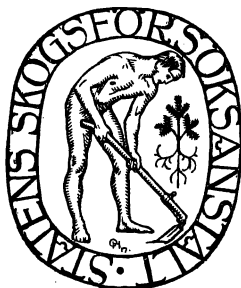


NÅGRA STUDIER ÖVER FRÖSPRIDNINGEN HOS GRAN OCH TALL OCH KALHYGGETS BESÅNING

*EINIGE BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE BEZIEHUNG ZWISCHEN DER SAMENVERBREI-
TUNG VON FICHTE UND KIEFER UND DER BESAMUNG DER KAHLHIEBE*

AV

HENRIK HESSELMAN



MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
HÄFTE 27 · Nr 5

MEDDELANDEN
FRÅN
STATENS
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 27. 1932—34

MITTEILUNGEN AUS DER
FORSTLICHEN VERSUCHS-
ANSTALT SCHWEDENS

27. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
FORESTRY

N:o 27

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPERIMENTATION
FORESTIERE DE SUÈDE

N:o 27



REDAKTÖR:
PROFESSOR DR HENRIK HESSELMAN

INNEHÅLL:

	Sid.
TAMM, OLOF: Über die Oxalatmethode in der chemischen Bodenanalyse. Om oxalatmetodens användning vid kemisk jordanalys	19
TRÄGÅRDH, IVAR och FORSSLUND, KARL-HERMAN: Studier över insamlings tekniken vid undersökningar över markens djurliv Untersuchungen über die Auslesemethoden beim Studium der Bodenfauna	21 45
MALMSTRÖM, CARL och MALMGÅRD, MARTIN: Om skogsdikningsplaners upprättande i övre Norrland. Synpunkter och förslag framkomna i samband med en skogsdikningsplans upprättande för Grankottaliden på Örå revir	69
Über die Aufstellung von Walddränierungsplänen im oberen Norrland	120
MALMSTRÖM, CARL: Om resultaten av en 70-årig myrdikning i Västerbotten	123
Über die Resultate einer 70-jährigen Moorentwässerung in Wästerbotten (Nordschweden)	142
HESSELMAN, HENRIK: Några studier över fröspridningen hos gran och tall och kalhygets besåning	145
Einige Beobachtungen über die Beziehung zwischen der Samenproduktion von Fichte und Kiefer und der Besamung der Kahlhiebe	174
TIRÉN, LARS: Nyare fältförsöksmetodik, belyst genom några skogsodlingar på Kulbäckslidens försökspark	183
More recent methods of field experiments illustrated by forest cultivation in Kulbäcksliden experimental forest	222
PETRINI, SVEN: Ett 25-årigt försök med naturföryngring i norrländsk råhumusgranskog. Norrfloornrådet, Haverö s:n, Medelpad	223
Ein 25-jähriger Versuch mit natürlicher Verjüngung in norrländischem Rohhumusfichtenwald	285
TAMM, OLOF: Om mekanisk analys av svenska skogsjordar	289
Über die mechanische Analyse von schwedischen Waldböden	311
Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsforsöksanstalt under femårsperioden 1927—1931 jämte förslag till arbetsprogram. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens während der Periode 1927—1931; Account of the work at the Swedish Institute of Experimental Forestry in the period 1927—1931).	
I. Gemensamma angelägenheter (Gemeinsame Angelegenheiten; Common topics) av HENRIK HESSELMAN	313
II. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON	315

	Sid.
III. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	320
IV. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH	332
V. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland; Division for Afforestation in Norrland) av EDVARD WIBECK	339
 Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1931. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1931; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1931).	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN	354
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON	354
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	359
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH	360
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland; Division for Afforestation in Norrland) av EDVARD WIBECK	361
 Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1932. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1932; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1932).	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN	365
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON	365
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	366
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH	371
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland; Division for Afforestation in Norrland) av EDVARD WIBECK	372
 Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1933. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1933; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1933).	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN	374
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON	374

	Sid.
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	376
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH.....	378
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland; Division for Afforestation in Norrland) av EDVARD WIBECK.....	378



NÅGRA STUDIER ÖVER FRÖSPRIDNINGEN HOS GRAN OCH TALL OCH KALHYGGETS BESÅNING.

Inledning.

I nom den naturvetenskapliga avdelningens program faller alltjämt studiet över föryngringsbetingelserna i Norrland, framförallt över den naturliga föryngringens beroende av jordmån, marktillstånd och klimat. Vid dessa undersökningar har för mig alltmer framstått betydelsen av en närmare kännedom om lagarna för fröspridningen på kalhyggen utan fröträd. Denna fråga har hos oss och över huvud taget ganska litet eller ej alls studerats. Då vintern 1931—32 med sin rika tillgång på granfrö i Norrland (TIRÉN 1932) syntes mig erbjuda ett lämpligt tillfälle att åtminstone preliminärt ta upp frågan till behandling, började jag hösten 1931 en serie undersökningar inom Örå revir i Lappland. Dessa undersökningar blevo sedermera kompletterade med en del observationer över fröspridningen inom fröträdsställningar av tall på Kulbäckslidens försökspark.

Det ligger i sakens natur att dessa undersökningar ännu ej kunna anses avslutade. Men då redan gjorda observationer erbjuda ett ganska stort intresse ur såväl teoretisk som framförallt praktisk synpunkt, har jag beslutat mig för att redan nu publicera desamma. Då det ej fordras några omständliga anordningar för att anställa dylika observationer, torde man kunna hoppas, att några intresserade praktiskt verksamma skogsmän genom egna iakttagelser ville medverka till frågans belysning. Frågan har ju ett betydande intresse, varför alla bidrag till dess lösning äro av stort värde.

Vid undersökningarnas utförande och observationsmaterialets bearbetning har jag från flera håll erhållit värdefull hjälp. Förvaltaren av Örå revir, jägmästaren B. STRANDBERG biträdde mig vid frölådornas utställande på krpk Hästliden; på våren 1932 insamlade han de i lådorna

uppfångade fröna och lät genom revirassistenten, jägmästaren F. C. NICOLIN förfärdiga en kartskiss över hyggena med frölådor. Skogsmästaren OSCAR HENRIKSSON utställde efter mina anvisningar frölådorna å försöks-parken Kulbäcksliden, gjorde där erforderliga observationer samt utförde hösten 1933 plantråkningar på hyggena å krpk Hästliden. Med överdirektören AXEL WALLÉN och andre statsmeteorologen docenten A. ÅNGSTRÖM har jag konfererat ang. med fröspridningen sammanhängande meteorologiska spörsmål. Genom brevväxling har jag med chefen för Zentralanstalt für Meteorologi und Geodynamik i Wien, professor Dr WILHELM SCHMIDT kunnat diskutera turbulensens och vindens samfällda inverkan på fröspridningen. Av Norrlands skogvårdsförbund har anstalten fått låna tvenne klichéer. Till samtliga dessa mina medhjälpare fram-bär jag härmed ett hjärtligt tack.

Iakttagelser över granfröets spridning över kalhyggen.

Plats och metod för undersökningen.

Vid föryngringen av Norrlands gamla, svagt växtliga, lavbehängda granskogar har man sedan c:a 15 år tillbaka övergått till upptagande av kalhyggen med eller utan fröträd. Efter avverkningen avbrännes vanligen det på hygget kvarliggande riset. Avsikten med detta avverkningssätt är närmast att söka omvandla det tjocka råhumustäcke, som utmärker dylika skogar, och omföra detta i en för trädens utveckling gynnsammare form. Den använda metoden för markens behandling står i god överensstämmelse med de undersökningar, som å försöksanstalten utförts över råhumustäcket i norrländska granskogar och vilka publice-rats i anstaltens meddelanden åren 1917, 1926 och 1927. Inom den närmaste framtiden komma nya undersökningar att publiceras i samma fråga, vilka i sin mån styrka det berättigade i detta avverkningssätt. I stor utsträckning har denna metod tillämpats inom Örå revir, där jägmästare ÅKE BERG var revirförvaltare åren 1916—1930. Vissa höjd-områden i detta revir, i synnerhet på krpk Hästliden, äro täckta av gamla, 250—300-åriga, rena eller nästan rena granskogar av svag växtlighet. Markbetäckningen utgöres av blåbär, lingon, linnéa och de vanliga hus-mossorna. *Vaccinium*typen är förhärskande. På fuktigare sluttningar träffas *Dryopteris*typen, i bäckdålder *Geranium*typen. De granskogsklädda åsarna, vilkas huvudriktning är sydväst-nordost, övergingos vid avverkningen av vanligen 100 m breda kulisshyggen, vilka utlades så att hyggeskanterna kommo vinkelrätt mot den rådande stormriktningen. Då de gamla norrländska granskogarnas föryngring alltjämt är en fråga av största in-tresse, har försöksanstalten under de senare åren börjat att följa utveck-

lingen å de av jägmästare Å. BERG utlagda hyggena, framförallt å krpk Hästliden. Undersökningarna avse närmast att utröna markbeskaffenhetens inflytande på plantornas förekomst å hyggena samt dess betydelse för deras vidare utveckling, en undersökning, som i dessa högt belägna och i klimatiskt hänseende ogynnsamt ställda skogar kommer att ta lång tid i anspråk. Vid dylika undersökningar är det av ett visst värde att äga

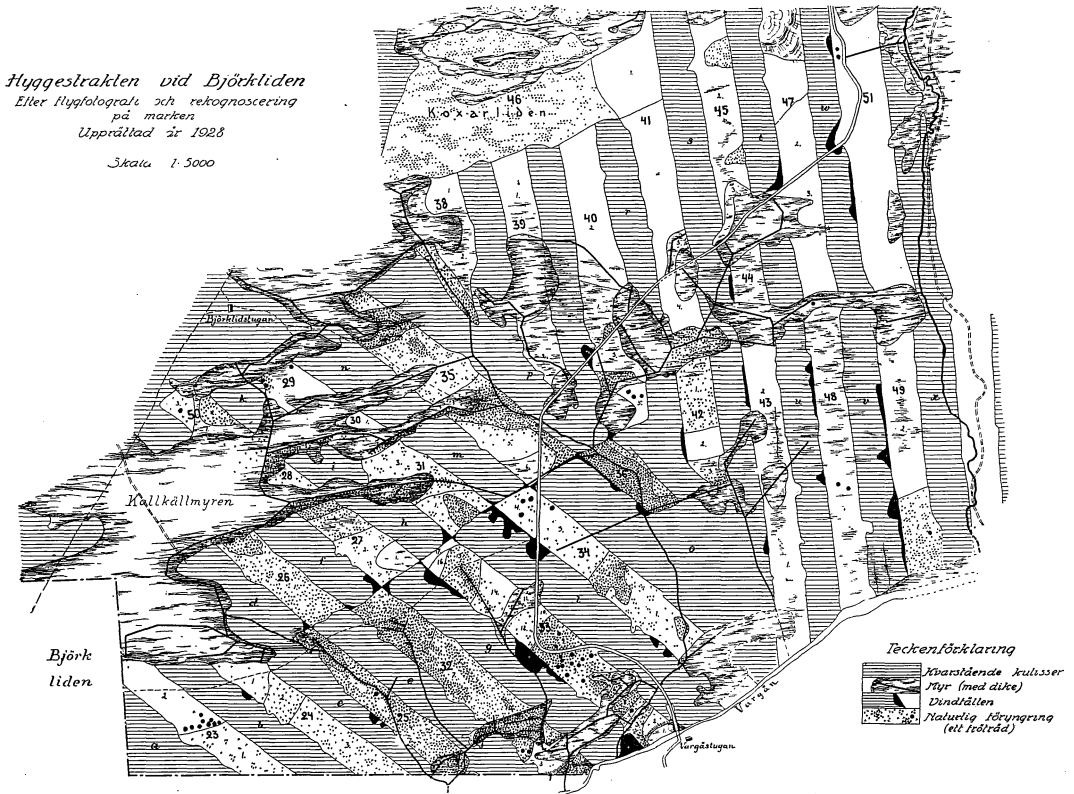


Fig. 1. Hyggesanordningen å krpk Hästliden i närheten av Björkliden. I kartans övre högra del hygge 47. (Efter ÅKE BERG 1929).

Anordnung der Kulissenhiebe in der Staatsforst Hästliden unweit Björkliden. In der oberen rechten Ecke der Karte Kahlhieb 47.

några utgångspunkter för bedömandet av den naturliga besåningens intensitet på hyggena. Sommaren 1931 blommade granen som bekant mycket ymnigt i Norrland. Även i höjdlägena på 400 à 500 m ö. h. voro granarna på hösten ymnigt kottebärande. Kotteåret 1931 blev ett av de rikaste, som Norrland haft under de senaste åren. Senhösten och vintern 1931—32 borde därför väl ägna sig för observationer över fröspridningens intensitet. För detta ändamål utvaldes tvenne hyggen å

krpk Hästliden, nämligen ett å Rålidén, som går upp till över 500 m ö. h., samt hygget 47, sträckande sig från landsvägen mellan Skarda och Hög-lunda upp mot Koxarliden (se Å. BERGS [1929] karta, sid. 176 och 185). På båda hyggerna saknas fröträd, besåningen har man att vänta från om-givande beståndskanter. Å hygge 47 utgöras de omgivande bestånden av 100 m breda granskogskulisser, å hygge 77 är kulissen i SO 300 m bred (se fig. 1 och 2).

För undersökningen iordningställdes 50 st. fröinsamlingslådor om 1 m × 0,5 m × 0,1 m. Botten i lådorna utgjordes av trä och var ge-



Fig. 2. Kalhygge 45 å krpk Hästliden, i huvudsak av samma utseende som kalhygge 47. (Efter ÅKE BERG 1929).

Kahlhieb 45 in der Staatsforst Hästliden, in der Hauptsache von demselben Aussehen wie Kahlhieb 47.

nomborrad på ett par ställen för urtappning av nederbördsvatten, dräneringshålen voro täckta med metallnät. Locket utgjordes av ett galvaniserat trådnät med maskor om 8 mm. Lådorna utsattes på hyggerna och i om-givande bestånd den 5 okt. 1931. Granen hade då ännu ej börjat sprida sina frön. De i fig. 4 och 5 meddelade kartskisserna torde vara till-räckliga för att visa hur lådorna placerades på hygget. Vid utsättningen såg man till att lådorna blevo så horisontalt ställda som möjligt. Man sörjde också för att de kommo i skydd av stockar, stubbar eller stenar, som hindra snöns bortblåsning. Lådorna kvarstodo till början av juni följande år, då fröna och i lådorna nedfallet eller nedblåst avfall från träden insamlades av jägmästare B. STRANDBERG. Avsikten med för-söket var sålunda att erhålla ett mått på den totala besåningen under vintern 1931—1932.

Fröns spridning genom luftens rörelser.

Innan jag går in på en redogörelse för resultaten torde granfrönas spridningssätt och vad man vet därom böra diskuteras. Granfröet är som bekant försett med en tunn, bakåt från fröet räknat vidgad vinge. Denna är ofta men ej alltid svagt böjd. Låter man ett frö med kvarsittande vinge falla i stilla luft, börjar det snart rotera omkring en mer eller mindre vertikal axel. Det vingade fröets längdaxel bildar under rotationen en omkring 10° vinkel mot horisontalplanet. Till följd härav sänker sig fröet endast långsamt mot marken. Av DINGLER (1889) utförda försök visa en fallhastighet i stilla luft av omkring 0,57 m per sekund. Tallfröna ha ungefär samma byggnad. För dem fann samme författare en fallhastighet av omkring 0,43 m för frön med långa, 0,83 m för sådana med korta vingar.

I gaser och vätskor plägar man skilja mellan tvenne olika slags rörelseformer, den regelbundna eller laminära och den oregelbundna eller turbulenta. Den förra rörelsen är karakteriserad därav att strömningslinjerna eller de enskilda partiklarnas banor löpa parallellt med varandra och i luften parallellt med jordytan. Den andra är en mera oregelbunden eller oordnad rörelse. Dess verkan kan illustreras av röken från en skorsten. Ur mynningen vältrar fram en tjock rökpelare, följande vindens riktning, men pelaren löser snart upp sig, partier av röken ryckas uppåt, andra nedåt och åt sidorna. Rökpelaren blir snart så förtunnad, att den ej längre är synlig, rökpartiklarna ha spritt sig i luften. I denna företeelse kommer luftens turbulens till uttryck. Genom mer eller mindre oregelbundna virvelrörelser ha de ur skorstenen kommande gaserna med sina rökpartiklar blandats med den omgivande luften. I vattnet i en rinnande bäck finna vi liknande företeelser. Kring oregelbundenheter i botten bildas små virvlar. Följande vattnets strömningsriktning stiga dessa uppåt och växa, tills de nå vattenytan, då de upplösas. I luften förorsakas de turbulenta rörelserna av bl. a. olikformig uppvärmning. En varm sommardag ser man hurusom den över jordytan t. ex. en berghäll uppvärmda luften dallrande eller flimrande stiger uppåt. I synnerhet vid vindens gång över en ojämn markyta uppstå turbulenta rörelser. Turbulensen är en oregelbunden massförflyttning. I absoluta mått uttrycktes den i cm, g, och sec. således $\frac{g \cdot cm}{cm^2 \cdot sec} = cm^{-1} g sec^{-1}$.

När man diskuterat fröns möjligheter att spridas med vinden, har man hittills vanligen nöjt sig med att två faktorer tas med i beräkningen nämligen fröets fallhastighet i stilla luft och vindens hastighet. Med kännedom om den höjd varifrån fröet faller, låter sig då spridningsvidden

lätt beräknas. Är höjden h , fallhastigheten c (m/sek) och vindhastigheten v (m/sek), faller fröet till marken på ett avstånd av $v \cdot h / c$.

I den fria luften föreligga emellertid icke förutsättningarna för ett så enkelt beräkningssätt, framförallt icke vid spridning på stora avstånd. Turbulensen blir då en viktig faktor. Den österrikiske meteorologen WILHELM SCHMIDT (1918, 1925), som särskilt ingående studerat de turbulenta fenomenen, har infört turbulensen vid beräkning av fröns spridning och för detta ändamål uppställt vissa formler. Under antagande av en vindhastighet av 6 m i sekunden och en turbulensgrad av 20 har denne forskare beräknat vad han kallar fröns medelspridningsavstånd. Detta värde är definierat därav, att endast en procent av de utsläppta fröna eller sporererna överskrider de för varje spor- eller fröslag beräknade medelavstånden, det dubbla överskrides blott sällan. Det kan vara av intresse att anföra några av hans för skogsträd beräknade värden.

	Fallhastighet cm/sek.	Medelspridningsavstånd km
Björk (<i>Betula verrucosa</i>)	25	1,6
Lönn (<i>Acer platanoides</i>)	107	0,09
Tysk lönn (<i>Acer pseudoplatanus</i>).....	107	0,09
Gran (<i>Picea excelsa</i>)	57	0,31
Silvergran (<i>Abies pectinata</i>).....	106	0,09
Tall (<i>Pinus silvestris</i>), lång vinge	43	0,55
» » » kort »	83	0,15
Avenbok (<i>Carpinus betulus</i>)	120	0,07
Ask (<i>Fraxinus excelsior</i>)	200	0,025

Av dessa beräkningar framgår tydligt nog fallhastighetens betydelse. Spridningsavståndet är omvänt proportionellt mot kvadraten på fallhastigheten i stilla luft och direkt proportionellt mot vindhastigheten. Hos frön med låg fallhastighet blir den beräknade medelspridningsgränsen stor, hos sådana med stor däremot liten. Svampsporer ha en oerhört liten fallhastighet. Även de obetydligaste luftrörelser, förorsakade av små skillnader i luftens uppvärmning, förmå bringa dylika sporer i spridning (FALCK 1909). Hos röksvampen (*Lycoperdon*) har man funnit en fallhastighet av 0,047 cm/sek., vilket ger ett medelspridningsavstånd av 460 000 km. Dylika sporer kunna således teoretiskt sett sprida sig över hela jorden; dess omkrets är omkring 40 000 km. Denna teoretiskt nästan obegränsade spridningsförmåga saknar icke sitt intresse, då en del hithörande svampar ha en mycket stor geografisk utbredning.

W. SCHMIDTS (1925, sid. 72—75) undersökningar möjliggöra emeller-

tid även en beräkning av hur många av ett visst antal frön, som falla till marken allt efter som man avlägsnar sig från fröspridningskällan. Hans formel har följande utseende.

$$F = 4 \frac{A}{\rho} \cdot \frac{v \cdot \mu^2}{c^2}$$

där

F = kortaste flygtid

A = luftens turbulens

ρ = » täthet

v = vindens hastighet i m per sekund

μ = en storhet beroende av den andel av den ursprungliga frömängden, som ännu finns i luften.

c = fröets fallhastighet i stilla luft.

Under antagande av ett värde å 20 för luftens turbulens och vid användning av luftens täthet vid 760 mm barometertryck och 0° Celsius eller $\rho = 1,293 \cdot 10^{-3}$ har jag beräknat följande värden å fröspridningen vid en vindhastighet av 6 m per sek. för björk, gran och tall.

Björk. Fallhastighet 25 cm/sek.

B.	0,5	0,4	0,2	0,1	0,01	0,001	0,0001	
Fl.	0	3,2	35	81	268	470	685	sekunder
A. m.	0	19	150	486	1608	2820	4110	meter
Fr. p. m.		527	153	30	8	0,7	0,07	

Gran. Fallhastighet 57 cm/sek.

B.	0,5	0,4	0,2	0,1	0,01	0,001	0,0001	
Fl.	0	0,6	7	16	52	91	132	sekunder
A. m.		3,6	42	96	312	546	792	meter
Fr. p. m.	2800	520	185	42	4		0,4	

Tall. Fallhastighet 43 cm/sek.

B.	0,5	0,4	0,2	0,1	0,01	0,001	0,0001	
Fl.	0	1,1	12	28	91	159	231	sekunder
A. m.	0	7	72	168	546	954	1386	meter
Fr. p. m.	1430	310	104	24	2		0,2	

Tall. Fallhastighet 83 cm/sek.

B.	0,5	0,4	0,2	0,1	0,01	0,001	0,0001	
Fl.	0	0,3	3,2	7	24	43	62	sekunder
A. m.	0	2	19	42	144	258	372	meter
Fr. p. m.	5000	1180	435	89	8		0,8	

B. = bråkdel av alla utsådda frukter eller frön.

Fl = kortaste tid för uppehåll i luften i sek.

A. m = kortaste flygvidd från spridningskällan eller moderträdet.

Fr. p . m = genomsnittligt antal frö per meter, som falla till marken vid utspridning av 100 000 frön.

Beräkningarna äro gjorda under antagande av konstant vindhastighet och vindriktning och äro ägnade att ytterligare illustrera betydelsen av fallhastigheten i stilla luft. Björken strör sina frukter över ett större avstånd än tall och gran. Hos träd med stor fallhastighet hos fröna blir besåningstätheten nära fröträdet stor och snabbt avtagande med avståndet från fröträdet, hos träd med låg fallhastighet hos fröna är besåningstätheten nära fröträdet mindre men i stället sakta avtagande. Före- teelsen belyses väl av en jämförelse mellan björk å ena sidan och gran

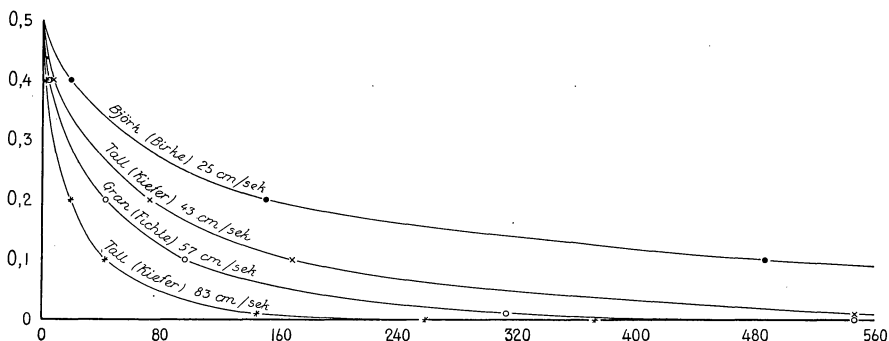


Fig. 3. Jämförande framställning enligt SCHMIDTS formel ($a=20$, $v=6$ m/sek.) av fröspridningen hos björk, gran och tall.

Vergleichende Darstellung nach SCHMIDTS Formel ($a=20$, $v=6$ m/sek.) der Samenverbreitung bei Birke, Fichte und Kiefer.

eller tall å andra eller mellan tallar med olika fallhastighet hos fröna (se även fig. 3). Av 100 000 björkfrukter falla 527 per meter i genomsnitt inom ett avstånd av 19 m från fröspridningskällan, inom avståndet 500—1 600 m 8 per meter. Av lika många granfrön falla 2 800 per m inom ett avstånd av 3,6 m, 4 per m inom avståndet 300 och 550 m.

Formeln är uppställd utan hänsyn till fröspridningskällans höjd över marken. Då turbulensen är riktad såväl uppåt som nedåt stannar hälften av fröet på platsen om fröspridningen äger rum från marken, vilket ej hindrar att detta av en ny turbulensrörelse kan bringas i spridning. Vid fröspridning från ett fristående fröträd måste man räkna med att en del av det frö, som av turbulensen föres nedåt, av vinden bringas i spridning. Detta hindrar dock ej att, även om de absoluta talen ej utan vidare kunna överföras på förhållandena i naturen, de illustrera skillnaderna mellan olika träds förmåga att sprida sina frön.

En faktor, som ej kommit med i denna jämförelse men som i prak-

tiken har stor betydelse, är den större eller mindre lätthet, varmed fröna frigöras från moderträdet. Kan redan en svag vind lösgöra fröet, blir spridningsavståndet mindre än när härtill fordras kraftigare vindar. Detta växlar med fruktens konstruktion och med väderleken (torrt eller fuktigt väder etc.). SCHMIDTs beräkningar ge oss därför endast en allmän men särdeles intressant inblick i lagarna för fröspridning med vinden. De ge oss en föreställning om vad man i allmänhet kan räkna med. I de enskilda fallen kan man vänta sig stora avvikelser. Direkta iakttagelser och empiriska undersökningar över fröspridningen äro därför av största värde.

I litteraturen finnas emellertid endast sparsamma iakttagelser angående frönas spridningsavstånd, grundade på direkta iakttagelser. FLICHE (1888), en fransk skogsbotanist, som på 1880-talet följde skogsträdens invandring inom ett visst område, uppger för tallen ett längsta spridningsavstånd av 115 m. LUNDH (1928, sid. 127) har vid sina studier över skogens utveckling på den torrlagda Morhagsmossen vid Rimbo i Uppland kommit till den uppfattningen, att en nöjaktig granåterväxt inom rimlig tid ej kan vara att förvänta om avståndet till besåningskanten (c:a 17 m hög) överstiger 125 à 150 m. ENEROTH (1929) har å hyggen i norra Uppland gjort iakttagelser, som gå i samma riktning. På ett avstånd av 130 m från besåningskanten har man endast att vänta enstaka granplantor. Hans grafiska framställning av granplantsfrekvensen på olika avstånd från beståndskanten visar en tämligen riklig förekomst till mellan 50 à 60 m men därefter ett starkt avtagande. Till liknande resultat har HEDEMANN-GADE (1929) kommit vid planräkningar å ett brandfält inom Vidbo och Östuna socknar i Stockholms län. HEIKINHEIMO (1932), som gjort synnerligen omfattande och gedigna undersökningar över de finska skogsträdens fröproduktion och fröspridning, anger för granen ett spridningsavstånd med vinden av 200 m. Dessa uppgifter och iakttagelser stämma ganska väl överens med varandra, avstånden ligga inom de av SCHMIDT angivna gränserna.

Emellertid har granen och även tallen, ehuru i mindre grad, ett annat spridningssätt. Med vinden kunna fröna föras långa sträckor på den frusna skaren och ännu längre över snöfri is. HOLMBOE (1898) torde ha varit den, som först fäste uppmärksamheten härpå. Han studerade fröspridningen på några isbelagda sjöar i omgivningen av Oslo och påvisade, vilka långa sträckor fröna där kunna transporteras. Vintrar, då granen är kottebärande och isen ligger blank, finner man också enligt min erfarenhet alltid spridda granfrön mitt ute på Värtan utanför Djurs-holm, avståndet från strand till strand är 2 à 3 km. HEIKINHEIMO (1932) omnämner att man under senvintern 1929 ute på Ladogas is 8 km från land fann granfrön »så tätt som på en just besädd havreåker» och 15 km

från närmaste skog så talrikt att man på varje ställe kunde konstatera flera frön. SERNANDER, (1901, sid. 399) fann å Rölfjället, Härjedalen, en tall 50 m ovan trädgränsen och 1 à 2 km från närmaste tall samt anger fynd från Norge av enstaka tallar ovan trädgränsen. Dessa träds uppträdande torde förklaras genom fröspridning över den hårda vårsnön liksom samma författares fynd av granfrövinge på Åreskutan, 1 km från närmaste granbestånd. Av dessa här refererade undersökningar och direkta iakttagelser framgår sålunda, att granens direkta spridningsavstånd med vinden är ganska begränsat, 200 m enligt iakttagelser, c:a 300

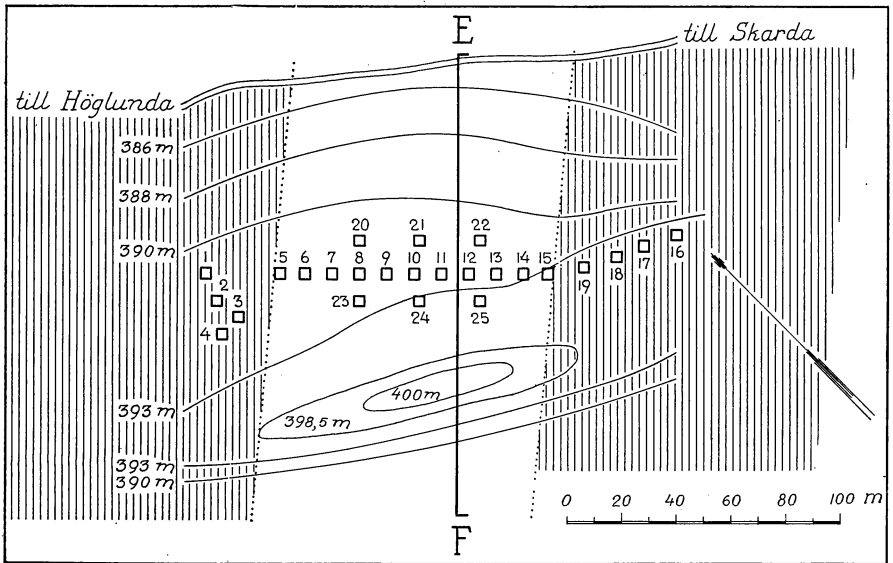


Fig. 4. Fröinsamlingslådornas anordning på hygge 47 och i omgivande bestånd.
Anordnung der Samenkästen auf Kahlhieb 47 und in den umgebenden Beständen

enligt beräkningar men också att fröna, om de falla på ett glatt underlag, kunna föras avsevärda sträckor. Härefter vilja vi övergå till redogörelsen för iakttagelserna å krpk Hästliden. Vi börja då med hygge nr 47.

Granfröspridningen å krpk Hästliden vintern 1931—32.

Hygget 47 är c:a 100 m brett. Det avverkades vintern 1923 och hyggesrensades följande sommar. Hygges-bränning utfördes sommaren 1927 och på hösten samma år utfördes rutsådd med tall och granfrö, hösten 1931 markbereddes hygget i rutor.

C:a 80 m ovanför vägen Skarda-Höglunda utlades över hygget en rad fröinsamlingslådor med ett inbördes avstånd av 10 m. Då vid varje

hyggeskant utsattes en låda, funnos i raden å hygget inalles 11 lådor. Ovanför liksom nedanför denna lådrad placerades rader om tre lådor. På vardera sidan om hygget i det ännu orörda beståndet utsattes fyra lådor. På hygge 47 med omgivande bestånd utsattes sålunda inalles 25 frölådor (se fig. 4 och 5). Platsen, där lådorna utsattes, ligger omkring 390 m ö. h. De kulissbestånd, som omge hygget, bestå av gran, ha en ålder av c:a 250 år, en medelhöjd av 16 m och en slutenhet av 0,8.

Fröfallet på hygget och i omgivande bestånd framgår av nedanstående översikt.

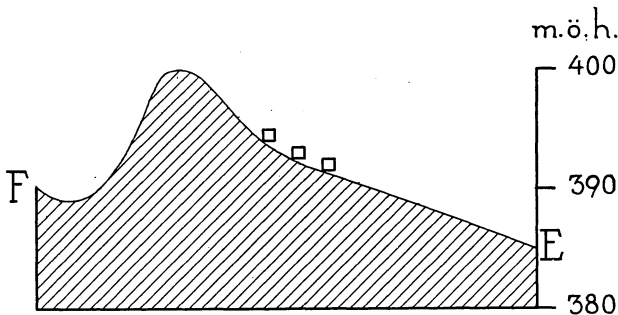


Fig. 5. Profil efter linjen F-E å kalhygge 47.
Profil nach der Linie F-E von dem Kahlhiege 47.

Tab. 1. Fröfallet i fröinsamlingslådorna å hygge 47, 100 m brett (se fig. 4 och 5).
Zahl der Samen in den Samenkästen auf Kahlhiege 47 und in den umgebenden Beständen (siehe Fig. 4 u. 5).

Nordöstra lådraden.

Nr å låda	20	21	22
Fröantal per låda	9	14	20
gr frö per låda.....	0,0222	0,0457	0,0538

Mellersta lådraden.

Nr å låda	5	6	7	8	9	10
Fröantal pr låda...	40	16	11	14	6	19
gr frö per låda ...	0,1003	0,0427	0,0324	0,0363	0,0184	0,0550
Nr å låda	11	12	13	14	15	
Fröantal pr låda...	30	29	41	44	50	
gr frö pr låda.....	0,0877	0,0778	0,1052	0,1086	0,1108	

10 m mellan varje låda.

Sydvästra lådraden.

Nr å låda	23	24	25
Fröantal pr låda	13	22	16
gr frö pr låda	0,0470	0,0608	0,0443

Bestånd NW om hygget.

Nr å låda	1	2	3	4
Fröantal pr låda	80	101	100	161
gr frö pr låda	0,2019	0,2222	0,2818	0,4418

Bestånd SO om hygget.

Nr å låda	16	17	18	19
Fröantal pr låda	122	96	119	85
gr frö pr låda	0,3281	0,2574	0,3047	0,2347

Bestånd = Bestand, Hygge = Kahlhieb, Låda = Kasten, Frö = Samen, Fröantal = Zahl der Samen, Sydvästra = Südwestliche, Mellersta = Mittlere, Nordöstra = Nordostliche, Lådrad = Kastenreihe.

Det största fröfallet ägde rum i bestånden. Från beståndskanterna avtar fröfallet ganska regelbundet mot hyggets nordvästra sida. Minimum är sex frön, som fanns i lådan nr 9, belägen 40 m från beståndskanten i nordväst. För övrigt märkes en utpräglad tendens till rikligare fröfall på hyggets sydöstra än på dess nordvästra sida. Varje lådas inre yta var c:a 0,537 m². I bestånden föllo sålunda c:a 205 à 196 frön per m² eller 2 050 000 à 1 960 000 frön per hektar. De insamlade fröna ha vägts, särskilt för varje låda. I beståndet NW om hygget föll c:a 0,5308 gr frö pr m², i det andra 0,5203 gr pr m². Överföra vi dessa värden till hektar uppgår fröfallet i bestånden till 5,3 à 5,2 kg. Klart är att dylika värden ej kunna anses särdeles noggranna, men de torde tämligen väl angiva storleksordningen av fröfallet. För bedömande av fröfallets storlek i detta speciella fall kan nämnas att HEIKINHEIMO på grundval av sina undersökningar i Finland anger att en frömedelskörd i granbestånd uppgår till 1 000 000—1 500 000 frön och 3—4,5 kg per hektar, och mycket rikliga skördar till 7—10,4 mill. och 36,0—38,4 kg per hektar. Fröfallet i kulissbestånden kring hygge 47 skulle sålunda fullt ut motsvara en god finsk medelskörd. MORK (1933), som vid sina studier över granskogens föryngringsbetingelser i Nordtröndelag även undersökt frökvantiteten per hektar, fann med samma metod, som här använts, en fröproduktion vintern 1931—32 uppgående i ett fall till 14 kg per hektar (Rör- och Langvann statsskog, 110 m ö. h.), i ett annat till 3,6 kg (privatskog i Otterøy herred, 30 m ö. h.); det senare värdet är av samma storleksordning som fröfallet i bestånd på Hästliden. Till vida högre resultat kommo de ryska forskarna SOBOLEFF och FOMITZEFF (1908). De funno fröåret 1904 från 5 kg till ej mindre än 158 kg per hektar, det senare mycket höga värdet i Kurland i reviret Kursiten.

På samma sätt kunna vi beräkna fröfallet på hygget. Härvidlag torde det vara skäl att till en början utesluta lådorna i beståndskanten och dem, som ligga 10 m från kanterna d. v. s. lådorna nr 5, 6, 14 och 15.

Undersökningen hänför sig då till det 70 m breda mittbältet. För denna beräkning kunna vi använda 13 insamlingslådor nämligen 7 i mellersta raden samt tre nedanför och tre ovanför densamma (lådorna 7—13, 20—25). I dessa finnas sammanlagt 244 frön, vilket motsvarar c:a 34 frön per m² eller 340 000 frön pr hektar. I de tretton lådorna vägde samtliga frön 0,6866 g eller c:a 0,0977 g per m², vilket överfört pr har blir c:a 1 kg. Angående dessa värden gäller vad som sagts om observationerna i bestånden. Någon större säkerhet kan ej tillmätas desamma, men de ange storleksordningen. Slutligen återstå då kanterna av hygget in-

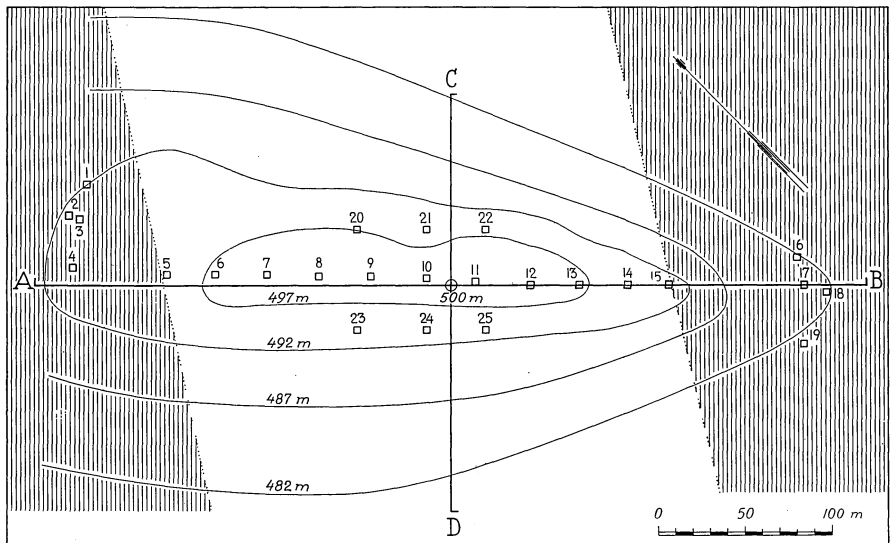


Fig. 6. Fröinsamlingslådornas anordning å kalhygge 77 och i angränsande bestånd.
Anordnung der Samenkästen auf Kahlhieb 77 und in den umgebenden Beständen.

till bestånden. Vi kunna härvid räkna med 15 meter å varje sida av hygget. Inom dessa kantområden funnos fyra lådor. Den totala fröskörden i dessa blev 150 frön eller c:a 70 frön per m², vilket ger 700 000 frön per hektar. Fröfallets totala vikt i lådorna var 0,3624 g eller 0,169 pr m² vilket ger c:a 1,7 kg per hektar.

Vi övergå nu till redogörelsen för iakttagelserna å hygget 77 å Råliden. Hygget är här c:a 300 m brett och beläget på toppen av höjden Råliden, som når c:a 500 m ö. h. Det avverkades vintern 1928, hyggesrensades följande vår samt brändes sommaren 1929. Hösten 1931 utfördes markberedning i rutor. Den omgivande skogen är något lägre och glesare än omkring hygge 47, medelhöjden är 14 m, medelslutenheten 0,7 mot resp. 16 m och slutenhet 0,8 kring hygge 47. Be-

ståndsåldern är densamma eller c:a 250 år. Även vid studiet av fröspridningen på detta hygge användes 25 lådor, nämligen 8 i de omgivande bestånden, 17 på hygget, varav 11 i en rad med ett inbördes avstånd av 30 m. Platsen, där lådorna utsattes, ligger c:a 500 m ö. h. (se för övrigt fig. 6 och 7). Fröskörden i lådorna angives i nedanstående översikt.

Tab. 2. Fröfallet i fröinsamlingslådorna å hygget 77 Råliden, 300 m brett (se fig. 6 och 7). Zahl der Samen in den Kästen auf Kahlhieb 77 auf Råliden und in den umgebenden Beständen (siehe Fig. 6 u. 7).

Nordöstra lådraden

Nr å låda.....	20	21	22
Fröantal per låda.....	0	1	1
gr frö per låda.....	0	0,0038	0,0013

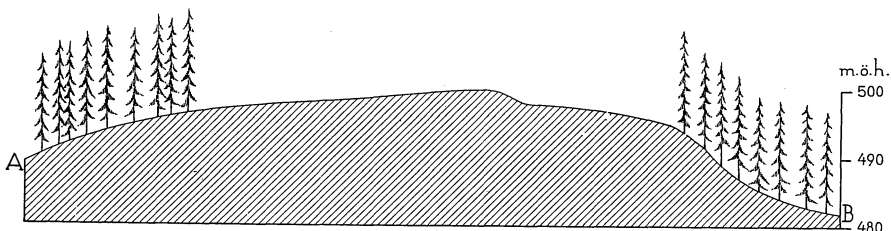


Fig. 7. Längs- och tvärsnitt genom hygge 77, visande undersökningsplatsens topografi. Längs- und Querschnitte durch den Kahlhieb 77, die Topographie des Platzes der Untersuchung zeigend.

Mellersta lådraden

Nr å låda.....	5	6	7	8	9	10
Fröantal per låda.....	14	4	0	2	1	2
gr frö per låda.....	0,0368	0,0098	0,0000	0,0064	0,0013	0,0072

Nr å låda.....	11	12	13	14	15
Fröantal per låda.....	1	2	1	18	73
gr frö per låda.....	0,0037	0,005	0,003	0,0399	0,1970

30 m mellan varje låda.

Sydvästra lådraden

Nr å låda.....	23	24	25
Fröantal per låda.....	1	0	0
gr frö per låda.....	0,0029	0	0

Bestånd

NW om hygget

Nr å låda	1	2	3	4
Fröantal per låda	196	156	144	177
gr frö per låda	0,5690	0,4753	0,4165	0,5049

SO om hygget

Nr å låda	16	17	18	19
Fröantal per låda	116	136	128	164
gr frö pr låda	0,2835	0,3725	0,3000	0,4070

Siehe auch Tab. 1.

Även i detta försök är fröfallet vida rikare i bestånden än på hygget. I bestånden föllo 312 à 253 frön per m², vilket ger c:a 3,1 miljoner à 2,5 miljoner frön per hektar. Frövikten per m² var 0,915, resp. 0,635, vilket ger 9,2 à 6,4 kg per hektar. På hyggets centralare delar är fröfallet synnerligen svagt, 60 meter från hyggeskanten får man på sin höjd 1 à 2 frön per låda, ofta intet frö alls. Mellan 30 à 60 meter från hyggeskanten synes falla en gräns utanför vilken fröspridningen är mycket svag. Anta vi för enkelhetens skull att denna ligger 45 m från hyggeskanten få vi i mitten av hygget ett bälte om 210 m. Inom detta finnas 13 fröinsamlingslådor. Det totala fröfallet inom dessa uppgår till 12 frön, sålunda knappast 2 frön per m² eller c:a 17 100 frön per hektar, vilket väl måste betecknas som en synnerligen svag besåning. Den totala vikten av de insamlade fröna var 0,0274 g eller 0,0039 g per m², vilket ger c:a 39 g per hektar. Skillnaden mellan besåningen av hygget 47 och de mittré partierna av Rålidshygget är sålunda mycket betydande. Vid dessa beräkningar har ingen hänsyn tagits till fröinsamlingslådornas i vissa avseenden något ojämna placering över hygget. Då beräkningarna äro approximativa har jag ansett detta onödigt.

Den iakttagna fröspridningen såsom ett resultat av fröets fallhastighet, vindens styrka och luftens turbulens.

Vi vilja nu närmare diskutera fröspridningen sådan den gestaltar sig på de båda hyggerna och se, vad denna möjligen kan lära oss om lagarna för fröspridning över hyggen. I detta fall vilja vi hålla oss till de mitt över hyggerna gående lådraderna. Fröfördelningen i lådorna i bestånden och på hyggerna åskådliggöres närmare i fig. 8 och 9. Vissa gemensamma drag framträda vid en närmare granskning, nämligen:

1) På båda hyggerna är sydostkanten vida bättre besädd än nordvästkanten.

2) På båda hyggena avtar fröfallet från beståndskanten ganska snabbt och jämnt.

Den mycket ringa frökvantitet, som uppfångats i lådorna utmed nordvästra beståndskanten i jämförelse med vad som erhållits i den sydöstra, tyder på att fröspridningen ägt rum vid sydliga vindar. För granens fröspridning ha endast de vindar någon betydelse, som inträffa vid sådant väder, då grankottarna äro öppna, d. v. s. soligt och torrt väder. Sydliga vindar torde då ha varit förhärskande. Fråga torde vara om någon besåning utöver hygget alls ägt rum från nordvästkanten. Även i frölådorna närmast intill kanten är frökvantiteten mycket ringa. Utan att taga allt för mycket fel torde man därför kunna utgå från att fröspridningen till all väsentlig del ägt rum med mer eller mindre sydliga vindar.

Vi skola nu undersöka i vad mån förhållandet mellan fröproduktionen i beståndet och den på hygget funna frökvantiteten samt dennas fördelning från beståndskanten kan förklaras ur fröets fallhastighet, vindriktning och turbulens. För turbulens och vind anta vi tills vidare och för enkelhetens skull samma värden som SCHMIDT vid sina beräkningar av frönas medelspridningsavstånd, nämligen 20 och 6 m/sek., 20 är en turbulensgrad, som är vanlig under blåsiga dagar, 6 m/sek. är en tämligen betydande vindstyrka, som sätter trädens grenar i rörelse. För fröets fallhastighet anta vi DINGLERS värde eller 57 cm/sek. Om detta gäller för norrländskt granfrö är osäkert, men i brist på dylika mätningar få vi använda de värden, som finnas.

Hur ha vi nu att tänka oss fröspridningen från ett bestånd eller en skog ut på ett kalfält? Är det endast kanträden och närmast innanför dessa belägna träd, som deltaga i besåningen eller sker denna från hela beståndet? Införandet av turbulensen vid beräkningen av fröns spridning synas mig vara ägnat att belysa denna fråga.

SCHMIDTS formel tar ingen hänsyn till trädhöjden, fröspridningen tänkes utgå från markytan. Det är de frön eller sporer, som av turbulensen föras upp i luften, som deltaga i spridningen. Detta beräknings- eller betraktelsesätt kan enligt min uppfattning direkt tillämpas på fröspridningen från ett bestånd. Skogens övre yta motsvarar marken i SCHMIDTS betraktelsesätt, den är från spridningssynpunkt att anse som en markyta med ett otal fröspridningspunkter (kottarna). Tänka vi oss en vind med en bestämd riktning stryka fram över skogen, kastas en del frön av turbulensen upp i luften, andra föras nedåt. De förra transporteras med vinden en längre eller kortare sträcka, de senare föras ned i beståndet och samlas på marken. Hur många av de frön, som virvla upp i luften, kunna föras ut över beståndskanten? Detta kan beräknas ur kurvan för fröspridningen eller frönas flygvidd.

Ur denna hämta vi följande värden.

Procent av frö, som föres fram över beståndskanten.

Från beståndskanten	50 %
» 3,6 m innanför beståndskanten.....	40 %
» 42 » » »	20 %
» 96 » » »	10 %
» 310 » » »	1 %

Beräkningen av fröspridningskurvan ger vid handen, alltså under antagande att fröspridningen ägt rum vid en vindstyrka av 6 m/sek. och en turbulensgrad av 20, att c:a 20 % av fröproduktionen inom en 100 m bred kuliss föres ut över beståndskanten, om vinden träffar kulissen vinkelrätt. Träffar vinden kulissen under en mer eller mindre sned vinkel ökas procenttalet. Vindens väg över kulissen ökas, vilket något ökar den frömängd som transporteras.

Med dessa utgångspunkter vilja vi först diskutera besåningsintensiteten och fröfördelningen å hygge 47.

Besåningen å hygge 47 utgöres av c:a 420 000 frön per har. Vid följande diskussion tas ej någon hänsyn till att frölådorna äro något större än en halv m². För diskussionen spelar nämligen fröfördelningen i lådorna en stor roll och jag har ej velat reducera de i lådorna funna fröna till exakt 0,5 m², vilket skulle medföra att man räknade med tiondelar av frön. Att korrektionen försumrats har, som tydligt är, ej något inflytande på det berättigade i diskussionen. I det följande ha ej medtagits de frön, som fallit i själva beståndskanten invid träden, då dessa ej ingå i de frömängder, som enligt beräkningen transporterats i luften. Mellan beståndskanten i sydost och fem meter från densamma har emellertid fallit en del frön, som ej medtagits i siffran 420 000. Denna frömängd kan enligt fröfördelningskurvan över hygget (se fig. 8) uppskattas till c:a 20 000. Även i nordvästkanten bör ha fallit en del frön, som blåst ut från kulissen i sydost. Då emellertid ingen hänsyn tagits till en spridning från nordväst, medtagas ej dessa frön i den följande beräkningen. Hygget är sålunda besått med c:a 440 000 frön, som kunna antagas ha kommit från kulissen i sydost. Hur stämmer nu detta med gjorda antaganden angående sättet för fröspridningen? Vore kulissen i sydost så bred, att den frömängd, som blåst ut över hygget, kunde anses ersatt med frön, som från bestånd i sydost om kulissen blåst in i skogen, kunde talet 440 000 utan vidare sättas i relation till fröfallet i kulissen, d. v. s. till de funna 2 100 000 frön per hektar, som uppsamlats i beståndet. Då någon sådan transport av frön in i beståndet ej gärna kan antagas ha ägt

rum, får man av denna anledning höja kulissens totala fröproduktion till 2 540 000 frön per hektar eller lika med summan av fröfallet i beståndet och på hygget. Anta vi att fröspridningen äger rum vid sydlig vind, är vindens väg över kulissen 130 m. Sydvinden medför på grund härav c:a 22 % av totala fröproduktionen över hyggeskanten. Hygget är i vind-

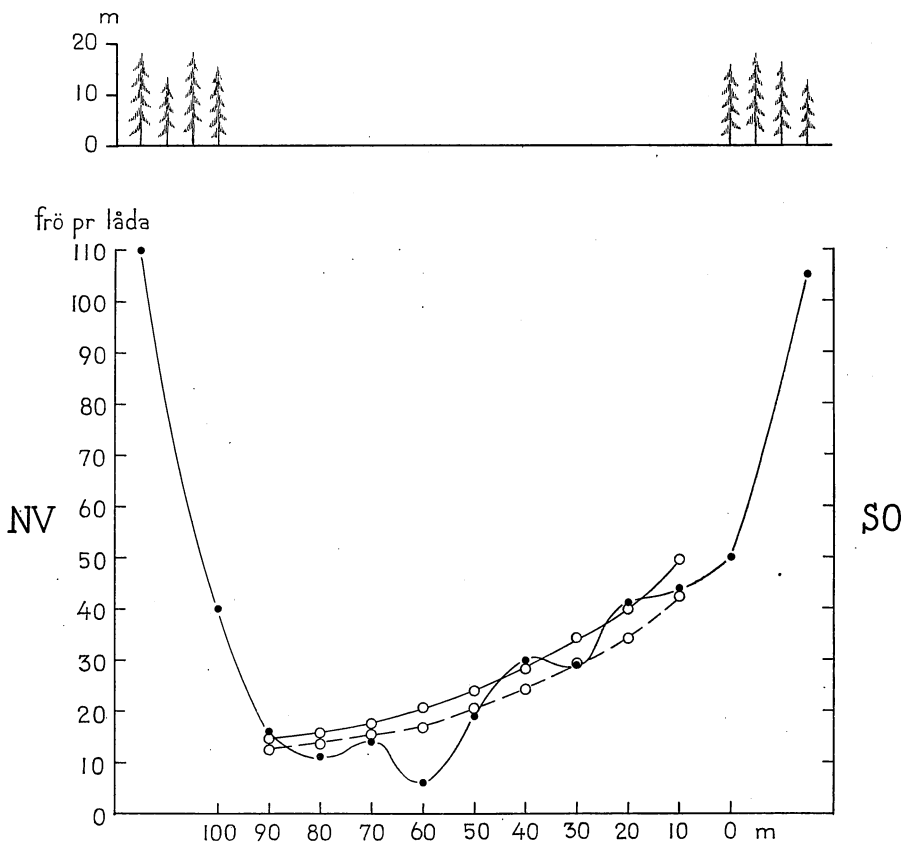


Fig. 8. Iakttaget och beräknat fröantal i fröinsamlingslådorna å hygge 47.

Gefundene und berechnete Samenzahl in den Samenkästen auf Kahlhieb 47.

— · — · — Iakttaget fröantal. Frö pr låda.

— — — — — Gefundene Samenzahl. Samen pro Samenkast.

—○—○—○ Beräknat fröantal enligt Schmidts formel, $v = 6$ m/sek., $A = 20$, $c = 0,57$ m/sek.
Berechnete Samenzahl gemäss der Formel von Schmidt.

○—○—○ Samma fröantal, reducerat med 15 %.
Dieselbe Zahl, reduziert um 15 %.

riktningen 130 m. Av den frökvanitet som av vinden blåses ut över hygget föras 8 % vidare, d. v. s. med en besäning av 440 000 frön på hygget kan man räkna att c:a 38 000 frön förts över hyggets nordvestkant. Den totala fröproduktionen i kulissen kan därför anslås till 2 578 000 frön per hektar. Under dessa förutsättningar skulle sålunda hygget ha

kunnat besås med 522 000 frön. På hygget har anträffats 440 000 frön, d. v. s. mellan 84 och 85 % av det teoretiskt beräknade. Överensstämmelsen måste anses synnerligen god. Avvikelsen går i den riktning man har rätt att vänta. En del grankottar släppa sina frön vid vindstilla väder, fröet faller då ner i beståndet. Många grankottar sitta så lågt, att vinden ej med tillräcklig kraft kan påverka deras fröspridning.

Det gäller nu att undersöka hur den över hygget utblåsta frömängdens fördelning i frölådorna stämmer med SCHMIDTS formel.

I fig. 8 återges den iakttagna och den beräknade fröfördelningen i frölådorna på hygge 47. Då raden med frölådor går vinkelrätt ut mot beståndskanten, medan sydvinden skär denna under en vinkel av 40° har den teoretiska fröfördelningen beräknats med hänsyn till att fröspridningen ansetts äga rum med sydliga vindar. Som figuren och nedanstående tabell visa är överensstämmelsen mellan den observerade och den beräknade fröfördelningen anmärkningsvärt god. Å figuren har angivits såväl det beräknade fröantalet under förutsättning att 522 000 frön blåst ut över hygget, dels samma kvantitet, reducerad till 85 %. Endast lådan n:r 9, 40 m från beståndskanten i nordväst, visar en större avvikelse. Detta är sannolikt en tillfällighet. I det närmaste i samma linje från beståndskanten ligga lådorna n:r 24, 9 och 20, räknat från söder mot norr. Av dessa har n:r 24 tjugutvå frön, n:r 9 sex frön och n:r 20 nio frön. En utjämning till cirka tolv frön vore därför på sin plats, men har ej vidtagits.

Tab. 3. Iakttagen och beräknad fördelning av de av vinden utblåsta fröna i fröinsamlingslådorna å hygge 47.

Beobachtete und berechnete Verteilung der Samen in den Kästen auf Kahlhieb 47.

Nr. å låda	Avstånd fr. beståndskant i söder m Abstand vom Bestandsrand	%	Fröantal Zahl der Samen		Differens
			beräknat berechnet	iakttaget beobachtet	
14	13	20,3	42,5	44	+ 1,5
13	16	16,3	34,2	41	+ 6,8
12	39	14,0	29,4	29	— 0,4
11	52	11,5	24,2	30	+ 5,8
10	65	9,8	20,6	19	— 1,6
9	78	8,5	17,8	6	— 11,8
8	91	7,2	15,1	14	— 1,1
7	104	6,5	13,5	11	— 2,6
6	117	6,0	12,6	16	+ 3,4

Vi övergå nu till hygge 77. Förhållandena äro här mindre överskådliga. Fröinsamlingslådornas antal är för litet med hänsyn till hyggets storlek. Särskilt är antalet för litet i kanterna av hygget, där fröfördelningen visar det snabbaste avtagandet. Hyggets mitre partier äro tämligen jämnt besådda med c:a 2 frön per m². Denna mera jämna

besåning långt ut från hyggeskanten är nog delvis resultatet av fröspridning över snön. Hur mycket frö som fallit närmare beståndskanten kan på grund av det ringa antalet frölådor ej närmare beräknas. Jag har emellertid antagit att den utsådda frömängden stått i samma relation till frömängden i beståndet i sydost som å hygge 47, ett antagande som ej torde vara särdeles avvikande från vad som verkligen ägt rum. Under detta antagande har den teoretiska fröfördelningen beräknats, varvid hän-

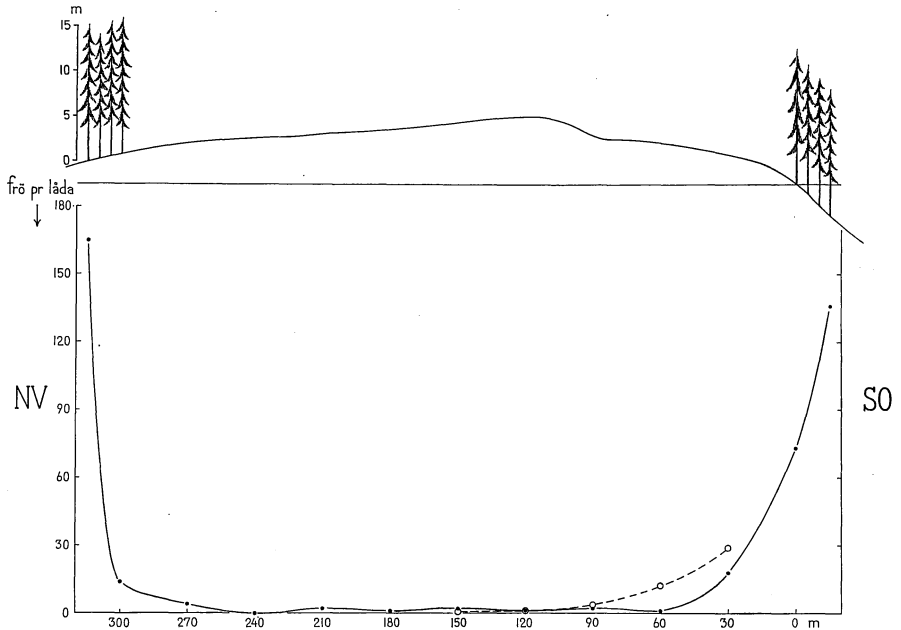


Fig. 9. Iakttagen och beräknad fröfördelning i fröinsamlingslådorna å kalhygge 77, Rålidén, 500 m ö h.

Beobachtete und berechnete Samenverteilung in den Samenkästen auf Kahlhieb 77, Rålidén, 500 m ü. d. M.

Frö pr låda = Samen pro Samenkasten.

— · — · — Iakttagen fröfördelning.

Beobachtete Samenverteilung.

○ — ○ — ○ Beräknad fröfördelning.

Berechnete Samenverteilung.

syn tagits till sydvindens skärningsvinkel med beståndskanten. Överensstämmelsen mellan det beräknade och det funna är även här mycket tillfredsställande, se fig. 9. Avvikelserna gå i negativ riktning, vilket med hänsyn till markens topografi torde vara fullt förklarligt.

Det torde ej kunna förnekas att överensstämmelsen mellan det observerade och det beräknade är mycket god. Vad visar nu detta? Det enklaste vore naturligtvis att antaga att fröspridningen verkligen ägt rum vid en vindhastighet av 6 m/sek. och en turbulensgrad av 20 och att den

iakttagna fröspridningen såväl med hänsyn till kvantitet som fröfördelning behärskats av en över skogen blåsande vind av nämnd styrka, medan vindarna på själva hygget haft underordnad betydelse. Så enkelt torde dock ej saken ligga till. För det första måste man ta i betraktande att alla uppgifter ang. frökvantiteter såväl i bestånden som på hyggerna äro approximativa, iakttagelsematerialet är relativt litet. Den funna överensstämmelsen kan därför vara en tillfällighet. Vidare har man gjort en hel del förenklingar i beräkningssättet. Vid beräkningen av den teoretiska fröfördelningen över hygget har antagits att den frökvantitet, som blåser ut över hygget, skulle fördelas som om hela frömassan komme från beståndskanten, medan vid beräkningen av frökvantiteten antagits att en avsevärd del av fröna härstammade från träd längre in i beståndet. Denna inkonsekvens torde dock ha mindre betydelse, dess följd är att man teoretiskt måste vänta sig en viss avvikelse mellan den funna och den beräknade fröfördelningen i fröinsamlingslådorna.

Docenten ÅNGSTRÖM har haft den stora vänligheten att undersöka fröfördelningen på hyggerna och dess möjliga samband med frekvensen av olika vindhastigheter. Då man icke äger några observationer över frekvensen av olika vindhastigheter i norra Sveriges skogsland, har han utgått från förhållandena i Stockholm, varifrån en utförlig statistik föreligger (ÅNGSTRÖM 1932). Han har därvid antagit att hastighetsfördelningen hos vindar på krpk Hästliden med sydlig komponent har varit densamma under månaderna mars—maj som i Stockholm under samma tid. Under antagande att fröspridningen ägt rum från beståndskanten i SO och endast bestämts av trädens höjd, fröets fallhastighet och vindens styrka, fann han för hygge 47 till omkring 50 m från kanten en god överensstämmelse mellan iakttagen och beräknad fröfördelning om samtliga vindhastigheter reduceras med 40%. Å hygge 77 var överensstämmelsen mindre god. Turbulensgraden ingår sålunda icke i denna beräkningsmetod. Emellertid synes mig ej turbulensen kunna försummas vid undersökningen av fröets spridningsvidd. Skogen synes starkt kunna öka turbulensen hos en över densamma framstrykande vind (SCHMIDT, 1929, sid. 111); införandet av denna faktor i betraktelsesättet ger oss därför en inblick i fröspridningsmöjligheterna från beståndet i dess helhet ut över hygget.

Då man icke närmare känner de meteorologiska betingelser, under vilka fröspridningen på krpk Hästliden ägt rum under vintern 1931—32 torde man tills vidare få nöja sig med att konstatera att den iakttagna utspridda frömängden och dennas fördelning på hygget väl överensstämmer med SCHMIDTS formel, då vinden antages ha en hastighet av 6 m/sek., turbulensgraden 20 och fröets fallhastighet 0,57 m/sek., men samtidigt måste man framhålla att denna fröspridning sannolikt ägt rum under

mycket växlande vindförhållanden. Man torde kunna framlägga saken som så att samtliga de faktorer, som påverkat fröspridningen, gemensamt verkat på samma sätt som faktorerna i SCHMIDTS formel med de värden denne använt vid beräkning av fröns medelspridningsavstånd.

Som förut framhållits ligger det i sakens natur att en sådan fråga som förhållandet mellan beståndens fröproduktion och hyggenas besåning ej kan lösas genom denna enkla undersökning. Den synes mig emellertid i hög grad uppmuntra till fortsatta undersökningar. Då fröspridningstiden hos våra barrträd i regel torde omfatta flera månader, enligt HEIKINHEIMO för granen mars—juni (juli) med tyngdpunkten förlagd till april, för tallen april—juli med tyngdpunkten förlagd till maj, torde man ha utsikt att för olika delar av landet kunna finna av rådande vindar betingade karakteristiska fröfördelningskurvor och på hyggena utblåsta relativa frömängder (utspridd frömängd i förhållande till i beståndet producerad frömängd).

Tages frågan, som jag hoppas, upp till fortsatt undersökning, böra åtskilliga undersökningar och iakttagelser göras, som kunna belysa frönas spridning. Bland dessa vill jag bl. a. nämna följande.

1) Nya undersökningar över fallhastigheten i stilla luft hos nordiskt tall- och granfrö.

2) Iakttagelser över vindriktning och vindstyrka sådana dagar, då fröspridning äger rum.

3) Undersökning över skogsbestånds inverkan på luftens turbulens.[†]

4) Vid utsättandet av fröinsamlingslådorna bör bättre hänsyn, än vad som här skett, tagas till frömängdens avtagande från beståndskanter och uppskattningen av fröproduktionen i bestånd.

5) Å hyggena anordnas fröinsamlingslådorna så att inflytandet av olika vindriktningar kan studeras.

Den iakttagna besåningens effektivitet.

För besåningens effektivitet är emellertid icke endast antalet frön avgörande utan också deras beskaffenhet, framförallt deras groningsförmåga. I båda försöken har den största tomfröprocenten erhållits i de lådor, som räknats till kantzonen av hyggena, medan bestånden inta en mellanställning. Observationerna äro emellertid så få, att de ej kunna tillåta några slutsatser. HEIKINHEIMO (1932) fann däremot vid sina studier i Finland att tomfröprocenten tilltar med avståndet från beståndskanten. I avseende på groningsförmågan visade sig en märklig skillnad mellan bestånden kring hygge 47 och dem på Rålidén. I de förra var groningsprocenten 19,6 %, i de senare 6,3 %. Då höjdskillnaden är omkring

[†] Enligt SCHMIDT (1929, sid. III) kan en skog genom sin övre ojämn yta antagas starkt påverka luftens turbulens.

100 m går groningsförmågans försämring i den riktning, man kunnat vänta sig. Skillnaden är betydande och då undersökningen omfattar ett större antal frön, torde den få anses ganska säker. Fröna i hyggeskanterna ha i båda försöken visat en lägre groningsförmåga än i beståndet. Fröna från hygge 47 förete en ytterligare försämring, medan den relativa groningsförmågan hos det lilla fåtal frön, som insamlats å Rålidshygget, var större än i omgivande bestånd. Emellertid stöder sig denna observation på ett enda grobart frö, varför det hela kan betraktas som en ren tillfällighet.

Groningsförmågan bestämdes å Centrala frökontrollanstalten i Jacobsens apparat. MORK fann vid sina förut omnämnda studier över fröproduktionen i granskogar i Tröndelagen, att de på våren i frölådorna insamlade fröna hade lägre groningsförmåga än de frön, som på hösten insamlats i bestånden. Under vintern hade sålunda groningsförmågan hos fröna försämrats. Om denna försämring är lika stor hos fröna i lådorna som hos de frön, som fallit direkt på skogsmarken, torde vara osäkert.

Söka vi nu sammanfatta de gjorda observationerna torde följande vara värt att framhållas.

Ett rikt granfröår lämnade i bestånd av gammal överårig gran i nedre Lappland på höjder av 400 till c:a 500 m ö. h. en skörd av 2,0—3,0 milj. frön och 5,2—9,2 kg per hektar, vilket enligt finska erfarenheter torde motsvara en god medelskörd.

Groningsförmågan hos frön från bestånd på 400 m ö. h. var 19,6 %, från bestånd om c:a 500 m ö. h. 6,3 %.

Mittpartierna (70 m brett) av ett 100 meter brett hygge på c:a 400 m ö. h. besåddes med 340 000 frön eller c:a 1 kg per hektar. Groningsförmågan var 12,7 %.

Kantzonerna¹ av samma hygge (15 m från vardera beståndskanten) besåddes med 700 000 frön eller c:a 1,7 kg per hektar. Groningsförmågan var 14 %.

Mittpartierna (210 m) av ett trehundra m brett hygge å 500 m ö. h. besåddes med 17 100 frön eller c:a 39 g per hektar. Endast ett av de insamlade fåtaliga fröna var grobart, vilket dock motsvarar en groningsprocent av 8,8 %.

Kantzonerna (45 m från varje beståndskant) av det trehundra m breda hygget besåddes med c:a 500 000 frön eller 1,3 kg per hektar. Groningsförmågan var 0,9 %.

Besåningen inuti bestånden var sålunda mycket riklig. Per hektar föllo 392 000 à 189 000 grobara frön. Det lägre belägna hyggets mitt-

¹ Här ha fröna i själva beståndskanten medtagits. Dessa ingå ej i den frömängd, som beräknas ha transporterats med vinden.

partier (hygge 47, c:a 400 m ö. h.) besåddes med 43 200 grobara frön per hektar, det övre hyggets mittpartier (Råtiden, c:a 500 m ö. h.) saknade praktiskt taget duglig besåning. Kantzonerna (15 m från varje beståndskant) i hygget 47 besåddes med 98 000, i det övre hygget (45 m från varje beståndskant) med 4 500 grobara frön per hektar. Hur stämmer nu plantfrekvensen hösten 1933 med besåningsintensiteten?

I avsikt att utnyttja det goda fröåret 1931—32 lät revirförvaltningen hösten 1931 utföra en markberedning på hyggena för hand. Med hackor rycktes det ännu kvarliggande humustäcket fläckvis bort, så att mineraljorden blottades. September 1933 gjorde skogsmästare OSCAR HENRIKSSON en undersökning av plantfrekvensen på hyggena 47 och 77 (Rålidshygget). Undersökningen utfördes i nära anslutning till dem över fröspridningen; planträkningen gjordes utmed de bälten, i vilka frölådorna varit placerade vintern 1931—32. Först undersöktes plantförekomsten inom kvadratmeterstora provytor av den obearbetade marken. Endast inom en dylik provyta funnos tre plantor, nämligen å hygge 47 i närheten av platsen för lådan 11. Dessa plantor förekommo på en 30 cm² stor fläck utan mossor. För övrigt saknades, å båda hyggena och i dem omgivande bestånd, plantor på den obearbetade marken. Då det visade sig, att plantornas förekomst var bunden till de markberedda fläckarna, räknades inom ett fem meter brett bälte, gående tvärs över hyggena, de markberedda fläckarna och där förekommande plantor för varje meter. Inom det 5 meter breda bältet å hygge 47 räknades inalles 76 plantor, således omkring 0,15 planta per m² eller c:a 1 500 per hektar. Inom kantzonerna (15 m från vardera beståndskanten) funnos 41 plantor eller c:a 27 000 plantor per hektar, i hyggets mittpartier 35 plantor eller 1 000 plantor per hektar. Av kantzonens 98 000 grobara frön hade sålunda 2,8 % lämnat plantor, av mittpartiets 43 200 grobara frön 2,3 %. Kantzoner och mittparti hade sålunda i det närmaste i lika grad utnyttjat fröfallet. Skillnaden i plantfrekvens i kantzonerna och hyggets mittpartier synes sålunda huvudsakligen bero på olika besåningstäthet. Då det emellertid visade sig, att den obearbetade marken såväl i bestånd som på hygget saknade plantor, kunde det vara av intresse att se hur de markberedda rutorna utnyttjat den på dem fallna besåningen. Inom kantzonerna upptogo de markberedda rutorna en yta av 6,86 m². En dylik yta i kantzonen kan beräknas ha mottagit c:a 67 grobara frön. Ej mindre än 61 % av de grobara fröna hade sålunda enligt denna beräkning gett upphov till plantor. I hyggets mittparti utgjorde den undersökta markberedda ytan 16,51 m². En dylik yta kan enligt observationerna ha besåtts med c:a 70 grobara frön, ej mindre än 50 % av dessa ha gett upphov till plantor. Enligt dessa iakttagelser skulle sålunda de markberedda par-

tierna i oväntat hög grad ha förmått utnyttja besåningen. Markgroningsprocenten är förvånande hög. Det ligger i hela undersökningens natur, att man ej kan pressa dylika siffror, observationsmaterialet är ju ej särdeles omfattande, men torde knappast vara direkt missvisande. Härför talar i sin mån bl. a. följande. Det är sedan länge känt att temperaturen har stor betydelse för föryngringen i övre Norrlands skogar. Mer eller mindre sydexponerade sluttningar föryngras lättare än nordexponerade. Hyggets nordvästkant, som uppvärms bättre än dess sydostkant, visar i analogi härmed ett bättre utnyttjande av den grobara besåningen än sydostkanten. Nordvästkantens markberedda yta kan beräknas ha mottagit 26 grobara frön, där funnos 25 plantor, sydvästkantens 28 frön, där funnos 14 plantor.

För att belysa de under sommaren 1932 förefintliga betingelserna för en hög markgroningsprocent kan följande anföras. Groningsbetingelserna sommaren 1932 voro ovanligt gynnsamma. Nederbörden var i denna del av landet jämn och hög, som nedanstående översikt från fyra, ej långt från Hästliden belägna stationer visa.

	Höjd ö. h. m	Juni mm	Juli mm	Aug. mm
Kroksjö	520	102	89	49
Knaften	350	74	93	98
Ledningsmark	400	93	122	83
Flakaträsk	410	60	103	84

Juni månad var kallare än normalt, juli däremot avsevärt varmare, augusti något varmare än normalt.

Emellertid föreligger här möjligen två felkällor, vilkas värde det för närvarande är svårt att bedöma. För det första kan det tänkas, att fröfallet i de markberedda groparna blivit starkare än på hygget i övrigt. Av vinden kringfört material samlar sig lätt i sänkor i marken, så är t. ex. fallet med björkfrö. Vidare kan det tänkas att groningsförmågan hos fröet i fröinsamlingslådorna försämrats starkare under vintern 1931—32 än hos det frö, som fallit direkt på marken. Ha en eller båda felkällorna gjort sig gällande, har markgroningsprocenten blivit för högt beräknad.

I anslutning till den svagare besåningen var plantförekomsten å hygge 77 vida svagare än å hygge 47. Inom det fem meter breda tvärs över hygget gående bälte, som undersöktes och som omfattade 198 markberedda fläckar, anträffades endast nio plantor, samtliga inom hyggets kantzoner, därav 8 på hyggets varmare nordvästkant. På hela det 210 meter breda mittpartiet av hygget iaktogs inom det undersökta bältet icke en enda planta. Även på detta hygge hade nordvästkanten bättre utnyttjat fröfallet en nordostkanten.

Undersökningar över tallens fröspridning på försöksparken Kulbäcksliden våren och sommaren 1933.

För att i någon mån komplettera studierna över granens fröspridning å krpk Hästliden anordnades under vintern 1932—33 en del undersökningar över tallens fröspridning på Kulbäckslidens försökspark. Kotttillgången av tall hösten 1932 var god, i Skogsförsöksanstaltens redogörelse för skogsträdens fruktsättning betecknas förekomsten inom Degerfors revir såsom riklig såväl på fristående träd som i bestånd (TIRÉN 1933). På försöksparken finns intet för studium av fröspridning fullt lämpligt kalhygge såsom på Hästliden, men den stora, delvis alldeles kala Degerö stormyr kan ur fröspridningens synpunkt betraktas som likvärdig med ett stort kalhygge. Emellertid är skogen kring Degerö stormyr avverkad, men med kvarlämnande av fröträd av tall. Vissa partier äro ännu orörda. Försöket förlades till den del av Degerö stormyr, som på MALMSTRÖMS (1923) karta kallas Kronmyren. Å Kåtaåsen, söder om myren, samt å Försöksfältet och å Stormyrtjälen, norr om myren, utsattes en del fröinsamlingslådor (se MALMSTRÖMS karta). Från försöksfältet till den lilla skogsholmen väster om Nävertjärnen utlades en rad fröinsamlingslådor. Denna observationslinje är c:a 675 m lång och går över alldeles kal myr och avsåg att studera fröfallet på myren.

På Kåtaåsen, söder om myren, voro fröinsamlingslådor utsatta på två platser, nämligen vid spången (strax norr om K i Kåtaåsen på MALMSTRÖMS karta) samt strax ovan Källängen. Norr om myren voro fröinsamlingslådor utsatta på Försöksfältet vid Skogskojan samt öster om det stora diket. Vidare funnos lådor i oavverkat bestånd och i fröträdsställningar å Stormyrtjälen.

Fröfallet på dessa platser gestaltade sig på följande sätt.

A. Kåtaåsen söder om myren.

- a. Vid spången. Undersökt yta 60×100 m. 9 fröträd per hektar. 3 fröinsamlingslådor, summa 7 frön.
- b. Vid Källängen. Undersökt yta 120×100 m. 27 fröträd per hektar. 5 fröinsamlingslådor, summa 80 frön.

B. Norr om myren.

- a. Försöksfältet vid Skogskojan. Undersökt yta 100×120 m. 52 fröträd per hektar. 2 fröinsamlingslådor, summa 18 frön.
- b. Försöksfältet öster om avloppsdiket. Undersökt yta 100×140 m. 30 fröträd per hektar. 3 fröinsamlingslådor, summa 27 frön.
- c. Stormyrtjälen. Oavverkat parti. 0,85 har undersökt.

	Träd inalles	20 cm vid bröst- höjd och däröver
Tall.....	92	65
Gran.....	633	65
Björk.....	21	12

5 fröinsamlingslådor, summa 126 frön.

d. Stormyrjtälén. Undersökt yta 100×200 m. 12 fröträd per hektar.
3 fröinsamlingslådor, summa 31 frön.

C. Kronmyren. Kal. 26 fröinsamlingslådor, summa 2 frön i lådan invid myrholmens nordkant.

Söka vi summera resultatet av detta försök, kan följande sammanfattning göras. I fröträdsställningar söder om Degerö stormyr föllo omkring 200 000 frön per hektar, norr om myren omkring 180 000 per hektar, i bestånd ca 500 000 per hektar. Av fröproduktionen kunde inte ett enda frö uppfångas på själva kalmyren, endast i en låda invid kanten av en myrholme uppfångades två frön. Resultatet står i god överensstämmelse med observationerna å Hästliden; någon rikligare besåning äger ej rum å längre avstånd. Tallen kan i det avseendet sägas vara sämre ställd än granen. Enligt HEIKINHEIMOS (1932) undersökningar sprider granen sina frön under månaderna mars—juni med tyngdpunkten förlagd till april, tallen under april—juli med tyngdpunkten förlagd till maj månad. Granfröna böra därför ha större utsikter att spridas över snö och is än tallfröna. Tallens sena fröfällning har också bekräftats av skogsmästare OSCAR HENRIKSSON, som under tiden $5/1—1/8$ 1933 följde fröfallet i 5 fröinsamlingslådor i fröträdsställning å Flakatjälén, Kulbäckslidens försökspark. Hans observationsserie har följande utseende.

$5/1—6/5$	0 frön
$13/5$	6 »
$20/5$	0 »
$27/5$	12 »
$3/6$	27 »
$10/6$	24 »
$17/6$	6 »
$27/6$	1 »
$1/7$	0 »
$7/7$	4 »
$21/7$	4 »
$1/8$	0 »

Den livligaste fröspridningen inföll sålunda i slutet av maj och i början av juni.

Återblick och sammanfattning.

De observationer över granens fröspridning, som här publiceras, visa noggsamt hurusom besåningsintensiteten hastigt avtager med avståndet från beståndskanten och detta på ett lagbundet sätt. Ser man nu när-

mast på kalhyggena å Hästliden, torde man vara berättigad att säga att även ett hundra meter brett hygge utan kvarlämnade fröträd från besåningssynpunkt är i allra bredaste laget. Mittpartierna (70 m) av ett sådant hygge blevo besådda med c:a 1 kg frö per hektar med en grobarhet av 12,7 procent. De grobara frönas antal kan sålunda anslås till omkring 43 000 per hektar, vilket väl måste anses såsom en väl svag besåning. Och dock var fröproduktionen detta år ovanligt kraftig. Tänker man sig att hygget gjorts 80 m brett hade detta inneburit en vida kraftigare besåning. Det 50 m breda mittpartiet hade besåtts med c:a 58 000 grobara frön per hektar. Är besåningen å det 100 m breda hygget 47 ej fullt tillfredsställande, kan man säga att Rålidshygget på 300 m praktiskt taget saknar besåning, endast i kanterna förefinnes en svag sådan. Detta hygge är både genom sin topografi och genom sin bredd mycket olämpligt ur besåningssynpunkt. Den ringa frömängd, som fördes ut över detta hygges mittparti, c:a 17 000 frön eller 39 gr per hektar, torde sakna all praktisk betydelse, i synnerhet som grobarheten dessutom är dålig. På hygge 77 undersöktes 198 markberedda gropar, 191 av dessa saknade plantor, 7 voro plantförande, samtliga inom hyggets nordvästkant. På hygge 47 undersöktes 61 markberedda gropar, 40 voro plantförande, 21 utan plantor, de senare tämligen jämt fördelade över hygget. Så sällsynta som verkligt goda fröår äro i nedre Lappland på en höjd av 500 m ö. h. torde det dröja 50 à 100 år innan ett hygge som Råliden blir föryngrat genom naturlig besåning. Vad man nu närmast kan vänta är en björkskog, i vilken granen så småningom vandrar in.

Mina observationer tala sålunda mycket starkt mot lämpligheten av att i Lapplands höjdlägen upptaga stora kalhyggen utan fröträd. Från markbehandlings synpunkt är kalhygget på sin plats, men antingen bör man ställa fröträd eller ock inskränka kalhyggets dimensioner.

Vid diskussionen om kalhyggenas storlek har man stundom hänvisat till våra skogar på gamla brandfält, som ofta visa en påfallande jämnåldrighet över stora arealer. Man har menat, att när naturen inom till synes kort tid kunnat beså stora arealer, stora kalhyggen ej skulle innebära någon fara från besåningssynpunkt. Denna jämförelse mellan ett kalfält, där allt är borthugget, och ett naturligt brandfält är enligt min mening oberättigad. Branden går i regel icke fram så radikalt som människan. Här och där tar den mera lätt, smärre trädgrupper och enstaka träd bli skonade, fuktigare fläckar går elden vanligen omkring. Så kvarlämnas utgångspunkter för den naturliga besåningen. Dylika saknas på ett kalfält utan fröträd, all naturlig besåning kommer här från beståndskanterna. Man har också velat hänvisa till fröspridning över en hård snöyta. En dylik fröspridning har säkerligen sin betydelse, men mest

för granens uppträdande i enstaka exemplar. När det gäller den mera intensiva och jämna besåning, som fordras för att föryngra ett kalhygge, måste man nog praktiskt taget endast räkna med vindspridning.

De undersökningar, som här publicerats över granens och tallens fröspridning, äro helt naturligt ännu för litet omfattande för att kunna lösa frågan om sambandet mellan hyggesstorlek och besåningsintensitet. Jag tror emellertid att de gjorda observationerna ådagalägga, att detta skogliga problem kan göras till föremål för en rationell, på lagarna om frönas spridning med vinden grundad lösning. När vi nästa gång få ett rikligare granfröår eller rikare fröår över huvud taget, hoppas jag därför kunna ta upp frågan till förnyad behandling och hoppas då på samma välvilliga stöd från praktikens sida, som kommit denna lilla undersökning till del.

Litteraturförteckning.

- BERG, Å. 1929. Den nya skogen. Studier från övre Norrlands svårförnygrade skogsmarker. Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift.
- DINGLER, H. 1889. Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. München.
- ENEROTH, O. 1929. Om granfröets spridningsvidd. Skogen.
- FALCK, R. 1904. Die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten und der biologische Wert der Basidie. Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Band IX. Heft. I. Breslau.
- FLICHE, M. P. 1888. Un reboisement. Étude botanique et forestière. Annales de la Science agronomique. V:1.
- HEDEMANN-GADE, E. 1929. Om tall- och granfrös spridningsvidd. Skogen.
- HEIKINHEIMO, O. 1932. Metsäpuiden Siementämiskyvystä. Über die Besamungsfähigkeit der Waldbäume. Communicationes Instituti Forestalis Fenniae 17.3.
- HOLMBOE, J. 1898. Nogle iakttagelser over fröspridning paa ferskvandsis. Botaniska Notiser.
- LUNDH E. 1928. Något om skogsväxten på ett avdikat torvmarksområde. Skogshögskolans festskrift, Stockholm, även i Skogsvårdsföreningens tidskrift.
- MALMSTRÖM, C. 1923. Degerö stormyr. En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning av ett nordsvenskt myrkomplex. Meddel. Statens skogsförsöksanstalt.
- MORK, E. 1933. Temperaturen som förnyingsfaktor i de trönderiske granskoger. Meddelelser fra det norske skogforsöksvesen. Nr 16 Bind V. H. 1.
- SCHMIDT, W. 1918. Die Verbreitung von Samen und Blütenstaub durch die Luftbewegung. Österreichische botanische Zeitschrift Jahr. 1918.
- 1925. Der Massenaustausch in freier Luft und verwandte Erscheinungen. Probleme der Geophysik. VII. Hamburg.
- 1929. Die Struktur des Windes. I. Mitteilung. Sitzungsber. Akad. d. Wiss. Wien. Math. naturw. Kl. Abt. II a. Band 138. H. 1 und 2.
- SERNANDER, R. 1901. Den skandinaviska vegetationens spridningsbiologi. Zur Verbreitungsbiologie der skandinavischen Pflanzenwelt. Uppsala.
- SOBOLEFF, A. N. und A. W. FOMITZEFF, 1908. Der Samenertrag der Bestände. Die Beilage zum XVIII Bande der Mitteilungen des Kaiserlichen Forstinstituts zu St. Petersburg.
- TIRÉN, L. 1932. Skogsträdens fruktsättning år 1931. Statens skogsförs.-anst. Flygblad no 42.
- 1933. Skogsträdens fruktsättning år 1932. Statens skogsförs. anst. Flygblad no 43.
- ÅNGSTRÖM, A. 1932. Some Characteristics of the Climate of Stockholm. Geografiska Annaler.

ZUSAMMENFASSUNG.

Einige Beobachtungen über die Beziehung zwischen der Samenproduktion von Fichte und Kiefer und der Besamung der Kahlhiebe.

Methode und Platz der Untersuchung.

Seit etwa 15 Jahren werden die alten, sehr schwachwüchsigen Fichtenbestände in Nordschweden durch Kulissenhiebe abgetrieben. Der Boden in diesen Beständen ist oftmals mit schwerem Rohhumus, der die Verjüngung verlangsamt, bedeckt. Um die Vermoderung des Rohhumus zu beschleunigen, wird der Boden auf dem Kahlhieb mit dem nachgelassenen Reisig gewöhnlich abgebrannt. Oft wird der Kahlhieb durch Plattensaat verjüngt, man rechnet jedoch immer mit natürlicher Verjüngung durch Samenflug aus den umgebenden Beständen. Die Kulissenhiebe werden quer gegen die herrschende Sturmrichtung geführt, die Breite ist gewöhnlich 100 m, zuweilen bis 300 m. In Fig. 1 findet man eine Karte über ein in dieser Weise behandeltes Waldgebiet, in Fig. 2 ein Bild von einem Kulissenhieb.

Um die natürliche Besamung zu studieren, wurden im Herbst 1931 auf zwei Kahlhieben und in den umgebenden Beständen in der Staatsforst Hästliden, Revier Örå, Lappland, Samenkästen ausgesetzt. Die Samenkästen waren aus Holz verfertigt, 1 m × 0,5 m × 0,1 m, der Deckel bestand aus einem Drahtnetz, der Boden aus Holz mit einigen mit feinem Drahtnetz bedeckten Löchern, um dem Regen- und Schmelzwasser Ablauf zu geben. Die Samenkästen wurden am 5. Oktober 1931 ausgesetzt, und im Juni des folgenden Jahres wurden die Samen in den Kästen eingesammelt und gezählt. Die Samenernte entspricht also der Samenverbreitung während des ganzen Winters 1931—32.

Wie erwähnt, wurden zwei Kahlhiebe untersucht. Der eine, Kahlhieb 47, ist 100 m breit und liegt za. 400 m ü. d. M. 25 Samenkästen wurden für die Untersuchung angewandt, wovon 8 in umgebenden Beständen und 17 auf dem Kahlhieb ausgesetzt wurden. Über die Anordnung der Samenkästen siehe Fig. 4—7. Der Abstand zwischen den Kästen in der Mittelreihe ist 10 m. Nach denselben Prinzipien wurden die Kästen auf Kahlhieb 77 angeordnet. Dieser liegt za. 500 m ü. d. M. und ist 300 m breit. Der Abstand zwischen den Kästen in der Mittelreihe auf dem Kahlhieb ist 30 m.

Die in den Kästen im Juni 1932 erhaltene Samenernte geht aus den Tabellen 1 und 2 hervor. Da die Kästen nicht genau 0,5 m², sondern 0,537 m² umfassen, müssen die direkt erhaltenen Zahlen etwas reduziert werden bei der Umrechnung auf m² und Hektar. In den Beständen um den Kahlhieb 47 herum fielen za. 1 960 000—2 050 000 Samen pro Hektar oder 5,2—5,3 kg. Auf den mittleren Teil des Kahlhiebs (70 m breit) fielen 340 000 Samen oder 1 kg pro Hektar, in den 15 m breiten Streifen an den Beständen 700 000 Samen oder 1,7 kg pro Hektar. Auf dem Kahlhieb zeigte sich eine ziemlich regelmässige Abnahme der Samenzahl vom Südostrande her zum Nordwestrande hin. In den Beständen um den Kahlhieb 77 herum fielen 2 500 000—3 100 000 Samen oder 6,3—9,2 kg pro Hektar. Auf den mittleren Partien des Kahlhiebes (210 m breit) fielen 17 100 oder 39 g Samen pro Hektar. Auch auf diesem Kahlhieb ist die Besamung weit reichlicher am Südost- als am Nordwestrande.

Im schwedischen Text werden die Verbreitungsmöglichkeiten der Samen mit dem Winde näher diskutiert, vor allem im Anschluss an die modernen Unter-

suchungen über die Turbulenz in der freien Luft. Nach W. SCHMIDT, dem bekannten, auf diesem Gebiete führenden Forscher, wird die Verbreitung der in der Luft schwebenden Partikeln durch Windgeschwindigkeit, Turbulenz und Sinkgeschwindigkeit der Partikeln in stiller Luft bestimmt. Nach den von SCHMIDT ausgearbeiteten Formeln werden die durch den Wind bedingten Verbreitungsmöglichkeiten für die Birken-, Kiefern- und Fichtensamen diskutiert und miteinander verglichen (siehe Fig. 3). Bei diesen Berechnungen wurde folgende Formel von SCHMIDT benutzt:

$$F = 4 \frac{A}{\rho} \times \frac{V \mu^2}{c^2},$$

wo F = kürzeste Flugzeit,

A = Turbulenz der Luft,

ρ = Dichtigkeit der Luft,

V = Geschwindigkeit des Windes,

μ = Grösse, abhängig von dem Bruchteil der ausgesäten Samen, der sich noch in der Luft befindet,

c = Sinkgeschwindigkeit in stiller Luft.

Die beobachtete Samenverbreitung als ein Resultat der Sinkgeschwindigkeit des Samens, der Windstärke und der Turbulenz der Luft.

Erörtern wir nun näher die Samenverbreitung, wie sie sich auf den beiden Kahlhieben gestaltet, und sehen wir zu, was sie uns möglicherweise bezüglich der Gesetze der Samenverbreitung über Kahlhiebe lehren kann. Wir wollen uns in diesem Falle an die quer über die Kahlhiebe gehenden Kastenreihen halten. Die Samenverteilung in den Kästen in den Beständen und auf den Kahlhieben ist in Fig. 8 und 9 näher veranschaulicht. Gewisse gemeinsame Züge treten bei einer genaueren Prüfung hervor, nämlich:

1) Auf den beiden Kahlhieben ist der Südostrand weit besser besät als der Nordwestrand.

2) Auf beiden Kahlhieben nimmt der Samenfall von den Bestandsrändern aus ziemlich rasch und gleichmässig ab.

Der Umstand, dass in den Kästen längs dem nordwestlichen Bestandsrande eine viel geringere Samenmenge als in denen am südöstlichen aufgefangen worden ist, deutet darauf hin, dass die Samenverbreitung bei südlichen Winden stattgefunden hat. Für die Samenverbreitung der Fichte haben nur diejenigen Winde Bedeutung, die bei solchem Wetter eintreffen, wo die Fichtenzapfen offen sind, d. h. bei sonnigem und trockenem Wetter. Südliche Winde dürften da vorherrschend gewesen sein. Es kann fraglich erscheinen, ob überhaupt eine Besamung vom Nordwestrande her über den Kahlhieb stattgefunden hat. Auch in den Samenkästen dicht neben dem Rande ist die Samenmenge sehr gering. Ohne grössere Fehler befürchten zu müssen, dürfte man daher von der Annahme ausgehen können, dass die Samenverbreitung zu ganz wesentlichem Teil durch mehr oder weniger südliche Winde erfolgt ist.

Wir wollen nun untersuchen, inwieweit das Verhältnis zwischen der Samenproduktion des Bestandes und der auf dem Kahlhieb gefundenen Samenmenge aus der Sinkgeschwindigkeit des Samens, der Windrichtung und der Turbulenz erklärt werden kann. Für Turbulenz und Wind nehmen wir vorläufig und der Einfachheit halber dieselben Werte an wie SCHMIDT bei seinen Berechnungen des mittleren Verbreitungsabstandes der Samen, nämlich 20 und 6 m/Sek. 20 ist ein Turbulenzgrad, der während windiger Tage gewöhnlich ist, 6 m/Sek. ist eine ziemlich bedeutende Windstärke, die die Äste der Bäume in Bewegung setzt. Für die Sink-

geschwindigkeit des Samens nehmen wir DINGLERS Wert, 57 cm/Sek., an. Ob dieser für norrländischen Fichtensamen gilt, ist unsicher, aber mangels derartiger Messungen müssen wir uns der Werte bedienen, die in anderen Fällen festgestellt worden sind.

Wie haben wir uns nun die Samenverbreitung von einem Bestande oder einem Walde aus über einen Kahlhieb hin zu denken? Sind es nur die Randbäume und die dicht vor diesen stehenden Bäume, die an der Besamung teilnehmen, oder geschieht diese von dem ganzen Bestande her? Die Einführung der Turbulenz bei der Berechnung der Verbreitung der Samen scheint mir geeignet zu sein, diese Frage zu beleuchten.

SCHMIDTS Formel nimmt keine Rücksicht auf die Baumhöhe, die Samenverbreitung wird als von der Oberfläche des Bodens ausgehend gedacht. Diejenigen Samen oder Sporen, die durch die Turbulenz in die Luft emporgeführt werden, sind es, die an der Verbreitung teilnehmen. Diese Berechnungs- oder Betrachtungsweise ist meines Erachtens direkt anwendbar auf die Samenverbreitung von einem Bestande her. Die obere Fläche des Waldes entspricht dem Boden in SCHMIDTS Betrachtungsweise, sie ist vom Verbreitungsgesichtspunkt aus anzusehen als eine Bodenfläche mit einer Unzahl Samenverbreitungspunkten (den Zapfen). Denken wir uns, ein Wind mit einer bestimmten Richtung striche über den Wald hin, so werden einige Samen durch die Turbulenz in die Luft emporgewirbelt, andere werden abwärtsgerissen. Die ersteren werden mit dem Winde eine längere oder kürzere Strecke transportiert, die letzteren werden in den Bestand hinabgeführt und sammeln sich auf dem Boden. Wie viele von den Samen, die in die Luft emporwirbeln, können über den Bestandsrand hinausgeführt werden? Dies lässt sich aus der Kurve für die Samenverbreitung oder die Flugweite der Samen berechnen.

Dieser Kurve entnehmen wir folgende Werte.

Prozente von Samen, die über den Bestandsrand hinausgeführt werden.

Vom Bestandsrande aus.....	50	%
Von einer Linie 3,6 m nach innen vom Bestandsrande aus.....	40	%
» » » 42 » » » » »	20	%
» » » 96 » » » » »	10	%
» » » 310 » » » » »	1	%

Die Berechnung aus der Samenverbreitungskurve ergibt — also unter der Annahme, dass die Samenverbreitung bei einer Windstärke von 6 m/Sek. und einem Turbulenzgrad 20 stattgefunden hat — dass za. 20 % der Samenproduktion innerhalb einer 100 m breiten Kulisse über den Bestandsrand hinausgeführt wird, wenn der Wind die Kulisse senkrecht trifft. Trifft der Wind die Kulisse unter einem mehr oder weniger schrägen Winkel, so nimmt der Prozentsatz zu. Der Weg des Windes über die Kulisse wird grösser, was zur Folge hat, dass auch die Samenmenge, die transportiert wird, etwas zunimmt.

Hiervon ausgehend wollen wir zunächst die Besamungsintensität und die Samenverteilung auf Kahlhieb 47 diskutieren.

Die Besamung auf Kahlhieb 47 besteht aus 420 000 Samen pro Hektar. Im folgenden wird davon abgesehen, dass die Samenkästen nicht genau 0,5 m² gross, sondern etwas grösser sind. Für die Diskussion spielt nämlich die Samenverteilung in den Kästen eine grosse Rolle, und ich habe nicht die in den Kästen gefundenen Samen auf genau 0,5 m² reduzieren wollen, da dies dazu geführt hätte, dass man mit

Zehnteln Samen rechnete. Es ist klar, dass diese Unterlassung den Geltungswert der Diskussion nicht beeinträchtigt. Im folgenden sind nicht mitgerechnet worden diejenigen Samen, die im Bestandsrande selbst neben die Bäume fallen, da diese nicht in die Samenmengen eingehen, die der Berechnung gemäss in der Luft transportiert worden sind. Zwischen dem Bestandsrand im Südosten und fünf Meter von demselben sind jedoch eine Anzahl Samen niedergefallen, die in die Ziffer 420 000 nicht mit aufgenommen worden sind. Diese Samenmenge kann nach der Kurve der Samenverteilung über den Kahlhieb (s. Fig. 8) auf za. 20 000 geschätzt werden. Auch am Nordwestrande müssen eine Anzahl Samen niedergefallen sein, die von der Kulisse im Südosten hergeweht worden sind. Da indessen eine Verbreitung von Nordwesten her unberücksichtigt geblieben ist, wird in der folgenden Berechnung von diesen Samen abgesehen. Der Kahlhieb ist also mit za. 440 000 Samen besät, von denen angenommen werden kann, dass sie von der Kulisse im Südosten hergekommen sind. Wie stimmt dies nun mit den gemachten Annahmen betreffs der Art und Weise der Samenverbreitung überein? Wäre die Kulisse im Südosten so breit, dass die Samenmenge, die über den Kahlhieb hingeweht worden ist, als durch Samen ersetzt angesehen werden könnte, die von Beständen südöstlich der Kulisse her in den Wald hineingeweht worden sind, so könnte die Zahl 440 000 ohne weiteres zu dem Samenfall in der Kulisse in Beziehung gesetzt werden, d. h. zu den gefundenen 2 100 000 Samen pro Hektar, die in dem Bestande aufgesammelt worden sind. Da nicht gut angenommen werden kann, dass ein solcher Transport von Samen in den Bestand hinein stattgefunden hat, muss man aus diesem Grunde die gesamte Samenproduktion der Kulisse auf 2 540 000 Samen pro Hektar erhöhen, d. h. gleich der Summe des Samenfalls in dem Bestande und auf dem Kahlhieb setzen. Nehmen wir an, die Samenverbreitung finde bei Südwind statt, so beträgt der Weg des Windes über die Kulisse 130 m. Der Südwind trägt infolgedessen za. 22 % der gesamten Samenproduktion über den Bestandsrand hinaus. Der Kahlhieb misst in der Windrichtung 130 m. Von der Samenmenge, die durch den Wind über den Kahlhieb geweht wird, werden 8 % weitergeführt, d. h. bei einer Besamung des Kahlhiebs mit 440 000 Samen kann man damit rechnen, dass za. 38 000 Samen über den Nordwestrand des Kahlhiebs hinweggeführt worden sind. Die gesamte Samenproduktion in der Kulisse kann daher auf 2 578 000 Samen pro Hektar veranschlagt werden. Unter diesen Voraussetzungen hätte also der Kahlhieb mit 522 000 Samen besät werden können. Auf dem Kahlhieb sind angetroffen worden 440 000 Samen, d. h. zwischen 84 und 85 % der theoretisch berechneten Menge. Die Übereinstimmung muss als sehr gut bezeichnet werden. Die Abweichung geht in die Richtung, die man zu erwarten berechtigt ist. Einige Fichtenzapfen entlassen ihre Samen bei windstillem Wetter, der Samen fällt dann in den Bestand nieder. Viele Fichtenzapfen sitzen so niedrig, dass der Wind nicht mit genügender Kraft auf ihre Samenverbreitung einwirken kann.

Es gilt nun zu untersuchen, wie die Verteilung der über den Kahlhieb hingewehten Samenmenge in den Samenkästen mit SCHMIDTS Formel übereinstimmt.

In Fig. 8 ist die beobachtete und die berechnete Samenverteilung in den Samenkästen auf Kahlhieb 47 wiedergegeben. Da die Reihe der Samenkästen senkrecht gegen den Bestandsrand verläuft, während der Südwind diesen unter einem Winkel von 40° schneidet, so ist die theoretische Samenverteilung unter der Annahme berechnet worden, dass die Samenverbreitung mittelst südlicher Winde erfolgte. Wie Figur und die Tabelle 3 im schwedischen Text zeigen, ist die Übereinstimmung zwischen der beobachteten und der gefundenen Samenverteilung bemerkenswert

gut. In der Figur ist die berechnete Samenanzahl angegeben worden teils unter der Voraussetzung, dass 522 000 Samen über den Kahlhieb hingeweht worden sind, teils dieselbe Menge, reduziert um 15 %. Nur der Kasten Nr. 9, 40 m vom Bestandsrande im Nordwesten, zeigt eine grössere Abweichung. Dies beruht wahrscheinlich auf einem Zufall. In derselben Linie vom Bestandsrande aus liegen annähernd die Kästen Nr. 24, 9 und 20, von Süden nach Norden gerechnet. Von diesen hat Nr. 24 zweiundzwanzig Samen, Nr. 9 sechs Samen und Nr. 20 neun Samen. Eine Ausgleichung auf etwa zwölf wäre daher wohl angebracht gewesen, es ist aber davon abgesehen worden.

Wir gehen nun zu Kahlhieb 77 über. Die Verhältnisse sind hier weniger übersichtlich. Die Anzahl der Samenkästen ist zu gering mit Rücksicht auf die Grösse des Kahlhiebs. Insbesondere ist die Anzahl an den Rändern des Kahlhiebs zu gering, wo die Samenverteilung die rascheste Abnahme zeigt. Die mittleren Partien des Kahlhiebs sind ziemlich gleichmässig besät mit za. 2 Samen pro m². Diese gleichmässige Besamung weitab vom Bestandsrande ist wohl teilweise das Resultat einer Samenverbreitung über den Schnee hin. Wieviel Samen näher nach dem Bestandsrande hin niedergefallen sind, kann wegen der geringen Anzahl Samenkästen nicht genauer berechnet werden. Ich habe indessen angenommen, dass die ausgesäte Samenmenge in demselben Verhältnis zur Samenmenge im Bestande im Südosten wie auf Kahlhieb 47 gestanden hat, eine Annahme, die sich von der Wirklichkeit nicht sonderlich weit entfernen dürfte. Unter dieser Annahme ist die theoretische Samenverteilung berechnet worden, wobei der Schnittwinkel des Südwindes mit dem Bestandsrande berücksichtigt worden ist. Die Übereinstimmung zwischen Berechnung und Beobachtung ist hier sehr befriedigend, siehe Fig. 9. Die Abweichungen gehen in negative Richtung, was mit Rücksicht auf die Topographie des Bodens völlig erklärlich sein dürfte.

Es ist wohl nicht zu bestreiten, dass die beobachteten und die berechneten Werte der Samenverbreitung sehr gut miteinander übereinstimmen. Was besagt nun dies? Am einfachsten wäre es natürlich anzunehmen, dass die Samenverbreitung wirklich bei einer Windgeschwindigkeit von 6 m/Sek. und einem Turbulenzgrad 20 stattgefunden hat, und dass die beobachtete Samenverbreitung sowohl rücksichtlich der Quantität wie der Samenverteilung durch einen über den Wald hinwehenden Wind von der genannten Stärke beherrscht gewesen ist, während die Winde auf dem Kahlhieb selbst untergeordnete Bedeutung gehabt hätten. So einfach dürfte jedoch die Sache nicht liegen. Zunächst muss man in Betracht ziehen, dass alle Angaben über Samenmengen sowohl in den Beständen wie auf den Kahlhieben approximativ sind, da das Beobachtungsmaterial verhältnismässig gering ist. Die gefundene Übereinstimmung kann daher auf einem Zufall beruhen. Ferner sind eine ganze Reihe Vereinfachungen in der Berechnungsweise vorgenommen worden. Bei der Berechnung der theoretischen Samenverteilung über den Kahlhieb ist angenommen, dass die Samenmenge, die über den Kahlhieb hinweht, so verteilt würde, als wenn die ganze Samenmasse vom Bestandsrande herkäme, während bei der Berechnung der Samenmenge angenommen worden ist, dass ein beträchtlicher Teil der Samen von Bäumen weiter in den Bestand hinein herstammte. Diese Inkonsequenz dürfte jedoch von geringerer Bedeutung sein, ihre Folge ist, dass man theoretisch eine gewisse Abweichung zwischen der gefundenen und der berechneten Samenverteilung in den Samenkästen erwarten muss.

Dozent Dr. ÅNGSTRÖM hat die grosse Freundlichkeit gehabt, die Samenverteilung auf den Kahlhieben rücksichtlich eines etwaigen Zusammenhanges mit

der Frequenz verschiedener Windgeschwindigkeiten zu untersuchen. Da man keine Beobachtungen über die Frequenz verschiedener Windgeschwindigkeiten in den bewaldeten Teilen Nordschwedens besitzt, ist er von den Verhältnissen in Stockholm ausgegangen, für welchen Ort eine ausführliche Statistik vorliegt (ÅNGSTRÖM 1932). Er hat dabei angenommen, dass die Geschwindigkeitsverteilung bei Winden in der Staatsforst Hästliden mit südlicher Komponente während der Monate März—Mai dieselbe gewesen ist wie in Stockholm während derselben Zeit. Unter der Annahme, dass die Samenverbreitung von dem Bestandsrand im Südosten her stattgefunden hat und nur durch die Höhe der Bäume, die Sinkgeschwindigkeit des Samens und die Windstärke bestimmt gewesen ist, fand er für Kahlhieb 47 bis etwa 50 m vom Rande eine gute Übereinstimmung zwischen beobachteter und berechneter Samenverteilung, wenn sämtliche Windgeschwindigkeiten um 40 % reduziert werden. Auf Kahlhieb 77 war die Übereinstimmung minder gut. Der Turbulenzgrad geht also in diese Berechnungsmethode nicht ein. Indessen scheint es mir, dass die Turbulenz bei einer Untersuchung der Verbreitungsweite des Samens nicht vernachlässigt werden darf. Der Wald scheint einen grossen Einfluss auf die Turbulenz eines über ihn wehenden Windes auszuüben, die Einführung der Turbulenz in die Betrachtungsweise gewährt uns daher einen Einblick in die Samenverbreitungsmöglichkeiten von dem Bestande in seiner Gesamtheit aus über den Kahlhieb hin.

Da man die meteorologischen Bedingungen, unter denen die Samenverbreitung in der Staatsforst Hästliden während des Winters 1931—32 stattgefunden hat, nicht näher kennt, muss man sich vorläufig damit begnügen, zu konstatieren, dass die beobachtete Menge des verbreiteten Samens und ihre Verteilung auf dem Kahlhieb gut mit SCHMIDTS Formel übereinstimmt, wenn die Windgeschwindigkeit zu 6 m/Sek., der Turbulenzgrad zu 20 und die Sinkgeschwindigkeit des Samens zu 0,57 m/Sek. angenommen werden. Gleichzeitig aber muss betont werden, dass diese Samenverbreitung wahrscheinlich unter sehr wechselnden Windverhältnissen stattgefunden hat. Man dürfte die Sache so darstellen können, dass sämtliche Faktoren, unter deren Einfluss die Samenverbreitung gestanden hat, gemeinsam in derselben Weise gewirkt haben wie die Faktoren in SCHMIDTS Formel mit den Werten, die dieser bei Berechnung des mittleren Verbreitungsabstandes der Samen benutzt hat.

Wie oben betont worden, liegt es in der Natur der Sache, dass eine solche Frage wie das Verhältnis zwischen der Samenproduktion der Bestände und der Besamung der Kahlhiebe nicht durch diese einfache Untersuchung gelöst werden kann. Sie scheint mir jedoch in hohem Grade zu fortgesetzten Untersuchungen zu ermutigen. Da die Samenverbreitungszeit bei unseren Nadelbäumen der Regel nach wohl mehrere Monate umfasst, nach HEIKINHEIMO für die Fichte März—Juni (Juli) mit dem Schwerpunkt im April, für die Kiefer April—Juli mit dem Schwerpunkt im Mai, dürfte man Aussicht haben, für verschiedene Teile des Landes durch herrschende Winde bedingte charakteristische Samenverteilungskurven und Werte der auf die Kahlhiebe hinausgewehten relativen Samenmengen (verbreitete Samenmenge im Verhältnis zu der im Bestand produzierten Samenmenge) finden zu können.

Wird die Frage, wie ich hoffe, zu fortgesetzter Untersuchung aufgenommen, so sind verschiedene weitere Untersuchungen und Beobachtungen nötig, die die Verbreitung der Samen beleuchten können. Von solchen seien hier u. a. folgende erwähnt.

- 1) Neue Untersuchungen über die Sinkgeschwindigkeit in stiller Luft für nordischen Kiefern- und Fichtensamen.
- 2) Beobachtungen über Windrichtung und Windstärke an solchen Tagen, wo Samenverbreitung stattfindet.
- 3) Untersuchung über die Einwirkung von Waldbeständen auf die Turbulenz der Luft.¹
- 4) Bei dem Aussetzen der Samenkästen muss mehr Rücksicht, als hier geschehen, auf die Abnahme der Samenmenge von Bestandsrändern aus und auf die Schätzung der Samenproduktion in Beständen genommen werden.
- 5) Auf den Kahlhiebsen müssen die Samenkästen so angeordnet werden, dass der Einfluss verschiedener Windrichtungen studiert werden kann.

Die Keimfähigkeit der ausgestreuten Samen und deren Bedeutung für die Verjüngung.

Die Keimfähigkeit der in den Kästen aufgesammelten Samen wurde in JACOBSENS Keimapparat bestimmt. Auf Grund dieser Bestimmungen kann folgende Übersicht über die Besamung gegeben werden.

Ein reiches Fichtensamenjahr lieferte in Beständen von alter schwachwüchsiger Fichte im unteren Lappland in Höhen von 400 bis zu 500 m ü. d. M. eine Ernte von 2,0—3,0 Mill. Samen und 5,2—9,2 kg pro Hektar, was nach finnländischen Erfahrungen einer guten Mittelernte entsprechen dürfte.

Die Keimfähigkeit bei Samen aus Beständen auf 400 m ü. d. M. war 19,6 %, aus Beständen auf zu 500 m ü. d. M. 6,3 %.

Die Mittelpartien (70 m breit) eines 100 m breiten Kahlhiebs auf zu 400 m ü. d. M. wurden mit 340 000 Samen oder zu 1 kg pro Hektar besät. Die Keimfähigkeit war 12,7 %.

Die Randzonen¹ desselben Kahlhiebs (bis 15 m von jedem der beiden Bestandsränder) wurden mit 700 000 Samen oder zu 1,7 kg pro Hektar besät. Die Keimfähigkeit war 14 %.

Die Mittelpartien (210 m) eines 300 m breiten Kahlhiebs auf 500 m ü. d. M. wurden mit 17 100 Samen oder zu 39 g pro Hektar besät. Nur einer von den eingesammelten wenigen Samen war keimfähig, was jedoch einem Keimprozent 8,8 entspricht.

Die Randzonen (bis 45 m von jedem Bestandsrande aus) des 300 m breiten Kahlhiebs wurden mit zu 500 000 Samen oder 1,3 kg pro Hektar besät. Die Keimfähigkeit war 0,9 %.

Die Besamung in den Beständen war demnach sehr reichlich. Pro Hektar fielen 392 000—189 000 keimfähige Samen. Die Mittelpartien des niedriger gelegenen Kahlhiebs (Kahlhieb 47, zu 400 m ü. d. M.) wurden mit 43 200 keimfähigen Samen pro Hektar besät, die Mittelpartien des oberen Kahlhiebs (Räliden, zu 500 m ü. d. M.) entbehrten, praktisch genommen, einer brauchbaren Besamung. Die Randzonen (bis 15 m von jedem Bestandsrande aus) im Kahlhieb 47 wurden mit 98 000, im oberen Kahlhieb (bis 45 m von jedem Bestandsrande aus) mit 4 500 keimfähigen Samen pro Hektar besät.

Um die Verjüngung zu befördern, wurde der Boden auf den Kahlhiebsen im Herbst 1931 mit Hacken bearbeitet, fleckenweise wurde die noch auf dem Boden liegende

¹ Nach SCHMIDT (1929) dürfte der Wald durch seine raue Oberfläche die Turbulenz der Luft stark befördern.

² Hier sind die Samen am Bestandsrande selbst mitgerechnet worden. Diese gehen nicht in die Samenmenge ein, die der Berechnung nach mit dem Winde transportiert worden ist.

Rohhumusdecke entfernt, so dass der Mineralboden blossgelegt wurde. Im Herbst 1933 wurden die Kahlhiebe 47 und 77 wieder untersucht. Dabei zeigte es sich, dass die jungen, von den Samen aus dem Winter 1931—32 herkommenden Pflanzen nur da vorkamen, wo man mit der Hacke die Humusdecke entfernt hatte. In einem 5 m breiten Streifen quer über den Kahlhieb und in engem Anschluss an die Reihen, wo die Samenkästen im Winter 1931—32 ausgesetzt worden waren, wurden die jungen Pflanzen genau gezählt. Innerhalb eines 5 m breiten Streifens auf Kahlhieb 47 wurden insgesamt 76 Pflanzen gezählt, also etwa 0,15 Pflanze pro m² oder za. 1 500 pro Hektar. In den Randzonen (bis 15 m von jedem der Bestandsränder aus) fanden sich 41 Pflanzen oder 27 000 Pflanzen pro Hektar, in den Mittelpartien des Kahlhiebs 35 Pflanzen oder 1 000 Pflanzen pro Hektar. Von den 98 000 keimfähigen Samen der Randzone hatten demnach 2,8 % Pflanzen geliefert, von den 43 200 keimfähigen Samen der Mittelpartie 2,3 %. Randzonen und Mittelpartie hatten demnach in nahezu gleichem Grade den Samenfall ausgenutzt.

In Übereinstimmung mit der schwächeren Besamung war das Pflanzenvorkommen auf Kahlhieb 77 weit schwächer als auf Kahlhieb 47. Innerhalb des 5 m breiten, quer über den Kahlhieb gehenden Streifens, der untersucht wurde und der 198 bodenbereitete Flecke umfasste, wurden nur 9 Pflanzen angetroffen, sämtlich innerhalb der Randzonen des Kahlhiebs, davon 8 an dem wärmeren Nordwestrande des Kahlhiebs. Auf der ganzen 210 m breiten Mittelpartie des Kahlhiebs wurde innerhalb des untersuchten Streifens keine einzige Pflanze wahrgenommen.

Untersuchungen über die Samenverbreitung der Kiefer im Versuchspark Kulbäcksliden im Frühling und Sommer 1933.

Das Resultat dieser Untersuchungen lässt sich folgendermassen zusammenfassen. In Samenbaumstellungen südlich des Moors Degerö stormyr fielen ungefähr 200 000 Samen pro Hektar, nördlich von dem Moor ungefähr 180 000 pro Hektar, in Beständen za. 500 000 pro Hektar. Von der Samenproduktion wurde kein einziger Samen auf dem kahlen Moor selbst aufgefangen, nur in einem Kasten neben dem Rande einer Moorinsel wurden zwei Samen aufgefangen.

Rückblick und Zusammenfassung.

Die Beobachtungen über die Samenverbreitung der Fichte, die hier mitgeteilt sind, zeigen deutlich, wie die Besamungsintensität rasch mit dem Abstand vom Bestandsrande abnimmt und zwar auf eine gesetzmässige Weise. Betrachtet man nun zunächst die Kahlhiebe auf Hästliden, so dürfte man berechtigt sein, zu sagen, dass auch ein hundert Meter breiter Kahlhieb ohne zurückgelassene Samenbäume vom Gesichtspunkt der Besamung aus schon allzu breit bemessen ist. Die Mittelpartien (70 m) eines solchen Kahlhiebs wurden mit za. 1 kg Samen pro Hektar mit einer Keimfähigkeit von 12,7 % besät. Die Anzahl der keimfähigen Samen kann demnach auf etwa 43 000 pro Hektar veranschlagt werden, was wohl als eine recht schwache Besamung angesehen werden muss. Und doch war die Samenproduktion in dem fraglichen Jahre ungewöhnlich kräftig. Denkt man sich, dass der Kahlhieb 80 m breit gemacht worden wäre, so hätte dies eine weit kräftigere Besamung zur Folge gehabt. Die 50 m breite Mittelpartie wäre dann mit za. 58 000 keimfähigen Samen pro Hektar besät worden. Ist die Besamung auf dem 100 m

breiten Kahlhieb 47 nicht völlig befriedigend, so kann man sagen, dass der 300 m breite Kahlhieb auf Räliden praktisch genommen überhaupt keine Besamung aufweist, nur an den Rändern ist eine schwache vorhanden. Dieser Kahlhieb ist sowohl infolge seiner Topographie wie wegen seiner Breite vom Gesichtspunkt der Besamung aus sehr ungeeignet. Die geringe Samenmenge, die über die Mittelpartie dieses Kahlhiebs ausgestreut wurde, za. 17 000 Samen oder 39 g pro Hektar, dürfte ohne jede praktische Bedeutung sein, zumal da ausserdem die Keimfähigkeit schlecht ist. Auf Kahlhieb 77 wurden 198 bodenbearbeitete Gruben untersucht, 191 davon waren ohne Pflanzen, 7 wiesen solche auf, diese letzteren sämtlich am Nordwestrande des Kahlhiebs gelegen. Auf Kahlhieb 47 wurden 61 bodenbearbeitete Gruben untersucht, 40 hatten Pflanzen, 21 waren ohne solche, die letzteren ziemlich gleichmässig über den Kahlhieb verteilt. Bei der Seltenheit wirklich guter Samen im unteren Lappland in einer Höhe von 500 m ü. d. M. dürfte es 50—100 Jahre dauern, ehe ein Kahlhieb wie Räliden durch natürliche Besamung verjüngt wird. Was man zunächst erwarten kann, ist ein Birkenwald, in welchen die Fichte allmählich einwandert.

Meine Beobachtungen sprechen somit sehr stark gegen die Zweckmässigkeit, in den höheren Lagen Lapplands grosse Kahlhiebe ohne Samenbäume anzulegen. Vom Gesichtspunkt der Bodenbehandlung aus ist der Kahlhieb am Platze, aber entweder muss man Samenbäume zurücklassen oder auch die Dimensionen des Kahlhiebs einschränken.

Bei der Diskussion über die Grösse der Kahlhiebe hat man bisweilen auf unsere Wälder auf alten Brandfeldern hingewiesen, die oft eine auffallende Gleichaltrigkeit über grosse Areale hin zeigen. Man hat gemeint, dass, wenn die Natur binnen anscheinend kurzer Zeit grosse Areale hat besäen können, grosse Kahlhiebe keine Gefahr vom Gesichtspunkt der Besamung aus bedeuteten. Dieser Vergleich zwischen einem Kahlfeld, wo alles abgetrieben ist, und einem natürlichen Brandfeld ist meines Erachtens unberechtigt. Der Brand geht der Regel nach nicht so radikal vor wie der Mensch. Hier und da greift er nur leicht an, kleinere Baumgruppen und vereinzelte Bäume bleiben verschont, um feuchtere Flecke geht das Feuer gewöhnlich herum. So werden Ausgangspunkte für die natürliche Besamung zurückgelassen. Solche fehlen auf einem Kahlhieb ohne Samenbäume, alle natürliche Besamung kommt hier von den Bestandsrändern her. Man hat auch auf Samenverbreitung über eine harte Schneefläche hin verweisen wollen. Eine derartige Samenverbreitung hat sicherlich ihre Bedeutung, hauptsächlich aber für das Auftreten der Fichte in vereinzelt Exemplaren. Handelt es sich um die intensivere und gleichmässige Besamung, die zur Verjüngung eines Kahlhiebs erforderlich ist, so darf man praktisch genommen nur mit Verbreitung durch den Wind rechnen.

Die hier veröffentlichten Untersuchungen über die Samenverbreitung der Fichte und Kiefer sind vorläufiger Natur und selbstverständlich noch zu geringen Umfangs, um die Frage nach dem Zusammenhang zwischen Kahlhiebsgrösse und Besamungsintensität lösen zu können. Meines Erachtens zeigen jedoch die gemachten Beobachtungen, dass dieses forstliche Problem einer rationellen, auf die Gesetze der Verbreitung der Samen mit dem Winde gegründeten Lösung entgegengeführt werden kann. Wenn wir demnächst ein reichlicheres Fichtensamenjahr oder reicheres Samenjahr überhaupt bekommen, hoffe ich daher die Frage zu erneuter Behandlung aufnehmen zu können.