Forstanderkontoret
162.

Beretning nr. 162

E. OKSBJERG:

RØDGRANPLANTAGERNES FORYNGELSE I DE JYDSKE HEDEEGNE

(REGENERATION OF NORWAY SPRUCE PLANTATIONS ON THE HEATHS OF JUTLAND).

(Særtryk af Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XX, 1951).

Statens forstlige Forsøgsvæsen
23/7-51 - Eut.

INDHOLD AF BD. XII o. flg.

Bd. XII. Nr. 104. A. Oppermann: Egens Træformer og Racer (Les configurations et races du chêne).

Bd. XIII, H. 1: Nr. 102. C. H. Bornebusch: Dybtgaaende Jordbundsundersøgelser, Hedeskovenes Foryngelse III (Tiefgehende Bodenuntersuchungen), S. 1. — Nr. 103. A. Oppermann: Nordmannsgranens Vækst i Danmark (Abies Nordmanniana in Dänemark), S. 51. **H. 2:** Nr. 105. C. H. Bornebusch: Skovbundsfloraen i Mølleskoven (The flora in »Mølleskoven«), S. 57. — Nr. 106. Fr. Weis: Beplantningsforsøg paa et afføgent Sande (Boisement d'un terrain du sable mouvant éventé), S. 63. — Nr. 107. C. H. Bornebusch: Et Udhugningsforsøg i Rødgran (Ein Durchforstungsversuch in Fichte), S. 117. — Nr. 108. Math. Thomsen: Sprøjtemidler til Bekæmpelse af Chermes paa Ædelgran (Spritzmitteln gegen Chermes auf Weisstannen), S. 215. **H. 3:** Nr. 109. C. H. Bornebusch og Folke Holm: Kultur paa trametesinficeret Bund med forskellige Træarter (Replanting of areas infected with Polyporus annosus), S. 225. — Nr. 110. C. Muhle Larsen: To gamle fynske Egeprøveflader (Zwei alte Eichenprobeflächen auf Fünen), S. 265. **H. 4:** Nr. 111. E. C. L. Løfting: Bjergfyrbevoksninger paa Hedebund og deres Foryngelse, Hedeskovenes Foryngelse IV (Mountain pine plantations in Jutland and their conversion into forests of more valuable tree-species), S. 305. **H. 5:** Nr. 112. C. H. Bornebusch: Proveniensforsøg med Rødgran (Ein Provenienzversuch mit Fichte), S. 325. — Nr. 113. Folke Holm: Abies grandis i Danmark (Abies grandis in Denmark), S. 379. — Nr. 114. C. H. Bornebusch: Forsøgsvæsenets Ordning og Ledelse, IX, S. 409.

Bd. XIV, H. 1: Nr. 115. E. C. L. Løfting: Bevaring af stormfældet Gran (Aufbewahrung von sturmgeschlagenem Fichtenholz), S. 1. — Nr. 116. Poul Larsen: Regenererende Kulsyreassimilation hos Askegrene (Regenerierende Kohlensäureassimilation bei Eschenästen), S. 13. — Nr. 117. C. H. Bornebusch: Thuja som dansk Skovtræ (Thuja plicata as a Danish Forest Tree), S. 53. **H. 2:** Nr. 118. C. H. Bornebusch: Sommerplantning af Naaletræer (Sommerpflanzung von Nadelhölzern), S. 97. — Nr. 119. E. C. L. Løfting: Rodfordærverangrebenes Betydning for Sitkagrans Anvendelighed i Klitter og Heder, Hedeskovenes Foryngelse V (The significance of the attacks of Polyporus annosus to the suitability of the Sitka spruce for Dunes and Heaths), S. 133. — Nr. 120. C. H. Bornebusch: Stormskaden paa Udhugningsforsøget i Hastrup Plantage (Sturmschaden in dem Hastruper Durchforstungsversuch), S. 161. — Nr. 121. C. H. Bornebusch: Iagttagelser over Rødgranens Naalefald (Chute d'aiguilles naturelle d'epicea), S. 173. — Nr. 122. W. O. Hisey: Cellulose af europæisk Bøg (Pulping Characteristics of European Beech), S. 177. — Nr. 123. Folke Holm: Bøgeracer (Races de hêtre), S. 193. **H. 3:** Nr. 124. P. L. Kramp: Forsøg over forskellige Træsorters Modstandsdygtighed overfor Angreb af Pæleorm og Pælekrebs (Experiment on the Power of Resistance of various kinds of Wood against Attack of Ship-Worm and Gribble), S. 265. **H. 4:** Nr. 129. Axel S. Sabroe: Rødgranens Form og Formtal (Form und Formzahl bei Fichte), S. 281.

Bd. XV, H. 1: Nr. 125. Folke Holm: Bøgebrænde (Buchenbrennholz), S. 1. — Nr. 126. Cecil Treschow: Undersøgelser over Brintjonkoncentrationens Indflydelse paa Væksten af Svampen Polyporus annosus (Untersuchungen über den Einfluss des Wasserstoffionenkonzentration auf das Wachstum von Polyporus annosus.), S. 17. — Nr. 127. C. H. Bornebusch: Nør-

RØDGRANPLANTAGERNES FORYNGELSE I DE JYDSKE HEDEEGNE

2. Del: UNDERPLANTNING, SELVSÅNING OG RENAFDRIFT

Af
E. OKSBJERG

I hovedtrækkene kan rødgran i hedeplantager forynges ved 1. Randforyngelse m. v., 2. Underplantning, 3. Selvsåning, 4. Flade-Renafdrift evt. kombineret med amme- eller forkultur.

Af disse foryngelsesformer er 1 behandlet i hedeafdelingens forrige beretning (nr. 158) om kulissehugst på Palsgård statsskovdistrikt, hvori også 2 er omtalt, for så vidt angår denne metodes anvendelse til udbedring af stormfald og befæstelse af vindudsatte bevoksningsrande. Da den omtalte beretnings hovedtema er sammenligning mellem kulturresultater opnået ved foryngelsesmetoderne 1 og 4, er denne sidste omtalt i den form, hvori den har været praktiseret i Palsgård skov.

I den nævnte beretning gøres opmærksom på, at rand- eller kulisseforyngelse ikke tør anses for generel anvendelig. Metoden er jo baseret på, at randforyngelseskulturens hele bredde helt eller for en stor del er beskygget, hvilket kræver, at kulturens bredde er mindre end bevoksningens højde. Dersom foryngelsesbevoksningen er meget lav, hvad ofte er tilfældet i plantager af ringe vækstbonitet, vil randens maksimale bredde være så lille, at rodtryk umuliggør kulturens gode vækst. De få steder, hvor randforyngelse er forsøgt på meget fattig jord, viser det sig da også, at planterne står vegeterende og gule og først ved randens videre fremrykning overhovedet får mulighed for vækst.

De gode resultater, som randforyngelsen fremviser i de bedre plantager, gør det ønskeligt og sandsynligt, at denne foryngelsesform fortsat sikres en udstrakt anvendelse, og der er distrikter, hvor en overgang fra fladeforyngelse til randforyngelse ville

give lige så gode fremskridt, som indførelsen af denne metode gav på Palsgård distrikt.

Der resterer altså en beskrivelse af de tre i den forrige beretning ufuldstændigt eller ikke behandlede foryngelsesformer; en sådan vil blive forsøgt i det følgende.

Der findes næppe et distrikt, hvor tilstrækkeligt materiale til bedømmelse af de tre foryngelsesformers resultater kunne indsamles på betryggende sammenligningsgrundlag, og selv om en sammenligning kunne give visse fingerpeg, så gjaldt disse kun det betragtede område. Specielt findes der ikke i de yngre plantager, hvor de store rødgranarealer i den kommende tid kommer til foryngelse, ret meget sammenligningsmateriale, og behandlingen af metoderne vil derfor finde sted ved, at der samles tilgængelige oplysninger om de biologiske faktorer, der er til stede i hedeskovenes rødgranbevoksninger, og ved på baggrund af iagttagelser fra et stort antal hedeskove at beskrive de forskellige forandringer, der indtræder i de biologiske omstændigheder og dermed i betingelserne for planternes vækst ved anvendelse af forskellige foryngelsesmuligheder.

Overalt, hvor man søger den bedst mulige udnyttelse af tilstedeværende forhold, er metoden den at finde den eller de forandringer, der med mindst indsats giver den største forbedring af det samlede resultat. Dette vil oftest lede til at undersøge, hvilken faktor der i hvert enkelt tilfælde er i minimum, d. v. s. nærmest det minimum, der fuldstændig hindrer et dyrkningsresultat.

De vigtigste biologiske problemer vedrørende rødgranens foryngelse er lovene for ophobning og nedbrydning af rødgranens humuslag og de biologiske og praktiske følger af disse processers forskellige forløb. Der findes ikke på dansk nogen samlet fremstilling af dette spørgsmål, hvorfor der indledningsvis vil blive givet en meget summarisk sammenstilling af de forhold, hvorom der hersker nogenlunde enighed i de vigtigste publikationer om dette emne, der i fremtiden vil blive søgt bedre belyst også ved undersøgelser herhjemme.

Efter at man før århundredeskiftet, bl. a. gennem arbejder af *Pasteurs* elever i Frankrig og gennem *P. E. Müllers* banebrydende udforskning af skovjorden, havde erkendt, at løvfaldets omsætning ikke var af ren jordbundskemisk natur, men at det væsentligst skyldtes biologisk aktivitet i jordbunden, havde man længe den opfattelse, at den fulde omsætning følges af kvælstof-

fets nedbrydning fra løvets proteinindhold til fri ammoniak eller en ammoniumforbindelse samt evt. videre iltning til nitrater. I årene omkring 1910 og senere fandt en række jordbundsforskere imidlertid en almindelig ammoniumdannelse samt i visse tilfælde endog meget stærk nitratdannelse i morjorder, og herhjemme afspejlede disse undersøgelser sig i den omfattende jordbundsforskning, der iværksattes af *P. E. Müller* og *Fr. Weis*. Man nåede det resultat, at nitratdannelse kunne konstateres i morjord, men ikke generelt. De mortyper, som *Müller* havde karakteriseret som vanskeligt omsættelige, viste enten kvælstofomsætning kun til ammoniumforbindelser eller slet ingen. Dette resultat er bekræftet af mange senere undersøgelser, og *Hagem & Gaarder* har påvist, at der under forskellige forhold optræder forskellige racer af nitratorganismer.

Weis fortsatte i samarbejde med Dansk Skovforenings Gødningsudvalg og senere Det danske Hedeselskab sine studier over betingelserne for skovhumusens omsætning og ledsagede dem med mange praktiske forsøg. For hedeskovbrugets vedkommende kan det vist siges, at disse forsøgs resultater ikke svarede til de ret entusiastiske forventninger.

Præget af større biologisk indlevelsesevne og af større blivende betydning for udforskningen af mordannelsens natur er de arbejder, der er fremlagt af *C. H. Bornebusch* og *Carsten Olsen*.

Begge disse forskere ledes til studiet af skovhumus gennem arbejdet med spørgsmålet om skovbundsvegetationens fordeling (*Raunkiærs* formationsstatistiske floraundersøgelser). *Carsten Olsen* (1921) finder, at kvælstofomsætningen er af afgørende indflydelse på jordens surhedsgrad, og viser i et senere arbejde (1932), at der under visse betingelser ved førnens nedbrydning kan forekomme binding af luftens frie kvælstof, medens han i en række andre publikationer beskæftiger sig med analyse af jordbundens organiske elementer. *Bornebusch* finder (1923 og 25) en sammenhæng mellem humusens omsættelighed og førnens kvælstofindhold, uddyber (1930) vor viden om skovbundens dyreverden og dens betydning for jordbundsdannelsen, samt fortsætter (1943) undersøgelserne af betingelserne for cellulosenedbrydning i skovbunden. Disse forfatteres arbejder bliver nedenfor gjort til genstand for mere indgående omtale.

Herudover synes der ikke i vor hjemlige faglitteratur at

foreligge eksperimentelt underbyggede afhandlinger vedrørende humusarternes biologi, hvorimod to artikler i Dansk Skovforenings Tidsskrift af *Fl. Juncker* og *E. C. L. Løfting,* henholdsvis 1930 og 32, omhandler rødgranens jordbundsproblem i praktisk forstlig belysning.

Junckers artikel er et forsøg på at samle en del foreliggende afhandlinger om rødgranjordbundens kolloidkemiske, fysiske og økologiske forhold til en bedømmelse af bevoksningsplejens indflydelse på rødgranens vækst under forskellige forhold. I Løftings arbejde beskrives nogle eksempler på foryngelsesresultatets afhængighed af jordbundstilstand og bevoksningspleje, idet forfatteren viser, hvorledes *Hesselmans* jordbundsstudiers resultater kan overføres på danske hedeskoves forhold. Det er beklageligt, at disse inciterende artikler ikke har fået den betydning for hede-rødgranens foryngelsesmetoder, som de fortjener.

Foryngelsessituationens fortsatte udvikling og de senere tilkomne publikationer om forsøg vedrørende dette spørgsmål, der betegnende nok næsten alle er udenlandske, ofte skandinaviske, gør det naturligt at søge at føre hele spørgsmålet op til idag. En tilskyndelse var det også, at iagttagelser under udarbejdelsen af beretningen om kulisseforyngelse syntes at kræve en udvidelse af den Hesselmanske nitrifikationslære, der kort er anført i beretningens indledning.

Humusophobning.

Rødgranens humusdannelse fremkommer ved den samvirken, der finder sted mellem jordens kemiske, fysiske og biologiske forhold, de til forskellig tid forskellige mikroklimatiske omstændigheder omkring jordoverfladen, samt det affaldsmateriale, som bevoksningen afkaster.

Affaldsmaterialet:

Som bekendt finder *C. M. Møller* (1945) sandsynlighed for, at tørvægten af *friske nåle* i en rødgranbevoksning er uafhængig af alder og bonitet. En række af *Møller* citerede forfattere finder, at *nålefaldet* er aftagende med stigende alder og faldende bonitet. Sammenholdes opgivelser af disse — mest centraleuropæiske — forfattere med *Mork* (1944 b) og *Bornebusch* (1937), kan følgende størrelsesorden for årligt nålefald pr. ha i midaldrende rødgranbevoksninger anføres: bonitet I—III 3—2000

og bon. IV—VI 1700—800 kg tørvægt. I gamle, lyse rødgranbevoksninger falder der kun omtrent halvdelen af disse mængder.

Nålefaldet synes at være mindst, hvor årlig løbende tilvækst er mindst, og antages professor Møllers opfattelse, der sandsynliggøres af de ret sikre, overensstemmende måleresultater for bøg, betyder dette, at nålefaldet er en følge af hurtig vækst — hurtig overskygning af grenkransene. I den hurtigt voksende gran er procenten af de unge nåle stor (jfr. *Ladefoged* 1947).

Nålefaldet er størst i tørre perioder og således størst om sommeren. Foruden nåle falder der bark, grene, kogler m. v., benævnt restfald. Tilsammen kan nålefald og restfald kaldes strøfald.

For strøfaldet i en 40-årig rødgranbevoksning af bon. 1.5 (efter *C. M. Møller* 1933) finder *Mork* flg. analyseresultater:

	Procent af tørstof			
	CaO	K_2O	P_2O_5	N
nålefald	1.70	0.35	0.20	1.10
restfald	0.83	0.28	0.30	1.62
friske nåle	0.71	0.90	0.36	1.60

I et andet arbejde giver *Mork* (1945) følgende analyse af de organiske bestanddele i grannåle — her dog af højlandsgran af ringere bonitet:

	Procent af tørstof		
	i æterekstrakt	Lignin	Sukker
nålefald	4.14	31.30	3.8
friske nåle, plukket 7/6	3.08	22.96	8.0
friske nåle, plukket 7/3	7.95		13.3

De æteropløselige stoffer er fedt og harpiks. Det meget høje indhold af disse stoffer og sukker i nåle, plukket den 7/3, er et kuldefænomen.

Jo ældre bevoksningen er, jo fattigere overgrund og humuslag er, desto mindre mængde nålefald og desto ringere indhold i dette af gødningsstoffer.

En tynding i bevoksningen formindsker midlertidigt nålefaldet, men ved tyndingen tilføres der bunden kvas og grønne nåle. Tørrede grønne nåle har et betydeligt mindre kalkindhold, men

større indhold af kali, fosfor og kvælstof end de gamle, naturligt afkastede nåle. Hertil kommer, hvad der er meget vigtigt, at de friske nåles ligninindhold er ringe, mens deres sukkerindhold er forholdsvis stort.

Lignende forhold mellem analyseresultater for friske og fældede nåle og løv gælder for andre træer. Hvad absolutte gødningsmængder angår, synes rødgrannåle at være et godt emne. Der er dog nogen tvivl om, hvorvidt man kan lægge de absolutte stofmængder til grund ved en vurdering af nåles og blades gødningsværdi, ligesom materialets surhed er af betydning.

Et jordbundsforbedrende middel vil således være en tidlig, kraftig hugst, der på skovbunden efterlader kvas og næringsrige, letomsættelige, friske nåle. Det skal senere omtales, at en stærk hugsts gavnvirkning er problematisk, dersom den giver en stærk lystilgang til relativ næringsfattig bund, hvorfor hugsten skal foretages nænsomt og ofte (jfr. *Juncker* 1930).

Affaldsmaterialets omsætning:

Til belysning af humusomsætningens natur tjener forsøg over, hvilke faktorer der fremmer eller hemmer denne omsætning. Mineralsaltenes betydning for de kolloidkemiske processer er ikke medtaget her, en del kan findes i den ovennævnte artikel af *Juncker,* samt i *Weis'* arbejder. Den direkte iagttagelse af affaldsmaterialets strukturændring er ikke et tilstrækkeligt kriterium for nedbrydningens hastighed, alene af den grund, at man ikke med øjet altid kan skelne en uomsat nål fra nålenes kitinskelet i humuslaget. C-omsætningen dækker ikke altid materialets nedbrydningshastighed, idet man ved at måle CO_2-udskillelsen fra jorden må medtage andre biologiske processer end just materialets nedbrydning. Derimod synes N-omsætningen at være en god indikator for strøfaldets omsætning.

N-omsætningen kan karakteriseres ved angivelse af den mængde fri ammoniak, ammoniumforbindelser samt nitrater, der dannes. I skovbund kan man vist altid se bort fra dannelse af fri ammoniak. Cellulosens nedbrydning, der jo foregår overalt, hvor planterester omsættes i jordbund, foregår kraftigst, hvor humusens indhold af organisk N er stort i forhold til indholdet af C, d. v. s. hvor kvotienten C:N er mindre end 10 eller Cellulose:N mindre end 30. Dersom kvotienterne bliver større end de angivne størrelser, aftager cellulosenedbrydningen. I

marken kan man tilnærmelsesvis bestemme, om C:N kvotienten er i nærheden af disse balancestørrelser. Dersom en tilførelse af små mængder stærkt C-holdige materialer som savsmuld eller halm standser udskillelsen af ammonium- og nitratforbindelser, og en anden parcel af samme humus ved tilsætning af små mængder kvælstofgødning eller grønne, kvælstofholdige blade opnår en kraftig udskillelse af disse N-forbindelser, er den pågældende humus omtrentlig i C:N balance.

Ved en kraftig udskillelse af N-forbindelser kan man direkte iagttage cellulosenedbrydningen, således som *Bornebusch* (1943) gjorde det i nogle sammenligningsforsøg, idet f. eks. udlagt trækpapir vil angribes af svampe og nedbrydes. De fleste rødgranjorder og specielt sådanne på hedebund har dog for ringe N-dannelse til, at en sådan fremgangsmåde kan benyttes. Her må man måle mængden af opløselige N-forbindelser i udtræk af humus.

Modsat vil man i en humus med ringe eller ingen udskillelse af N-forbindelser ofte bemærke, at en kraftig N-tilførsel »opsuges« — efter kort tids forløb forsvinder ethvert spor af N-forbindelser i udtræk fra denne humus. På denne N-fattige bund kan savsmuld eller halm ligge uomsat i årevis.

Det er sandsynligt, at de grønne planter kun optager vandopløselige kvælstofforbindelser — eller rettere kvælstofforbindelser, der er opløselige i det oftest ret sure jordvand. Af disse forbindelser er ammonium-, nitrit- og nitratforbindelser de vigtigste.

En rødgranmor, der kun indeholder meget ringe mængder eller slet ingen spor af disse forbindelser, vil imidlertid ofte ved en Kjeldahl-analyse vise et stort indhold af »total N«. I de sidste 20 år har disse ikke vandopløselige kvælstofforbindelser været indgående studeret, og man har nået konstitutionsformler for mange forskellige proteinstoffer m. v.

Den svenske forsker *L. G. Romell* har opstillet den arbejdshypotese, at mordannelse hovedsagelig beror på, at en række cellulosenedbrydende organismer optager organisk C og N og derved *opbygger deres celler*. Han ledtes derved til en diskussion af forholdet mellem muld og mor, hvor hans opfattelse mødte stærk modsigelse og derfor ikke er medtaget her. *Romells* opfattelse af mordannelsens natur går altså ud på, at morlaget ikke er en ophobning af skovstrø, hvori der kun sker en langsom eller

delvis nedbrydning, men en levende masse af svampehyfer, der successivt optager strøet. Til optagelse af cellulose, lignin og andre C-holdige stoffer kræves adgang til N, for at assimilation til væv kan foregå. Sålænge der er C-holdigt materiale for hånden, assimileres ethvert spor af opløselige N-forbindelser. *Romells* teorier forklarer en række biologiske iagttagelser i jordbunden, og hans ovennævnte hovedtanke står vist ikke i modstrid med noget forsøgsresultat. For at klargøre omsætningen i meget fattig jordbund kræves der en detailleret gennemgang af studier over organismernes binding af frit kvælstof (jfr. *Carsten Olsen* 1932), der ikke kan gives her.

Et vigtigt praktisk resultat af de undersøgelser, der ledte *Romell* til antagelse af den nævnte teori, er den iagttagelse, at en sønderdelt mor giver langt rigeligere ammonium- og/eller nitratdannelse end moren i sit naturlige leje. Dette forklarer Romell derved, at der ved sønderdelingen ikke alene dræbes en del rødder og mykorrhizer, hvorved der frigøres proteinholdigt stof til nedbrydning, men også svampehyfer rives i stykker. Efter sønderdelingen skifter ofte floraens hovedvægt fra svamp til bakterier.

I nogen grad sker dette ved enhver udtagelse af morprøver, og det er karakteristisk, at enhver prøve fra endog meget kvælstoffattig mor i løbet af nogen tid vil vise ammoniumdannelse. Her må man dog også erindre *Morks* påvisning af, at sådanne prøver oftest kommer under gunstigere varme- og fugtforhold end de, der er gældende ved den naturlige lejring.

Frigørelse af dissocierbart N i jordbunden har tidligt været emne for undersøgelser, og for granmorens vedkommende indledte *Hesselman* i begyndelsen af dette århundrede grundlæggende studier herover. Flere andre forskere har arbejdet med kvælstofomsætningen i granmor, heriblandt mange skandinaver. Vore hjemlige jordbundsforskere har mest arbejdet med løvskovbund, og de arbejder, der omhandler hedeskove, har mest relation til lyngheden og 1. generations start. Den store betydning, som *Hesselmans* arbejder kan have for hedeskovbrugets praksis, vistes, som tidligere omtalt, af *Løfting* (1932), der senere (1949) har søgt at nå en sammenhæng mellem nitrifikationsbetingelserne og 2. generations bevoksningens vækst, sundhed og visse økologiske sider (insektangreb m. v.). Efter denne be-

retnings afslutning har forsøgsvæsenets hedeskovsafdeling påbegyndt mindre forsøg til videre undersøgelse af dette vigtige emne.

Under hele *Hesselmans* forfatterskab har det særlig været nitratdannelsens betydning, der har optaget ham, men der er næppe enighed om, at rødgranen alt andet lige foretrækker nitrat som kvælstofnæring fremfor ammoniumforbindelser. *Hesselmans* bevis for denne opfattelse i hans diskussion med *Aaltonen* (*Aaltonen* 1926, *Hesselman* 1927) gik ud på, at planter voksende i vandigt udtræk af nitrificerende jord groede bedre end sådanne, der stod i udtræk af ammoniumdannende jord. Et sådant bevis gælder jo kun, dersom det er konstateret, at N-udskillelsen var lige stor i de to slags morprøver — dette er, som det senere skal omtales, ikke sandsynligt. Det er lige så sandsynligt, at granen er indifferent overfor, hvilke af de to kvælstofkilder der anvendes som næring, men at nitratet kan være indirekte fordelagtigt derved, at det ved rodoptagelse efterlader en basisk rest, mens ammoniumforbindelser optaget af planterødder efterlader en sur rest, således som *Carsten Olsen* (1921) viste det. Dette forhold kan, som det senere er omtalt, have stor betydning.

Det er ikke nødvendigt her at gå nærmere ind på denne diskussion, men at fastslå, at de vigtigste kvælstofkilder er de vandopløselige, uorganiske forbindelser, og at søge betingelserne for disse forbindelsers dannelse i rødgranmoren.

En forudsætning for rigelig dannelse af ammonium- og nitratforbindelser er tilstedeværelse af skovstrø med stor N-procent og ringe ligninindhold, idet lignin jo er vanskeligt omsætteligt. Således beskaffent er som nævnt grønne nåle, der falder ved gennemhugning, og fældede, relativt unge nåle, der falder i bevoksninger med kraftig vækst.

De nedbrydende organismer stiller imidlertid visse krav til jordbundsklimaet og brintionkoncentrationen og sandsynligvis andre faktorer som mineralstoffer m. v.. Visse intervaller i fugt-, varme- og pH-mål betinger den maksimale aktivitet, mens overskridelse af visse grænser ødelægger omsætningen midlertidigt eller for lang tid. Undersøgelser over hele verden viser, at disse optimale intervaller og kritiske grænser er forskellige for forskellige jordbundstyper og klimaregioner.

Af undersøgelser over rødgranbund er de os mest nærliggende og for denne beretning mest betydningsfulde *E. Morks* fra

1938, *H. Glømmes* fra 1932 og *Hesselmans* mange arbejder — de omhandler rødgranbund over hele den skandinaviske halvø, og ser man mindre hen til de kvantitative resultater, men lægger vægten på de fundne relationer, kan de tjene til orientering, indtil lignende undersøgelser kan gennemføres i vore hedeskove.

For rødgranmor i Trøndelagen fandt *Mork,* at *ammoniumdannelsen* foregår meget trægt ved så lave temperaturer som 10° (alle temperaturangivelser i Celsiusgrader) uanset evt. rigelig fugtighed. For en konstant fugtighed tiltager ammoniumdannelsen med stigende temperatur, når forsøget omfatter kortere perioder (få dage). Ved længere forsøg bliver ammoniumophobningen størst ved en mådeholden temperatur af 20° end ved 30°.

Ved de lavere temperaturer er fugtighedsgraden ikke afgørende for ammoniumdannelsens forløb, mens der ved de højere temp., 20—30°, er et tydeligt fugtoptimum ved ca. 65 % af fuld vandmætning i jordbunden (morprøven).

Nitratdannelsen synes at være sekundær og altid betinget af rigelig ammoniumdannelse. Medens en evt. kritisk temperaturgrænse for ammoniumdannelse ligger så højt, at man næppe udsættes for den i naturen, finder *Mork,* at nitratdannelsen er mere varmefølsom, idet der her er et tydeligt optimum ved 20°, *mens man ved 30° overhovedet ingen nitratdannelse finder,* selv ikke i humusprøver, der nitrificerer stærkt ved lavere temperaturer. *Efter nogen tids opvarmning til 30° ødelægges morens evne til nitrifikation overhovedet.* (Dampsterilisation, der nu hyppigt anvendes til frugtbargørelse af »træt« jord, bringer altså nitrifikationen til ophør, men derimod ikke ammoniumdannelsen). *Glømme* viste, at end ikke tilsætning af podejord med mange nitratbakterier til steriliseret jord kunne sætte nitratdannelsen i gang igen. *Hesselman* (1937) får dog tydelige udslag ved at pode opvarmet humus med nitrificerende jord.

Nitrifikationen foregår livligt ved så lave temperaturer som 10—15°, men kun hvor rigelig ammonium er tilstede. *Mork* viste dette ved, at kun lang tids henståen eller en kortere opvarmning med deraf følgende ammoniumophobning kunne bringe prøver af fattig mor til nitratdannelse. (Ammoniumforbindelser er en nødvendig, men ikke tilstrækkelig forudsætning for nitrifikation).

For alle undersøgte temperaturer var der en meget ringe nitrifikation uden for fugtområdet 50—75 % af fuld vandmæt-

ning. Også for nitratdannelsen er der et fugtoptimum ved ca. 65 % vandmætning.

Den til *Morks* forsøg anvendte humus var således beskaffen, af fuld vandmætning var til stede ved 80 volumenprocent vand.

De nitratdannende organismer er følsomme overfor ekstremt lave pH-værdier, hvorimod ammoniumdannelsen udmærket foregår i meget sur jord.

Ved ammoniumdannelse og -ophobning stiger pH — ammoniumophobning fremmer altså på dobbelt måde nitrifikationsmulighederne, mulighederne for, at ammoniumforbindelserne iltes til nitrit- og nitratforbindelser.

Gløm me anfører følgende faktorer, der indvirker på morprøvers nitrifikation in vitro:

(her medtages ikke forklaringer eller forsøg på sådanne vedrørende de enkelte faktorers biologiske virkning).

Tilsætning af bestemte mængder CaO virker kraftigt stimulerende på nitrifikationen i morprøver, der i forvejen havde en mådelig ammoniumdannelse. I ekstremt kvælstoffattige eller kvælstofrige prøver havde kalken ingen eller ringe nitratfremmende virkning.

Tilsætning af lettilgængelige kvælstofforbindelser virker som omtalt hurtigt i »god« mor og giver her en momentan forøgelse af nitratdannelsen, mens virkningen i den fattige mor er tøvende eller udebliver — al tilgængelig N optages af de cellulosenedbrydende organismer.

Lignende udslag gav kvælstofholdige blade.

Ved, halm, papir og andre stærkt C-holdige materialer standsede nitrifikationen — naturligvis hurtigst i den fattigste mor.

Tilsætning af blegsand gav et svagt positivt udslag — stærkere udslag gav rustjord med det større mineralindhold.

Med *Morks* og *Glømmes* elementære undersøgelsesresultater in mente nås en bedre forståelse af *Hesselmans* iagttagelser af nitratfremmende omstændigheder (jfr. *Løfting* 1932 og 1949):

1) *Risdækning*. Navnlig nålebærende kvas virker godt, jfr. det tidligere om grønne nåles gødningsværdi anførte. Risene beskytter mod ekstreme temperaturer og udtørring. *Hesselman* fandt under risbunker langt større pH og Ca-indhold end på ubelagt jord.

2) *Sanddækning*. Også sandet beskytter mod udtørring og temperatursvingninger. Dersom sanddækning fremkommer ved

en let bearbejdning af morlaget, bliver dette blandet med sand, hvilket jfr. *Glømme* fremmer nitrifikationen. Ved en sådan behandling iturives rødder og mycel (jfr. *Romell*).

3) *Særlige terrænformer* med god fugtighed og beskyttelse mod solbrand.

4) *Løvtræindblanding* medfører øget varme til bunden parret med tilførelse af letomsætteligt løv.

Visse følger af renafdrift er fremmende for nitrifikationen: rødder og mykorrhizer dør, fugtforholdene forbedres primært, idet bevoksningens vandforbrug ophører, og mere nedbør når jordbunden — problemet er at undgå de følger, der hemmer nitrifikationen: vinds og sols udtørring af bunden samt de ekstreme temperaturer på den blottede bund.

På meget fattig bund kan nitrifikationen selv ved den bedste jordbundspleje udeblive i flere år, men på blot middelgod rødgranmor er det almindeligt, at der finder en nitrifikation sted, når mulighederne udnyttes. Efter eet eller flere års forløb afløses den frodige tilstand af nitratplanternes successive bortdøen, mens surbundsplanterne bunke og lyng indvandrer. Nitrifikationens opblussen kan forklares som en hurtig nedbrydning af morens lettest omsættelige dele med deraf følgende rigelig ammoniumdannelse og nitrifikation — »tilbageslaget« kommer, når der kun resterer surt reagerende, tungtomsættelige (og kvælstoffattige) elementer som f. eks. blottet lignin. De fremherskende organismer under den hurtige nedbrydning af morens letomsættelige materiale synes at være bakterier, medens de tungtomsættelige materialer mest angribes af svampe og vist ikke kan nedbrydes af bakterier alene. Mikrofloraens sammensætning må tænkes at være et resultat af en tilpasning til omstændighederne — med stor C:N kvotient og dermed oftest sammenfaldende ret sur jord uddør sandsynligvis en stor del af bakteriefloraen, mens mange svampearter netop finder gode levemuligheder og til en vis grad selv udskiller sure nedbrydningsprodukter.

Den afgørende virkning, som fugt- og varmeforhold øver på kvælstofomsætningen, gør det naturligt at interessere sig for måling af disse faktorer.

Ladefoged (1939) og *Thamdrup* (1939) har foretaget fugtmålinger i skov- og hedejord, men ikke specielt haft granbund som emne. Også i udenlandsk faglitteratur er det vanskeligt at

få dette emne belyst. *Thamdrups* undersøgelser tyder på, at langt den største del af nedbøren opsuges i mortørven, men hans målinger er for lidet omfattende til at give sikre data. Ikke engang spørgsmålet om, hvilke kriterier der skal anvendes ved definitionen af fugtighedsgraden, og dermed, hvilke instrumenter der skal anvendes, er afklaret. *Thamdrup* har her ydet et bidrag.

Mork (1933), *Thv. Kjær* (1922) og mange centraleuropæiske forskere (se referater hos *Dengler* 1930) har beskæftiget sig med varmeforholdene i skovens bevoksninger og jordbund. Her har det stor interesse at mærke sig den varmeisolation, som et vegetationstæppe yder.

Vegetationstyperne virker vidt forskelligt på fugt- og varmeforholdene i jordbunden. Vegetation med brede, horizontale blade skærmer jorden mod varmestråling og danner et luftlag, der nedsætter varmeledning og fordampning. Vertikale blade (f. eks. bunkens børsteformede blade) danner ingen stråleskærm, men tillader en dyb opvarmning af jorden og ligeledes en voldsom afkøling. Nattefrosten bliver værst, dersom den manglende afskærmning er kombineret med et rodfilt, der ikke tillader jordvarmen at kompensere udstrålingsvarmetabet.

Dersom en forholdsvis sur, ikke nitrificerende granbund spontant dækkes med bundplanter, bliver vegetationen netop af den sidstbeskrevne type, bunker og lyng.

Da det ikke er sandsynligt, at der i vore hedeplantagers rødgranbevoksninger, uanset evt. hensigtsmæssig bevoksningspleje, kan påregnes stadig nitrifikation og ikke heller alle steder nogen ammoniumophobning, *kan jordbundsforringelse kun undgås derved, at en lystilgang tilstrækkelig til den skadelige bundvegetations indvandring bliver hindret.* Dette betyder som tidligere nævnt ikke, at almindelig stærk hugst af denne grund skal undgås, men at *kraftig tynding i opknebne bevoksninger med ringe hugstreaktion i kronetaget er farlig.*

De her nævnte forhold forklarer, at den vanskeligste fase i kulisseforyngelsen er kultiveringen af de smalle kulisser, der tilsidst står tilbage. (Det er også først i denne fase, at der forekommer snudebillegnav i en kulisseforyngelse).

Man hører ofte nævnt, at der ved de sidste hugster inden foryngelse bør hugges så kraftigt, at der kommer »liv« i bunden. Det er afgørende, hvad det er for »liv«, der kommer. Bølget bunke vil ved yderligere lystilgang skade foryngelseskultu-

ren, hvad enten denne er selvsåning, underplantning, rand- eller fladeforyngelseskultur. De samme betænkeligheder gælder utvivlsomt foryngelse af dårlig bøgeskov.

Kvælstofomsætningen har således en meget vigtig økologisk betydning — spørgsmålet om nitrifikationens gavnvirkning er sikkert langt mindre et spørgsmål om den bedste kvælstofkilde for rødgranen end et jordbundsøkologisk problem.

Det må være et mål for fremtidige undersøgelser i vore hedeskoves rødgranbevoksninger at undersøge fugtighed, temperatur, surhed og kvælstofomsætning og søge sammenhængen mellem disse jordbundsforhold og bevoksningens rodlejring, dens vækst og sundhed, både i foryngelses- og tyndingsbevoksninger.

Ved hjælp af de midler, der er givet i formålstjenlig instrumentkonstruktion og måleteknik, vil man kunne nå en bedre forståelse af de fænomener, der kan iagttages i skoven, og derved til en mere hensigtsmæssig bevoksningspleje og foryngelse.

Praktiske konklusioner:

Foryngelsestidspunkt (omdriftsalder).

Skovstrøets mængde og gødningskvalitet aftager med bevoksningens løbende årlige tilvækst — dette forhold indicerer lav omdriftsalder. Kraftig hugst forøger tilførsel af grønne nåle og kvas til bunden, forøger periodisk effektiv nedbør og varme til bunden samt skaber et kronetag med god hugstreaktion. Hvor hugstfølgehensyn og betænkeligheder af hensyn til stormfald ikke taler imod, synes det fordelagtigst at føre stærk hugst og søge tidlig foryngelse — d. v. s. foryngelse inden tilvækststagnering (jfr. *Hesselman* 1937).

Jordbundsbehandling ved foryngelse.

Morlaget må beskyttes mod udtørring og ekstrem opvarmning, hvilket kan ske ved kvaspålægning, dækning ved bearbejdning eller en kombination af disse. Det er af stor betydning, at morlagets dækning sker umiddelbart efter hugst eller blot således, at det aldrig udsættes for blot få dages stærk sol — d. v. s., at morlaget ikke må være blottet selv få dage i tiden fra midten af april til midten af august. Dersom nitrifikation indfinder sig i løbet af den første vegetationsperiode, må græsvækst kunstigt forhindres (se de specielle afsnit). Dersom nitrifikation finder sted, vil bredbladet vegetation indfinde sig og beskytte jordbun-

den. Det er nu vigtigt, at kulturen er i god vækst, inden »tilbageslaget« kommer. »Tilbageslaget«s væksthemmende virkning må evt. forebygges ved indblanding af formålstjenlige træarter.

Renafdriftens praksis.

Jordbunden ledes til nitrifikation eller, hvor dette ikke er muligt, til mindst mulig græsvækst ved beskyttelse mod udtørring og ekstreme varmegrader.

Beskyttelsen kan iværksættes ved sanddækning, kvasdækning eller ved udsåning af jordbundsdækkende, nøjsomme planter, samt naturligvis ved en kombination af disse foranstaltninger.

Den afdrevne bevoksnings alder og sundhed er atter for kvasdækningens effektivitet af betydning. Der er mange eksempler på, at alene kvasdækning, når denne er rigelig, har givet udmærkede foryngelsesresultater. Et gennemslag af bølget bunke 4—5 år efter renafdrift undgås dog sjældent, og hermed indtræffer ofte en kortere væksthemning. Det viser sig, at plantemandskabet kan vænnes til at plante i kvas og dog yde gode dagspræstationer.

Under alle forhold er stødoptagning gunstig ved den oprodning af jorden, der er dens følge. Måske kan den også betyde noget ved at fjerne ynglemateriale for snudebiller og rodbiller — denne virkning er dog ikke afgørende (*Løfting* 49).

Et eksempel på den gavnlige virkning, en bearbejdning af rødgranmoren har på foryngelsens forløb, findes på Silkeborg statsskovdistrikt. Dette masserige distrikt er i særlig grad blevet

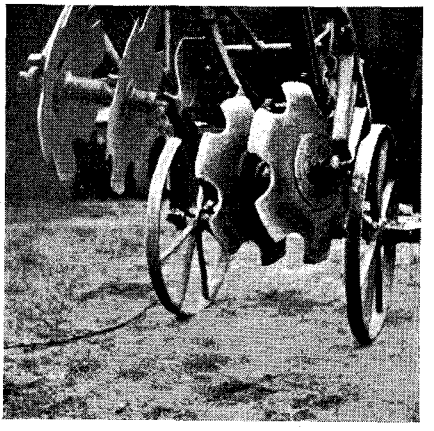


Fig. 1.

Odsherred tallerkenharve. Rammen med tallerkenanordningen er hævet, redskabet set bagfra. Fot. nov. 1949. E. B. O.

The Odsherred disc harrow. The frame with the discs has been raised; the implement is seen from behind. Phot. November 1949. E. B. O.

Fig. 2.

Rødgrankultur efter renafdrift — jordbunden behandlet med Odsherredharven. Plantet efterår 1948. Den alm. vegetation uden jordbearbejdning er en kraftig bunkepels med enkelte nitratplanter. Vegetationen på de arealer, hvor bunden er bearbejdet, inden græsset er indvandret, består af eenårige planter, hvorfor bunden i forår og forsommer er bar. Dette nedsætter sikkert frostfaren, og man har med godt resultat indplantet douglas — jfr. en plante forsynet med fejestænger til højre for personen på billedet. Morlaget er dækket med et tyndt sandlag, som harven har skubbet frem. Herved forhindres opvarmning og udtørring af morlaget, og nitrifikationsmulighederne opretholdes. På fattigere bund i hedeskovene, hvor morlaget kan nå stor mægtighed, er bearbejdningsproblemet måske ikke løst med Odsherredharven alene. Silkeborg distrikt, afd. 166. Fot. juni 1950. E. B. O.

Norway spruce crop following clean felling, the soil prepared with the Odsherred harrow. Planted in the autumn of 1948. The usual vegetation, with no preparation of the soil, is a vigorous hair-grass mat with a few nitrate-plants. The vegetation of the areas in which the soil had been prepared before the grass came in consists of annuals; accordingly the soil is devoid of vegetation in spring and early summer. This, no doubt, reduces the danger of frost, and Douglas fir has been planted with good results — cfr. a plant (provided with sticks to prevent fraying by deer) to the right of the person in the picture. The raw humus layer is covered with a thin layer of sand brought up by the harrow. In this way heating and desiccation of the raw humus layer are prevented and the possibilities of nitrification preserved. On poorer soil in the heath forests, where the raw humus layer may attain great thicknesses, the problem of tilling may perhaps not be solved by means of the Odsherred harrow alone. Silkeborg district, Section 170. Phot. June 1950. E. B. O.

Fig. 3 og 4.

Nærbilleder af bunden på fig. 2. Vegetationen består væsentligst af bredbladede urter. Fot. juni 1950. E. B. O.

Detail pictures of the soil shown in fig. 2. The vegetation consists mainly of broad-leaved herbs. Phot. June 1950. E. B. O.

pålagt store tømmerhugster, hvormed foryngelsen er forceret. I det kuperede terræn er randforyngelse ikke altid let at etablere, og omfattende renafdrifter har fundet sted. Hvor man straks efter renafdriften har kunnet tilplante, er foryngelsesresultatet tåleligt, hvorimod kulturerne, hvor forholdene har medført en udskydelse (plantemangel, afventning af den ved krigens brændemangel ønskelige stødoptagning o. s. v.), er blevet meget stærkt ødelagte af billeangreb, nattefrost, tørke m. v.. For nogle år siden indførte man på distriktet jordbehandling med Odsherred tallerkenharven. Denne er beskrevet af skovrider *Chr. Smith* i D.S.T. 1946, og dens virkning består i, at de 2×2 skråtstillede, hule tallerkener med spadesektorer (fig. 1) ved kørslen sønderriver mortørven og skubber tørv og sand sammen mellem sig. Redskabet virker udmærket, men på distriktet overvejer man visse småforbedringer, f. eks. kunne det tænkes, at en skifteanordning ved akslerne kunne bevirke, at man hveranden gang samler jordmassen mellem tallerkenerne og hveranden gang skyder den bort fra redskabets midtlinje.

Efter denne behandling er foryngelsesresultatet forbløffende godt — allerede første vækstsommer indfinder der sig en rig vegetation af brandbæger, og planternes vækst i denne sommer er god selv efter et tørt forår (fig. 2, 3 og 4). Det må naturligvis tages i betragtning, at Silkeborg distrikt vel er et nåleskovspræget distrikt, men ikke nogen hedeskov. Alligevel fortjener behandlingen at omtales her, da de tidligere kulturbilleder på renafdrifterne ikke afveg fra dem, man fandt under lignende forhold i hedeskove, hvor man da også kan håbe på en lignende forbedring.

Nitrifikation på renafdrift, således som den forekommer på kvælstofrig mor, er meget sjælden på Silkeborg distrikt, men fremkaldes dog med ganske lang varighed på visse lokaliteter efter intensiv stødrydning — morens kvælstofrigdom er altså gennemgående bedre end almindeligt på hedefladerne.

Odsherredharvens første anvendelse på distriktet fandt sted i afd. 175 i Sønderskoven. Her var en gammel rødgranbevoksning af ganske god bonitet blevet renafdrevet i 1946. Tilplantning i gravede huller blev foretaget med rødgran i efteråret 1946, og i det tørre, varme forår 1947 indtraf der et voldsomt snudebilleangreb. Afdelingen blev da af skovrider *Schoubye,*

professor *M. Thomsen* og forsøgsvæsenet udtaget til forsøg med snudebillebekæmpelse.

Inden disse forsøg blev iværksat, blev der imidlertid foretaget fræsning i den nordlige del af afdelingen, hvor der før renafdriften havde stået gammel, dårlig bøg, mens der på det areal, hvor rødgranen var afdrevet, foretoges behandling med harven.

Bekæmpelsesforsøget måtte opgives, idet gnavene var ophørt. At gnavenes ophør i denne tørre og varme sommer var noget enestående, beviste snudebilleangrebenes sørgelige omfang i mange nærliggende, ubehandlede kulturer. Formindskelse af snudebilleangreb er en karakteristisk følge af jordbehandling, som der i det senere skal gives flere eksempler på — den kan kun skyldes, at rødgranplanternes vandforsyning bliver bedre (smlgn. *Løfting* 1949).

I afd. 175 var bunken, da første behandling blev foretaget, allerede til stede, dog ikke særlig tæt. Det er da også karakteristisk, at der ikke på denne flade er iagttaget nævneværdig nitrifikation — behandlingens vigtigste resultat er, at græsset er holdt nede.

Senere er harven anvendt i stigende omfang, og den hurtige kulturstart samt planternes gode tilstand, selv i de tørreste perioder, gør det i dag på distriktet utænkeligt at foretage en rødgranafdrivning uden at bearbejde bunden.

I kulturen på de bearbejdede flader synes den gavnvirkning af nordrandsskygge, der er til stede på ubearbejdede kulturarealer, ikke at være til stede — snarere ser det ud, som om topskuddene i nordrandens skygge er lidt mindre end midt på fladen. Materialet er dog endnu for lille til en konstatering heraf. Forholdene tyder dog på, at vandfaktoren ikke på de bearbejdede flader er minimumsfaktor, men at rødgranplanterne med god vandforsyning kan udnytte fuldt lys og varme til højdevæksten (*E. Mork* 1944 a).

Harvningen kan med nogen gêne foregå, hvor stødene står, men kvaset må naturligvis fjernes. Den del af kvaset, der ligger nær omgivende kanter, bæres ind under disse og formindsker renafdriftens skadelige nabovirkninger, resten brændes.

Behandlingen, der kræver 1 hest og 2 mand, hvoraf den ene styrer harven, kan på een dag foretages over ca. 1 ha. På Silkeborg distrikt regner man med at kunne nøjes med to behandlinger i hvert af kulturens to første vækstår — men dette forud-

sætter, at den første behandling sker, *inden græsset får lejlighed til at indvandre.* Man overvejer at anvende mindre intensiv hullegravning på de bearbejdede arealer, og dette er sikkert gennemførligt.

Enkelte andre steder finder man en lignende interesse for maskinbehandling af jordbunden ved foryngelse af rødgran, således på flere af hedeselskabets distrikter. Her er det dog saneringen af græsbunden jord efter renafdrift eller under gamle, dårlige og lyse bevoksninger, der optager overvejelserne ved redskabskonstruktionerne. En bearbejdning med foryngelse for øje af den ubevoksede eller kun mosklædte bund under sluttet rødgranbevoksning er vist endnu ikke forsøgt i nogen hedeplantage.

Den på Silkeborg distrikt med stort held praktiserede morbearbejdning forudsatte som meddelt fjernelse af kvaset. Dette er i og for sig ikke ønskeligt, da kvasdækningens gavnvirkning er uomtvistelig, og i øvrigt er dette også en fordyrelse af kultiveringen. Dersom man under den stående bevoksning inden afdrivning kunne foretage en bearbejdning med et redskab, f. eks. en smal tallerkenharve, kunne man opnå en kombination af bearbejdningens og kvasdækningens fordele. Et sådant forsøg, der måske vil give det bedste resultat, vil blive gjort af skovrider *Kierkgaard.* På et areal, hvor kvasmængden er beskeden, kunne man tænke sig, at en god løsning ville være at lægge kvaset i balke på 2½—3 m bredde med kvasfri striber imellem af en bredde på ca. 2 m. I de kvasfri striber kunne man plante rødgran ved siderne og mellem planterækkerne have mulighed for fortsat bearbejdning i kulturens første leveår. I de høje kvasbalke kunne plantes store planter af lærk eller birk, måske enkelte skovfyr, der efter 5—6 års forløb, når kvaset er faldet noget sammen, kan underplantes med ædelgran, douglas eller måske i enkelte tilfælde med løvtræer. Dette er naturligvis kun muligt i plantager, hvor der ikke er for meget råvildt.

Ved bearbejdning af moren under den stående foryngelsesbevoksning er det også en fordel at undlade hugst i de sidste år inden foryngelse — der vil da kun være skøre grene tilbage på bunden.

Den gunstige jordbundsudvikling, man opnår ved under foryngelsen at beskytte moren, er en fordel både nutidigt — afspejlet i foryngelsens hurtige start og gode resultat — og fremti-

digt, idet den nye bevoksning vil have bedre betingelser for at danne en god bund under sig (jfr. afsnittet: affaldslagets næringsværdi og omsætning).

Visse steder har man ved udsåning af birk søgt at fremkalde gode forhold for kulturen på renafdrift, og i et senere afsnit skal birkesåningens teori og praksis omtales. Birkens virkning er dog i almindelighed ikke den, at den giver en så god morbeskyttelse, at nitrifikation opnås — dertil udvikler såningen sig for langsomt, og vil i hvert fald kræve en forudgående morbeskyttelse ved bearbejdning — men birkesåningens tilstedeværelse virker som en tæt ammekultur.

En virkelig mordækning kunne sikkert opnås, dersom man kunne finde en plante med lav vækst og god dækningsevne, der kunne gro på den blottede bund — evt. efter en første bearbejdning af denne. Forårssåning vil sikkert ikke tilstrækkelig hurtigt give dækning mod forsommerens solvarme og tørke, og bedst ville det være at få en flerårig plante, der kunne udsås i efteråret.

I den tidligere nævnte beretning om kulissehugst er det nævnt, at renafdrift ved skovning i eftersommeren kombineret med høstplantning muligvis ville nedsætte snudebillefaren. Jordbundsmæssigt ville høstskovning indebære den fordel, at moren ikke straks udsattes for forsommerens ugunstige klima, men først påvirkedes af sensommerens fugtige luft, relativt store nedbør og ofte diffuse lys. På dage med klart solskin er solhøjden dog ret ringe, og bundens væde bevirker noget lavere temperatur. Ved god kvasdækning og omgående plantning kan en kultivering måske lykkes bedre end ved vinterskovning og forårsplantning.

Ved anvendelse af en indsået vegetation af bunddækkende flerårige urter eller halvbuske kunne høstforyngelse måske sikres et godt resultat. En god kombination ville måske fås ved stribevis kvasbelægning, svag bearbejdning af de kvasfrie render, indsåning af bunddække og omgående plantning over hele arealet.

Dersom man fandt den formålstjenlige dækningsvegetation, ville man spare fremtidige bearbejdninger. Det pågældende frø må være billigt og let at bringe til spiring. Af arter, der kunne have interesse, kan nævnes: nøjsomme ærteblomstrede og spergel. Måske kunne en opformering af den relativt frosthårde,

lave, spontane gyvel fra hederne ved Kompedal plantage have interesse, dog er det ikke let at afgøre, om dens dækning er tilstrækkelig stærk. I Tyskland og Østrig anvendes meget ofte efter renafdrift udsåning af en høj, bredbladet græsart, Secale multicaule o. fl. a.

Ved en god bunddækning, hvadenten denne er sand, kvas eller indsået formålstjenlig vegetation, opnås som nævnt ikke alene en bedre vandøkonomi, men også dispositionen for nattefrost bliver nedsat.

Hvor der kommer en rigelig nitratflora, er bunddækningsproblemet løst uden udgift. En for rigelig nitrifikation er dog på hedeskovenes kvælstoffattige bund, som tidligere nævnt, ikke ønskelig på grund af det derved foranledigede hastige »tilbageslag«.

Imidlertid har man ikke altid, som ovenfor forudsat, selv initiativet ved foryngelsens iværksættelse. Dels kan der forsyningspolitisk stilles krav om vedleverancer på tidspunkter, hvor man ikke disponerer over egnet plantemateriale, eller hvor tilgangen af arbejdskraft er ringe, dels kan langt alvorligere situationer true foryngelsernes planmæssige udførelse.

Mens man i tilfælde af renafdrift på et tidspunkt, hvor der ikke er plantemateriale til stede, må foregribe den ugunstige jordbundsudvikling ved en første bearbejdning evt. kombineret ved indsåning af vegetationsdække samt evt. birk, står man i tilfælde af omfattende stormfald næsten magtesløs. De store, historiske stormødelæggelser, der har ramt vore hedeplantager, viste, hvor håbløst uoverskueligt alt tager sig ud i de første måneders virvar. Når endelig orden og overskuelighed atter er tilvejebragt, er skaden på jordbunden ofte sket — den er måske ikke uoprettelig, men den er et alvorligt minus. Og dog synes disse stormskader at måtte blive småting mod den risiko, der truer rødgrandriften i de vældige komplekser i de yngre plantager, der efterhånden rykker op i de for stormfald kritiske aldersklasser. Et omfattende stormfald her ville blive en uoprettelig katastrofe også for jordbunden. Da den tilmed er uafværgelig, er der al grund til at søge samlet de oplysninger, der foreligger om behandling af den græsklædte eller lyngdækkede, sure jord, der vil blive katastrofens resultat i biologisk henseende, ikke mindst dersom stormfaldet finder sted i eftervinteren eller for-

året, så jordbundsbehandling ikke kan finde sted, før forårsvarme og -tørke har øvet deres ødelæggende virkning på jorden.

Selvom det formentlig falder uden for denne opgaves rammer, anføres her et par korte bemærkninger om dette problem, der måske i for ringe grad præger diskussionen om hedeskovbruget. Det forhold, at 1934-stormen ikke forårsagede ødelæggelser i de store rødgrankomplekser, plantet i slutningen af forrige århundrede, må ikke give nogen tryghedsfølelse. Vi har jo ikke i de siden denne katastrofe forløbne år haft nogen alvorlig storm — og måske kommer en sådan heller ikke i de kommende mange år. Men jo længere den udskydes, jo alvorligere vil dens følger blive, om det da ikke varer så længe, at de nævnte store rødgranarealer til den tid er forynget.

Når det ovenfor blev nævnt, at en sådan katastrofe er uafvendelig, er det også kun rigtigt, for så vidt som ingen bevoksningspleje sikrer os mod den — den største chance ligger vist i at undlade hugst! Katastrofen kan kun foregribes ved, at man begynder foryngelsen, længe inden hensynet til det bedste veludbytte eller økonomisk forrentning tillader dette.

Skovrider *Kierkgaard* har således allerede indledet foryngelsen af det store Rosenholmkompleks i Gludsted plantage, netop med den ovennævnte argumentation. Her er foryngelsen indledt med kulissehugst, og det er muligt, at denne metode vil give tilstrækkeligt foryngelsesareal pr. år til at sikre resultatet, inden bevoksningshøjden bliver kritisk. Det bør dog vist overvejes, om man ikke sine steder skulle begynde foryngelse med renafdrift over store arealer fra øst, hvor kulisseforyngelse ikke giver det bedste resultat, men herom kan den lokale distriktsbestyrer naturligvis bedst vurdere mulighederne samt evt. anstille småforsøg. Ved denne foryngelse vil man, således som tendensen i plantevalget er i dag, stadig bygge på rødgranen som hovedtræet, men også vide at sikre sig mod en gentagelse af den svaghed, den ensartede skovopbygning frembyder. Ved overvejelse af disse problemer må man heller ikke glemme, at foryngelsesresultatets gode mulighed forringes med stigende bevoksningsalder (se afsnittet om nålefaldet).

En besigtigelse af en række af de flader, der fremkom efter den tyske værnemagts beslaglæggelser af træ, giver lejlighed til iagttagelse af nogle vigtige behandlingsresultater. Situationen her er netop forværret på grund af plantemangel og mangel på

arbejdskraft, samt af det forhold, at kvaset oftest er fjernet til binding af de bekendte »tyskerfaskiner«.

I Hedeselskabets 11. distrikt blev der i 1944 beslaglagt en bevoksning i Staushede plantage og en i Stilde plantage. På begge arealer blev der i årene 1945—46 foretaget stødrydning, og begge arealer blev tilplantet forår 1946. I Staushede plantedes rødgran i gravede huller, men udviklingen blev meget dårlig, idet der fremkom en alvorlig snudebilleødelæggelse. Efter første år måtte efterbedres med 50 % og efter andet år med 25 %, og kulturen er endnu ikke i god vækst. I Stilde plantage blev jorden opfuret med planteplov og grubbet med en kraftig grubber, konstrueret efter tegning af skovfoged *C. J. Madsen,* Klelund. Her forekom ikke nævneværdigt snudebilleangreb, og udviklingen for forskellige træarter, også rødgran, er udmærket, skønt arealet er fuldstændig græsklædt. Naturligvis kan to hinanden fjerntliggende arealer ikke direkte sammenlignes, men forholdet anføres her, fordi tendensen stemmer overens med de to behandlingsmåders resultat, hvor sammenligning kan foretages. I Grindsted plantage har en hullegravningskultur med rødgran efter »tyskerafdrift« givet et meget dårligt resultat. I Slauggård plantage havde en rendepløjningskultur givet glimrende plantevækst, selv efter arealets henliggen i 4 år, heller ikke her forekom snudebilleangreb. Endelig i den nærliggende Fromsejer plantage er muligheden for direkte sammenligning til stede. Her har arealet også ligget i 4 år inden plantning, hvorefter der i samme afdeling, side om side, er foretaget rendepløjning og hulgravning. De i hullerne anbragte planter har været angrebet af snudebiller og er i en slet forfatning, en almindelig efterbedring finder sted, hvorimod den kultur, der står i renderne, stadig er komplet og i vækst. Begge arealer er græsklædte, men selv på afstand afgrænser det pløjede areal sig tydeligt ved en let skærm af gederams.

Som tidligere nævnt er det formodentlig ikke den lidt forbedrede nitratdannelse, der i sig selv giver det bedste resultat — den er kun en indikator for den bedre vandforsyning m. v. i det rendepløjede areal og for humusresternes mere beskyttede lejring.

At en let nitrifikation, der dog ikke er i stand til at fordrive bunken, ikke i sig selv er tilstrækkelig til at sikre et godt kulturresultat, ses på en »værnemagtsafdrift« i St. Hjøllund plantage.

I et forsøg, der i 1947 er anlagt af skovrider *P. J. Madsen,* og som senere skal omtales, er størstedelen af arealet efter 2 års henliggen bearbejdet med Mølleharven. En parcel har ikke fået denne behandling, men er belagt med noget kvas, som værnemagtsentreprenøren ikke nåede at få med — kvaset var dog ved udlægning til dels nålefrit. Medens bunke — eller vegetation overhovedet — først efter bearbejdningen indfandt sig på det ikke kvasdækkede areal, blev den kvasdækkede bund hurtigere bevokset (Ammoniumdannelse hindres jo også af fugtmangel, blot ikke så meget som nitratdannelsen). Under kvaset fremkom efterhånden en begyndende nitrifikationsflora, og sommeren 1948 groede her en spredt skærm af gederams. Kulturudviklingen på de to forskelligt behandlede områder er meget forskellig: den hulleplantede kultur under kvaset har haft en efterbedringsprocent på ca. 70, mens den i render plantede kultur — uanset der ikke her forekommer nogen nitrifikation — kun er efterbedret med 10—30 %, alt efter træarten. I den hulgravede kultur under det tynde kvasdække synes det navnlig at være rødgran, der er ødelagt — i den rendepløjede er det efter et skøn gået værst ud over de frostsarte arter.

I plantagen Dalgas foretog den tyske værnemagt en afdrivning af en rødgranbevoksning af ret dårlig bonitet i vinteren 1944—45; stødene er til dels taget op, og som andre steder er kvaset fjernet. I efteråret 1947 er et stykke opfuret med planteplov, mens der allerede forår 47 var plantet i huller på den ubehandlede del af arealet. I det opfurede areal er der plantet i det tørre forår 1948, og kulturresultatet er langt bedre end hulgravningens, som ganske vist også led under den hede, tørre sommer 1947. I forhold til andre hulgravningskulturer forår 1948 er det rendepløjede areals kultur dog udmærket (kulturen i renderne må dog visse steder efterbedres, da man ved en fejltagelse har anvendt en uheldig olie til en blyarsenatemulsion, der påsmøres planterne som middel mod billegnav. De således behandlede planter er ødelagt).

Kulturen i den opfurede del af afdriften i plantagen Dalgas er langt bedre end det hulgravede, og dette forhold går igen overalt, hvor iagttagelser er gjort. Snudebilleangrebene synes at udeblive, hvor planterne gror godt (fig. 5, 6 og 7).

Rendepløjning giver i flere tilfælde tegn på svag nitrifikation, der som nævnt ikke kan være den primære årsag til det

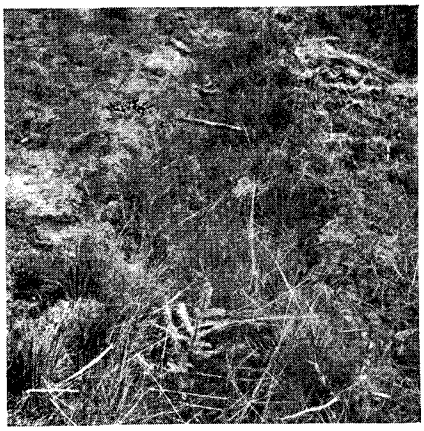


Fig. 5, 6 og 7.

Rødgrankultur efter værnemagtsskovning i Dalgas plantage. Skovet 1944—45. Fig. 5 rødgran plantet i huller forår 1947 — arealet fuldstændig græsbundet. Fig. 6 rødgran plantet i render, pløjet efterår 1947, plantning forår 1948, græsset binder furens bund, men kulturresultatet dog bedre end fig. 5. Fig. 7: på et mindre areal i afd.s østlige side er en bevoksningsstribe først skovet 1947 umiddelbart før rendepløjningen. Ikke alene er furens bund her delvis græsfri, men der findes en sparsom bredbladet flora (frytle og kurveblomstrede). Fig. 7 svarer til det bedste kulturresultat. Kort før fotograferingen var en fræserbehandling forsøgt. Fot. maj 1950. H. Skodshøj.

Norway spruce crop after felling by the »Wehrmacht« in Dalgas plantation 1944—45. Fig. 5: Norway spruce pit planted, spring 1947 — area entirely overgrown by grass. Fig. 6: Norway spruce planted in furrows ploughed in the autumn of 1947, planted in the spring of 1948, bottom of furrow covered with grass, still the result is better than that shown in fig. 3. Fig. 7: in a small area of the eastern side of the section a strip of the stand was not felled till 1947, and at the same time furrows were ploughed as in the area shown in fig. 6. The bottom of the furrow is not only partially free of grass, but a sparse broad-leaved flora is present (woodrush and Compositae). Fig. 7 represents the best crop result. Shortly before the photograph was taken, preparation with a pulverizer had been attempted. Phot. May 1950. H. Skodshøj.

bedre kulturresultat. Årsagen er sikkert at finde i de bedre fugtighedsforhold i plovfurens bund, hvorover bunkens rodfilt først sønderrives, og hvor der, selv når græsset atter har lukket jorden, stadig vil være fordelagtigere mikroklimatiske forhold. Det gravede plantehul bliver for hurtigt lukket med græssets rødder og er langt mindre dybt og beskyttet.

Nitrifikation i en svagere grad fremkommer, når en græsvokset bund efter første bearbejdning fortsat med små mellemrum bearbejdes. Et sådant eksempel kan også ses i plantagen Dalgas på den nævnte renafdrift. I dennes vestlige side er der en birkeplantning, der i en indhegnet egekultur er brugt som ammekultur. Egekulturen er dels plantet, dels sået i hakkede riller — disse riller renses en eller to gange hvert år, og gederamsens forekomst følger da også ganske skarpt kulturhegnet — birkeskærmen er ens inden- og udenfor hegnet.

På renafdriften i Dalgas plantage kunne der i det rendepløjede areal gøres en vigtig iagttagelse, den østlige del af dette stykke har et ganske andet præg end det vestlige. Det viser sig, at mens den vestlige del er afdrevet sammen med den øvrige afdeling i 1944/45, er den østlige del, der var levnet af tyskerne, først skovet 1947. Opfuring fandt som nævnt sted efterår 1947. Den østlige del, der ikke har ligget blottet inden opfuring, har omend i ringe grad en vegetation af bredbladede urter, der slet ikke findes på den vestlige del, der altså har henligget i 2—3 år inden opfuring. Hvad der imidlertid er endnu vigtigere er, at der i plantefurerne i den østlige del endnu ikke har indfundet sig ret meget bunke, mens denne vegetation har bundet jorden ganske i den vestlige del.

Jo længere afdriften henligger inden behandling — jo ringere bliver kulturresultatet. Denne regel forandres kun, dersom bunden betinger lyngens indvandring efter bunken — en græspels isprængt lyng er ofte bedre plantejord end en ren, tyk bunkepels.

På Palsgård distrikt fandt der i afd. 29 i Hampen plantage på værnemagtens foranledning en renafdrift sted. Skovningen udførtes februar-marts 1945, og kvaset blev fjernet. I vinteren 45/46 blev der ryddet stød, og forår 1946 blev der i huller plantet birk og lærk, der nu viser en smuk udvikling. Dette gode resultat må sikkert til dels tilskrives, at stødrydning blev foretaget forholdsvis hurtigt efter blotningen, at det er en ret lille flade,

og at birk og lærk er meget nøjsomme træer og derfor velegnede som forkultur. (Lærkens vandforbrug er kun forholdsvis stort i sommerens nedbørrigeste tid, august-september, hvor skudstrækning finder sted — se *Løfting* 1945).

Hvor rødgranmoren ved renafdrift blottes, og denne på den letteste jord i vort klima altid vil udsættes for kritiske fugt- og varmeforhold, indtræder den sure nedbrydning, og karakterplanterne bliver som ofte nævnt bølget bunke og lyng. I denne udvikling medvirker alle faktorer til at forstærke kulturhindringerne: tørke og nattefrost.

Det er omtalt, at en bearbejdning af denne ødelagte bund bevirker, at tørkehindringen ikke bliver så kritisk (kun en fuldbearbejdning nedsætter nattefrosthindringen). I de fleste tilfælde må halvbearbejdning foretrækkes, og da en sådan, der giver dybe plantefurer, der holder bedst på fugten — f. eks. en opfuring med Bovlund planteploven, der koster fra 100—150 kr. pr. ha alt efter besværlighederne (stød, terræn m. v.). Skovrider *S. A. Christensen* har som et fristende forsøg på bunkeødelagt flade nævnt fuldbearbejdning med en reolplov, der kan gøres for ca. 200 kr. pr. ha. Det er vanskeligt at tænke sig, at denne behandling ikke ville give et — i hvert fald øjeblikkeligt — glimrende resultat, og den er langt billigere end hulgravning, hvortil kommer, at man vil spare den ofte meget dyre kulturpleje. Naturligvis er der noget beskæmmende i, at en skovtilstand skal genoprettes med den slags gennemgribende, mekaniske midler. Men når man dog erkender, at 2. generation under de ugunstige forhold, som f. eks. opstår efter en stormkatastrofe, er langt vanskeligere end 1. generation i almindelighed, er det vel ikke rimeligt at vente, at 2. generationen kan iværksættes med mindre indsats af jordbearbejdning. At den intensive, maskinelle bearbejdning så til gengæld er billigere end den ekstensive håndbearbejdning, er kun en yderligere tilskyndelse. Forsøg må godtgøre, hvorledes kulturens udvikling m. h. t. humustilstand m. v. vil forløbe.

På udbredte bunke- eller lyngklædte arealer burde man sikkert også forsøge, hvilken virkning en marts-afbrænding får. Virkningen på lyngvegetationen er udmærket, og det er muligt, at bunke dræbes bedre end de bedre jorders græsser, der i mange tilfælde er ret upåvirkede af en forårsafbrænding. Vegetationens

Fig. 8.
Douglas indplantet i selvsåning af rødgran i en bred kulisse. Douglasplanten ses mod himmelen, mens en kraftig, selvsået rødgran ses mod det hvide klæde. Douglasien har langt kraftigere vækst end rødgranerne på toppen af en lille høj, mens forholdet er omvendt på lavere arealer, hvor de fleste douglasier er forsvundet eller misdannede (sikkert p. gr. a. frost). I Viborg plantage, afd. 37 kan man iagttage, at der af en douglaskultur kun står rester tilbage på en gravhøj, eller hvor rødgraner, hvormed den nedfrosne douglas er efterbedret, har kunnet skærme den. Rødgranens vækst aftager imod den tørre høj. Palsgaard skov, afd. 36. Fot. april 1950. E. B. O.

Douglas fir planted in self-sown stand of Norway spruce in a broad marginal belt. The Douglas plant is seen against the sky, while a vigorous self-sown Norway spruce is seen against the white cloth. The Douglas fir has a much more vigorous growth than the Norway spruce on top af the small hill, while the reverse is the case in lower-lying areas, where most of the Douglas firs have disappeared (doubtless due to frost) or are misshapen. In the Viborg plantation, section 37, it can be observed that remnants of a Douglas fir crop are only left on a tumulus or where Norway spruce, with which the Douglas firs have been frosted, have been capable of affording it shelter. The growth of the Norway spruce decreases towards the dry hill. Palsgaard forest, section 36. Phot. April 1950. E. B. O.

fjernelse med kemiske midler burde sikkert også forsøges (natriumklorat m. v.).

Kun i gunstigste tilfælde kan en bunkeklædt flade tilkultiveres med rødgran, denne kræver nogenlunde fugtighed og kan i ekstreme tilfælde ødelægges helt af nattefrost. Det samme gælder i endnu højere grad sitkagran. Ædelgran og douglasgran kan kultiveres på græsudtørret bund, men kun i de sjældne tilfælde, hvor nattefrosten ikke ødelægger dem. (Fig. 8).

Som regel må man på disse flader etablere en amme- eller forkultur af hurtigvoksende, hårdføre og nøjsomme træarter. Sådanne pionerer er først og fremmest fyrrearterne, japansk lærk, birk og el.

Foruden af frost og tørke kan planterne angribes af insekter og sygdomme, her navnlig snudebiller og rodfordærver.

Skovfyrren, der er uhyre modstandsdygtig mod tørke og nattefrost, kan i mange egne anvendes med godt resultat, men vort manglende kendskab til denne træarts lokalt specifike proveniensproblemer gør det sikkert ikke tilrådeligt at anvende den i for stort omfang og i rene kulturer. Efterhånden som prove-

niensforsøgene giver praktiske resultater, bør dens anvendelse i 2. generation forøges. Skovfyrplanter er ofte stærkt udsatte for snudebilleangreb — også derfor bør man ikke sætte sin lid til dem alene.

En god race af contortafyr er lige så hårdfør og nøjsom som skovfyr, men er noget mindre egnet til at danne amme- og forkultur, da den breder sig så voldsomt — den er en dårlig nabo. Dens hurtige start og kraftige vækst viser sig også gavnlig derved, at et rigeligt harpiksflod ofte kan standse snudebillegnav og helt regenerere barksårene. Den bør derfor bruges på udsatte steder. Dens dårlige naboegenskaber gør det naturligt at plante den på stor afstand for så, når dens læ og ly begynder at virke, at indplante andre træarter som f. eks. lærk og birk samt måske rødgran.

På lidt mere beskyttede lokaliteter, hvor murrayanafyr vil gro, giver denne et smukkere bevoksningsbillede — den er langt behageligere i sine nabovirkninger.

Bjergfyr er anvendt meget sjældent som pioner ved vanskelige 2. generationers kultur. Da ødelæggelsen af den gode foryngelsesmulighed betyder et tilbageskridt i kultiveringsomstændigheder, er der al grund til at udnytte den hjælp, man kan få af bjergfyr. Denne er dog meget efterstræbt af snudebiller.

Japansk lærk, der mere og mere anvendes som hjælpetræ i 1. generation, kan også være meget nyttig i 2. generation. Det er vel næppe for meget sagt, at dette træ er hedeskovbrugets modetræ — kan man ikke foreslå andet, siger man lærk. Lærken fortjener denne popularitet, der er steget, efter at denne art så forholdsvis godt klarede sig igennem tørkesommeren 1947. Lærken er nøjsom, men tåler dog ikke så godt som fyrrene nattefrost og tørke — navnlig ikke høsttørke. Dertil kommer, at den i et år med en tør sommer og høst vil vokse sent hen i efteråret og da måske kan skades af efterårsnattefrost. Dens gode naboegenskaber og dens jordbundsforbedrende evne sikrer den en udbredt anvendelse som amme- og forkulturtræart. For den japanske lærk findes der sikkert også proveniensprægede forskelligheder i egenskaberne — sådanne er iagttaget i Holland og synes også at kunne påvises her i landet. Lærken må underplantes i god tid, da den ofte i 15—20 års alderen begynder at give lyset for rigelig adgang til bunden. I enkelte tilfælde kan lærken lide slemt af rodfordærverangreb.

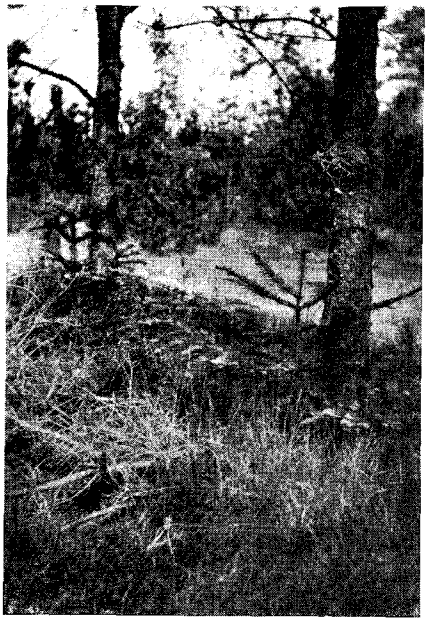
Det samme gælder birken, hvis eneste svaghed netop er den lyse krone — dens nøjsomhed og hårdførhed har givet den en udbredt anvendelse, ikke mindst i midtjyllands gamle plantager. Birken har alle et pionertræs gode egenskaber, og dertil er den behagelig at arbejde med i blanding med andre træarter. I visse tilfælde kan den i særlig frodig vækst formå at slutte sig så stærkt, at vegetationen dræbes under den. Også for birken er proveniensspørgsmålet af betydning, ligesom skovbrugernes forkærlighed for den ene eller den anden art synes at skifte noget fra egn til egn. De fleste foretrækker vel vortebirken, der også opgives at være mindre efterstræbt af råvildt.

Hvidel giver i god vækst betydelig bedre afskærmning end birken og dertil måske gavnligere bladfald. Dog synes denne træart at være noget lunefuld, og vi kender næppe ret dens krav til voksepladsen. Sandsynligvis spiller proveniensvalget også her en afgørende rolle, idet vore hidtil anvendte hvidelle er af sydlig proveniens. Måske kunne nordligere racer, eventuelt fra skandinaviske kystområder, give bedre resultater.

I de senere år er interessen for rødellen som hjælpetræ kommet mere og mere til udtryk. Allerede *P. E. Müller* hævdede, at rødellens tilstedeværelse på den sure og våde bund mere er nødtvungen — et resultat af kampen om den bedste vokseplads — end den skyldes forkærlighed for disse lokaliteter. Rødellen viser en forbavsende evne til at gro på let og tør bund, og de forkulturer, man enkelte steder ser, giver håb om et godt resultat. Rødellens jordbundsforbedrende evne er uomtvistelig (*Bornebusch* 1943), idet bladene er kvælstofrige.

Ikke mindst for rødellen gælder det, at proveniensen er afgørende for et godt resultat. Det var rimeligt, om hedeskovbruget forsøgte at udnytte de frøtræer af den stedlige race, der findes ved vandløb og moser, men også af og til på hårdbund. Med stor interesse må man afvente kulturresultatet af den polyploide rødelletype, den såkaldte Alnus spuria, der har slået godt an visse steder under vanskelige forhold.

For alle træarter, der skal anvendes på frostudsat bund, gælder det i særlig grad, at vegetationsperioden bør være kortest mulig. Det betyder mindre, at dette medfører en noget mindre hurtig vækst. I almindelighed vil en midt- og nordjysk rødel modne 14—20 dage før en sydøstjysk — der ses bort fra den



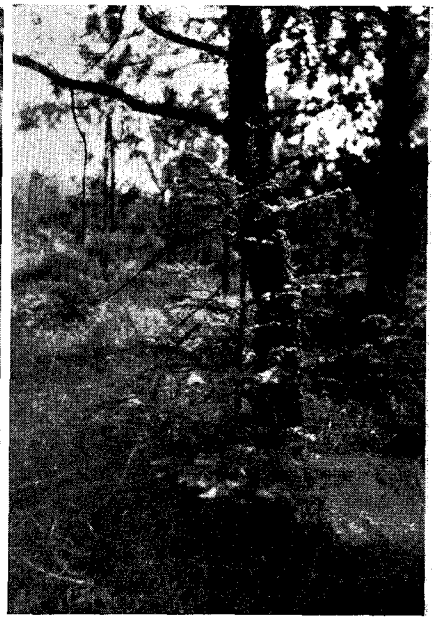


Fig. 9 og 10.

I Bagterp plantage umiddelbart syd for Hjørring er ret store ædelgranbevoksninger fremkommet derved, at ædelgranen er plantet tæt ind til banksfyr (kappeplantning). Ædelgranen kommer langt bagefter fyrren, der først afvil les langsomt, når ædelgranen har nået en højde af over 2 m. Billedet viser en af de sidste kappekulturer. Tidspunktet for skærmens gradvise fjernelse nærmer sig. Fot. maj 1950. Sven Larsen.

In Bagterp plantation immediately south of Hjørring fairly large Silver fir stands have been produced by planting the Silver firs quite close to Pinus Banksiana (mantle planting). The Silver firs are far behind the pines, which are not removed till the Silver firs have attained a height of more than 2 m. The picture shows one of the latest mantle cultures. The time for the gradual removal of the shelterwood is approaching. Phot. May 1950. Sven Larsen.

åbenbart tilstedeværende mulighed, at sammenligne med planter af hollandsk proveniens.

Hvor fugtighedsforhold skønnes at kunne tillade kultur af rødgran, men dennes udvikling forhindres af nattefrost, kan man opnå en fordel ved at anvende planter, der i planteskolen som 2/1 er sorteret efter udspringstid og atter ompriklet (udspringet falder jo efter plantesæsonen). Måske kunne man også i et for praksis betydeligt omfang tilgodegøre sig stiklingformering af sentudspringende rødgraner — således som man finder dem som rester efter kulturer i frostlavninger.

Hvor de nævnte hindringer for plantevæksten er til stede i særlig svær grad, eller hvor man ønsker indført træarter, der er

Fig. 11 og 12.

I Hedeselskabets 1. distrikt har man fortsat anvendt kappeplantning og anstillet forsøg med det formål at finde den bedste kappetræart. Fig. 11 viser en ædelgran i plantehullet under en skovfyr og fig. 12 under rødel. Ædelgranen er beskyttet mod frost og sikkert også mod vildtbid. Af andre kappetræarter har man anvendt lærk, hvidel, birk og skovfyr. Det ser foreløbig ud til, at rødel og bjergfyr giver sikrest resultat. Tolne skov. Fot. nov. 1949. E. B. O.

In District 1 of the Danish Heath Society mantle planting has been continuously employed and experiments have been made in order to find out which is the best mantle tree species. In Fig. 11 a Silver fir is shown in the planting pit under a Scots pine, and in fig. 12 under a common alder. The Silver fir is protected against frost and doubtless also against damage due to game. Other species that have been employed as mantle trees are larch, Grey alder, birch, and Scots pine. It would seem that common alder and Mountain pine most certain to give good results. Tolne forest. Phot. November 1949. E. B. O.

særlig modtagelige for de tilstedeværende hindringer, vil man først indbringe den blivende træart ret sent, eventuelt først lade en forkultur slutte sig helt. I andre tilfælde kan man nøjes med det enkelte ammetræs virkning. Der forekommer naturligvis alle grader af kombination lige fra samtidig plantning af blivende træart og ammer til afventning af forkulturens slutning.

Som nævnt går tendensen i træartsvalget i hedeskovbruget mere og mere bort fra rene bevoksninger også i 2. generation. I tilfælde, hvor man ønsker samtidig at indbringe rødgran og ædelgran, må den sidste naturligvis beskyttes mest. Dette kan man gøre ved at plante ædelgranen i direkte kontakt med ammen i samme plantehul (kappeplantning). Denne metode har været brugt enkelte steder i Vestjylland, Thy og Vendsyssel, og mange gode ædelgranbevoksninger er fremgået heraf. Den mest omfattende anvendelse er gjort i Bagterp pltg. v. Hjørring af afd. plantør *J. M. Jensen.* Metoden praktiseres nu almindeligt af skovrider *Sven Larsen,* Tolne. Som kappe er tidligere mest

Fig. 13.
Ædelgran stillet frit efter i mange år at have vegeteret i et læbælte af hvidgran. Ædelgranen ses mod billedpersonens lyse jakke. Hedeselskabets 12. distrikt. Sølvbæk Hede plantage. Fot. oktober 1949.

Silver fir relieved after vegetating for many years in a shelter belt of White spruce. The Silver fir is seen against the light-coloured jacket of the person in the picture. Danish Heath Society, district 12, Sølvbæk Heath plantation. Phot. October 1949.

brugt bjergfyr og banksfyr (fig. 9 og 10), men forsøg, anlagt af skovrider *Larsen,* tyder på, at man i Vendsyssel kan anvende både lærk, birk, skovfyr (fig. 11) og ikke mindst rødel (fig. 12) med godt resultat. Ædelgranens topskud, der almindeligt springer senere ud end sideskuddene, får ved denne beskygning udspringet yderligere forsinket. Det synes, som om plantning under kappe i nogen grad beskytter mod vildtbid. Det er muligt, at man på de mest udsatte steder ikke kan gennemføre ædelgrankultiveringen med den beskyttelse, de her nævnte kappetræarter yder, og skovrider *Kierkgaard* vil forsøge at anvende rødgran som kappe, dog her i 1. generation. Måske har hvidgran, hvis dyrkning af mange grunde bliver mere og mere indskrænket, her en virkelig mission. Den er lidt mere lyspræget end rødgran, og eventuel for sen udførelse af kappeplanternes gradvise fjernelse vil ikke ødelægge ædelgranen. Iøvrigt har hvidgranen vist sig at være et fortrinligt træ til blanding med ædelgran i læbælter, idet hvidgranen yder ædelgranen god beskyttelse i ungdommen, uden at beskygge den for meget (evt. bruger den også mindre vand end f. ex. rødgranen). Den med alderen almindeligt indtræffende sygelighed i hvidgranen giver ædelgranen mulighed for at bryde igennem. Dette ses i flere plantager på Viborg —Holstebro—Lemvig-egnen og i Sønderjylland. (Fig. 13).

Spørgsmålet om den på hver lokalitet bedste amme- eller forkultur vil sikkert give anledning til anlæggelse af små forsøg. Skovrider *P. J. Madsen,* Hjøllund, har anvendt en god forsøgsopstilling ved i parceller syd-nord at plante forskellige blivende

træarter af interesse i 2. generation. Som striber i øst-vest er plantet forskellige ammetræer. Denne plantning, der i anden anledning tidligere blev omtalt, er anlagt i 1947 og endnu for ung til at give udslag, hvad angår dette spørgsmål. Dette forsøg er anlagt på et meget fattigt areal og under så vanskelige forhold, at kulturresultatet næppe bliver karakteristisk.

Også problemet om forholdet mellem kulturer, hvor den eller de blivende træarter er indbragt på forskellige tidspunkter under ammetræerne, vil have stor betydning.

Efterhånden som den blivende kultur gror op sammen med amme- eller forkulturen, kan man overveje at overholde en del af ammetræarterne. F. eks. var det sikkert ønskeligt i visse tilfælde at medtage en del skovfyr og måske japansk lærk i og måske ved omdriftens slutning udover 2. generation.

En i visse tilfælde hensigtsmæssig metode til fremskaffelse af ammekultur er følgende 2. generations kultur, der er anlagt af skovrider *S. Plougheld* på Feldborg distrikt i Ndr. Feldborg plantages afdeling 111. Her drejer det sig dog ikke om en flade, der i længere tid har henligget, men om tilkultivering af en frisk afdreven flade, hvor man har forudset renafdriftens uheldige følger og imødegået disse ved forebyggende dispositioner.

Forinden kulturmetoden omtales, er det naturligt at nævne, at humusdannelsen under de gamle rødgraner i Ndr. Feldborg plantage viser en ejendommelig udvikling, karakteristisk ved et meget dybt mostæppe. Lysner man kraftigt i en bevoksning, som det flere steder er gjort, iagttager man oftest det ejendommelige fænomen, at mostæppet bevares uformindsket — selv en så stærk lysning, at underplantning viser tilsyneladende optimal højdevækst, formår ikke at ændre mostæppet.

En renafdrift med fjernelse af kvaset dræber dog mosdækket, og bunkearterne samt lyng indvandrer hurtigt.

I afd. 111 stod der i 1944 en lysnet bevoksning af 108-årig rødgran. Værnemagtens skovning fandt sted i forår og forsommer 1944, og kvaset blev også her fjernet. Stødene blev ryddet samme efterår, hvorefter der om vinteren blev foretaget hulgravning på 1.3 × 1.3 m afstand, og samtidig blev der udsået birkefrø i hullerne i hveranden række (fig. 14). Senere blev der udsået bjergfyrfrø (fig. 15) i hverandet hul i hveranden række, og samtidig er arealet tilplantet, således at der i de indsåede huller er plantet rødgran, og i de ikke besåede huller er plantet

Fig. 14.

I en rødgrankultur efter renafdrift er der i plantehullerne indsået birk. Birken formår efter få års forløb at beskytte granen mod frost. For det afbildede gælder det, at granen endnu er meget præget af frostskade. Nr. Feldborg afd. 111. Fot. maj 1950. H. Skodshøj.

In a Norway spruce crop birch has been sown in the planting pits after clear felling. After a few years the birch will be able to shelter the spruce against frost. The spruce trees depicted are still much marked by frost damage. Nr. Feldborg, section 111. Phot. May 1950. H. Skodshøj.

contorta- eller murrayanafyr, mens der i små grupper a 50 stk. er plantet stedlige skovfyr (prov. Sjørup plantage) spredt over arealet.

Kulturen har som ventet ikke undgået angreb af nattefrost og snudebiller, men der er med godt resultat pudret med blyarsenat. Billedet er dog allerede nu således, at det kan fastslås, at foryngelsen er vel gennemført, dersom der intet uforudset støder til. Indtrykket af rødgranplanterne i den tætte pels af birk og bjergfyr er meget tiltalende — man sparer rensning m. v., og kulturen beskyttes mod udtørring og frost, mens fyrreplanterne bryder blæsten og giver nogen skærm. Ved denne kulturfremgangsmåde mærker man sig dels de skadeforebyggende foranstaltninger, dels anvendelse af flere ammetræarter — en ensidig anvendelse af een art kan være farlig. (Fig. 16 og 17).

Fig. 15.

På samme areal er indsået bjergfyr i plantehullerne. På den afbildede granplante er topskuddet flere gange nedfrosset, men sidegrene rejser sig op langs bjergfyrammerne. Smstds. Fot. maj 1950. H. Skodshøj.

In the same area Mountain pine has been sown in the planting pits. In the spruce plant depicted the terminal shoot has been repeatedly frosted, but the lateral branches ascend along the mountain pine nurse trees. Same locality. Phot. May 1950. H. Skodshøj.

Fig. 16 og 17.

Foruden de indsåede ammer er der anvendt spredt og gruppevis indplantning af henholdsvis contorta- og skovfyr. Fot. maj 1950. H. Skodshøj.

In addition to the nurse trees sown, Contorta and Scots pine have been planted, scattered and in groups, respectively. Phot. May 1950. H. Skodshøj.

Birkesåning.

Således ville meget få skovbrugere turde løbe an alene på indsåningen af birk, dertil udsås der hvert år for meget birkefrø uden resultat. Den billighed, hvormed birkesåningen foregår, og den store hjælp, den kan yde ved foryngelsen, gør det naturligt at søge at finde årsagen til de mange mislykkede birkesåninger. Atter i dette spørgsmål har *Elias Mork* (1944 c) ydet skovbrugsforskningen en stor hjælp ved en grundig undersøgelse, der nedenstående kort skal refereres.

Birkefrøet har et fedtholdigt, omtrent luft- og vandtæt frøhus med kraftig kutikula. Det kan f. eks. holde sig flydende på vand i flere måneder og kan som bekendt spire på en vandoverflade.

I Norge, såvel som herhjemme, er den almindelige høstmåde den, at de frugtbærende kviste afskæres omkring midten af august måned, lægges til tørre på et ståltrådsnet og senere bankes rene for frø. I kolde somre kan birkens modning, selv i Sydnorge, trække ud til hen i september måned, og dette kan også være tilfældet hos os — i hvert fald er det almindeligt, at en del af det høstede frø er grønt ved plukningen.

Mork har anstillet spireforsøg med modent og umodent birkefrø. For alt birkefrø gælder det, at spireprocenten bliver størst ved svingende spiretemperaturer, og de i det følgende nævnte spiretemperaturer er den højeste temperatur. I naturen forekommer der jo netop svingende temperaturer i spirelejet.

Forsøgene viser, at spireoptimum for tørt opbevaret, modent frø er 30—35° C, mens det for tørt opbevaret, umodent frø er 25—30° C. Den effektive spiring, d. v. s. det antal kimplanter, der af et vist antal frø er i stand til at gennemtrænge et 1 mm tykt sandlag og danne levende planter, er dog meget ringe for umodent frø.

Tørt opbevaret frø spirer overhovedet ikke ved så lave temperaturer som 10° C, og selv temperaturer af 15—20° C formår ikke at få mere end nogle få procent af det modne frø til spiring, hvorimod en lidt større del af det umodne frø spirer.

Dersom man nu prøver at lade spiretemperaturen i frøprøver, der gennem 50 døgn har været holdt fugtige ved 10—20° C, stige til 25° C, kan man iagttage, at det modne frø nu spirer med omtrent lige så godt resultat, som det, der nåedes med det tørt opbevarede frø ved de langt højere temperaturer. *Helms* og *Jørgensen* (1925) har iagttaget det samme fænomen, og mener, at der ved fugtig opbevaring under temperaturer, der er under spiretærskelen, sker fysiologiske forandringer i frøet, der resulterer i lavere temperaturkrav for spiring.

Det umodne frø påvirkes slet ikke af sit tidligere temperaturoptimum, og en undersøgelse viser, at det er dødt.

Umodent frø dør altså ved længere tids opbevaring under fugtige forhold og så lave temperaturer, at spiring ikke kan finde sted. Ligeledes viser forsøgene, at umodent frø hurtigt dræbes ved så høje temperaturer som 35—37° C.

Har man mistanke om, at det til rådighed stående frø ikke er modent, og det er ofte tilfældet med det frø, der forhandles, kan man kun med stor usikkerhed så det om efteråret, men henvises til at bløde det godt op og så det, når temperaturen i maj-juni måned er passende stor, og i det hele taget sørge for, at spiring hurtigt indledes. Da det umodne frø er meget følsomt for høje temperaturer, må det dækkes med et tyndt lag materiale, der er ved hånden — ikke jord, der forhindrer de svage spirers vækst, som ovenfor nævnt.

Derimod bør modent birkefrø først efter særlig behandling udsås om foråret. De til spiring nødvendige temperaturer optræder kun i spirelejet ved så kraftig solbestråling, at spirefugtigheden bliver for ringe. Fra gammel tid har da også planteskolefolk fugtet birkefrøet rigeligt og ladet det tage lidt varme. Man har herved bemærket, at frøet visse år overhovedet ikke spirer, mens det andre år spirer rigeligt. Dette kan måske for en del skyldes dårlig befrugtning, men vist også ofte, at umodent frø ødelægges ved den høje varme i bunken.

Ved altid at anvende modent frø opnår man det sikreste resultat. I skoven er det bedst og lettest at så om efteråret uden

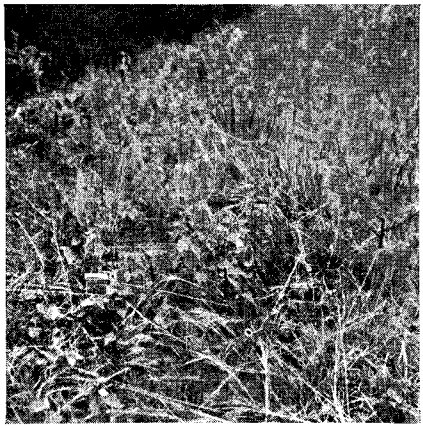


Fig. 18.

På en brandlinie i Dalgas plantage er der lavet masseproduktion af birkeplanter (smlgn. tændstikæsken nederst til venstre i billedet). På billedet er der både 1- og 2-årige planter. Successiv spiring er karakteristisk for godt modent birkefrø under tørre omstændigheder. Fot. maj 1950. H. Skodshøj.

On a fire line in Dalgas plantation birch plants were raised on a large scale (cf. the match-box below, left, in the picture). Both one- and two-year-old plants are shown. Successive germination is characteristic of well ripened birch seed under dry conditions. Phot. May 1950. H. Skodshøj.

varmebehandling, og man kan tillade sig at så det modne frø ved at kradse op i jordbunden og trampe til med foden. Spiringen bliver naturligvis bedst ved bearbejdning af jorden, og et godt resultat når man derfor ved at så i planterender eller -huller eller i et harvebehandlet mordække. Skovrider *Hvass* har på Buderupholm distrikt opnået en god spiring ved at så på den mosbevoksede bund i en netop lysnet foryngelsesbevoksning, samtidig med underplantning. Så snart birkefrøets spiring har fundet sted, er renafdriften mindre risikabel. Det er sandsynligt, at det under bevoksningen udsåede frø for en del først er spiret ved den større varmetilgang, renafdriften betinger.

Dersom man agter at anvende birken som amme i en kultur, hvor bearbejdning med et billigt redskab vanskeligt kan finde sted, kan man på en velbeliggende, bearbejdet brandlinie lave en masseproduktion af birkeplanter, hvoraf man stadig tager de største til indplantning i kulturerne. (Det oplyses, at såbedet ikke må være altfor frisk bearbejdet). Godt modent frø vil i et sådant spireleje spire successivt indtil 4 år efter udsåning. En sådan fremgangsmåde er fulgt af skovrider *Bavngaard* i Gatten plantage og skovrider *S. A. Christensen* i Dalgas plantage, det første sted i en fugtig lavning, som de ofte findes i plantagerne i Vendsyssel, Himmerland og Vestjylland; det sidste sted på en ret tør brandlinie, således som vi finder dem i Midtjylland. (Fig. 18). En tør brandlinie må dog som frøbed være noget beskygget.

Ofte når man et godt resultat ved at udså birkefrøet i huller efter stødoptagning. Bedre spiring opnår man ved med en een-

håndshakke el. lign. at lave en let jordbearbejdning og således udså pletvis.

Skovrider *Hvass* har gjort opmærksom på, at man lettest sikrer sig en hurtig plukning af garanteret modent frø ved at vente med høsten, indtil birkeløvet falder i oktober. På det tidspunkt er frøet ganske vist faldet af de tidligst modne træer, men den overvejende mængde frø i en bevoksning vil dog være til stede. I oktober måned 1949 kunne man f. eks. bemærke, at der efter løvfald resterede gennemsnitlig de to trediedele af frøet, mens kun de skæl, der sidder nærmest basis, var faldet. Det letter plukningen, at løvet er borte, indhøstningen er ikke dyr, og frøets kvalitet er god.

Underplantning af rødgran.

Underplantningens ide er den meget tiltalende at lade den unge generation vokse op samtidig med den ældre generations successive afvikling — en bestyrkelse af tanken om skovtilstanden som noget varigt, som også i mange tilfælde overensstemmer med skovens biologiske tarv.

Når dertil kommer, at underplantning meget bedre end renafdrift tillader kultivering af træarter, der er ømfindtlige over for nattefrost — i det hele bevarer skovklimaet, kan det ved første betragtning forundre, at metoden ikke er mere benyttet end tilfældet er.

En nærmere undersøgelse af driftsresultaterne ved underplantning viser, at den vigtigste anke mod denne foryngelsesmetode er den store risiko for stormfald, som senere nærmere skal omtales. En anden ulempe ved en udstrakt anvendelse af underplantning ville være, at visse træarter til gengæld ikke godt lader sig kultivere under rødgranskærm — deriblandt rødgranen selv.

Som nævnt er det sjældent, at rødgran kan underplantes med rødgran, selv under en meget lys skærm vil rødgranplanterne ikke gro, men bliver gullige og stagnerer ganske, og som regel hjælper det ikke at lysne. Man siger, at rødgran ikke tåler at stagnere under skærm, mens f. eks. ædelgran meget bedre klarer sig og lettere retter sig efter at have stagneret som underplantning.

Den almindelige forklaring er den, at ædelgran er et mere udpræget skyggetræ end rødgran, der altså ikke ved den lys-

Fig. 19.
Den vækstbegrænsende faktor synes for den afbildede situation ikke at være lys (billedet er taget mod nordøst), men derimod vandmangel (rodtryk fra den store rødgran i billedets højre kant). Nærmest ind mod rodtrykzonen, hvor den store rødgrans skærm mod nedbør sammen med dens vandoptagelse udtørrer bunden, findes lystrærne røn og birk som både 1-, 2- og 3-årige planter. De inderste ædelgraner vegeterer, og en rødgranplante samt rødgranselvsåning er dræbt, utvivlsomt af tørke. Selv græsset er sparsomt og sterilt i rodtrykszonen. Neckelmanns plantage. Fot. maj 1950. H. Skodshøj.

The growth-limiting factor for the situation depicted does not seem to be light (the photograph was taken facing the northeast), but lack of moisture (root pressure from the large Norway spruce in the right margin of the picture). Nearest the root pressure zone, where the shelter against precipitation afforded by the large Norway spruce coupled with its water intake dry out the soil, the lightdemanders rowan and birch are represented by both 1-, 2- and 3-year-old plants. The innermost Silver firs vegetate, and a Norway spruce plants as well as groups of self-sown Norway spruce have been killed, no doubt by drought. Even grass is sparse and sterile in the root pressure zone. Neckelmann's plantation. Phot. May 1950. H. Skodshøj.

tilgang, der findes under skærmen, skulle være i stand til at assimilere tilstrækkeligt til opretholdelse af tørstofbalance. At ædelgran er mere skyggetålende end rødgran, er jo også rigtigt, men det er næppe tilstrækkelig forklaring på, at den er denne så overlegen under rødgranskærmen.*)

Fig. 20.
I kulissebevoksningernes sydside, hvor sol og bevoksningens vandoptagelse tilsammen giver så udtalt tørke, at mosset svides bort, og der kun er »ørkenlav« tilbage, giver også ædelgranen op. Palsgaard skov. Fot. april 1950. E. B. O.

On the south side of the marginal stands, where sun and the water intake of the stand together cause such a marked drought that the moss is scorched off and only »desert lichen« remains, the Silver fir, too, will give up. Palsgaard forest. Phot. April 1950. E. B. O.

*) Om ædelgranens vandforbrug og særlige forhold vedr. roddannelse, se i en kommende afhandling om ædelgranen af *E. Løfling*.

Fig. 21.

I en lysstillet rødgranbevoksning, der nu er stærkt bundet af græs, kan der iagttages glimrende vækst af ædelgraner, indplantet i små selvsåningsgrupper af rødgran. (Ædelgranen umiddelbart til højre for granstammen midt i billedet). Ædelgranerne, der var helt omgivet af græs, var i mange tilfælde stærkt skadet af frost, og indplantede rødgraner voksede meget dårligt. Nr. Feldborg, afd. 163. Fot. maj 1950. H. Skodshøj.

In an opened-up Norway spruce stand, now closely covered by grass, excellent growth of Silver firs, planted into small self-sown groups of Norway spruce, can be observed. (The Silver fir just to the right of the spruce stem in the middle of the picture). The Silver firs, which were entirely surrounded by grass, had in many cases been severely damaged by frost, and interplanted Norway spruce did very poorly. Nr. Feldborg, section 163. Phot. May 1950. H. Skodshøj.

Ofte ser man nemlig i en underplantning, hvor rødgranen ikke formår at gro, en ganske frodig vækst af japansk lærk, birk, til tider eg og i visse tilfælde douglas, der jo er langt mere lysprægede end rødgranen. De under den lyse skærm bedst voksende lystræer, lærk og birk, er ganske vist løvfældende og undgår således bladåndingen i den mørkeste årstid, hvor assimilationen er ringest; men samtidig er de nævnte træarter langt mere vandnøjsomme end rødgranen. (Fig. 19 og 20). At det må være denne egenskab, der i mange tilfælde er udslaggivende, synes også at fremgå af det forhold, at man side om side med de sygnende granplanter kan se ganske frodige holme af endog ret store selvsåede rødgraner. Dersom en kunstigt indført rødgranplante er plantet i en sådan holm, gror den langt bedre end de andre plantede rødgraner. De selvsåede rødgranplanter er spiret, inden lysningen blev så stærk, at bølget bunke var indvandret, og de fortsætter efter lysningen med at dække jordbunden og udelukke det vandsugende græs. (Fig. 21).

Under rødgranskærmen forekommer således sandsynligvis som begrænsende faktor foruden lysmangel også vandmangel. Den forøgelse af den effektive nedbør, der er lysningens følge, kommer kun bevoksningen og eventuel underplantning til gode, dersom græsset kan holdes borte. Dette er, som det tidligere under omtale af jordbundens fugtighedsforhold er nævnt, kun mu-

ligt, hvor jordens nitrifikation betinger tilstedeværelse af bredbladede urter, hvor mosset ikke omsættes ved lysningen, og, som vi nu har set, hvor jorden dækkes af selvsåningen.

I plantager, hvor disse forhold er til stede, eller hvor der fra undergrunden tilføres vand, kan man da også forynge rødgran med rødgran ved underplantning. (F. eks. steder i Frøslev plantage).

Også det forhold, at ædelgranen på steder, hvor transpirationen på grund af vindeksposition er stor, i alle aldre formår at holde sin krone meget friskere grøn end rødgranen, tyder på, at ædelgran ved bedre fordampningsbeskyttelse og måske andre egenskaber har langt bedre vandøkonomi end rødgranen.

Når man ser bort fra de mange tilfælde, hvor man tvinges til underplantning, hvor man i et stormfaldshul »følger efter med en prop«, eller hvor man ved underplantning af stormfaldsudsatte rande søger at afbøde stormfaldets ødelæggende virkning eller forhindre dette, er underplantning som nævnt ikke meget brugt, først og fremmest fordi lysstillingen forøger faren for stormfald.

Underplantningens resultat har ofte været det, at den frostsarte ædelgrankultur pludselig efter en storm har været berøvet skærmen og dermed beskyttelsen mod nattefrost, der så ganske har udslettet kulturen. Kun hvor ædelgranen inden stormfaldet er nået over den lokale »frosthøjde«, eller hvor tilstedeværelse eller hurtig indplantning af hurtigvoksende ammer efterhånden delvis har kunnet erstatte den forsvundne skærm, har den underplantede ædelgrankultur kunnet bevares. (Fig. 22).

Fig. 22.

Ædelgran plantet under rødgran. Skærmen er delvis væltet, og bunke og lyng er indvandret. Selv med skærm er denne kultur udsat for nattefrost, og tidspunktet for rettidig indplantning af hjælpetræer er forpasset.

Silver fir planted under Norway spruce. Some of shelter trees fallen, and hairgrass and heather have come in. Even when sheltered, this crop is exposed to night frost, and introduction of shelter trees in time has been neglected.

Faren for stormfald i rødgranbevoksninger synes i store træk at aftage med bevoksningshøjden (kronens og rodens udvikling og sundhed ufortalt) og derfor for jævnaldrende bevoksninger med boniteten. Det er da også et faktum, at vi — bevoksningens sundhed forudsat — træffer de mest stormfaste skærme i de lave, rodtykke bevoksninger af ringe bonitet. Mens store dele af Viborg distrikts gamle plantager er stormvæltede som sluttede bestande, har der i mange år stået en meget stærk, underplantet skærm i flere af Ulvedal plantages mest vindudsatte partier. Bevoksningerne her er af dårlig bonitet, men ret rodsunde. Den jordbund, der danner den bedste mulighed for en stormfast bevoksning, synes at være en ret storkornet, fattig jord med den deraf følgende ringere podsolering, noget dybere jordbund og dybere rodudvikling — her tænkes mest på forandringen ved dybtgående tykke rødder. En sådan dybgrundet jord kan også findes i grusjorden i moræneterræn, men bevoksningens større højde nedsætter stormfastheden tilsvarende.

Det er sandsynligt, at rødgranens rodaktivitet og næringsoptagelse på hedebund i meget høj grad foregår i morlaget og på beskyttede steder i moslaget. Her opsuges størsteparten af den nedbør, der falder, og her sker den kvælstoffrigørelse, der forekommer i forbindelse med en frigørelse af nålefaldets mineralstoffer. I betragtning af den ringe mængde vand (nedbør), der står til rådighed for en rødgranbevoksning på hedebund, er den vandøkonomi, der råder i den fuldt beskærmede mor, ganske imponerende.

En lysning, der medfører bunkens indvandring, vil som nævnt medføre udtørring og pH-sænkning — udtørringen bevirkes både af græsrøddernes vandoptagelse og af bunkepelsens opsugning af den faldende nedbør, og pH-sænkning fremkommer, når den forøgede rodaktivitet optager den forøgede ammoniumdannelse, hvorefter der som nævnt resterer sure ioner. Det er sikkert ikke overdrevet at antage, at mange lyse rødgranskærme er dræbt af tørke — træerne bliver gullige i kronen, og kun de sidste årgange nåle bliver siddende, stemmende med, at nålefaldet i almindelighed forstærkes af tørke. En medvirkende årsag til udtørring er vindens indpas i kronetaget og den dermed følgende større transpiration fra kronen.

På de lidt bedre jorder er ødelæggelsens omfang ikke slet så stort, men i det store og hele tør det siges, at der under en

Fig. 23.
Rødgranskærmen over ædelgran er her holdt sluttet, og dog er der gode topskud. Ædelgranerne var i 1939 angrebet af lus, men det synes, som om hedeskovbruget vil tage risikoen for luseangreb hellere end at opgive ædelgranen, der i mange områder betyder en stor skovdyrkningsmæssig fordel. Lige så lidt som rene rødgranbevoksninger er ønskelige, lige så farligt kan det være at kultivere ædelgranen i rene kulturer. Etatsråd Møllers plantage, afd. 2. Fot. februar 1939. H. Skodshøj.

The sheltering canopy of Norway spruce over Silver fir is here kept closed, but there are good terminal shoots. In 1939 the Silver firs were attacked by aphids, but it would seem that heath forestry prefers to run the risk of aphid attacks rather than abandon the Silver fir, which in many districts means a great silvicultural advantage. It may be just as dangerous to cultivate Silver fir in pure cultures as it is Norway spruce. Møller's plantation, section 2. Phot. February 1939. H. Skodshøj.

rødgranskærm i hedeplantager råder meget stor vandmangel. Her kan kun gro planter med god vandøkonomi, som kan tåle den tilstedeværende beskygning.

Når bortses fra de særlige tilfælde, hvor bøgeunderplantning forsøges, er der, så længe skærmen er mørk, næsten kun vækst-

Fig. 24.
I en ung, stærkt trametesangrebet rødgranplantage er underplantet med ædelgran. Planterne skyder kraftigt op langs skærmens stammer, og rodtryk forekommer overhovedet ikke. Dette må sikkert for en del skyldes bevoksningens unge alder, ædelgranernes tidlige indplantning og skærmtræernes spinkle bygning. Det må dog erindres, at plantagen ikke ligger på egentlig hedeflade. Veggerby plantage, Hedeselskabets 15. distrikt. Fot. oktober 1949. E. B. O.

In a young Norway spruce plantation much affected by Trametes attacks, Silver firs have been underplanted. The plants grow vigorously along the stems of the shelterwood, and root pressure does not occur at all. This must, no doubt, be due in some measure to the young age of the stand, the early introduction of the Silver firs, and the slender form of the shelter trees. It should be borne in mind, however, that this plantation is not situated on an actual heath flat. Veggerby plantation, Danish Heath Society, district 15. Phot. October 1949. E. B. O.

Fig. 25.

Tidlig indplantning i trameteshul, hvor der kommer en del selvsåning af rødgranen. Underplantningen med Normannsgran viser en meget smuk udvikling under den unge rødgranbevoksning. Stråsø plantage. Fot. juni 1947. E. C. L. Løfting.

Early planting in a Trametes »hole«, where fairly extensive self-sowing of Norway spruce will take place. The underplanted Abies Nordmanniana trees show very beautiful development under the young Norway spruce stand. Straasø plantation. Phot. June 1947. E. C. L. Løfting.

muligheder for ædelgranarter; med en yderligere lysning kan der indplantes birk, lærk, eg og måske lidt douglas — af hensyn til faren for stormfald bør dette altid gøres.

Den praktiske fremgangsmåde kan da være den, at ædelgran indplantes under den næsten sluttede bevoksning på ret stor afstand, f. eks. 3×3 m, og holdes så længe under slutning, at man er overbevist om, at lysmængden er for ringe. (Fig. 23, 24 og 25). Dette ses ved, at højdevæksten er forsvindende og kun sidevæksten nogenlunde, og at den svagtudviklede topknop kun har 2—3 understillede sideknopper. I denne fase er vandforsyningen formentlig tålelig, men lystilgangen minimumsfaktoren. Med en tiltagende lysning må birk og lærk nu indbringes så tidligt som praktisk forsvarligt, og da dette tidspunkt er forskelligt for forskellige lokaliteter og bevoksningstyper, kan kun den lokale skovbruger ved småforsøg føle sig frem til det bedste tidspunkt. I bælter nord-syd kan forsøges indbragt bøg og eg, vildtproblemet ufortalt.

Dersom bevoksningen er vindudsat, hugges under hele foryngelsen mindst muligt i kanterne.

Sammenligner man sundhedstilstanden i en gammel, underplantet rødgranskærm af ensartet karakter, vil man bemærke, at kronerne er grønne og tætte over en sluttet underplantning, men lyse og tynde, hvor bunken endnu råder. Det er ejendommeligt at se, hvor længe en skærm kan holdes over en sluttet underplantning, hvorimod den er vanskelig at bevare over en mis-

lykket, dårlig sluttet kultur. Dette betyder jo meget for hugstfølgen.

Sanering af en græsbunden rødgranlysstilling sker i visse tilfælde lettest ved, at man afdriver bevoksningen og efter evt. bearbejdning planter ammetræer og blivende kultur. Ofte er lysstilling af underplantning netop foretaget, fordi man af hensyn til nabovirkninger ikke ønskede afdrift, og i så tilfælde må man indbringe planterne under skærmen. Under en sådan lys skærm med bunke vil ædelgranen som regel fryse ned, og man må atter gribe til birk og lærk, måske kunne man til tider få hjælp af løvtræer som sildig hæg, rødel og alm. fjerfliget røn. Er først underetagens skærm etableret, disponerer man jo næsten frit med hensyn til plantevalget. Griber man ikke ind i udviklingen under en græsbunden rødgranskærm, vil dens levetid blive meget forkortet. Her må man benytte enhver lejlighed til maskinel bearbejdning, således som det af og til omtales i Hedeselskabets Tidsskrift, når talen er om underplantning af gamle, lyse hvidgranlæbælter o. lgn. Flere af Hedeselskabets forstmænd arbejder med konstruktioner til bundbearbejdning ved hestekraft. Hvor man ønsker skærmen en særlig lang levetid, må man naturligvis undersøge, om den anvendte bearbejdning ødelægger ret mange af overstandernes rødder, og i bekræftende fald, om disse eventuelt regenereres igen.

En bearbejdning af den ubevoksede eller mosbevoksede morbund under den sluttede bevoksning, inden underplantning, burde vel forsøges. I sine forsøg i Guldborgland plantage havde *Weis* nogle parceller, der alene var bearbejdede. Der synes ikke at have været og er stadig ikke nogen virkning af denne hakkebearbejdning at spore. I dette tilfælde forekommer der jo heller ingen successiv lysning, således at vand- og varmetilgang kunne udnytte bearbejdningens eventuelle gavnvirkning.

Atter her må man ved forsøg prøve at ramme det rigtige tidspunkt for en let morbearbejdning — denne bør naturligvis ikke foretages med et redskab, der kan skære i grønsvær og derfor skærer dybt, men derimod ved et redskab efter samme princip som Odsherred tallerkenharven. Ved en passende let behandling og en passende lysningsgrad kan man sikkert på den bedre hedebund lede kvælstofomsætningen i en god retning og undgå bunkens indvandring midlertidigt eller for stedse.

I denne forbindelse må det nævnes, at *Romells* iagttagelser af jordbundens reaktion under skærm, når et lille areal blev isoleret fra røddernes vand- og næringsoptagelse, måske kan få praktisk betydning ved underplantning. *Romell* skriver intet om, at nitrifikation blev iagttaget, kun at symptomerne på livlig kvælstoffrigørelse var til stede. Vi ved dog, at een af betingelserne for den sure mors nitrifikation er pH-stigningen, der ofte skyldes ammoniumophobning. Små forsøg spredt i distrikternes rødgranbevoksninger ville give et godt indtryk af, om en dyb afstikning af små arealer gav kvælstoffrigørelse og forbedrede fugtighedsforhold. Gravning af de afstukne småpletter er ikke nødvendig. Derefter kunne man sammenligne planternes vækst indenfor og udenfor de afstukne parceller, og indsamle materiale til en bedre forståelse af underplantningernes vækstbetingelser i teori og praksis. I »trameteshuller« kan man ofte iagttage glimrende vækst af underplantningen. Dette kan skyldes, at svampen har dræbt rødderne af den gamle bevoksning — måske er der også her tale om kvælstoffrigørelse ved henfald af døde trærødder og svampemycel.

En bearbejdning, det være sig af større eller mindre dybde, vil altid give betænkeligheder med hensyn til nedsættelse af bevoksningens stormfasthed. Forsøg må vise, hvorledes sammenhængen er — da man i almindelighed dog kun vil underplante bevoksninger med stærk rodforankring, er det muligt, at denne ulempe ikke bliver afgørende.

I de tilfælde, hvor bearbejdningen formår at bringe moren i en gunstig kvælstofomsætning, er der skabt mulighed for en noget dybere jordbundsdannelse — det humusholdige lag bliver dybere — og dermed for en dybere rodlejring. Man vil da sandsynligvis ikke ved underplantning være så stærkt bundet til ædelgran som hovedkultur, men kan forsøge rødgran anvendt som underplantning.

I nærværende beretnings almindelige del blev det anført, at yngre bevoksninger er lettere at forynge end ældre, fordi den yngre bevoksnings kvælstofrigere nålefald tillod en større kvælstoffrigørelse og dermed en gunstigere jordbundsudvikling i alle forhold. Ligesom kvælstoffrigørelsens art har en indirekte indflydelse på næsten alle vækstforhold for kulturen (ammoniumdannelsens følger: nitrifikationens følger), således har kvælstoffrigørelsens tempo en vigtig indirekte indflydelse på under-

plantningens vækstforhold. Med en kraftigere kvælstoffrigørelse — her på grund af det bedre nåleaffald i de yngre bevoksninger — bliver den overfladiske, mycelprægede morfilt tyndere, men det humusholdige lag dybere, og dermed rodtrykket mindre.

Rodtrykket, det fænomen, at underplantningens vækst er ringest omkring overstandernes rod, er knyttet til fladgrundet jord, men også græsbevokset bund. På den svære jord i løvskovene tænkes forklaringen i visse tilfælde at være den, at den stigende grundvandstand efter lysstillingen dræber overstandernes nederste rødder, hvorefter rodsystemet tvinges opad. Denne forklaring stemmer med den iagttagelse, at rodtrykket ofte er stærkest omkring enligtstående overstandere, mindre under grupper. Denne iagttagelse gøres imidlertid også i rødgranbevoksninger på hedeflader, hvor det ikke kan være stigende grundvandstand, der indirekte foranlediger forholdet. Det er muligt, at en del af forklaringen kan være den, at det enligtstående træs transpiration er forholdsvis større end gruppens, hvilket må give sig udslag i den vandfattige bund. Antagelig må man dog tillægge græssets tilstedeværelse en afgørende betydning. Under overstandernes kroner er nedbøren naturligvis mindst og trærøddernes vandoptagning størst. Kommer nu hertil en græsfilts opsugning af nedbør og vandoptagelse fra jorden, må resultatet blive dårlig plantevækst. Med lysets skrå retning eller diffuse spredning vil det enkelstående træs skyggevirkning ikke begrænse græssets vækst under kronen, hvorimod en gruppe af overstandere ved sin skygge begrænser græsvæksten.

Underplantningens hovedregel synes at være denne: Lav omdriftsalder, undladelse af hugst i en årrække inden foryngelse, underplantning med en skyggetræart straks efter en gennemhugning, indbringelse af hjælpetræer, birk, lærk m. v. så snart det er muligt, hvorefter skærmen holdes så sluttet som muligt, dersom dens bevarelse overhovedet ønskes. Hvis det viser sig, at en let bearbejdning bevirker en gunstig jordbundsudvikling og helt eller delvis forhindrer indvandring af bølget bunke, bør den anvendes, dersom den kan foretages billigt. I så fald kan man forsøge en forøget anvendelse af rødgran, efter at lysningen er skredet noget frem, og indplantningen af birk og lærk kan da formindskes.

Rødgranforyngelse ved selvsåning.

Betingelserne for, at selvsåning indfinder sig, er fald af spiredygtigt frø og tilstedeværelse af gode omstændigheder for frøspiring og rodfæstelse.

I Danmark frembyder den første betingelse ingen vanskeligheder; når rødgranen sætter kogler, er frøet vist altid godt modent, og en spireevne under 60 % er sjælden.

Derimod viser det sig, at spirebetingelserne for det faldne frø ikke altid er gode. *Fabricius* (1928) anfører således, at det gode frøår 1924 på Tisvilde distrikt kun gav meget få selvsåede planter, og i jydske rødgranbevoksninger kan man nu iagttage, at det mange steder rige frøår 1948 ikke har givet nævneværdig selvsåning på de gunstigste spirepladser.

Om betingelserne for rødgranfrøets spiring og rodfæste foreligger der mange arbejder, nogle af de klareste er af *E. Mork* (1933 og 37) og *L. Tirén* (1934).

Disse forfattere er enige om, at den lystilgang, der fordres for spiring og normal udvikling det første vækstår, er meget ringe og vil være til stede overalt, hvor der kan dannes det mest beskedne moslag.

Hvad spiretemperaturen angår, foreligger også omtrent overensstemmende opfattelser, idet begge finder et optimum ved ca. 20° C, hvor næsten alle spiredygtige frø spirer, og selv ved 8—10° C spirer 50 % af frøet — dog tager det meget længere tid end ved den høje temperatur. *Mork* finder, at spiring er minimal ved så høje temperaturer som 30° C.

Ved optimal temperatur tilendebringer ca. 70 % af det spiredygtige frø spiringen allerede i løbet af 8 dage, og efter 14 dage ved denne temperatur (tilstrækkelig fugtighed naturligvis forudsat) er alt levende frø spiret. Ved en temperatur af 10° C spirer som sagt kun ca. 50 % af det levende frø, men hvad der er vigtigere, spiringen tager ca. 40 døgn.

Altså kan lang spiretid ikke opveje lav temperatur. Modent frø har mindre temperaturkrav end umodent (altså modsat forholdene for birkefrø).

Begge forfattere har medtaget en undersøgelse af fugtighedens betydning for spiringens forløb, men atter her volder måleenheden vanskeligheder for sammenligning. Da *Morks* materiale er langt det største, og *Tiréns* hovedindsats vedrører et

andet spørgsmål (se i det senere), vælges *Morks* fremstilling. Hans fugtighedsmål er de samme, som anført i referatet af hans arbejde over fugtighedens og temperaturens indflydelse på kvælstoffrigørelsens forløb (*Mork* 1938), altså volumenprocent. Humusen var således beskaffen, at 80 vol.pct. betød mætning.

For alle undersøgte temperaturer synes fugtighedsoptimum at ligge mellem 35 og 50 vol.pct. På meget tør humus blev spireprocenten meget lille, og spiringen forløb langsomt. På meget fugtig humus forløber spiringen hurtigt, men planteprocenten bliver lille, idet kimroden forslimer og dør.

Det er ikke nødvendigt for spiring, at frøet er helt udbulnet af vand, men det fremmer spirehastigheden. En udbulning foregår hurtigere ved højere end ved lave temperaturer.

Fugtigheden har også andre vigtige, men indirekte følger for spiringens forløb. Sætter man således to prøver af samme portion granfrø til spiring ved lav temperatur, f. eks. 6° C, den ene i fugtige, den anden i relativt tørre omgivelser, vil spiringen i begge prøver blive meget langsom, dog mindst i den tørre. Dersom man efter f. eks. 50 døgns opbevaring sætter de to prøver under samme gode spireomstændigheder, optimal varme og væde, vil man se, at den forholdsvis tørt opbevarede spirer langt bedre end den fugtigt opbevarede. Dette skyldes, finder *Mork,* at åndingstabet er størst ved høj fugtighed.

Dersom man under spiringen lader frøprøverne fryse een eller flere gange, viser det sig, at den fugtige, navnlig hvis der dannes is omkring frøet, skades langt mere end den forholdsvis tørre prøve, der er næsten upåvirket.

Respirationsundersøgelser viser, at fugtigt frø ved 10° C ånder 2½ gange så stærkt som lufttørt — denne kvotient stiger med stigende temperatur. (Det er jo også en kendt sag, at man ikke må klænge våde kogler ved høj temperatur, men først tørre ved lavere temperaturer). Ved stærkt respirationstab går spiringen helt i stå, og spirende frø, der opvarmes til 30° C, dør (jfr. *Stålfeldts* undersøgelser, der viste, at nålens ånding stiger med temperaturen).

Når enkelte forfattere antyder muligheden af, at granfrø i vort klima skulle kunne ligge over i skovbunden et år, må dette bero på en fejltagelse.

Modent frø viser sig i alle forhold at være mere levedygtigt end umodent.

En kombination af uheldige faktorer kan altså bevirke, at nok så rigeligt fald af spiredygtigt granfrø ikke formår at give selvsåning.

Frøfaldet, der i visse egne af Skandinavien kan indtræffe om høsten, finder hos os sjældent sted før nytår. I en meget tør januar kan frøet falde i denne måned, og med en fugtig vinter og vådt forår kan frøfaldet udsættes til forsommeren. I 1949 var der i Midtjylland næsten intet frøfald i vinter og forår, og først i dagene omkring den 25. maj kom et voldsomt frøfald.

Tages temperaturen isoleret, er forholdet vel det, at vi her i landet altid i forår og forsommer vil have 40 døgn med temperaturen i skovbunden på 8° C — det er derimod ikke sikkert, at denne periode fremviser tilstrækkelig fugtighed. Spiringen kan trækkes ud af minima i vand- og varmefaktorerne, og åndingstabet vil øve sin indflydelse, ligesom uheldig vejrkombination og vekslen mellem forårsvarme, frost og endelig tørke ofte vil udelukke selvsåning her i landet.

Hos os er åndingstab og tørke sikkert de største hindringer for selvsåning. Tørkehindringen er sikkert til stede i en bundvegetation af bølget bunke, og under en bredbladet vegetation er lystilgangen sikkert så ringe, at selvsåningen dræbes efter nogle års forløb.

Rødgranmorens fugtighed bliver sikkert ofte først i august tilstrækkelig til en effektiv spiring, og da kan et tidligt frøfald være dødt på grund af åndingstab.

Frøspiring alene sikrer naturligvis ikke selvsåningen, det er også nødvendigt, at planten inden vinteren har nået et godt rodfæste. Betingelserne herfor synes at være af jordbundsfysisk natur, f. eks. er der ingen holdepunkter for, at en høj pH skulle kunne hindre rodvækst.

Tirén har i det ovennævnte arbejde givet en interessant fremstilling af dette spørgsmål. Han finder, at den samlede tykkelse af moslaget og det øverste, løse morlag er en vigtig faktor for selvforyngelsen, idet kimroden skal gennemvokse dette lag, før den kan udvikle roden. Kimrodslængden har naturligvis et maximum, bestemt af frøets stofmængde sammen med den beskedne assimilation i de frembrydende kimblade. Selv om planten når humuslaget inden vinteren, er den lange, dårligt forveddede kimrod dog meget sårbar for tørke eventuelt i forbindelse med langvarig barfrost.

Dersom frøet ikke bliver liggende og spirer på mostæppets overside, men falder ned mellem mosplanterne, vil planten snart blive etioleret og dø. Til slut omtaler *Tirén,* at vindfælder og stød, altså henfaldende ved, giver gode spireforhold, men ikke i længden formår at yde næring til planterne (Kadaververjüngung).

Disse iagttagelser har betydelig interesse, idet der med 1949's sene frøfald fandtes tilsvarende forhold i jydske rødgranbevoksninger.

Således kunde der den 22/10 49 i afdeling 146 i Nr. Feldborg plantage på et tykt mostæppe væsentligt af dicranumarter og hylocomium hos 80 spirede granplanter iagttages følgende udvikling: 23 levende planter med små, indtil 8 mm lange siderødder i humuslaget, 30 døende med nogen siderodsdannelse, men denne og det nederste af kimroden overvokset af en skimmelsvamp, 27 havde ikke nået humuslaget og kunne, uden at trækket mødte ringeste modstand, tages op af mostæppet. Af disse 27 havde 6 en forslimet rodspids. På flere af kimrødderne, der havde længder fra 3½—5½ cm, fandtes brune, ligesom indtørrede pletter eller zoner. I intet tilfælde havde planterne dannet siderødder i moslaget.

Iagttagelsen viser, at plantedød kan optræde sammen med angreb af skimmelsvamp, og måske forårsaget af dette, som måske betinges af spiring i august måneds varme fugtighed.

På et tyndere moslag i Løndal skov iagttoges den 23/9, at kun 15 % af de undersøgte planter havde nået til siderodsudvikling. Den 24/10 havde denne procent nået 20, men en del planter havde tabt safttrykket. Endnu den 23/11 havde kun 40 % nået at danne siderødder, mens de øvrige sad i moslaget uden kontakt med humusen. Her iagttoges ingen skimmelsvamp, men det var tydeligt, at de ikke rodfæstede planter vilde dø.

I et udslæbningsspor igennem mostæppet var alle planterne den 23/9 rodfæstet og havde den 23/11 kraftig siderodsdannelse — op til 20 mm lange siderødder. I bladlaget under en bøgebevoksning i nærheden viste planterne samme udvikling som på udslæbningssporet, blot var rodfæstet her endnu kraftigere.

Frøfaldet sidst i maj var på 5 felter i det område, hvor planteundersøgelsen fandt sted, mellem 600 og 2800 frø pr. m², desværre afmærkedes disse felter ikke til videre undersøgelser, men havde alene til formål at bestemme frøfaldets størrelses-

orden. Antallet af kimplanter er i november efter en grov opgørelse gennemsnitlig: på moslaget 150 og på udslæbningsspor og bøgebund fra 650—2000 pr. m^3.

Af de 150 planter på mosset var der altså forår 50 60 levedygtige. Utvivlsomt må en del af disse dø i de første leveår, og selvforyngelsesmulighed har således været ringe.

Disse få og grove undersøgelser tyder på, at spiringen har fundet sted tidligt i august måned — midt i september kunne man således iagttage almindelig spiringsaktivitet, såsom afkrængning af frøhus o. lgn.

Det synes, som om en tidligt indledt, rigelig spiring betinger et godt resultat. En sådan vil finde sted efter et passende frøfaldstidspunkt, midt i april, efterfulgt af et lunt og fugtigt forår. Spiringsresultatet kan som nævnt let ødelægges af sommertørke og varme.

Med gunstige klimatiske forhold fremkommer her i landet selvsåninger, der i tæthed overgår det almindelige i f. eks. Vestnorge. I Vestnorge er klimabetingelserne også vanskelige, og her er frømængde og -modning ofte utilstrækkelig.

I planternes første år er lyskravene meget ringe — en tidlig lysning er sjældent af det gode, da den ofte medfører græssets indvandring og påfølgende bundudtørring. Først når planterne er begyndt at sætte små sideskud, kan der langsomt lysnes. Sker dette ikke, dør selvsåningen.

Dansk skovbrugs indstilling til selvsåningsmetoden er meget skiftende. I øjeblikket synes der at være nogen interesse, men også megen betænkelighed. Man finder, at den indirekte kulturudgift, tyndingen, er dyr, at starten og de første mange års vækst er så ringe, at det bedre kan betale sig at plante. Endvidere er man betænkelig ved muligheden for forøgede trametesangreb, eller siger undertiden, at man ikke skal kultivere rødgran efter rødgran, men skifte til f. eks. ædelgran. Endvidere fremhæves selvsåningens overfladiske roddannelse som en egenskab så betænkelig, at den skulle forhindre metodens anvendelse, idet den skønnes at give anledning til ringe stormfasthed.

Den sidste ulempe må vist siges at være af praktisk betydning. Det er jo ubestrideligt, at en selvsået plante har langt dårligere rodfæste end en plantet, og det er muligt, at unge bevoksninger af selvsåede rødgraner er mindre stormfaste end plantede — men de er jo også meget lidt udsatte. En plantet rød-

gran får ganske vist hurtigt et godt rodfæste i den mineralske jord, men efter alt, hvad vi ved, vil dens hjerterodsystem efterhånden dø, og rodvirksomheden, ganske som den selvsåedes, foregå væsentligst i humuslaget. *Bornebusch* (1931) viste vel, at rødgranen også i den ældre alder mange steder sendte rødder ned til og igennem allaget, men disse er så tynde, at de ikke har megen betydning som forankring — og det er sandsynligt, at også ældre selvsåede planter er i besiddelse af dybtgående rødder — det er i hvert fald ikke vist, at det modsatte er tilfældet. Der er intet, der tyder på, at 2. generation af rødgran overalt skulle blive ringere end første — om man så stadig ønsker rene rødgranbevoksninger er et andet spørgsmål, der omtales senere. Endvidere er der ingen holdepunkter for den antagelse, at selvsåning skulle blive mere trametesbefængt end plantning — med denne sygdoms hidtil bedste forklaring i roddød, ville man vente det modsatte.

Selvforyngelsens langsomme start — den ofte kummerlige stampeperiode — er det vigtigste argument mod denne foryngelsesmetode, og er mange steder en kendsgerning. Beretninger om metodens praksis, således fra Skåne (*Sparre Ulrich* 1925 og 31), fra Tisvilde distrikt (*Fabricius* 1928) og Silkeborg distrikt (*Bojesen* 1930) omtaler dog rødgranens store spredningsevne, d. v. s. de selvsåede planters uensartede natur og derved forskellige ungdomsvækst. Der er al mulig grund til at gå ud fra, at planternes nedarvede egenskaber er individuelt meget forskellige, og *Bojesen* mener, påvirket af *Helms*, at spredningsmuligheden er langt større i selvsåede end i plantede kulturer, hvor planterne ved sortering i planteskolen er berøvet visse ekstreme individer. Uden at tage stilling til dette spørgsmål kan man dog sige, at i alle plantede rødgrankulturer viser de forskellige planter vidt forskellige egenskaber og form. Når de ikke altid viser dette i en tæt selvforyngelse, må grunden være den, at næringsmængde pr. individ er så ringe, at de enkelte planter kun vegeterer. En bearbejdning af jorden giver som bekendt de bedste spirebetingelser, men har sandsynligvis også den følge, at starten nu bliver næsten ens for alle planter, og spredning udebliver fuldstændig. Klipper man en stribe gennem en sådan ensartet plantegruppe, viser det sig naturligvis, at de planter, der står nærmest striben, vokser mere, end de der står i uforandrede omgivelser, men lige så naturligt er det, at kantplanterne viser

Fig. 26.

Rødgranselvsåning fra 1940 gennemplantet med japansk lærk. Granerne er over mandshøjde. Til højre for billedpersonen ses en trametesdræbt lærk. Udenfor lærkegennemplantningen var den jævnaldrende selvsåning et tæt tæppe af 50—60 cm højde. Veggerby plantage. Fot. okt. 1949. E. B. O.

Self-sown Norway spruce from 1940 with interplanting of Japanese larch. The spruce trees are more than the height of a man. To the right of the person in the picture is a larch killed by Trametes. Outside the stand interplanted with larch, self-sown plants of the same age form a dense carpet 50—60 cm high. Veggerby plantation. Phot. October 1949. E. B. O.

forskellig vækst. Dette sammen med det naturlige faktum, at spredningen er bedst i mindre tætte selvsåninger, tyder på, at en spredt bearbejdning med et lille simpelt hånd- eller hestetrukket redskab vil være ideel. Herved skulle fremkomme små grupper af planter med bedre start end de øvrige. Denne fremgangsmåde vil virke bedst i de frøår, hvor spirebetingelser m. v. er dårligst.

Der er foreslået flere metoder til tynding i selvsåning. Man kan afklippe topskuddene med en hækkesaks eller knibe dem lettere i forsommeren, når skuddet er blødt; der findes dog vist ikke eksempler på, at denne metode har givet resultater, hvad der heller ikke med den fortsatte rodkonkurrence er sandsynligt. Total nedklipning eller oprykning af striber eller huller i

Fig. 27.

Rødgranselvsåning fra 1940 gennemplantet med skovfyr. Granerne var 1—2 m høje. Udenfor skovfyrgennemplantningen var den jævnaldrende granselvsåning 60—90 cm høj. Veggerby plantage. Fot. okt. 1949. E. B. O.

Self-sown Norway spruce from 1940, interplanted with Scots pine. The spruce were 1—2 m high. Outside the stand interplanted with Scots pine, self-sown spruce of the same age were 60—90 cm high. Veggerby plantation. Phot. October 1949. E. B. O.

såningen er nødvendig, ellers må man på anden måde dræbe en stor del af planterne.

En let metode, hvis anvendelighed dog aftager med planternes størrelse, er behandling med en flammekaster af samme konstruktion som dem, der anvendes i planteskoler til ukrudtbekæmpelse. Er der fare for brand, hvad vel sjældent vil være tilfældet i rødgranbevoksninger undtagen i den tørreste tid, kan behandlingen foregå om vinteren. Med flammen afsvides brede striber, mens smalle striber lades ubearbejdede. Med en ringe udgift til petroleum kan der behandles 3—4 ha om dagen af en mand. Eventuelt kan man senere bearbejde arealet med flammekasteren i en retning, vinkelret på den oprindelige. Flere forfattere angiver, at spredningen fremmes ved, at man holder en god skærm — iagttagelser til nærværende beretning bekræfter ikke dette. Med en jævn skærm er der meget ringe spredning, men med en ujævn skærm fremkommer der naturligvis en vis gruppering i selvsåningen, der vel kan udvikle nogen individuel spredning.

Det bedste middel til at stimulere spredningen i en selvsåning, der er gået i stampe, er utvivlsomt indplantning på stor afstand af hurtigvoksende træer, lærk (fig. 26), birk, skovfyr (fig. 27) og eventuelt, dersom disse ikke er ved hånden, rødgran. Så snart de indplantede træer har passeret selvsåningen, trækkes denne med op. Indplantede rødgraner vil på få år distancere selvsåningen, og ved en planteafstand på f. eks. 4×4 m opnås en ret billig kultur.

Som nævnt ønsker de færreste hedeskovbrugere atter rene rødgranbevoksninger, og netop selvsåninger opfordrer til indblanding. Indblandingens gode indvirkning på selvsåningens udvikling er nævnt ovenfor, men også selvsåningen øver en iøjnefaldende god virkning på de indplantede træer; de gror langt hurtigere og med mindre skade af nattefrost end dem, der er plantede udenfor selvsåningsgrupperne. Dette må bero på, at jorden omkring plantehullet er dækket, og selve plantehullet er beskygget.

Selv om ædelgranen sjældent formår at vokse så hurtigt, at den som de ovennævnte indplantningstræarter i løbet af få år kan trække selvsåningen i vejret, bør dens indplantning ikke forsømmes, den viser her en meget smuk udvikling. (Fig. 28).

Har man et år haft selvsåning over store arealer, og ikke

Fig. 28.

Selvsåning i rødgranskov af høj bonitet. Selvsåningen er suppleret med ædelgran, og som hjælpetræer er anvendt birk og lærk. Stilde plantage. Hedeselskabets 11. distrikt. Fot. juni 1947. E. C. L. Løfting.

Natural regeneration in Norway spruce forest of high quality. The self-sown trees have been supplemented by Silver fir, and birch and larch have been introduced later. Stilde plantation, Danish Heath Society, district 11. Phot. June 1947. E. C. L. Løfting.

kan eller vil benytte den til foryngelse, kan den måske dog få en praktisk betydning. Kommer man nemlig nogle år senere i den situation at måtte foretage en stor hugst, bør man alt andet lige vælge de områder, hvor der findes en om også delvis ødelagt selvsåning. Dette gælder, hvilken foryngelsesmetode man end vælger. Den ødelæggelse, en lysning, hvad enten den foregår pludseligt ved renafdrift eller langsomt ved randforyngelse eller underplantning, kan øve på bunden, vil svækkes eller udeblive, hvor selvsåningen kan beskytte bunden. I så tilfælde kan man sikkert undgå bearbejdning.

Selvsåningens behandling kan i hovedtrækkene være denne: En god spredning og et godt resultat kan i visse tilfælde nås ved inden frøfald at foretage spredt behandling af jorden. Foreligger der en komplet selvsåning uden spredning, bør behandling

Fig. 29.

Et areal øst for det i fig. 28 afbildede. Skærmen er fjernet. Smstds. Fot.juni 1947. E. C. L. Løfting.

Area east of that shown in fig. 28. Shelter trees removed. Same locality. Phot. June 1947. E. C. L. Løfting.

med flammekaster forsøges. Er selvsåningen for gammel til, at man kan vente godt resultat af denne fremgangsmåde, bør der snarest på stor afstand indplantes hurtigvoksende træarter og en beskeden procent ædelgran. Eventuelle huller bør snarest udfyldes med birk, lærk o. s. v. (Fig. 29).

Afsluttende bemærkninger.

Beretningen indeholder iagttagelser vedrørende foryngelsesforanstaltninger i de jydske hedeplantagers rødgranbevoksninger. Iagttagelser og beskrivelser er præget af overvejelser i forbindelse med forf. gennemgang af faglige publikationer fra de sidste 20—30 år vedrørende jordbundsomsætning m. v. i granhumus. Denne gennemgang er reelt begrænset til skandinaviske publikationer.

Det var ikke beretningens formål at optage hverken den nuværende foryngelsespraksis eller de foreliggende teoretiske afhandlinger til kritisk vurdering, men derimod at søge en orientering om disse forhold.

Statens forstlige Forsøgsvæsen, der gav forf. mulighed for at gennemføre denne orientering, har nu gjort det muligt, at der kan iværksættes teoretiske og praktiske forsøg vedr. foryngelsesproblemer.

Til sådanne forsøg kan nærværende tjene som introduktion.

To vigtige spørgsmål, træartsvalget ved hedeskovenes foryngelse og økonomisk sammenligning af forskellige foryngelsesmetoder er udskudt til eventuel senere lejlighed.

For god føring og faglig forhandling takker forf. det forstlige personale på Hedeselskabets distrikter, Statsskovvæsenets hededistrikter, forskellige private skovejendomme og enkelte statsskovdistrikter udenfor de egentlige hedeskove.

For kritik og råd takker forf. professor, dr. phil. *C. M. Møller,* statsskovrider *K. Kierkgaard* og afdelingsleder, skovrider *E. Løfting.* En særlig tak vil jeg rette til amanuensis, dr. phil. *Carsten Olsen* for råd og vejledning vedrørende jordbundsspørgsmål og for tålmodighed ved besvarelse af korrespondance. Endelig må jeg takke redaktør *H. Skodshøj* og skovrider *Sven Larsen,* Hedeselskabet, for gode fotografiske optagelser.

ANFØRT LITTERATUR.

Aaltonen, V. T.: Über die Umsetzung der Stickstoffverbindungen im Waldboden. Meddelelser fra Det finske forstlige Forsøgsvæsen 1926.

Bornebusch, C. H., Skovbundsstudier. Meddelelser fra Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. 1923 og 1925.

— Skovbundens Dyreverden. Ibid. 1930.

— Dybtgående Jordbundsundersøgelser. Ibid. 1931.

— Iagttagelser over Rødgranens Naalefald. Ibid. 1937.

— Forskellige Bladarters Forhold til Omsætningen i Skovjord. Ibid. 1943.

Dengler, A.: Waldbau. Berlin 1930.

Fabricius, O.: Granselvsåninger i Tisvilde Hegn. Dansk Skovforenings Tidsskrift 1928.

Glømme, H.: Undersøkelser over ulike humustypers ammoniak- og nitratproduksjon samt faktorer, som har innflytelse på disse prosesser. Meddelelser fra Det norske Skogsforsøksvesen 1932.

Helms, A. og Jørgensen, C.-A. (og Henning E. Petersen): Birkene paa Maglemose. Botanisk Tidskrift 1925.

Hesselman, H.: Studier över salpeterbildningen i naturliga jordmåner och dess betydelse i växtekologiskt avseende. Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt 1917.

— Om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring. Ibid. 1917.

— Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. Ibid. 1926.

— Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus I. Betydelsen av kvävemobiliseringen i råhumustäcket. Ibid. 1927.

— Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordiska granskogen av blåbärsrik Vaccinium-typ och dess inverkan på skogens föryngring och tilväxt. Ibid. 1937.

Juncker, F.: Rødgranens Jordbundsproblem i praktisk, forstlig Belysning. Dansk Skovforen. Tidsskrift 1930.

Kjær, Thv.: Råhumusstudier. Meddelelser fra den forstlige Forsøksstation i Løiten. Kristiania 1922.

Ladefoged, K.: Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unsere gewöhnlichsten Waldbäume. Meddelelser fra Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. 1939.

— De enkelte Kronedeles produktionsmæssige Betydning hos Rødgran. Ibid. 1947.

Løfting, E. C. L.: Nogle Betragtninger over Foryngelsesresultatets Afhængighed af Bestandspleje og Jordbundstilstand i Granplantager paa Hedebund. Dansk Skovforen. Tidsskrift 1932.

— Lærkearternes Udvikling i Hedeplantagerne og japansk Lærks Anvendelighed som Hjælpetræ ved Opbygning af Hedeskov. Meddelelser fra Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. 1945.

— Rødgranplantagernes foryngelse i de jydske hedeegne, 1. del: Foryngelseproblemerne. Ibid. 1949.

Mork, E.: Temperaturen som foryngelsesfaktor i de nordtrønderske granskoger. Meddelelser fra Det norske Skogsforsøksvesen. 1933.
— Omsætning i humusdækket ved forskjellig temperatur og fugtighet. Ibid. 1937.
— Gran- og furufrøets spiring ved forskjellig temperatur og fugtighet. Ibid. 1938.
— Om Sambandet mellom temperatur og vekst. Ibid. 1944 (a).
— Om strøfallet i våra skoger. Ibid. 1944 (b).
— Om bjørkefruktens bygning, modning og spiring. Ibid. 1944 (c).
— Om skogbunnens lyngvegetasjon. Ibid. 1945.
Müller, P. E. og Weiss, Fr.: Studier over Skov- og Hedejord. Meddelelser fra Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark. 1906 og 1909.
Møller, C. M.: Untersuchungen über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. Ibid. 1945.
Olsen, C.: Studier over Jordbundens Brintionkoncentration og dens Betydning for Vegetationen, særlig for Plantefordelingen i Naturen. Medd. fra Carlsberg Laboratoriet 1921.
— Om Kvælstofbinding i Skovbundens Løvlag. Ibid. 1932.
Romell, L. G.: Ecological problems of the humus layer in the forest. Cornell University, Agricultural experiment station, memoir 170, Ithaca.
— En biologisk teori för mårbildning och måraktivering. Stockholm 1934.
Smith, Chr.: Redskabsfremvisning på Bregentved Skovdistrikt. Dansk Skovforenings Tidskrift 1946.
Sparre-Ulrich, E.: Foryngelse af Granbevoksninger ved Selvsåning. Ibid. 1925 og 1931.
Thamdrup, H. A.: Studier over jydske Heders Økologi. Acta jutlandica. 1939.
Tirén, L.: Några iakttagelser över den naturliga föryngringens uppkomst på Kulbäckslidens försökspark. Svenska Skogsvårdsföreningens Tidskrift 1934.

REGENERATION OF NORWAY SPRUCE PLANTATIONS ON THE HEATHS OF JUTLAND.

Part 2. Underplanting, natural regeneration and clear-cutting.

SUMMARY.

The account comprises observations on the regeneration of Norway spruce stands in plantations on heath flats in Jutland and a few conifer districts on morainic terrain. Attempts were made to find a connection between the results of regeneration and the results of the many investigations (in this case mainly Scandinavian publications have been taken into consideration) that are available concerning nitrification in the humus layer of Norway spruce stands and the connection between this process and other conditions such as heat, moisture, acidity, etc.

Stress has been laid on the following results of the experiments: As is generally recognised, formation of nitrate rarely takes place in Norway spruce humus on soil poor in nutrients, whereas ammonium compounds will form in larger or smaller quantities. Most frequently the formation of ammonium compounds is so moderate that these compounds are only ascertainable as traces in extracts of fresh samples. As a consequence of our regeneration measures, the soil will sooner or later, according to the method employed, receive an increased supply of heat and moisture, which will cause the formation of ammonium compounds to increase. Now it is of importance that an accumulation of ammonia should be able to develop without being stopped by the nitrogen intake through the roots of a colonising vegetation.

In the case of a heavy accumulation of ammonia the pH value, and accordingly the possibilities of nitrification, will rise. Nitrification depends among other things on a relatively high pH value and the presence of abundant ammonium compounds.

If the accumulation of ammonia is interrupted by the root intake of a colonising vegetation, the pH value will fall, N being taken up in such a form that an acid remnant (of the ammonium compound) will be left.

If the vegetation does not come in until after the nitrification has commenced, N is taken up in such a form that a basic remnant of the nitrate compound will be left (Carsten Olsen 1921).

The author has been unable to find any explanation of these processes in any publication reviewed in recent standard works on plant physiology.

The decisive importance which the root intake of a vegetation may have on the variation of the reaction figures in soils with differing degrees of nitrification must be considered in conjunction with the fact that ammonia-forming and nitrifying soils have widely differing vegetation types. The most characteristic vegetation type of acid humus is Deschampsia flexuosa, which forms a dense root mat absorbing precipitation and preventing it from seeping into the soil. Its bristle-shaped, partially vertical leaves afford no shelter from the radiation of the sun, but permit heating and desiccation of the root mat. Of quite different character is the vegetation of nitrifying soil, in this country mostly Rubus idaeus, Senecio sp.,

and Chamaenerium angustifolium, which form no root mat, but shade the soil from the rays of the sun.

Vegetation colonising a non-nitrifying soil will often permanently exclude nitrification and the ecological advantages of this condition.

The duration of nitrification is limited, the most easily convertible proteins being gradually used up, and protein substances difficult to transform and organic C-compounds remaining, some of which (e. g. denuded lignin) even show an acid reaction. With the intake of N-compounds the quotient C:N will rise, and at the same time a fall in the pH value must be expected. It is important that the new crop should close up before »reversion« to the most acid phase provides conditions for the coming of Deschampsia and, subsequently, Calluna, into the stocked area.

On the basis of these considerations, supported by observations in the forest, it is recommended that regeneration of Norway spruce should, if possible, be undertaken before stands have become so light (decreased vigour due to age or regeneration felling) that Deschampsia has come in under them. In all regeneration stands it seems of importance to maintain the canopy as far as possible closed. If Deschampsia and possibly Calluna have come into the stands, and it is considered that closed canopy and suppression of ground vegetation cannot be obtained by the cessation of thinning, then regeneration should be initiated as soon as possible.

With clear felling: The raw humus layer should be covered soon after the felling. Covering may possibly take place by means of a motor or horse-drawn implement. On fairly thin layers of raw humus the »Odsherred« harrow will give good covering and preparation of the humus. The good results of soil preparation agree with the results arrived at by several research workers, heating and desiccation of raw humus having been found to reduce the possibilities of nitrification, and extreme heating of soil for a fairly long time preventing nitrification. All brushwood should be left on the ground, and the soil may possibly be protected by the sowing of non-exacting herbs (possibly Leguminosae), whose seeds are cheap and easily germinating. To make it possible to combine preparation of the soil and covering with brushwood, the preparation should take place either in strips free of brushwood as a partial treatment, or before the felling.

With underplanting and natural regeneration: The shelterwood should be retained as long as possible in order that the new crop may get ahead before Deschampsia comes in. A planted crop will always comprise a shade-bearing and drought-resisting species (in Denmark usually Silver fir), but if extensive opening of the canopy or windblow set in, it should quickly be supplemented by rapidly-growing species (birch, larch, etc.).

It is considered of importance to establish the fact that the growth-limiting factor in the case of regeneration under shelterwood in our heath plantations is often water and only to a small extent light. Thus it can often be observed in underplantings, where the soil is dried out by Deschampsia, that tree species requiring but little water, such as birch, larch, rowan, Douglas fir, and sessile oak, are capable of thriving in places where more shade-bearing species such as Norway spruce will vegetate or die.

The desiccation by Deschampsia of opened-up stands must be of decisive importance for the very superficial root system of Norway spruce. It is probable that light west margins may die for lack of water — at any rate a marked difference can be observed in forests between west margins whose soil is bound by the root mat of Deschampsia, and such as are underplanted with a well closed undergrowth. The latter exhibit trees with closed crowns-marginal trees that may remain standing for decades after a wind-blow. A west margin where the ground is overgrown with grass will soon die — probably for lack of water.

In a chapter on restoring grass-covered soil to a sound condition a number of »pioneer tree species« are mentioned. Growth is often inhibited in such cases both by lack of water and by late spring frosts. Trees used in the process must therefore reguire little water and be frost-hardy, possibly flushing late in the spring. Pine species, Pinus sylvestris and P. contorta or var. murrayana, will therefore chiefly come into consideration. Where late spring frost is less severe, Japanese larch, common alder (Alnus glutinosa), or the polyploid alder called Alnus spuria, may often be used.

As to the possibilities of introducing Silver fir into Norway spruce plantations without a nurse crop, a nurse is generally recommended, but is omitted in many places because of the risk of frost or damage by game. To do without the nurse crop a method has been devised, viz. »mantle planting«, which is practised in several places in North and West Jutland. The method consists of planting Silver fir in the pit or screy together with a quick growing pioneer tree species. Experiments in the parts of Jutland just mentioned suggest that common alder, Scots pine, and mountain pine are good «mantles».

In view of the many poor crops obtained after clear cutting of Norway spruce, it might seem unreasonable to contemplate the use of this method. However, owing to the risk of extensive storm damage in large even-aged areas of Norway spruce, it is necessary to experiment with the technique of clear felling and the chemical processes taking place in the soil according to the different methods employed. For an understanding of the unfavourable experiences of clear felling it should be borne in mind that it is only very recently that attempts have been made in practice to prepare and cover the raw humus layer. The cultivation of the raw humus layer, also, may be expected to increase the accumulation of ammonium compounds and accordingly the possibilities of nitrification. In the Silkeborg district in the central Jutland morainic tracts, such a preparation has brought about a great improvement in results. It should be borne in mind that the regeneration of beech (with special reference to the natural regeneration technique devised by Ulrich) did not become consistently successful until, on the prompting of P. E. Müller, preparation and liming of the soil were introduced.

As to the question of natural regeneration of the heath plantations of Jutland it may be mentioned that regeneration frequently takes place, but that the plants often die during their first year of life owing to drought. If a good self-sown stand develops here, Danish foresters are often disinclined to use it, claiming among other things that checking and the result-

ing expense connected with tending the crop (thinning, etc.) render the method (which is also inconvenient from the administrative point of view), unprofitable as compared with planted crops. The author gives examples showing that the introduction of Scots pine and Japanese larch at wide spacing may counteract checking. As a rapid and cheap means to carry out heavy thinning of young, dense, self-sown stands the author advocates kerosene flamethrowers, to be used in periods free from fire danger.

The very important questions: choice of tree species for regeneration of the heath forests, and comparison of the economy of different regeneration methods, have been postponed to be dealt with, possibly, on a later occasion.

The report may be of use for theoretical and practical experiments concerning regeneration of Norwey spruce.

holm Hede, Anden Beretning (La Lande de Nørholm, Deuxiéme Rapport), S. 33. — Nr. 128. KJELD LADEFOGED: Floraundersøgelser i Mølleskoven, Anden Beretning (Florauntersuchungen im »Mølleskoven«, Zweiter Bericht), S. 81. **H. 2:** Nr. 130. KJELD LADEFOGED: Frostringsdannelser i Vaarveddet hos unge Douglasgraner, Sitkagraner og Lærketræer (Formations of Frost Rings in the spring-wood of young Douglas Fir, Sitka Spruce and Larch), S. 97. — Nr. 131. CARL MAR: MØLLER og D. MÜLLER: Aanding i ældre Stammer (Die Atmung in alten Stammteilen), S. 113. — Nr. 132. C. H. BORNEBUSCH: Egekulturforsøg paa Vallø Stifts Skovdistrikt (Eichenkultur-Versuche) S. 139. **H. 3:** Nr. 134. E. C. L. LØFTING: Jordbundsbehandlingens Indflydelse paa Rødgranens Vækst og Sundhed i Hedeplantager, Hedeskovenes Foryngelse VI (The Influence of the treatment of the soil on the growth and health of Norway spruce in heathland plantations), S. 165. — Nr. 135. C. H. BORNEBUSCH: Afsvampning af Bøgeolden (Désinfection des faînes), S. 190. — Nr. 136. MATHIAS THOMSEN: Angreb af Tomicus chalcographus paa unge Sitkagraner, Rødgraner og Douglasgraner (Attack of Tomicus chalcographus on young Sitka spruce, Norway spruce and Douglas fir), S. 199. **H. 4:** Nr. 137. C. H. BORNEBUSCH og KJELD LADEFOGED: Hvidgranens og Sitkagranens Dødelighed i Hede- og Klitplantager i 1938 og 1939 (Frostschäden an Weissfichte und Sitkafichte auf der Heide und in Dünenbepflanzungen), S. 209. — Nr. 138. FOLKE HOLM: Douglasgran, Proveniens og Vækst (Die Douglasie, Proveniens und Wachstum), S. 233. — **H. 5:** Nr. 139. C. H. BORNEBUSCH: Fremmede Naaletræer paa Søllestedgaard (Fremde Nadelhölzer auf Søllestedgaard) (Foreign coniferous trees on Søllestedgaard estate), S. 313. — Nr. 140. C. H. BORNEBUSCH: Fremmede Løvtræer paa Esrom Skovdistrikt (Arbres feuillus étrangers dans un territoire boisé du nord de Seeland), S. 345. — **H. 6:** Nr. 141. C. H. BORNEBUSCH: Rødeg i Dansk Skovbrug (Red oak in Danish Forestry), S. 357.

Bd. XVI, H. 1: Nr. 133. KJELD LADEFOGED: Untersuchungen über die Periodizität im Ausbruch und Längenwachstum der Wurzeln bei einigen unserer gewöhnlichsten Waldbäume (Undersøgelser over Periodiciteten i Røddernes Frembrud og Længdevækst hos nogle af vore almindeligste Skovtræer), S. 1. — **H. 2:** Nr. 142. C. H. BORNEBUSCH: Revision af Haarup-Sande-Forsøget (Revision de l'expérience à Haarup-Sande), S. 257. — Nr. 143. C. H. BORNEBUSCH: Forskellige Bladarters Forhold til Omsætningen i Skovjord (Der Einfluss verschiedener Blätterarten auf die Umsetzung im Waldboden), S. 265. — **H. 3:** Nr. 144. C. H. BORNEBUSCH: Udhugning og Produktion i Bøgeskov (L'influence de la coupe d'eclaircie sur la production d'une forêt de hêtres) S. 273. — **H. 4:** Nr. 146. E. C. L. LØFTING: Et Underplantningsforsøg i Gludsted Plantage, Hedeskovenes Foryngelse VII (Une Expérience de plantation d'un sous-étage dans la plantation de Gludsted située dans la lande de Jutland), S. 305. — Nr. 147. E. C. L. LØFTING: Lærkearternes Udvikling i Hedeplantagerne og Japansk Lærks Anvendelighed som Hjælpetræ ved Opbygning af Hedeskov, Hedeskovenes Foryngelse VIII. (Le développement des différentes espèces de mélèze dans les plantations des landes, et le mélèze de Japon utilisé comme arbre auxiliaire dans la culture de forêts des landes), S. 321. — **H. 5:** Nr. 148. KJELD LADEFOGED: De enkelte Kronedeles produktionsmæssige Betydning hos Rødgran (The productive importance of the individual parts of the crown in spruce, picea excelsa L.), S. 365.

Bd. XVII, H. 1: Nr. 145. CARL MAR: MÖLLER: Untersuchungen

über Laubmenge, Stoffverlust und Stoffproduktion des Waldes. (Undersøgelse over Løvmængde, Stoftab og Stofproduktion i Skov). Dansk Resumé. S. 1. — **H. 2:** Nr. 150. C. MUHLE LARSEN: Experiments with softwood cuttings of forest trees (Forsøg med urteagtige Stiklinger af Skovtræer). Meddelelse Nr. 18 fra Skovtræforædlingen, Arboretet, Hørsholm. S. 289.

Bd. XVIII, H. 1: Nr. 149. C. H. BORNEBUSCH og H. A. HENRIKSEN: Bøgens Vedmassefaktorer, 1. Del: Formtalsbestemmelse ved Hjælp af Standardtabeller for mindre Bevoksninger af Bøg, S. 1. — **H. 2:** Nr. 157. MATHIAS THOMSEN, N. FABRITIUS BUCHWALD og POUL A. HAUBERG: Angreb af Cryptococcus fagi, Nectria galligena og andre Parasiter paa Bøg i Danmark 1939—43. (Attack of Cryptococcus fagi, Nectria galligena and other parasites on beech in Denmark 1939—43.) S. 97. **H. 3:** Nr. 158. E. C. L. LØFTING: Rødgranplantagernes Foryngelse i de jydske Hedeegne. 1. Del: Foryngelsesproblemerne. (Regeneration of Norway Spruce in the Danish heath regions. 1' part: The problems of the regeneration). S. 327.

Bd. XIX, H. 1: Nr. 152. C. H. BORNEBUSCH: Bøgeskovens Behandling paa Boller Skovdistrikt. (Le traitement appliqué par E. Moldenhawer à la forêt de hêtres du domaine forestière de Boller), S. 1. — Nr. 153. F. KRARUP: Langsom Bøgeselvforyngelse. (Régénération naturelle lente d'un peuplement de hêtre). S. 81. — **H. 2:** Nr. 154. CARL MAR: MÖLLER: Mycorrhizae and nitrogen assimilation (Mycorrhizer og Kvælstofassimilation) S. 105. — **H. 3:** Nr. 155. C. H. BORNEBUSCH: Egeprøveflader i Nordsjælland. (Places d'essai de chêne au nordest de Seeland). S. 205. Nr. 156. C. A. JØRGENSEN og CECIL TRESCHOW: Om Bekæmpelse af Rodfordærveren (Fomes annosus (FR.) CKE) ved Fladrodplantning og ved Kalk- og Fosfattilskud. (On the control of root- and butt-rot, caused by Fomes annosus (FR.) CKE by superficial planting and by the application of lime and phosphate). S. 253. **H. 4:** Nr. 159. IB THULIN: Beskadigelser af Douglasgran (Pseudotsuga taxifolia) i Danmark i Vinteren 1946—47. (Damage to Douglasfir (Pseudotsuga taxifolia) in Denmark in the winter of 1946—47). S. 285. **H. 5:** Nr. 160. MOGENS ANDERSEN: Form factor investigations and yield tables for Japanese larch in Denmark. (Formtal og Tilvækst for japansk Lærk) S. 331.

Bd. XX, H. 1: Nr. 151. E. C. L. LØFTING: Danmarks Skovfyrproblem. (Scots pine problems on the heaths and dunes of Denmark) s. 1. — **H. 2:** Nr. 161. JUST HOLTEN: Kulturmåder i Danmarks gamle skovegne 1950. (Methods of Establishment on Old Woodland Sites in Denmark 1950). S. 111. — **H. 3.** Nr. 162. E. OKSBJERG: Rødgranplantagernes foryngelse i de jydske hedeegne. (Regeneration of Norway spruce plantations on the heaths of Jutland). S. 165. — Nr. 163. H. A. HENRIKSEN: Dimensionsklassefordeling for Bøg. (Allocation to diameter classes for beech). S. 229.

DET FORSTLIGE FORSØGSVÆSEN I DANMARK

udgives ved den forstlige forsøgskommission under redaktion af forstanderen, i hæfter sædvanlig på 5—10 ark, der udsendes fra Statens forstlige Forsøgsvæsen, Møllevangen pr. Springforbi. Cirka 25 ark (400 sider) udgør et bind. Prisen pr. bind er 10 kr., skovbrugsstuderende 5 kr., der tages ved postgiro samtidig med udsendelsen af 1ste hæfte.

Fortegnelse over indholdet af bd. I—X, 1905—1930, beretninger nr. 1—95 og nr. 97, findes i slutningen af 10de bind og tilsendes gratis ved henvendelse til forsøgsvæsenet.

Fortegnelse over indholdet af bd. XII—XIX er anført på omslaget og af bd. XI på tidligere omslag.

KANDRUP & WUNØCH - KØBENHAVN