta*, vækst og anvendelse i Danmark. DST, 44, 479-500.
- Kranenburg, K.G., Kriek, W., 1978: Growth and shape of *Pinus contorta* in the Netherlands. Proc. of the IUFRO joint meeting, 2, 101-124, Vancouver, Canada.
- Larsen, J. B., Nielsen, Chr., 1982: Proveniensforsøg med contortafyr (*Pinus contorta* Dougl.) i Danmark. Forstl. Forsøgsv. Danm., 38, 239-272.
- Lindgren, D., Krutzsch, P., Twetman, J., Kiellander, C. L., 1976: Survival and early growth of *Pinus contorta* provenances in northern Sweden. Dept. For. Gen. Res. Note 20, 42 p. Royal Coll. For. Sweden.
- Lines, R., 1976: Notes on selected experiments seen on tour 10., 13/9/74. In: *Pinus contorta* provenance studies, 110-124, For. Comm. Res. and Dev. Pap. 114 (GB).
- Løfting, E. C. L., 1952: *Pinus contorta* i Danmark. DST, 37, 45-61.
- Løfting, E. C. L., 1966: Proveniensforsøg med *Pinus contorta* (Loud.). Forstl. Forsøgsv. Danm., 30, 49-95.
- Madsen, S. F., 1993: A Contorta Pine Provenance Experiment in Denmark. Including material from the IUFRO 70/71 Collection Series. I: Lindgren, D. (ed.): *Pinus contorta* - from untamed forest to domestic crop. Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Report 11, 193.
- Stephan, B. R., 1976: Zur intraspezifischen Variation von *Pinus contorta* auf Versuchsf lächen in der Bundesrepublik Deutschland. I. Ergebnisse aus der Versuchsserie von 1960/61. *Silvae Genetica*, 25, 201-209.
- Stephan, B. R., Liepe, K., Venne, H., 1993: Results of *Pinus contorta* provenance experiments in western Germany. I: Lindgren, D. (ed.): *Pinus contorta* - from untamed forest to domestic crop. Department of Forest Genetics and Plant Physiology, Swedish University of Agricultural Sciences, Report 11, 100-108.

# Certificering og kontrol af forstligt formeringsmateriale i Danmark

af Jørgen Søgaard

## Indledning

Starten til det danske certificerings- og kontrolsystem blev gjort i 1936 ved oprettelsen af Dansk Skovforenings Frøudvalg. Udvalget skulle kåre frøavlsvbevoksninger. Kontrollen, der byggede på en frivillig ordning, blev styret ved hjælp af et garantierklæringssystem.

I 1960 blev kontrollen lagt ind under den nyoprettede Herkomstkontrol med skovfrø og -planter, som i 1975 blev gjort til en statsinstitution.

I 1969 tilsluttede Danmark sig OECD-ordningen om kontrol med forstligt formeringsmateriale i international handel. Ved indtrædelsen i EF i 1973 blev denne frivillige ordning gjort obligatorisk for en række af de vigtigste skovtræarter (de såkaldte EØF-træarter, tabel 1A og 1C).

Med dannelsen af Plantedirektoratet i 1990 blev Herkomstkontrollen med skovfrø og -planter placeret her, sammen med alle andre kontrolopgaver indenfor Landbrugsministeriet (nu Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri).

De nugældende danske regler omfatter både OECD-ordningens og EF-direktivernes bestemmelser. Reglerne omfatter også en række rent danske bestemmelser

og kan findes i bekendtgørelsen om skovfrø og -planter. Den nugældende bekendtgørelse trådte i kraft den 1. januar 1997.

## Den kontrollerende og godkendende myndighed

Ministeriet for Fødevarer,  
Landbrug og Fiskeri  
Plantedirektoratet  
Skovbrynet 20  
2800 Lyngby  
Telefon: 45 96 66 00  
Telefax: 45 96 66 10  
E-mail : pd@pd.lfm.dk

Plantedirektoratet rådgives af Kåringsudvalget, som består af en række medlemmer fra relevante organisationer og institutioner. Kåringsudvalget har historisk set behandlet kåringsopgaver til anvendelse i skovbruget, altså produktion af træ. Udviklingen går imidlertid i retning af et behov for kåring for flere anvendelsesområder. Derfor besidder udvalget nu også ekspertise om juletræ-/pyntegrøntproduktion og vil fremover også komme til at behandle kåringsopgaver indenfor forskellige landskabsanvendelser.

Det nuværende udvalg består af 6 medlemmer. Udvalget omfatter repræsentanter for Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles Sektion for Skovbrug og Arboretet, Forskningscentret for Skov & Landskab, Skov- og Naturstyrelsen samt Dansk Skovforening. Herudover har udvalget en formand, udpeget af ministeren.

### Det rådgivende udvalg

”Udvalget for skovfrø og -planter” rådgiver Plantedirektoratet i overordnede spørgsmål om godkendelse og kontrol. Udvalget består af 18 medlemmer, der repræsenterer det private og statslige skovbrug, undervisning, forskning, frøhandlere, planteproducenter, planlæggere samt brugere af planter.

### Arter under ordningen

Tabel 1 indeholder de træarter, som er underlagt EF-direktivernes bestemmelser og OECD-ordningen.

### Proveniensområder

Landet er ikke opdelt i egentlige proveniensområder. De danske bestemmelser kræver dog, at forstligt formeringsmateriale fra en kåringsenhed (bevoksning) skal holdes adskilt fra andre gennem alle led. Hver kåret bevoksning danner derfor i relation til lovgivningen sit eget proveniensområde.

### Fortegnelse over godkendt grundmateriale

Plantedirektoratet udgiver en liste over samtlige godkendte bevoksninger og frøplantager i Danmark. Den har titlen

”Kårede frøavlsbevoksninger i Danmarks skove”. Den revideres løbende og kan rekvireres hos Plantedirektoratet.

### Kategorier af formeringsmateriale

#### 1. Lokalt bestemt formeringsmateriale.

Denne kategori må kun bringes i handelen af træarterne angivet i Tabel 1 B og anvendes ikke for danskproduceret materiale.

#### 2. Udvalgt formeringsmateriale.

Godkendelse af bevoksninger foretages af Plantedirektoratet efter syn og indstilling fra Kåringsudvalget. Tabel 2 giver en oversigt over antallet af kårede bevoksninger, fordelt til træarter.

#### 3. Afprøvet formeringsmateriale.

På grundlag af afkomsafprøvning, hvor afkommet har vist signifikant bedre forstlige egenskaber, kan en frøkilde kåres som afprøvet og optages i Kåringsfortegnelsen som sådan. Tabel 2 giver en oversigt over bevoksninger, der er kårede som afprøvede, fordelt til træarter.

#### 4. Formeringsmateriale fra uafprøvede frøplantager.

Tabel 2 giver en oversigt over frøplantager, der er kårede, fordelt til træarter.

### Regler for handel med forstligt formeringsmateriale

Reglerne er fastlagt i bekendtgørelse nr. 985 af 22. november 1996 om skovfrø og -planter. Bekendtgørelsen fastsætter aktuelt regler for godkendelse af grund-



Tabel 1. Træarter omfattet af bekendtgørelsen

A. Generativt formeringsmateriale ("EF-træarter" og "OECD-træarter")

Dansk navn	Botanisk navn
Alm. ædelgran . . . . .	<i>Abies alba</i> Mill.
Europæisk lærk . . . . .	<i>Larix decidua</i> Mill.
Japansk lærk . . . . .	<i>Larix kaempferi</i> (Lamp.) Carr.
Rødgran . . . . .	<i>Picea abies</i> (L.) Karst.
Sitkagran . . . . .	<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carr.
Østrigsk fyr (incl.var.) . . . . .	<i>Pinus nigra</i> Arnold.
Skovfyr . . . . .	<i>Pinus sylvestris</i> L.
Weymouthsfyr . . . . .	<i>Pinus strobus</i> L.
Douglasgran . . . . .	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco
Bøg . . . . .	<i>Fagus sylvatica</i> L.
Rødeg . . . . .	<i>Quercus rubra</i> L.
Stilkeg . . . . .	<i>Quercus robur</i> L.
Vintereg . . . . .	<i>Quercus petraea</i> (Mattuschka) Lieblein

B. Generativt formeringsmateriale ("OECD-træarter")

Ær, ahorn . . . . .	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.
Rødel . . . . .	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.
Hvidel . . . . .	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench.
Avnbøg . . . . .	<i>Carpinus betulus</i> L.
Ask . . . . .	<i>Fraxinus excelsior</i> L.
Grandis, kæmpegran . . . . .	<i>Abies grandis</i> Lindl.
Nordmannsgran . . . . .	<i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) Spach.
Nobilis, sølvgran . . . . .	<i>Abies procera</i> Rend.
Lawsoncypres . . . . .	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (Murr.) Parl.
Omorika, serbisk gran . . . . .	<i>Picea omorika</i> (Pancic) Purkyne
Klitfyr, contorta . . . . .	<i>Pinus contorta</i> Dougl. ex Loud.
Balkanfyr, silkefyr . . . . .	<i>Pinus peuce</i> Griseb.
Fuglekirsebær . . . . .	<i>Prunus avium</i> L.
Nordvestamerikansk thuja . . . . .	<i>Thuja plicata</i> D. Don
Skovlind, småbladet lind . . . . .	<i>Tilia cordata</i> Mill.
Nordvestamerikansk tsuga . . . . .	<i>Tsuga heterophylla</i> (Raf.) Sarg.
Hybridlærk . . . . .	<i>Larix x eurolepis</i> Henry

C. Vegetativt formeringsmateriale ("EF-træart")

Poppel . . . . .	<i>Populus</i> sp.
------------------	--------------------

Tabel 2: Kårede bevoksninger og frøplantager i Danmark 1997

Træart	Udvalgt frøavlsbevoksninger		Uafprøvede frøplantager		Afprøvede frøavlsbevoksninger	
	Antal	ha	Antal	ha	Antal	ha
Abies alba	4	15,4				
Abies grandis	3	2,7				
Abies nordmanniana	7	12,6				
Abies procera	23	51,7	1	2,4	30	49,3
Acer pseudoplatanus	11	26,9				
Alnus glutinosa	10	35,8				
Carpinus betulus	1	3,1				
Chamaecyparis lawsoniana	7	9,4				
Fagus sylvatica	36	478,2				
Fraxinus excelsior	6	9,3	3	4,3		
Larix decidua	4	21,9				
Larix x eurolepis			6	7,0		
Larix leptolepis	19	25,4	2	4,8		
Picea abies	33	206,0	4	14,5		
Picea omorika	7	6,3				
Picea sitchensis	39	105,4	5	14,1		
Pinus contorta var latifolia	2	9,9				
Pinus nigra var austriaca	7	55,0				
Pinus sylvestris	8	26,6	2	2,8		
Pseudotsuga menziesii	21	39,1	3	4,9		
Prunus avium	1	0,5				
Quercus rubra (Q.borealis)	6	9,5				
Quercus petraea	2	10,5				
Quercus robur	84	331,5			3	29,5
Tilia cordata	2	2,3				
Thuja plicata	5	2,4				
Tsuga heterophylla	6	1,7				
<i>I alt</i>	353	1488,3	26	54,8	33	78,8

materiale til vedproduktion, grøntproduktion (juletræ- og pyntegrøntproduktion) og værn- og læplantningsformål i de ovenfor nævnte godkendelseskategorier.

Desuden fastsættes kriterier for registrering af virksomheder, regler for udstedelse af oprindelsesbeviser og partimærkning.

Den nugældende bekendtgørelse omfatter et bredere anvendelsesspektrum for frø og planter, set i forhold til tidligere lovgivning om strikt forstlige formål. Denne udvikling med øgede krav til formålsskåret grundmateriale og garantier for korrekt oprindelsesdeklaration for frø- og plantepartier til mange forskellige formål må forventes at ses også i fremtiden.

## Kontrol og certificering

Bekendtgørelsen fastsætter betingelserne for godkendelse, avl og handel med forstligt formeringsmateriale af de i Tabel 1 nævnte skovtræarter.

De i Tabel 1 A og C nævnte træarter er omfattet af fælles bestemmelser for EU-medlemslandene (EF-træarterne) og er desuden omfattet af OECD-ordningen, mens træarterne nævnt i Tabel 1 B omfattes af den specielle OECD-ordning om handel med forstligt formeringsmateriale. Træarterne nævnt i Tabel 1 B er således kun omfattet af OECD-ordningen.

Alle de nævnte træarter er desuden omfattet af danske bestemmelser.

Kontrollen skal sikre formeringsmaterialets genetiske identitet og korrekte oprindelsesdeklaration igennem alle led fra indførsel eller indsamling af frø til salg af de udplantningsfærdige planter til den endelige forbruger.

Alle kategorier af formeringsmateriale skal holdes adskilt og kendetegnet til indsamlingsenheder (bevoksning, frøplantage, proveniens) under indsamling, transport, oparbejdning, lagring samt plantetiltrækning og -salg.

Tilsynet gennemføres ved regelmæssige kontrolbesøg hos alle registrerede virksomheder. Ved disse besøg gennemgås virksomhedens administration, herunder certificering og registrering af produktion og omsætning af skovfrø og -planter. Desuden gennemføres stikprøvevis tilsyn under skovfrø- og -planteimport samt under frøindsamling, -klængning, -lagring og -handel.

Som dokumentation for materialets identitet ved markedsføring tjener et blanket- og certificeringssystem. Dette indebærer, at frøpartier under hele gangen fra avlssted og/eller importør til planteskolen samt plantepartier fra udsåning til forbruger ledsages af herkomstdokumentation i form af originale oprindelsesbeviser eller, i tilfælde af salg af planter til endelig forbruger, som fakturaoplysninger.

## Registrering og kontrol af frø- og plantehandlere

Virksomheder, der erhvervsmæssigt agter at sælge frø af de i Tabel 1 A anførte træarter, skal registreres ved Plantedirektoratet.

Virksomheder, der erhvervsmæssigt agter at producere og sælge planter af de i Tabel 1 A og C anførte træarter, skal registreres ved Plantedirektoratet, hvis planterne agtes solgt til forstlige formål. Det skal her bemærkes, at begrebet "forstlige formål" også omfatter juletræ- og pyntegrøntproduktion.

Virksomheder, der erhvervsmæssigt

agter at sælge frø og planter af de i Tabel 1 B anførte træarter, skal registreres ved Plantedirektoratet, hvis materialet agtes solgt efter bestemmelserne i bekendtgørelsen, altså med udstedelse af oprindelsesbeviser.

Kontrolmyndigheden er berettiget til at foretage eftersyn og kontrol på ethvert sted, hvor formeringsmateriale dyrkes, klænges, renses, oplagres, tiltrækkes og forhandles. Den registrerede virksomhed betaler en årlig administrationsafgift, samt en afgift, hvis størrelse er afhængig af det dyrkede areal. Endelig betaler man et gebyr for udstedelse af oprindelsesbeviserne.

Såfremt en virksomhed gør sig skyldig i misligholdelse af de fastsatte kontrolbestemmelser, kan virksomheden idømmes bøde.

### **Danskavlet forstligt formeringsmateriale**

For danskavlet forstligt formeringsmateriale af EF-træarterne (Tabel 1 A) gælder, at det skal stamme fra udvalgt eller afprøvet materiale. Vegetativt formeringsmateriale af *Populus* (Tabel 1 C) skal stamme fra afprøvet materiale. Høst af frø, der opfylder mindre krav, kan kun ske efter speciel dispensation.

For danskavlet formeringsmateriale af de træarter, der alene hører under OECD-ordningen (Tabel 1 B), gælder, at der ud over udvalgt eller afprøvet materiale også må bringes ikke-kåret materiale i handelen.

Indsamling og høst af udvalgt og afprøvet materiale må først ske efter, at Plantedirektoratet har modtaget en indsamlingsanmeldelse. Høsten må kun foretages af avleren selv eller af en ved Plantedirektoratet registreret frøhandler.

For formeringsmateriale, der er indhøstet på grundlag af en indsamlingsanmeldelse, udsteder Plantedirektoratet et oprindelsesbevis for det pågældende parti.

### **Indførsel af forstligt formeringsmateriale**

Al indførsel fra andre lande af forstligt formeringsmateriale (frø, planter og plantedele) af træarterne omfattet af Tabel 1 til forstlige formål skal anmeldes til Plantedirektoratet. Anmeldelsen skal være bilagt oprindelsesbeviser fra eksportlandet samt dokumentation for handelens indgåelse.

Efter en gennemgang og bedømmelse af disse dokumenter kan Plantedirektoratet udstede et oprindelsesbevis for det pågældende parti.

Indførsel og forhandling af formeringsmateriale af EF-træarterne (Tabel 1 A) må kun finde sted, såfremt materialet er godkendt og kontrolleret i en anden EU-medlemsstat eller efter særlig tilladelse. Ved import af formeringsmateriale fra tredielande skal der således først indhentes EU-dispensation gennem Plantedirektoratet.

### **Eksport af forstligt formeringsmateriale**

Ved udførsel af formeringsmateriale til andre lande udsteder Plantedirektoratet eksportcertifikat på grundlag af eksportørens anmeldelse. Forstligt formeringsmateriale af EF-træarterne kan kun sælges til andre EU-medlemsstater, hvis materialet stammer fra grundmateriale, der er kåret i et EU-land eller hvor Plantedirektoratet ved frøhøsten eller importen har givet dispensation.

For danskavlet udvalgt eller afprøvet materiale med dansk certifikat kan Plantedirektoratet ved udførsel udstede OECD-certifikat. Tilsvarende kan der for indført udenlandsk lokalitetsbestemt, udvalgt eller afprøvet materiale udstedes OECD-certifikat ved udførsel, forudsat at materialet ved indførslen har været ledsaget af et OECD-certifikat.

Undtagelser fra kontrolbestemmelserne:

1. Planter og plantedele til anvendelse til andre formål end de i bekendtgørelsen beskrevne (vedproduktion,

grøntproduktion, værn- og læplantningsformål).

2. Formeringsmateriale bestemt til eksport eller reeksport til tredielande.
3. Formeringsmateriale til eget brug.

**Plantedirektoratet kan give dispensation fra bekendtgørelsens bestemmelser i følgende tilfælde:**

1. Små mængder frø til anvendelse udenfor skovbruget.
2. Formeringsmateriale til forædling, videnskabelige formål eller forsøg.

## Indhold

Resumé og læsevejledning .....	5
<i>J. B. Larsen, K. Raulund-Rasmussen:</i> Træartsvalget og en bæredygtig udvikling af skoven .....	8
<i>E. D. Kjær, L. Graudal, J. B. Larsen:</i> Samspil mellem proveniensvalg og skovdyrkning .....	27
<i>L. Graudal, E. D. Kjær, S. Canger, J. B. Larsen:</i> Bevaring af genetiske ressourcer i skovbruget .....	54
<i>J. B. Larsen, S. F. Madsen, I. S. Møller:</i> Bøg .....	69
<i>J. B. Larsen, J. S. Jensen, I. S. Møller:</i> Eg .....	82
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Ask .....	98
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Ær .....	105
<i>I. S. Møller, J. B. Larsen:</i> Lind .....	112
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Fuglekirsebær .....	117
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Rødel .....	123
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Birk .....	129
<i>J. B. Larsen:</i> Poppel .....	135
<i>J. B. Larsen, H. Wellendorf:</i> Rødgran .....	144
<i>J. B. Larsen, H. Roulund:</i> Sitkagran .....	158
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Douglasgran .....	169
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Ædelgran .....	179
<i>J. B. Larsen, S. F. Madsen, I. S. Møller:</i> Grandis .....	186
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller, U. B. Nielsen:</i> Nobilis .....	193
<i>J. B. Larsen, U. B. Nielsen, I. S. Møller:</i> Nordmannsgran .....	203
<i>C. N. Nielsen, J. B. Larsen:</i> Lærk .....	214
<i>J. B. Larsen, I. S. Møller:</i> Skovfyr .....	226
<i>J. B. Larsen:</i> Østrigsk fyr .....	235
<i>J. B. Larsen:</i> Contortafyr .....	240
<i>J. Søgaard:</i> Certificering og kontrol med forstligt formeringsmateriale i Danmark .....	246

### Forsiden:

Træartsvalg er altid et godt diskussionsemne på ekskursioner, her thuja på Petersgård.

### Dansk Skovbrugs Tidsskrift

ISSN 0905-295X. Udgives af Dansk Skovforening, Amalievej 20, 1875 Frederiksberg C. Telefon 33 24 42 66.  
Telefax 33 24 02 42. Postgiro 9 00 19 64.

Redaktion: Søren Fodgaard (ansvarshavende)

Redaktionsudvalg: Skovrider Ole Pedersen (formand), forstfuldmægtig Pernille Karlog, lektor Jens Dragsted, skovfoged Søren Ladefoged, skovbrugslærer Tyge Kjær, direktør Niels Elers Koch.

Tryk: Litotryk, Svendborg.