

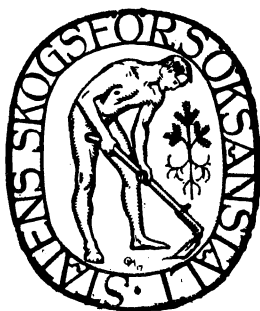
OM KANTTRÄDENS REAKTION VID FRISTÄLLNING OCH ÖVERBESTÅNDETS PRODUKTION VID SKÄRMFÖRYNGRING
SPECIALUNDERSÖKNINGAR I LANFORSBESTÅNDET 1935

ZUWACHSREAKTION DER FREIGESTELLTEN RANDBÄUME UND PRODUKTION DES SCHIRMBESTANDES BEI NATÜRLICHER VERJÜNGUNG

SPEZIALUNTERSUCHUNGEN IM LANFORSER BESTAND 1935

AV

SVEN PETRINI



MEDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
HÄFTE 29 • Nr 6

Centraltryckeriet
Esselte ab. Stockholm 1936
808909

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 29. 1936—37

MITTEILUNGEN AUS DER
FORSTLICHEN VERSUCHS-
ANSTALT SCHWEDENS

29. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
FORESTRY

N:o 29

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPÉRIMENTATION
FORESTIÈRE DE SUÈDE

N:o 29



REDAKTÖR:
PROFESSOR DR HENRIK HESSELMAN

INNEHÅLL:

	Sid.
NÄSLUND, MANFRED: Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning	I
Die Durchforstungsversuche der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens in Kiefernwald. Primärbearbeitung.....	121
FORSSLUND, KARL-HERMAN: Nordliga gransågstekeln (<i>Lygæonematus subarcticus</i> Forssl.). En nyupptäckt skadeinsekt i Lappland.....	171
Die nördliche Fichtenblattwespe (<i>Lygæonematus subarcticus</i> Forssl.). Ein neuer Schädling aus Lappland	185
ÅNGSTRÖM, ANDERS: Jordtemperaturen i bestånd av olika täthet ...	187
Soil temperature in stands of different densities	211
LANGLET, OLOF: Studier över tallens fysiologiska variabilitet och dess samband med klimatet. Ett bidrag till kännedomen om tallens ekotyper	219
Studien über die physiologische Variabilität der Kiefer und deren Zusammenhang mit dem Klima. Beiträge zur Kenntnis der Ökotypen von <i>Pinus silvestris</i> L.	421
BUTOVITSCH, VIKTOR: Studier över tallskottvecklaren, <i>Evetria buoliana</i> Schiff. Del I.	471
Studien über den Kieferntriebwickler, <i>Evetria buoliana</i> Schiff. Teil I.	534
PETRINI, SVEN: Om kanträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Specialundersökningar i Lanforsbeståndet 1935	557
Zuwachsreaktion der freigestellten Randbäume und Produktion des Schirmbestandes bei natürlicher Verjüngung. Spezialuntersuchungen im Lanforser Bestand 1935	582
GAST, P. R.: Studies on the development of conifers in raw humus. III. The growth of scots Pine (<i>Pinus silvestris</i> L.) seedlings in pot cultures of different soils under varied radiation intensities	587
Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. III. Tallplantans (<i>Pinus silvestris</i> L.) utveckling i krukkulturer i olika jordar och under olika bestrålningsintensiteter. Sammanfattning av HENRIK HESSELMAN	679
Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1935. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1935; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1935.)	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN	683
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON	683
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	686
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH	688

Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1936. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1936; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1936.)	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN	690
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON.....	690
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	693
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH.....	695



OM KANTTRÄDENS REAKTION VID FRISTÄLLNING OCH ÖVERBESTÅN- DETS PRODUKTION VID SKÄRM- FÖRYNGRING.

SPECIALUNDERSÖKINGAR I LANFORS- BESTÅNDET.

Ar 1931 har författaren publicerat en avhandling om Lanforsbeståndet och därvid beskrivit naturförhållandena samt beståndets utveckling och behandling. I detta sammanhang må därför endast erinras om att arealen gammal skog efter 1929 års huggning var 8,50 ha, där det tämligen glest ställda beståndet vid 85 års ålder höll 173 fm³ per ha i genomsnitt med 325 stammar per ha. 90 % av kubikmassan var gran. Skogen tillhör Alkvetterns egendom i Värmland och lyder under Katrinefors A.-B.

Hösten 1935 utfördes ny behandling och uppskattning av beståndet, som under mellantiden utsatts för en kraftig påfrestning genom den starka sydvästliga stormen i oktober 1933. Ehuru ett par hundra träd vid detta tillfälle stormfälldes, framträder försöket alltjämt i presentabelt skick, och inga rubbningar av betydelse ha inträffat som påverka planen för förnyringen, vilken nu fortskrider på ett tillfredsställande sätt dels från ytterkanterna och dels under skärm inuti beståndet.

Försöksintresset koncentreras hädanefter huvudsakligen på tvenne specialproblem, nämligen dels frågan om kantträdens tillväxtreaktion, dess storlek och varaktighet, och dels utforskandet av produktionen i det utglesade överbeståndet under den tid då återväxten erövrar marken.

För belysande av den första frågan, som redan tidigare varit föremål för behandling (förf. 1927 och 1931), erbjuder sig ett rätt begränsat material av granar, som stått friställda i Wagnerkanterna å avd. B och å avd. D (se kartan, fig. 1) alltsedan år 1914 eller från senare tidpunkter. Av de kvarvarande stammar, vilka alltsedan år 1914 varit friställda i nordkanten av beståndet, måste år 1935 för återväxtens skull följande 10 träd avverkas: Grupp 1:

110, 111, 112 (avd. B), 104, 164, 292 (avd. D) med en medeldiameter år 1914 av 16,5 cm inom bark, samt Grupp 2: de grövre träden 96, 179, 244, 275 (avd. D), då med grövre träd menas sådana som år 1914 höllo mer än 20 cm i diameter inom bark vid brösthöjd (medeltal 21,9 cm). Samtliga nu uppräknade granar, för vilka reaktionen alltså kunde studeras under 21 år efter friställningen på hösten 1914, underkastades stamanalys, och det är i första hand resultatet av dessa analyser, som skola framläggas här.

Rikligt material finnes för utforskandet av produktionens kvantitet och värde under skärmföryngringstiden, och det gäller att tillvarata detta på bästa sätt. Inom försöket har därför gjorts en uppdelning, så att fyra särskilda områden avsatts för studium av denna fråga. Beståndets kubikmassa och sammansättning registreras noggrant vid varje behandling. Då återväxten helt erövrat något av dessa områden och slutuppskattning göres, bör även återväxten undersökas med avseende på mängd och beskaffenhet, tidpunkten för dess uppträdande, tillväxthastigheten under den tid den stått under skärm m. m. För närvarande kan endast ett ofullständigt behandlat exempel från en obetydlig areal lämnas på huru överbeståndet har försvarat sin plats på marken under föryngringstiden. Detta exempel skall meddelas endast såsom ett preliminärt inlägg i det viktiga spørsmålet om självföryngringens ekonomi. Sedan något tiotal år förflutit torde emellertid — om inga katastrofer inträffa — en ganska fullständig redogörelse kunna åstadkommas från Lanforsbeståndet i detta avseende.

I. Kantträden.

Då Wagnerkanterna år 1914 upptogos och ett bälte på 5 m:s bredd kalhögs i nordkanten av avd. B och D, som äro belägna å kalottens nordliga del, blevo nu ifrågavarande träd i huvudsak fritt ställda mot norr från att tidigare ha stått i mer eller mindre skyddat läge. Senare huggningar — på hösten år 1917, 1920, 1923, 1926, 1929 — ha förts dels i form av utglesning och dels såsom kantförflyttning, varvid likväl dessa 10 kantträd ha lämnats kvar. Innan vi gå in på huru stammarna ha reagerat för friställningen skall i korthet redogöras för deras tidigare utveckling.

Antalet årsringar vid brösthöjd, d. v. s. åldern av den del av stammen, som tillkommit efter det att träden nått en höjd av 1,3 m över marken, utgör år 1914 i medeltal 55 år, då det äldsta trädet hade 61, det yngsta 51 årsringar. Totala åldern varierar avsevärt mycket mer, i det att fyra av träden genomgått marbuskstadium, vilket verkar höjande på medeltalet, som blir 71 år. Av de 10 stammarna uppvisa emellertid år 1914 2 st. en total ålder av 87 år, en är 83 och en 82 år gammal, under det att de övrigas ålder ligger mellan 58 och 65 år. Utan tvivel kommer man till ett uttryck för åldern, som bättre

LANFORSBESTÄNDET ALKVETTERN 1929.

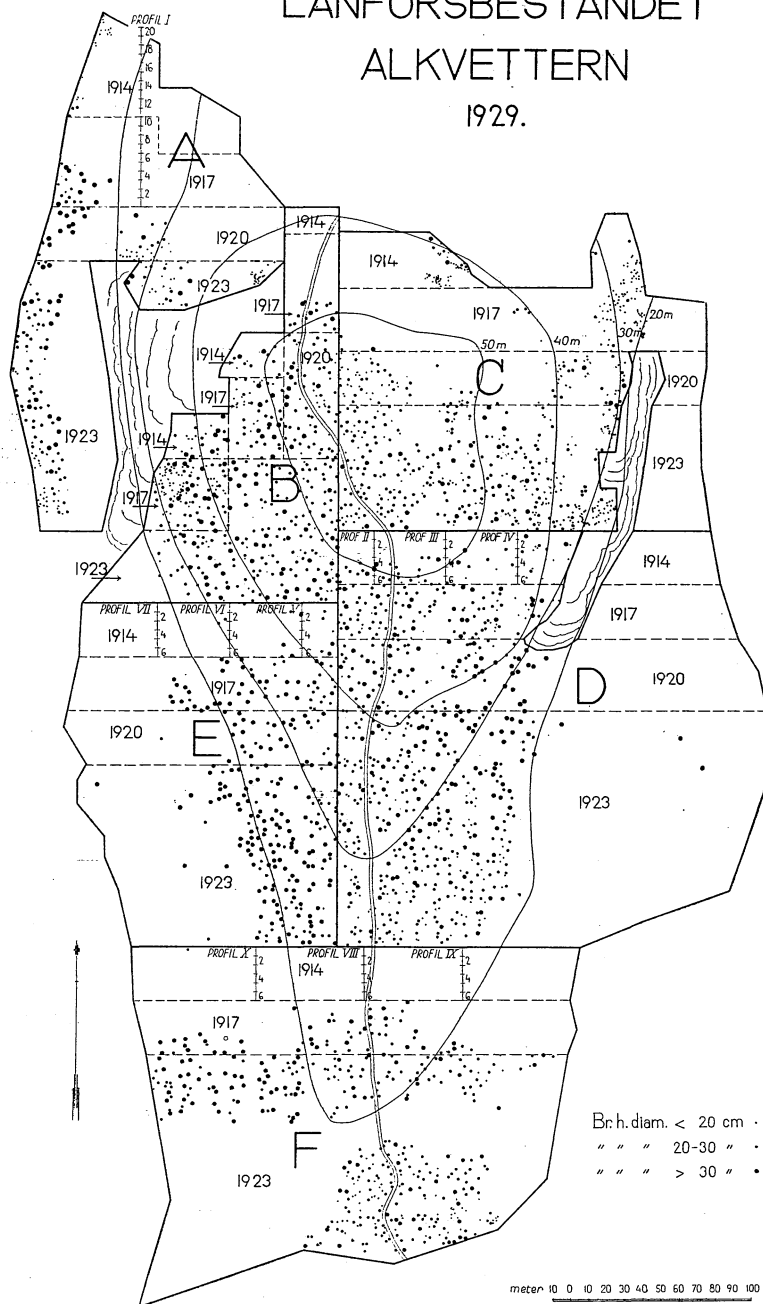


Fig. 1. Karta över Lanforsbeståndet, utvisande läget av olika avdelningar och stamfördelningen hösten 1929. Nivåkurvor på var 10:e meter.
Karte über dem Lanforser Bestand. Stammverteilung im Herbst 1929. Niveaukurven für je 10 m Höhendifferenz.

karaktiserar det utvecklingsstadium där träden befinna sig och de utvecklingsmöjligheter, som de besitta, om en hushållsålder beräknas på sådant sätt att en skäligen tid anslås för utvecklingen upp till brösthöjd och denna tid adderas till antalet årsringar vid brösthöjd. I detta fall kan tillägget skäligen ej sättas högre än till 10 år, varför hushållsåldern år 1914 kan angivas till 65 år och år 1935 således till 86 år. I själva verket blir skillnaden mellan dessa trädshushållsålder och den av SCHOTTE för beståndet i dess helhet angivna åldern ej stor, i det att den senare endast är 5 år högre; SCHOTTES siffra stämmer på 1 år när medeltalet för alla 10 stammarnas totala ålder.

Då undersökningen i första hand gäller trädens reaktion efter friställningen, få de tidigaste stadierna ringa intresse. Jag har därför här begränsat uppgifterna till att omfatta perioden efter det att brösthöjden uppnåtts. Vi sysselsätta oss alltså med hela stammen ovan mark, men endast från den tidpunkt, då den hade uppnått 1,3 m:s höjd, vilket betyder att uppgifterna för samtliga träd omfatta tiden 1870—1935, räknat på hösten, efter vegetationsperiodens slut.

Höjdtillväxten har på senare tiden icke varit särskilt kraftig, utan den reaktion, som kan konstateras, hänför sig huvudsakligen till diameterökning. För de båda grupperna 1 och 2 och i medeltal för alla 10 träden karakteriseras höjdtillväxten av siffrorna i tabell 1.

Tab. 1. Årlig höjdtillväxt i dm och i % enligt stamanalyserna från 1870 till 1935. Jährlicher Höhenzuwachs in dm und in % der untersuchten Bäume, 1870—1935.

Period Periode	1871 —80	1881 —90	1891 —1900	1901 —10	1911 —14	1915 —17	1918 —20	1921 —23	1924 —26	1927 —29	1929—35
Grupp Gruppe 1	3,0 5,4	2,8 3,3	2,3 2,1	1,9 1,4	1,6 1,1	1,3 0,85	1,0 0,7	1,1 0,7	1,2 0,75	1,1 0,7	1,35 0,8 %
Grupp Gruppe 2	4,0 5,65	3,25 3,0	3,0 2,15	2,3 1,4	1,75 1,0	1,6 0,8	1,6 0,8	1,6 0,8	1,75 0,9	1,6 0,75	1,7 0,8 %
Summa och medeltal	3,4	3,0	2,6	2,0	1,7	1,4	1,2	1,3	1,4	1,3	1,5 dm
Summe und Mittel	5,5	3,2	2,1	1,4	1,05	0,85	0,75	0,75	0,8	0,7	0,8 %

Såsom framgår av tabell 1 skilja sig siffrorna rätt obetydligt från varandra. Höjdtillväxten var under 1870- och 1880-talen livlig — 3 dm om året eller mer — därefter har den så småningom nedgått till 1 à 1,5 dm per år. Höjdtillväxtprocenten, som omedelbart före friställningen år 1914 var omkring 1 %, har sedan nedgått till 0,7 à 0,8 % per år.

Innan vi gå in på en diskussion om huru friställningen har verkat på trädens tillväxt bör det påpekas, att det erhållna resultatet naturligtvis skulle ha

kunnat bli annorlunda om huggningarna verkstälts under en helt annan klimatperiod. Det saknas möjlighet att utreda huru därmed förhåller sig, och undersökningen avser blott att klarlägga hur utvecklingen faktiskt har försiggått. En särskild granskning av samtliga stamtrissor har emellertid utförts för att konstatera om klimatet under de enskilda åren kunde förmodas ha inverkat så, att den erhållna reaktionen till någon avsevärd del vore att tillskriva dylika orsaker. Därvid har uppmärksamheten särskilt

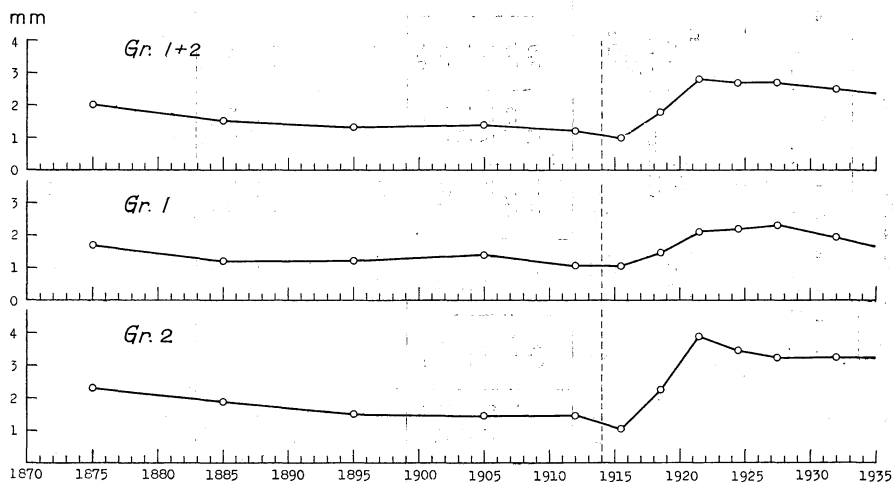


Fig. 2. Årsringsbredden vid brösthöjd. Gr. 1 + 2 medeltal för 10 träd, Gr. 1 medeltal för de 6 klenare, Gr. 2 medeltal för de 4 grövre.

Jähringbreite bei Brusthöhe. Gr. 1 + 2 Mittel aller 10 Stämme, Gr. 1 Mittel der 6 kleineren, Gr. 2 Mittel der 4 stärkeren.

varit fäst på de årsringar som avsatts omkring åren 1914 och 1921, eftersom dessa år ofta framträda såsom gynnsamma. Det har visat sig, att inga markerade avbrott finnas i serierna med avtagande eller stigande årsringsbredd, och jag känner mig efter denna granskning personligen övertygad om att den effekt, som i undersökningen tillskrives huggningarna, verkligen också bör tillskrivas dessa, varvid dock den förut gjorda inskränkningen för hela tidsperiodens genomsnittsklimat förblir gällande.

Materialet i tabell 2 har uppdelats i de två förutnämnda grupperna, då aritmetiska medeldiametern i grupp 1, omfattande 6 träd, år 1914 var 16,5 cm inom bark, i grupp 2, på 4 träd, 21,9 cm.

Årsringsbredden i medeltal för samtliga analyserade träd och för de två grupperna var för sig demonstreras i fig. 2, där reaktionen efter friställningen 1914 framträder med all önskvärd tydlighet. Vi konstatera, att träden i allmänhet haft årsringar mindre än 2 mm och att årsringsbredden haft en i huvudsak fallande tendens ända till dess att en vändpunkt inträffar i och

Tab. 2. 10 st. analyserade granar: volym inom bark, samt tillväxt inom bark pr år.
10 analyserade Fichten: Volumen ohne Rinde, jährlicher Zuwachs ohne Rinde.

Träd n:r Stamm nr.	Volymer i dm ³ år Volumen, Liter, im Jahre			Antal årsr. vid brh. år Anzahl Jahr- ringe bei Brust- höhe 1935	T i l l v ä x t p r å r J ä h r l i c h e r Z u w a c h s														
					1871—1880		1881—1890		1891—1900		1901—1910		1911—1914						
	1870	1914	1935		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen	
						dm ³	%		dm ³	%		dm ³	%		dm ³	%		dm ³	%
I10	7	109	156	80	1,6	1,37	11,3	0,5	1,93	6,8	0,9	2,57	5,1	0,9	3,19	4,05	0,8	2,79	2,75
III	2	103	276	76	1,2	0,46	11,3	1,0	1,26	10,9	1,2	2,36	8,25	1,7	4,32	7,2	1,2	4,23	4,55
II2	4	166	323	77	1,4	0,93	13,3	1,4	1,88	9,35	1,5	3,42	7,55	2,7	7,69	8,05	1,2	5,78	3,80
IO4	2	209	469	72	2,1	1,62	22,4	1,8	3,84	11,8	1,4	5,56	7,05	1,2	6,49	4,65	1,0	7,78	4,1
I64	9	291	764	75	2,4	3,68	17,9	1,6	5,86	8,6	1,1	6,61	5,05	1,0	8,71	4,2	0,9	8,32	3,1
292	6	162	443	75	1,6	1,73	15,2	1,2	2,55	7,8	1,2	4,42	6,7	0,9	4,39	3,95	1,2	6,47	4,5
Medeltal ... Mittel Gr. 1	5	173	405	76	1,72	1,63	15,6	1,25	2,89	8,9	1,22	4,16	6,2	1,40	5,80	5,0	1,05	5,90	3,7
96	19	404	1020	78	2,4	4,54	13,0	1,8	7,20	7,8	1,4	9,58	5,45	1,4	11,89	4,2	1,5	13,28	3,6
179	3	304	842	73	2,1	1,59	21,4	2,0	4,28	12,7	1,7	7,20	8,05	1,8	11,56	6,45	1,6	13,70	5,1
244	5	379	1138	72	2,6	2,80	21,8	2,3	6,30	11,4	1,9	9,82	7,35	1,6	12,42	5,1	1,8	15,24	4,5
275	35	368	754	82	2,1	6,06	10,6	1,4	6,94	5,65	1,0	7,83	3,95	1,0	8,60	3,1	0,9	9,88	2,9
Medeltal... Mittel Gr. 2	16	364	938	76	2,30	3,75	13,2	1,88	6,18	8,1	1,5	8,61	5,7	1,45	11,12	4,5	1,45	13,02	3,95
Medeltal av samtliga... Mittel von sämtlichen Gr. 1 + Gr. 2	9,2	250	618	76	2,0	2,48	14,1	1,5	4,20	8,4	1,3	5,94	5,95	1,4	7,93	4,7	1,2	8,75	3,85

Tab. 2. (Forts.)

Träd nr Stamm nr.	T i l l v ä x t p r å r J ä h r l i c h e r Z u w a c h s																	
	1915—1917			1918—1920			1921—1923			1924—1926			1927—1929			1930—1935		
	Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen		Årsr. br. Jahr- ring- breite mm	Volym Volumen	
		dm ³	%		dm ³	%		dm ³	%		dm ³	%		dm ³	%		dm ³	%
I10	0,7	1,93	1,75	1,0	3,31	2,8	0,8	3,21	2,5	0,5	2,14	1,5	0,7	2,20	1,5	0,3	1,50	1,0
I11	1,2	4,34	4,0	1,7	6,68	5,4	2,2	8,39	5,8	2,0	9,12	5,4	2,0	10,40	5,2	1,7	9,28	3,8
I12	1,7	6,83	3,95	1,7	7,71	4,0	1,7	7,48	3,4	1,3	7,23	3,0	1,7	7,67	3,1	1,3	7,70	2,6
I04	0,8	6,25	2,2	1,3	10,03	4,2	3,0	16,15	5,9	3,2	16,28	5,1	2,2	14,19	3,85	1,4	11,92	2,8
I64	0,7	7,78	2,6	1,5	12,84	4,0	2,2	17,17	4,65	3,0	23,41	5,5	4,0	29,46	5,9	3,7	33,50	5,2
292	1,2	5,89	3,5	1,5	7,04	3,8	2,7	11,82	5,55	3,0	14,44	5,8	3,3	16,65	5,6	3,2	18,73	5,0
Medeltal. Mittel Gr. 1	1,05	5,50	3,5	1,45	7,94	4,0	2,10	10,70	4,8	2,17	12,10	4,7	2,32	13,43	4,55	1,93	13,78	3,9
96	0,8	9,93	2,4	2,3	23,70	5,2	5,7	42,19	7,7	4,7	37,13	5,6	3,7	34,88	4,5	3,1	28,78	3,6
179	1,3	11,15	3,5	2,5	20,63	5,8	3,2	26,39	6,2	3,0	26,64	5,3	3,3	30,80	5,2	3,0	31,85	4,4
244	1,3	13,92	3,6	3,0	25,31	5,7	5,0	41,77	7,8	4,3	39,60	6,0	3,3	37,99	4,9	4,1	47,21	4,9
275	0,8	8,54	2,3	1,3	13,66	3,4	1,7	14,90	3,3	1,8	17,75	3,6	2,8	23,93	4,3	2,8	24,91	3,75
Medeltal. Mittel Gr. 2	1,05	10,88	2,9	2,27	20,82	5,0	3,90	31,31	6,5	3,45	30,28	5,2	3,27	31,90	4,7	3,27	33,19	4,0
Medeltal av samtliga Mittel von sämlichen Gr. 1 + Gr. 2	1,0	7,66	3,0	1,8	13,09	4,6	2,8	18,95	5,8	2,7	19,37	5,0	2,7	20,82	4,65	2,5	21,54	4,0

med perioden 1918—20, då en markerad ökning inträder. Maximivärdet för medeltalet under en treårsperiod för ett enskilt träd uppgår inom grupp 1 till 4 mm (nr 164, 1927—29, se tabell 2), inom grupp 2 till 5,7 mm (nr 96, 1921—23, se tabell 2). Årsringsbredden avtager emellertid snart igen, dock ej mera än att den i genomsnitt alltjämt håller sig nära 2 mm för grupp 1 och för grupp 2 är över 3 mm. Inom grupp 2 inträffar det, att treårsperioden när-

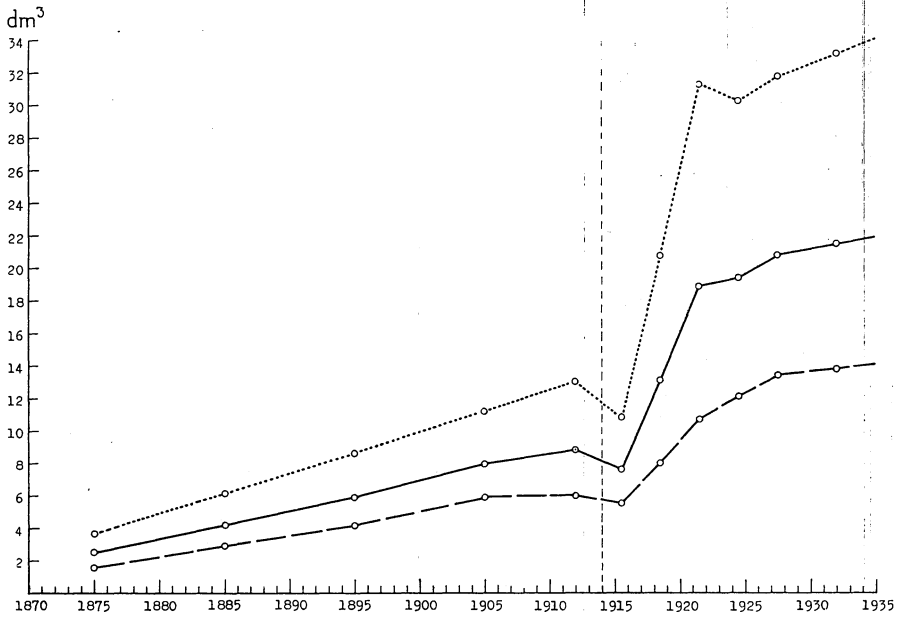


Fig. 3. Årlig tillväxt per träd i dm^3 . *Heldragna linjer*: samtliga träd; *streckade*: Gr. 1, de 6 mindre träden; *prickade*: Gr. 2, de 4 grövre. *Jährlicher Zuwachs pro Stamm in dm^3 . Ausgezogene Linien*: Mittel aller 10 Stämme; *gestrichelte*: Gr. 1, Mittel der 6 kleineren; *punktierte*: Gr. 2, Mittel der 4 stärkeren.

mast efter friställningsåret, d. v. s. perioden 1915—17, uppvisar en starkare nedgång i årsringsbredden än som kunde förmodas vara en normal fortsättning av serien. Detta förhållande, vartill jag återkommer, skulle tyda på att trädens tillväxt under de första åren hämmats genom friställningen.

Figur 3 visar den absoluta årliga tillväxten i dm^3 per träd enligt medelsiffrorna i tabell 2. Massatillväxten per träd stiger jämnt hela tiden, ända till den treårsperiod, som följer omedelbart efter friställningen, då en utpräglad sänkning inträffar. Denna sänkning i den årliga massatillväxtens absoluta belopp, som i medeltal uppgår till 12,5 %, räknat på tillväxten under föregående period, förekommer hos 8 av de 10 analysträden och uppgår maximalt till 25 à 30 %. De båda träd som under treårsperioden 1915—17 ökat sin tillväxt äro nr III och II2 å avd. B. Av dessa har III endast ökat sin absoluta

tillväxt med 2,6 %, vilket i detta sammanhang får betecknas såsom en obetydlig avvikelse. Träd nr 112 har däremot en tillväxtökning av 18 %. Detta torde sammanhänga med att trädet redan före 1914 års huggning hade en mycket fri ställning. De närmaste träden voro nr 110 och 111, som sedan stått kvar ända till hösten 1935, och avståndet till dessa träd var 4 m mot nordväst. Österut var avståndet till närmaste träd 5 m och mot norr, väster och söder

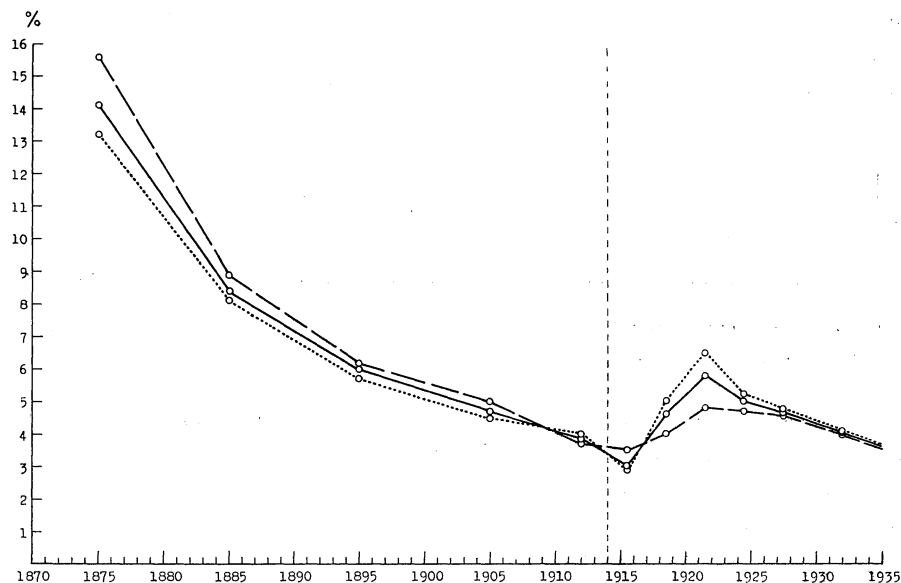


Fig. 4. Massatillväxtprocent per år. Beteckningar: se fig. 3.
Jährliches Volumenzuwachsprozent. Bezeichnungen: siehe Fig. 3.

8 à 10 m. Detta träd intog sålunda redan en så fri ställning, att 1914 års avverkning ej kunde förmodas inverka hämmande på tillväxten, möjligen motsatsen (se fig. 8).

Då alla träd som verkligen blivit hastigt friställda uppvisa en negativ reaktion under första perioden efter ingreppet måste jag sålunda anse det vara i högsta grad sannolikt, att en minskning av tillväxten normalt blivit den omedelbara följden av kantställningen på hösten 1914. Men därefter inställer sig en kraftig positiv reaktion.

Mest rigoröst bestämmes denna positiva reaktions styrka och varaktighet genom ett studium av den löpande tillväxtprocenten, som normalt sjunker jämnt med trädets ålder. Figur 4 visar hur analysstammarnas enligt $r+r$ beräknade massatillväxtprocent jämnt och tämligen hastigt faller från cirka 14 % under 1870-talet till omkring 3 % under perioden 1915—17. När till-

växtreaktionen sätter in, stiger den ända till omkring 6 % om året för att sedan närma sig utgångsvärdet igen. Den tidrymd inom vilken denna utveckling äger rum kan anslås till omkring 20 år.

Friställningens inverkan på formklassen.

Årsringen mitt ovan br.h. behöver ej vara lika bred som vid br.h. för att värdet på br.h.-formklassen skall ökas eller hålla sig konstant. Om formklassvärdet exempelvis är 0,65 vid ett tillfälle, så behöver årsringen inom det område, där den övre formklassdiametern är belägen, endast utgöra 65 % av årsringen vid br.h. för att samma värde på formklassen skall bibehållas.

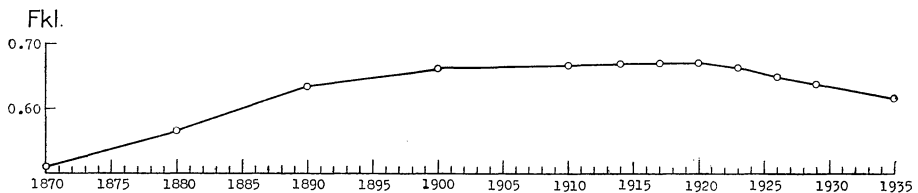


Fig. 5. Brösthöjdsmedelformklassen för samtliga kanträd.

Die mittlere Brusthöhenformklasse sämtlicher Randbäume (TOR JONSSON $\frac{D_{H-1,3}}{2} : D_{I,3}$).

I den föregående framställningen har visats, att friställningen har åstadkommit en kraftig ökning av årsringen vid br.h. och att reaktionen också har fört med sig en stark ökning av volymtillväxten samt av massatillväxtprocenten. Det är emellertid ej likgiltigt hur tillväxten fördelar sig på stammen, särskilt om man betänker, att reaktionen vid br.h. är lättast att avläsa, varför en felaktig föreställning om årsringsbredden i stammens olika delar lätt kan leda till en felaktig uppfattning om den totala reaktionens storlek, då i praktiken endast årsringen vid br.h. observeras. Det är därvid troligt, att en undersökning av stammens tillväxt vid br.h. kommer att ge anledning till en överskattning av den totala tillväxten, ty det är naturligt, att trädet vid friställning behöver en förstärkning i de nedersta stampartierna, och det är ej osannolikt att denna extra förstärkning kan komma att sträcka sig ända upp över br.h.

För det tillgängliga materialet ha dels värdena för br.h.-formklassen uträknats för varje träd vid olika tidpunkter, dels har för tiden närmast före 1914 och tiden därefter sammanställts radietillväxten vid br.h., mitt ovan br.h. och mitt emellan toppen och sistnämnda punkt, d. v. s. 25 % från toppen av avståndet från toppen till br.h., varvid utgångsläget för bestämmandet av måttstället tagits vid slutet av varje undersökt period.

Fig. 5 visar den genomsnittliga utvecklingen av brösthöjdsformklassen från år 1870, då de 10 träden vid en br.h.-ålder av 11 år (totala medelåldern 27 år) hade en medelformkvot av 0,509, som raskt stiger till år 1900, då den når värdet 0,661, varpå den sakta ökas till 0,671 år 1920, 6 år efter friställ-

ningen. Efter år 1920, sedan tillväxtreaktionen på allvar börjat, sjunker formklassvärdet under 15 år med i medeltal 0,37 formklassenheter om året. På tre år har således i genomsnitt medelformklassen sjunkit med drygt en enhet, exempelvis från 0,67 till något mindre än 0,66.

Vid studiet av årsringsbredden på olika höjd av stammen har jag ansett det vara lämpligt att särskilla materialet i de tvenne diameterklasser som bildats, nämligen grupp 1: de 6 träd som år 1914 hade mindre br.h.d. än 20

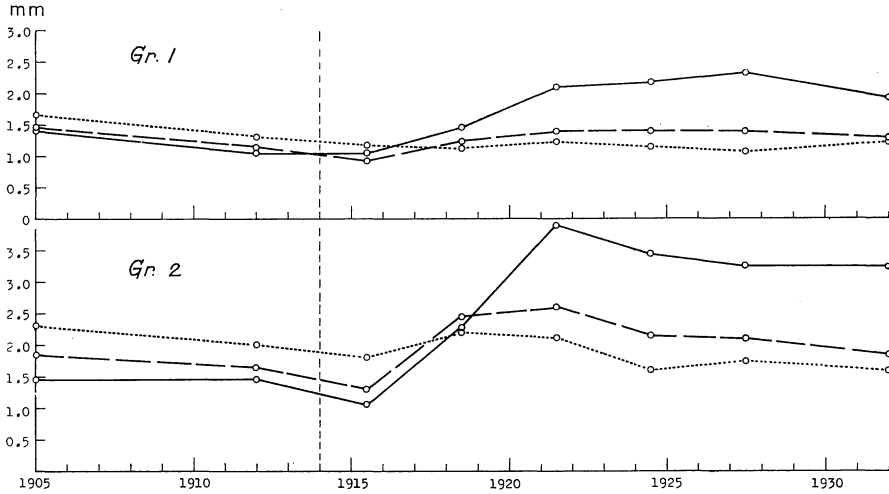


Fig. 6. Årsringsbredden på olika höjd av stammen. *Heldragna linjer*: vid bröst-höjd; *streckade*: 50 % ovanför brösthöjd; *prickade*: 75 % ovanför brösthöjd. *Jähringbreite. Ausgezogene Linien*: bei Brusthöhe; *gestrichelte*: bei 50 % über Brusthöhe; *punktierter*: bei 75 % über Brusthöhe.

cm inom bark (aritmetiskt medeltal 16,5 cm), och grupp 2: de 4 träd, som år 1914 hade större br.h.d. än 20 cm (aritmetiskt medeltal 21,9 cm). Fig. 6 visar den genomsnittliga utvecklingsgången inom dessa båda grupper från slutet av år 1900 till slutet av år 1935, då varje periods medelvärde inlagts över periodens mitt. Före friställningen på hösten 1914 var radietillväxten i absolut mått större ju högre upp på stammen tvärsnittet befann sig. Efter friställningen har detta förhållande blivit omkastat. Efter en övergångsperiod på några få år avsättes tillväxten på sådant sätt, att årsringarna äro mycket breda i stammarnas nedersta partier med starkt avtagande bredd upp emot toppen. Hos de klenare träden, grupp 1, har den översta av de tre undersökta diametrarna knappast visat någon reaktion, diametern mitt ovan br.h. har reagerat tämligen måttligt, men br.h.d. visar en kraftig ökning. Hos de grövre träden, grupp 2, omfattar tillväxtreaktionen alla de tre uppmätta diametrarna med starkare utslag ju lägre diametern ligger på stammen.

Massatillväxtprocentens beräkning med hjälp av närmeformel.

Det är en hel del arbete förbundet med utförandet av fullständiga stamanalyser, vilka dessutom medföra den olägenheten, att träden måste kapas upp i så korta längder att virket knappast kan bli användbart som timmer. Vid den undersökning som författaren år 1926 underkastade 15 st. kantträd inom avd. A av Lanforsbeståndet, kom därför en förenklad metod till användning, varvid emellertid endast massatillväxtprocenten kunde beräknas, under det att formförändringarna ej alls kunde fastställas.

Då nu ett noggrant analyserat material föreligger, har jag ansett det vara lämpligt att undersöka storleken av de fel varmed den förenklade metoden för tillväxtprocentens beräkning arbetar. Metoden bygger på författarens närmeformel för kubikmassan av en stam, vars avsmalning följer HÖJERS ekvation, vilken närmeformel lyder

$$V_1 = 0,73 g_{0,34} H, \text{ där}$$

V_1 är trädstammens beräknade volym, $g_{0,34}$ är tvärskärningsytan 34 % nedifrån, H är totala höjden och 0,73 är en konstant. Massatillväxtprocenten per år för en period som omfattar n år erhålles ur formeln

$$1,0p^n = \frac{gH}{g_1 H_1},$$

där H är höjden vid slutet av perioden, H_1 höjden i början, g och g_1 äro grundytorna vid 34 % nedifrån av H , resp. H_1 , mätta på resp. stammar, så att g_1 ligger n årsringar längre in än g .

Vid mätningarna tillgår så, att först totala nuvarande höjden mätes jämte diametern inom bark vid 34 % nedifrån av denna höjd, varav g erhålles. För att få g_1 avsågas toppen av trädet så långt ned som tvärskärningen håller n årsringar. Resten av trädet har den höjd H_1 , som trädet uppnådde för n år sedan, och g_1 beräknas ur den diameter inom bark, som fås genom att utifrån räkna bort n årsringar från diametern vid 34 % nedifrån av H_1 . Därvid kan trädet antingen avsågas vid denna punkt eller också kan n årsringars bredd utrönas genom borring.

Vill man upprepa proceduren för en tidigare period, så blir $1,0p_1^{n_1} = \frac{g_1 H_1}{g_2 H_2}$, då H_2 och g_2 uttagas på samma sätt som tidigare H_1 och g_1 .

För var och en av 1935 års stamanalyser har nu uttagits höjden och grundytan vid tidpunkterna 1910, 1914, 1917, 1920, 1923, 1926, 1929 och 1935, varigenom 7 tillväxtperioder blivit undersökta. En jämförelse mellan årliga massatillväxtprocenten, beräknad efter närmeformeln och beräknad efter stamanalyserna genom noggrann kubering, ställer sig i genomsnitt för alla träd på följande sätt, då i båda fallen använts trädens sammanlagda volym

Period	1911— 14	1915— 17	1918— 20	1921— 23	1924— 26	1927— 29	1930— 35	1918— 35
p' enl. närmeformel.....	3,6	2,8	4,2	5,65	4,9	4,5	3,85	4,5
p enl. stamanalys.....	3,85	3,0	4,6	5,8	5,0	4,65	4,0	4,65

i slutet och början av varje period. Som synes ger närmeformeln genomgående något för lågt värde på årliga tillväxtprocenten, vilket måste bero därpå, att stamkurvan icke följer HÖJERS ekvation. I själva verket kan man icke pretendera på att stammen skall stämma exakt med formeln då såsom här rotansvällningen ingår i volymen, vilken medräknats ända ned till marken.

Skillnaderna äro emellertid i allmänhet ej större än 1 à 2 enheter i första decimalen av tillväxtprocenten. Betraktas varje undersökt period hos varje träd såsom ett likartat element, erhållas 70 sådana element. Aritmetiska mediet av de 70 tillväxtprocenterna blir enligt närmeformeln endast 0,1107 lägre än enligt stamanalyserna. Systematiska felet skulle sålunda kunna ansås till $-0,11$. Spridningen kring de med systematiska felet korrigerade värdena blir $\pm 0,4318$ för en enskild bestämning, så att man har anledning sätta $p = p' + 0,11 \pm 0,43$, då p är massatillväxtprocenten, bestämd enligt stamanalys, p' samma procent, bestämd enligt närmeformel. För exempelvis 15 bestämningar blir medeltalet $p = p' + 0,11 \pm 0,11$, d. v. s. ett medeltal av 15 träd blir visserligen systematiskt något för lågt men i övrigt rätt bestämt på ungefär en enhet i första decimalen.

Med anledning av den utförda kontrollen torde det påståendet kunna göras, att de av författaren år 1927 publicerade tillväxtprocenterna för 15 kantträd, avverkade hösten 1926, varit tillräckligt noggrant bestämda för att de reflektioner som byggts på siffrorna stå sig inför kritiken. I själva verket torde siffrorna ligga något i underkant, och av de nu utförda stamanalyserna vill det framgå, att kulmen för tillväxtreaktionen nätt och jämnt hade passerats vid avverkningstidpunkten. Om alltså förhållandena hade tillåtit att dessa 15 kantträd utan skada för återväxten kvarlämnats i ytterligare 10 år, så skulle antagligen även detta ur produktionssynpunkt ha kunnat försvaras, möjligen med undantag för de allra grövsta stammarna.

Värdetillväxten.

För att kunna beräkna den ekonomiska effekten av friställningsåtgärden måste vi värdera träden och deras tillväxt i penningar. Om undersökningen skall bli fullständig, erfordras vidare kännedom om den areal, som de undersökta träden upptagit, om markvärdet samt om värdet av den under tillväxtperioden uppkomna återväxten. Då emellertid dessa kompletterande uppgifter saknas, får framställningen inskränkas till en redogörelse för huru

de kvarställda kanträden förräntat sitt eget rotvärde under den tid av 21 år, som förflutit sedan 1914 års huggning.

Genom tillmötesgående från skogsförvaltningens sida har jag fått uppgift om de apteringsregler, priser och kostnader, som hösten 1935 gällde för köpvirke i ifrågasvarande avsättningsläge. Med hjälp härav ha de enskilda analys-träden kunnat värdeberäknas vid olika tidpunkter, varefter ändringen i netto-rotvärde kunnat studeras under 1900-talet på basis av 1935 års prisnivå. Därvid har tiden före friställningen uppdelats i två perioder, omfattande åren 1901—1910 och 1911—1914, och tiden efter friställningen har uppdelats i tre perioder, omfattande åren 1915—20, 1921—29 och 1930—35.

Förutsättningarna för värdeberäkningarna ha varit följande.

Timmer, obarkat, minimidimension $17' \times 8''$, maximilängd $23'$, medellängd $16'$, stötfot $4''$, apterat i halvtum inom bark, toppkuberat i halvtum, prisberäkning i heltum enl. följande priser i öre per kbft toppmått inom bark vid sågen.

$7''$	$8''$	$9''$	$10''$	$11''$
33	36	39	42	45

Sulfitved, helbarkad, 4, 3 och 2 m:s längder, minimidimension 9 cm inom bark, 6 kr. per lm^3 vid bilväg. För 4 m:s längd $1 \text{ fm}^3 = 1,49 \text{ lm}^3$, 3 m:s längd $1 \text{ fm}^3 = 1,45 \text{ lm}^3$, 2 m:s längd $1 \text{ fm}^3 = 1,4 \text{ lm}^3$.

Sekundaved, kr. 3:50 per lm^3 vid bilväg, 1 fm^3 inom bark = 1:75 lm^3 på bark.

Ackordspriserna för huggning ha upptagits till:

Timmer (obarkat) $\leq 7\frac{3}{4}''$ $8''$ — $10\frac{3}{4}''$ $\geq 11''$
 öre pr stock 13,9 18,3 27,2 inklusive ersättning för
 lumpning, i genomsnitt 0,8 %.

Sulfitved (helbarkad) för 4 m:s längd 13,5 öre per st.

» 3 » » 10,1 » » »

» 2 » » 6,7 » » »

Sekundaved 141 öre per lm^3 .

Körningskostnaderna ha satts till:

Timmer 5,6 öre per kbft toppmått.

Sulfitved 67 öre per lm^3 .

Sekundaved 72 öre per lm^3 .

Allmänna drivningskostnader: 1,25 öre per kbft toppmått för timmer, 20 öre per lm^3 för sulfit-, sulfat- och kastved.

En sammanställning av värdeberäkningarnas resultat är framlagd i tabell 3, som omfattar medeltal för de båda diametergrupperna och totala medelvärden. I tabellen har för jämförelse insatts kubikmassetillväxtprocenten. Den absoluta värdetillväxten per träd visar en rätt jämn stegring fram till år 1920,

Tab. 3. Trädens tillväxt i rotvärde 1900—1935.
Wert pro Baum in öre, und Wertzuwachs pro Jahr.

Tidpunkt	1900	1910	1914	1920	1929	1935	Zeitpunkt
Gr. 1 . . .	36,2	69,2	87,5	113,9	194,1	257,3	Rotvärde i öre per träd Wert in öre pro Baum
Gr. 2 . . .	98,4	176,4	211,7	279,4	525,2	723,8	» » » » »
Gr. 1+2	61,1	112,1	137,2	180,1	326,5	443,9	» » » » »
Period	1901 —10	1911 —14	1915 —20	1921 —29	1930 —35		Jahresperiode
Gr. 1	3,3	4,6	4,4	8,9	10,5		Tillväxt per år i öre per träd. Järl. Zuwachs pro Baum in öre
Gr. 2	7,8	8,9	11,3	27,3	33,1		» » » » »
Gr. 1+2	5,1	6,3	7,1	16,3	19,6		» » » » »
Gr. 1	6,7	6,05	4,5	6,1	4,8		Värdetillväxtprocent per år. Järl. Wertzuwachsprozent
Gr. 2	6,0	4,7	4,7	7,3	5,5		» » » » »
Gr. 1+2	6,25	5,2	4,6	6,85	5,25		» » » » »
Gr. 1	5,0	3,7	3,6	4,7	3,9		Kubikmassetillväxtprocent pr år Järl. Volumenzuwachsprozent
Gr. 2	4,5	3,95	3,95	5,45	4,0		» » » » »
Gr. 1+2	4,7	3,85	3,8	5,15	4,0		» » » » »

varefter en kraftig höjning inträder. Den relativa tillväxten i värde, som här kan sägas representera räntefoten med vilken virkeskapitalet arbetar, har varit fallande till år 1920. Sedan har den kraftigt stegrats för att åter falla. Värdetillväxtprocenten håller sig hela tiden 1 à 1,5 % över kubikmasse-tillväxtprocenten, varför utslaget för reaktionen blir förstärkt. Figur 7 åskådliggör utvecklingsgången grafiskt.

Vid friställningsingreppet år 1914 låg värdetillväxtprocenten vid omkring 5 % per år med fallande tendens. Ingreppet åstadkom en reaktion med höjning av räntabiliteten upp till emellan 6 och 7 %; nu, 20 år efter ingreppet, befinna sig träden tillbaka på samma nivå som vid ingreppet.

Sammanfattning.

Kantträdens tillväxtreaktion yttrar sig huvudsakligen som diametertillväxt, under det att höjdtillväxten är relativt obetydlig. Genom den starka friställningen åstadkommes en betydande formklassförsämring på grund av att träden förstärka stammens nedre delar. Omedelbart efter den häftiga friställningen har den absoluta tillväxten per träd sjunkit för att därefter kraftigt stegras. 20 år efter ingreppet har tillväxtprocenten i massa och värde återgått till ungefär samma nivå som omedelbart före friställningen, ehuru en ej obetydlig reaktion kvarstår i form av ökad årsringsbredd vid br.h. Värdetill-

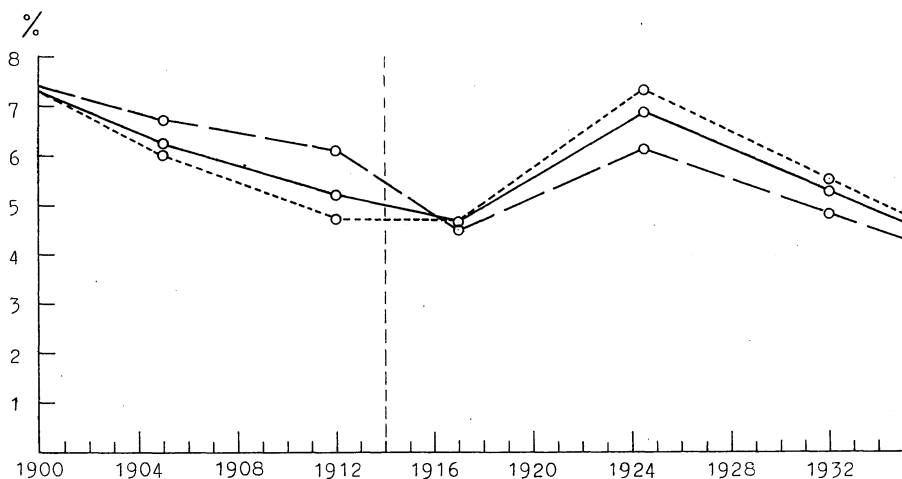


Fig. 7. Värdetillväxtprocenten per år. *Heldragna linjer*: samtliga träd; *streckade*: Grupp 1; *prickade*: Grupp 2. Jährliches Wertzuwachsprozent. *Ausgezogene Linien*: sämtliche Stämme; *gestrichelte*: Gruppe 1, die kleineren; *punktierte*: Gruppe 2, die stärkeren.

växten har hela tiden hållit sig i närheten av eller över 5 %. För att ekonomiskt beräkna åtgärdens effekt erfordras emellertid bl. a. uppgifter om markvärdet och om värdet av den under perioden uppkomna återväxten. Material för undersökningar av detta slag samlas för närvarande från Lanforsbeståndet men kommer ej att föreligga i nämnvärd omfattning förrän efter något tiotal år.

LITTERATUR.

PETRINI, SVEN, 1927: Om kanträdens tillväxt vid Wagnerhuggning. Skogen, sid. 416—417. —, 1931: Lanforsbeståndet. Medd. fr. Statens skogsförsöksanstalt, H. 26, nr 3.

II. Naturföryngringens ekonomi.

Inledning.

Genom aptering och värdeberäkning av de analyserade granstammarna i olika åldersstadier erhöles de siffror över värdetillväxten, som framlagts i tabell 3. Träden, som voro nummerade, ha också klavats vid brösthöjd vid de olika behandlingstillfällena, och en serie värden kunde alltså uträknas, angivande rotvärdet i öre per träd av olika brösthöjdsdiameter på bark. Med hjälp av kuberingstalen uträknades också rotvärdet per fm³ på och inom bark i och för jämförelse med normalkubikmeterserien. Det visade sig därvid, att det blev praktiskt taget samma relation mellan priset per volymenhet, vare sig man begagnade diametern inom bark och kubikmassan inom bark, eller

diametern på bark och kubikmassan på bark. Jägmästare NYBLOM har nyligen (Skogen h. 2, 1936) publicerat en dylik relativ värdeserie, varför jag här återger hans granserie till jämförelse med siffrorna från Alkvettern.

Tab. 4. Relativt värde per fm^3 på bark för gran i olika br.h.d. klasser.
Relativer Wert pro Fm^3 mit Rinde, Fichte verschiedener Stärke.

Diameter på bark cm Brusthöhendurchmesser mit Rinde cm.	10	15	20	25	30	35	40
Normalserien (Normal)	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
NYBLOM (nach NYBLOM)	0,31	0,67	0,82	1	1,14	1,62	1,75
Alkvettern (nach vorliegendem Material)	0,30	0,68	0,89	1	1,20	1,45	1,50
Alkvettern avrundat (abgerundet)	0,3	0,7	0,9	1	1,2	1,45	1,5

Vid förrättningsstillfället fann jag endast ett litet område på 12 ar, som nu kunde göras till föremål för en beräkning över det ekonomiska utfallet av beståndets skötsel under föryngringstiden. Såsom ett exempel skall här nedan meddelas resultatet av kalkylen.

Innan vi övergå till exemplet, är det emellertid lämpligt att utreda hur kalkylen skall göras.

Vi utgå från mogen skog, som skall föryngras, och det gäller att bestämma det sätt som är mest ekonomiskt. För att få nytta av kalkylen måste man uppställa olika alternativ. Antingen kan en avbrottskalkyl utföras, som ger upplysning om hur det ställer sig att kvarhålla överbeståndet en kortare eller längre tid, sedan föryngringen väl blivit tryggad. Eller också kan resultatet av den långsammare naturföryngringsmetoden jämföras med en omedelbar avverkning med eventuellt behövlig kulturåtgärd. Slutligen kan avbrottskalkylen kombineras med en beräkning för kalhuggning med skogsodling på sådant sätt, att man varje gång med användande av olika långa perioder jämför resultatet av båda metoderna.

Eftersom beståndet på en viss plats icke samtidigt kan behandlas mer än på ett sätt, och då man måste ha material över tillväxt och avkastning för varje kalkyl, blir det naturligt att varje gång jämföra resultatet av en viss föryngringshuggningsmetod med det resultat, som skulle ha uppnåtts genom kalhuggning. Om det sålunda gäller ett flertal bestånd på olika ställen, som var för sig föryngrats efter olika metoder med olika hastig avveckling av den gamla skogen eller med ingrepp efter skilda system, så har man anledning att i vart och ett av dessa fall beräkna den skillnad i ekonomi, som uppstår vid användning av kalhuggning + skogsodling och vid användning av den metod som materialet faktiskt har underkastats. Kalhuggning + skogsodling

skulle då bli den standard med vars hjälp man beräknar den vinst eller förlust, som uppstår i olika fall. Har man tillräckligt stort material till förfogande kunna sedan de olika föryngringsmetoderna placeras i rätt ordning efter det ekonomiska överskott, som de lämna över standardmetoden.

Vi införa först följande beteckningar.

- a = beståndets ålder då föryngringsåtgärden beslutas
 A_0 = » rotvärde per ha vid åldern a år
 D_0 = uttaget rotvärde vid a år, vid omedelbar kalhuggning = A_0
 x_1 = antal år som förflyter till huggningsingreppet vid åldern $a+x_1$ år
 x_2 = antal år som förflyter till huggningsingreppet vid åldern $a+x_2$ år, etc.
 D_{x_1} = uttaget rotvärde vid $a+x_1$ år
 D_{x_2} = » » » $a+x_2$ år, etc.
 A_n = beståndets rotvärde vid $a+n$ år = slutavverkningens rotvärde per ha
 n = föryngringsperiodens längd
 B = markvärdet per ha
 F_n = föryngringens värde per ha vid tidpunkten $a+n$ år
 v = allmänna omkostnader per ha i skog av normal ålderssammansättning
 V_n = summan utbetalade allmänna omkostnader per ha jämte ränta vid tidpunkten $a+n$ år
 p = den vid kalkylen tillämpade räntefoten
 t = den tid som förflyter innan föryngringen fattat fast fot på marken:
 vid omedelbar kalhuggning anger t den tid som förflyter innan kultur kan verkställas, vid naturlig föryngring är $t = n - f_a$, om f_a är den naturliga återväxtens medelålder vid tidpunkten $a+n$ år.
 c = kulturkostnad per ha, behövlig om kalhuggning utföres vid a år.

För standardmetoden, kalhuggning med kultur, blir uppställningen av inkomster och utgifter vid tidpunkten $a+n$ år följande.

Inkomster:

Slutavverkning: $A_0 \times \mathbf{I}, op^n$
 Ungskogen: F_n

Utgifter:

Kulturkostnad: $c \times \mathbf{I}, op^{n-t}$
 Ränta på markvärdet: $B (\mathbf{I}, op^n - \mathbf{I})$
 Allmänna omkostnader V_n

För skärmföryngringen ställer kalkylen sig på motsvarande sätt.

Inkomster:

Avverkn. vid a år: $D_0 \times \mathbf{I}, op^n$
 » » $a+x_1$ år: $D_{x_1} \times \mathbf{I}, op^{n-x_1}$
 » » $a+x_2$ år: $D_{x_2} \times \mathbf{I}, op^{n-x_2}$
 Slutavverkning vid $a+n$ år: A_n
 Ungskogen: F'_n

Utgifter:

Ränta på markvärdet: $B (\mathbf{I}, op^n - \mathbf{I})$
 Allmänna omkostnader: V'_n

I de båda kalkylerna behålla p och B samma värden. Visserligen påverkas B av det system för föryngringshuggning som användes, men vid beräkningar som göras för att konstatera vilket system som är fördelaktigast måste en gemensam utgångspunkt väljas, i detta fall ett konstant markvärde. Det är naturligtvis också möjligt att uppställa räkningarna så, att markvärdet är den obekanta som skall bestämmas i de båda fallen, varvid den metod föredrages, som ger högsta markvärdet. Därvid måste emellertid kalkylerna omfatta även den tidigare behandlingen av beståndet.

Under förutsättning att material finnes över beståndets och självföryngringens utveckling vid verkställd naturlig föryngring av ett visst bestånd, under förutsättning vidare att behövlig kulturkostnad, allmänna omkostnader och markvärde äro kända storheter, så kan vid viss räntefot beräknas hur stor vinst eller förlust naturföryngringsmetoden medför i jämförelse med standardmetoden. Kallas inkomst- och utgiftssummorna vid periodens slut för standardmetoden för I och U , motsvarande summor för det andra alternativet för I' och U' , så vilja vi beräkna saldot $S = I' - U' - I + U$, då S är den vinst eller förlust som vid en viss räntefot uppstår om man väljer det andra alternativet i stället för standardmetoden. Med användning av våra beteckningar få vi

$$S = A_n - A_0 \times I, op^n + F'_n - F_n + V_n - V'_n + c \times I, op^{n-t} + \\ + D_0 \times I, op^n + D_{x_1} \times I, op^{n-x_1} + D_{x_2} \times I, op^{n-x_2} + \dots$$

Såsom en fördel kan det antecknas, att räntan på markvärdet försvinner vid beräkningen av saldot, varför i detta sammanhang inga kalkyler behövas över hur stort markvärdet är. Avgörande för saldot är A_n och de positiva D -termerna samt den negativa termen $A_0 \cdot I, op^n$; alltså: värdetillväxten hos skärmbeståndet, gallringsuttagen och räntorna på det vid kalhuggningen lösgjorda kapitalet. Skillnaden i förväntningsvärde hos återväxten i de båda fallen ($F'_n - F_n$) blir däremot mindre betydande, och kulturkostnaden blir heller icke av någon avgörande betydelse, då n är en relativt kort period, som dessutom minskas med t år för hyggesmognaden. Skillnaden i allmänna omkostnader ($V_n - V'_n$) spelar likaså en relativt underordnad roll, därför att man vid kalhuggning med snart åtföljande kulturåtgärder måste räkna ränta på i början av perioden utlagda relativt stora, allmänna omkostnader, under det att de allmänna omkostnaderna vid successiv avveckling utgå jämnare fördelade under hela perioden och med tyngdpunkten förlagd på dess sista år, då slutavverkning äger rum. Även om de totalt utbetalda allmänna omkostnaderna exklusive räntor kunna bli något lägre vid kalhuggningsmetoden, blir det alltså en viss utjämnning av skillnaden på grund av räntorna. I brist på noggrann utredning om de allmänna omkostnadernas storlek vid olika hugg-

ningsmetod och om dessa kostnaders rätta fördelning, måste det anses vara en fullt tillåtlig approximation att försumma skillnaden mellan V_n och V'_n . Sättas exempelvis de årliga allmänna omkostnaderna för ett skogsbruk med skog i alla åldrar till 5 kr per ha, uppgår kostnadssumman per ha vid 4 % räntefot under en period av 15 år endast till 100 kr. Differenserna mellan tal av denna låga storleksordning kunna därför utan tvivel försummas i en kalkyl av detta slag.

Sedan saldot i ett visst fall uträknats för några olika värden på p , kan medelst successiv approximation eller grafisk uppläggnings uträkning uttrönas vid vilken räntefot de båda jämförda föryngringsmetoderna ge samma ekonomiska resultat under de för övrigt givna förutsättningarna.

Produktionen per hektar under föryngringstiden.

För belysande av denna fråga har valts ett område å avd. B, där en del av de undersökta stamanalyserna äro tagna. År 1920 kunde området sägas vara oföryngrat, år 1935 var återväxten därstädes så långt kommen, att arealen avtäcktes och överlämnades åt den nya generationen: endast ett par frötallar och någon enstaka gran kvarlämnades in emot beståndet söderut. Självföryngringen gjorde intryck av att ungefär motsvara en femårig gran-kultur. Man kan påstå, att föryngringen i all huvudsak har inkommit, fattat fast fot och erövrat marken under den förflutna 15-årsperioden efter år 1920, och en redogörelse för överbeståndets produktion på ifrågavarande yta under sagda tid ger därför ett exempel på, i vilken grad marken har försvarats av där kvarlämnade träd.

Det undersökta föryngringsområdet omfattar 0,121 hektar. Dess form och belägenhet framgår av kartorna, fig. 8, som också visar antalet och placeringen av de därstädes växande träden vid olika tidpunkter. (Med hjälp av vägen och de på kartorna angivna årtalen kan fig. 8 utan svårighet inpassas i kartan, fig. 1.)

Om boniteten bestämmes enbart efter de träd, som funnos kvar 1935, måste den bli för hög, eftersom endast de bästa stammarna återstå. En jämförelse med det av JONSON upprättade boniteringsschemat efter ålder och medelhöjd ger år 1935 en placering mellan Bon. III och Bon. IV. År 1929 och år 1926 ligger beståndets medelhöjd mycket obetydligt över medelkurvan för Bon. IV. Om tillräckliga höjdmätningar hade förelegat för år 1920, skulle en bonitetsbestämning vid denna tidpunkt troligen ha hänfört beståndet ganska exakt till fjärde boniteten; hela området är här bergbundet och tillhör de kargaste partierna av Lanforsbeståndet. Jag kan därför ej anse boniteten böra sättas högre än till Bon. IV. Enligt JONSON producerar sådan mark med 100-årig omloppstid idealt i genomsnitt per år 4,5 fm³, enligt fastighets-taxeringen normalt 3,2 fm³.

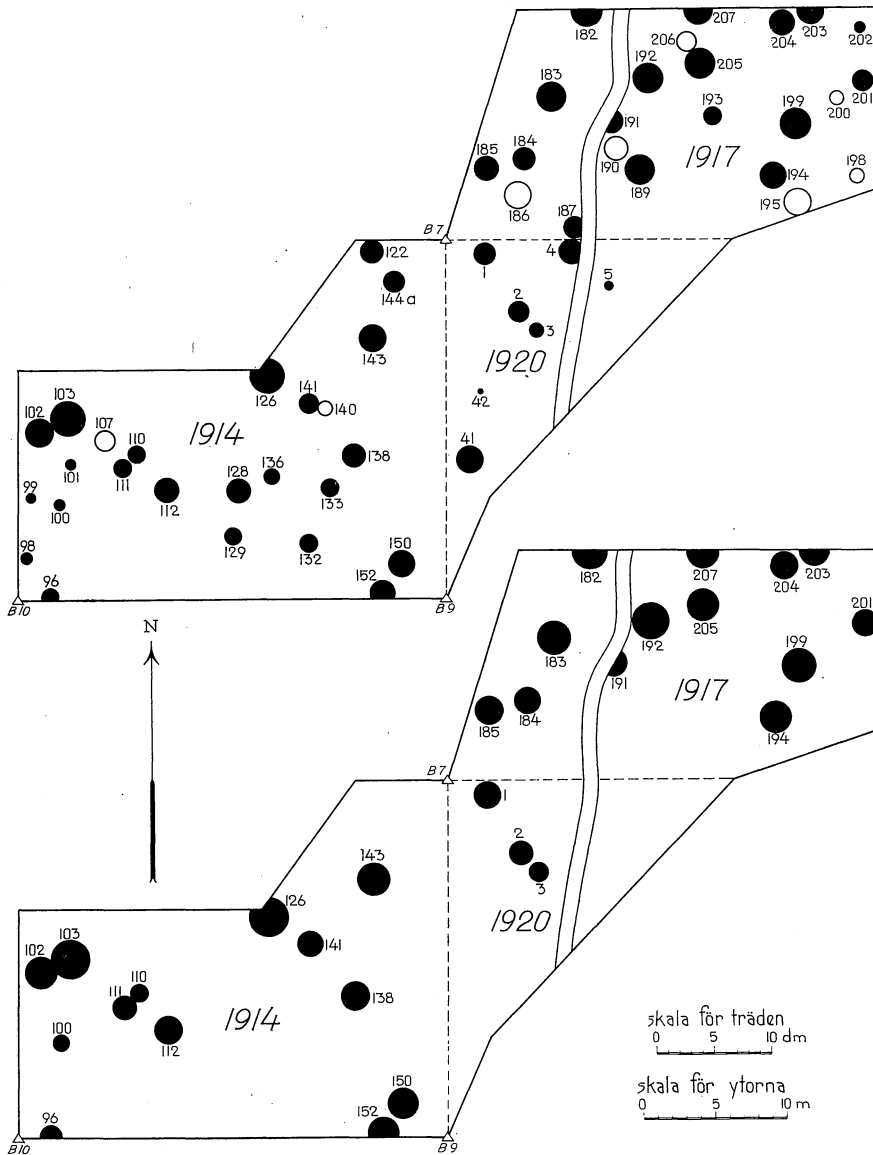


Fig. 8. Karta över förnyngsområdet. Överst: före 1920 års huggning, då de träd avlägsnades, vilka betecknats med ofyllda cirklar. Nederst: de kvarvarande träden efter 1929 års huggning.

Das Verjüngungsgebiet. Oben: vor dem Hieb im 1920, wo die Stämme weggehauen wurden, welche mit weisse Kreisflächen bezeichnet sind. Unten: die nach dem Hieb im Herbst 1929 bleibenden Stämme.

I tabell 5 nedan finnas siffror per ha över stamantal och kubikmassa på bark för förnygringsområdet vid olika tidpunkter. Exemplet har schematiserats därigenom att de få tallarna ha sammanslagits med granarna och räknats som granar.

Tab. 5. Stamantal och kubikmassa på bark per ha.
Stammzahl und Kubikmasse mit Rinde pro ha.

	1920		1923		1926		1929		1935	
	st.	fm ³	st.	fm ³	st.	fm ³	st.	fm ³	st.	fm ³
Kvarstående.....	389	101	389	112	364	121	240	103	58	30
Bleibende										
Utgallrade.....	66	13	—	—	25	4	124	29	182	92
Ausgeschiedene										
Summa Summe	455	114	389	112	389	125	364	132	240	122

Under den tid undersökningen omfattar har kubikmassan aldrig understigit 100 fm³ per ha och maximalt uppgått till 132 fm³ per ha. Hösten 1920 höll beståndet ej mindre än 455 stammar per ha med 114 fm³. Detta bestånd utglesnades vid samma tillfälle något, varvid 11,4 % av kubikmassan avlägsnades. Därefter lämnades träden att växa tämligen ostörda ända till år 1929, i det att endast vid ett tillfälle dessförinnan, hösten 1926, något mer än 3 % av dåvarande kubikmassan höggs bort. Hösten 1929 gjordes däremot ett starkare ingrepp, varvid 25 % av dåvarande kubikmassan avverkades och stamantalet nedbringades till 240 per hektar. Efter 1935 års huggning kvarstå endast 7 träd på området (58 träd per ha), vilket nu är att anse som förnygrad kalmarek.

Materialets ringa omfång såväl som den använda schematiseringen av siffrorna gör, att endast den genomsnittliga produktionen bör beräknas. Det är ju också denna siffra som är av intresse i sammanhanget. Under 15-årsperioden kan den sammanlagda tillväxten per ha beräknas ha utgjort 54 fm³ på bark, d. v. s. i medeltal har marken producerat 3,6 fm³ per ha årligen under den tid som förnygringen inställt sig. Medeltillväxtprocenten per år, beräknad efter sammansatt ränta och med hänsyn tagen till gallringsuttagen, utgör 3,2 %, vilket i detta sammanhang ej är någon särskilt hög siffra. Man torde kunna påräkna en kraftigare reaktion inom vissa andra delar av Lanforsbeståndet.

Av det material av 60 värdeberäknade granar från samma bestånd, som erhållits genom förut omtalade stamanalyser (10 träd, vardera apterat vid 6 olika tidpunkter) erhöles såsom redan omtalats en kurva återgivande rot-

värdet av träd med olika brösthöjdsdiameter. Begagnas denna kurva för värdering av träden inom föryngringsområdet, fås siffrorna i tabell 6 nedan.

Tab. 6. Rotvärdet och tillväxten i kronor per ha av beståndet på föryngringsområdet.

Erntekostenfreier Holzwert und Wertzuwachs in Schwedenkronen pro ha.

	1920	1926	1929	1935
Kvarvarande Bleibende	637	795	699	224
Utgallrade Ausgeschiedene	$D_0=78$	$D_{x_1}=26$	$D_{x_2}=179$	626
Summa Summe	$A_0=715$	821	878	$A_n=850$

	1921—26	1927—29	1930—35
Årliga tillväxtens värde i kr./ha Jährlicher Wertzuwachs in Kronen pro ha	31	28	25
Årlig värdetillväxtprocent Jährliches Wertzuwachsprozent	4,3	3,4	3,3

I medeltal för hela 15-årsperioden har per ha producerats ett rotvärde av 28 kr. årligen med en värdetillväxtprocent av 3,8 %.

Det återstår nu att beräkna vilket system som skulle ha givit den bästa ekonomiska effekten: en kalhuggning år 1920 med åtföljande kultur eller den faktiskt tillämpade långsamma avvecklingen i enlighet med tabell 6. För att göra kalkylen måste vi skaffa oss en uppfattning om värdena på återväxten (F_n och F'_n) och på den behövliga kulturkostnaden.

Kulturkostnaden bör i ett fall som detta sättas till ett belopp som anger vad det verkligen kostar att på artificiell väg åstadkomma ett plantbestånd på marken. En kalkyl över den ekonomiskt tillåtna skogsodlingskostnaden i ifrågavarande skogsbruk hör ej direkt hemma i detta sammanhang, utan det gäller blott att fixera vad det verkligen skulle kosta att skogsodla, då man ej räknar med hjälp av naturlig föryngring. En kulturåtgärd efter kalhuggningen, medförande kostnader enbart för markberedning eller enbart för hjälpkultur kan dock bilda ett extra alternativ, som jämföres med resultatet av den långsamma avvecklingen av det gamla beståndet.

Det kan här anses rimligt att sätta kulturkostnaden till 75 kr. per ha, då skogsodlingen tänkes utförd ett år efter avverkningen, så att återväxten vid periodens slut, 15 år efter kalhuggningen, nått en ålder av 14 år. Den på marken faktiskt erhållna naturföryngringen anses enligt okulärbedömning motsvara ett femårigt plantbestånd. Som tredje alternativ uppställes vidare den

för kalhuggningen särdeles fördelaktiga förutsättningen, att man utan några som helst extra åtgärder får naturlig återväxt efter kalhuggningen och att denna återväxt vid periodens slut är av samma värde som den vi nu erhållit under skärm.

Det tredje alternativet har intresse särskilt därför att en kulturkostnad på 75 kr. per ha vanligen är svår att förränta. Genom att helt enkelt stryka hela kulturkostnaden undviks all diskussion härom. I detta alternativ slipper man också ifrån att värdera återväxten. Man får sålunda här i renodlad form svar på vilken skillnad det blir i ekonomiskt resultat, då hänsyn endast tages till effekten av huggningsformerna.

Värdet av den erhållna återväxten är ej så lätt att fixera. Ett kostnadsvärde kan här ej gärna komma i fråga. Vid beräkningen av saldot mellan alternativ 1 och 2, d. v. s. kalhuggning med kultur contra skärmföryngring, gäller det närmast att utröna skillnaden i värde mellan ett 5-årigt och ett 14-årigt ungbestånd. Då något rotvärde ej existerar, kan det endast bli tal om förväntningsvärden, och dessa äro rätt låga på så tidiga stadier. För att kunna beräkna dylika förväntningsvärden behöver man först och främst uppgift om beståndets blivande rotvärde per ha vid mogen ålder samt om räntefoten. Men dessutom måste det klagöras, vilka utgifter återväxten drar och vilka inkomster den ger i form av gallringar under utvecklingstiden fram till detta rotvärde. Detta är en kalkyl av största intresse, men tyvärr saknas för närvarande lämpligt material för den. Storleksordningen av skillnaden mellan de två förväntningsvärdena kan emellertid bedömas med hjälp av ENANDER-LINDERS avkastningstabeller för Bon. IV (Skogen 1936). Efter att ha utfört behövliga beräkningar på grundvalen av där publicerade siffror har jag stannat för ett maximivärde av 70 kr. för den nyssnämnda differensen.

Med hjälp av siffrorna i tabell 6 och de nyss angivna förutsättningarna angående kulturkostnaden och värdet av återväxten har saldot för de olika alternativen uträknats enligt formeln på sid. 575. Resultatet av beräkningarna återges i fig. 9. Den streckade linjen anger skillnaden mellan den använda skärmföryngringsmetoden och kalhuggning, då i båda fallen förutsättes, att en likvärdig naturlig föryngring erhålles. Dessa båda metoder ge lika resultat, om räntefoten är densamma som skärmbeståndets genomsnittliga värdetillväxtprocent, d. v. s. 3,8 %. Är räntefoten lägre än värdetillväxtprocenten, gör man en vinst med skärmföryngringsmetoden, som exempelvis vid 3 % räntefot uppgår till 106 kr. per ha vid periodens slut och vid 2 % uppgår till 226 kr. per ha, men om räntan är högre än skärmbeståndets värdetillväxtprocent, förlorar man på att låta skärmbeståndet stå kvar, och denna förlust uppgår vid 5 % ränta till 194 kr. per ha, räknat vid periodens slut.

Behöva 75 kronors kulturkostnader nedläggas per ha vid kalhuggningsmetodens användning, ställer sig skärmföryngringen gynnsammare, så att

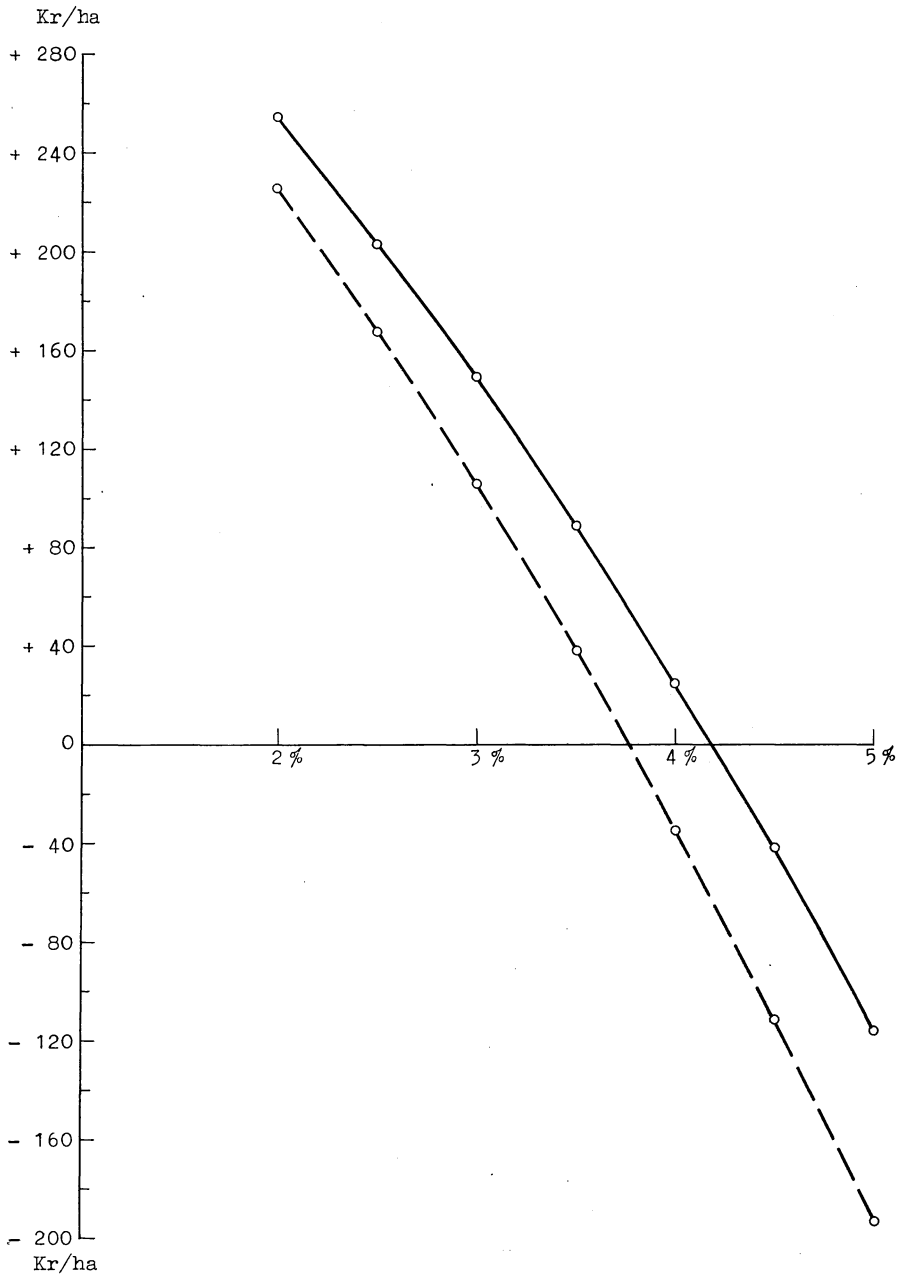


Fig. 9. Vinsten i kronor per ha vid olika räntesatser, räknat vid 15-årsperiodens slut, av naturförynring, jämfört med kalhuggning + skogsodling (*helt dragna linjen*) och jämfört med kalhuggning utan skogsodling (*streckade linjen*).

Der Gewinn bei verschiedenen Werten des Zinsfußes in schwedischen Kronen pro ha am Ende der Verjüngungsperiode gerechnet, von dem Naturverjüngungsverfahren, verglichen mit Kahlschlag + Waldkultur (die *ausgezogene Linie*) und mit Kahlschlag ohne Kultur (die *gestrichelte Linie*).

under de förut angivna förutsättningarna metoderna bli ekonomiskt likvärdiga även vid en så hög räntefot som 4,2 % i det ifrågavarande exemplet. Saldot för dessa två alternativ åskådliggöres i fig. 9 med den heldragna linjen.

Det har synt mig vara av intresse att diskutera frågan om naturföryngringens ekonomi på grundvalen av ett faktiskt observerat material, oaktat detta material är litet, bl. a. därför att en sådan diskussion visar behovet av ett närmare studium av beståndens förräntningsvärden och av de allmänna omkostnadernas fördelning i skogsbruket. Trots bristande utredning i dessa viktiga avseenden kan det likväl fastställas, att naturföryngringens ekonomi i första hand blir beroende av skärbeståndets värdetillväxt och det allmänna ränteläget.

Det valda exemplet kan ej sägas vara särskilt gynnsamt ifråga om den erhållna tillväxtreaktionen, ty man bör inom Lanforsbeståndets övriga delar kunna påräkna en massatillväxtprocent på skärbeståndet av betydligt mer än 3 %. Om det gäller tallskog, bör man vidare kunna påräkna en större positiv skillnad mellan värdetillväxtprocenten och massatillväxtprocenten än fallet är i exemplet från granskogen, som ger en mindre brant stigande värdekurva för grövre dimensioner än tallen.

Fastän exemplet sålunda ej gör full rättvisa åt den sannolika prestationsförmågan i fråga om tillväxtreaktion, visar det sig likväl, att ränteläget skall vara tämligen högt för att man skall ha råd att avstå från överbeståndets produktion.

Föreligger emellertid verkligen ett stabilt högt ränteläge, så att från skogen uttaget kapital utan svårighet kan varaktigt och säkert placeras till exempelvis 5 %, då ställer det sig i det anförda exemplet mera ekonomiskt att kalhugga beståndet, även om därvid en kulturkostnad av upp till 75 kr. per ha är behövlig.

HAUPTINHALT.

Zuwachsreaktion der freigestellten Randbäume und Produktion des Schirmbestandes bei natürlicher Verjüngung.

Spezialuntersuchungen im Lanforsser Bestand 1935.

Der dem Gut Alkvettern zugehörige Lanforsser Bestand, in welchem ein Versuch mit Wagnerhieb und Naturverjüngung seit dem Jahre 1914 im Gange ist, wurde im Zusammenhang mit der Veröffentlichung einiger Resultate dieses Versuches genau beschrieben im Heft 26, Nr. 3, 1931, Mitt. aus der forstlichen

Versuchsanstalt Schwedens. Ein ausführliches Referat dieser Abhandlung erschien auch im Forstwissenschaftlichen Centralblatt, Heft 13, 1932. Hier sei daher nur daran erinnert, dass die Fichte 90 % von der Holzmasse ausmacht, und dass jetzt der ganze Bestand unter Verjüngungsmassnahmen steht. Das durchschnittliche Alter konnte bei der letzten Aufnahme, im Herbst 1935, auf 90 Jahre veranschlagt werden. Das jetzt mit Altholz bestockte Areal umfasst za. 8 ha, mit rund 300 Stämmen und ungefähr 170 Festmeter Holz pro ha.

Der Bestand ist also eine grosse Schirmstellung mit eingesprengten Verjüngungsgruppen von hauptsächlich Fichte, und die Naturverjüngung dringt ziemlich rasch vor von allen Seiten her: sowohl von den Aussensäumen als auch von den inneren Teilen des Bestandes. Kräftige Aushiebe sind gemacht in den Jahren 1914, 1917, 1920, 1923, 1926, 1929 und 1935.

Es ergeben sich somit zwei interessante Fragen, die hier versuchsmässig studiert werden können: erstens Grösse und Dauer der Zuwachsreaktion der im Saum frei gestellten Randbäume und zweitens der ökonomische Effekt des Naturverjüngungsverfahrens, verglichen mit Kahlschlag.

Die erstgenannte dieser Fragen ist schon früher vom Verfasser in der oben genannten Abhandlung behandelt worden. Bei der letzten Aufnahme, 1935, wurden 10 Randbäume von Fichte, die seit 1914 freigestellt gewesen sind, gefällt und deren Entwicklung mit Hilfe von in verschiedener Höhe genau untersuchten Stammscheiben analysiert. Die Ergebnisse dieser Untersuchung werden hier mitgeteilt.

Was die zweite Frage betrifft, sind jetzt 4 verschiedene Abteilungen des Bestandes für diesbezügliche Untersuchungen über die Produktion des Altholzes während der Verjüngungszeit reserviert und wir erhalten im Laufe der Zeit ein vorzügliches Material für das Studium der Ökonomie der Naturverjüngung. Augenblicklich kann aber nur ein Beispiel, einem kleinen Areal von 0,121 ha entnommen, behandelt werden. Dieses vorläufige Beispiel ist aber auch interessant, und es gibt Gelegenheit zu zeigen, wie eine derartige ökonomische Berechnung überhaupt ausgeführt werden kann.

1. Die Randbäume.

Das durchschnittliche Alter der 10 analysierten Bäume war im Herbst 1935 92 Jahre. Zwei Stämme hatten aber eine abnorm lange Zeit gebraucht, ehe sie die Brusthöhe erreichten; nach Reduktion könnte man 86 Jahre als durchschnittliches Haushaltsalter angeben. Nach Brusthöhendurchmesser ohne Rinde im Herbst 1914, als die Bäume freigestellt wurden, sind zwei Klassen gebildet: Gruppe 1: 6 Stämme unter 20 cm; Gruppe 2: 4 Bäume über 20 cm.

Die Zuwachsreaktion äussert sich eigentlich nur als beschleunigter Durchmesserzuwachs. In der Tabelle 1 ist der jährliche Höhenzuwachs während verschiedener Zeitperioden angegeben, woraus zu ersehen ist, dass der Höhenzuwachs in den siebziger und achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts sehr lebhaft war: 3 dm und mehr pro Jahr. Der Höhenzuwachs ist dann allmählich gesunken bis auf einen Jahresbetrag von 1—1,5 dm pro Jahr. Der prozentuale Höhenzuwachs war beim Zeitpunkt des Freihiebes um 1 % und ist später auf 0,7—0,8 % pro Jahr gesunken.

In der Tabelle 2 finden sich für jeden einzelnen Baum Angaben über Jahringbreite und absoluten bzw. prozentualen jährlichen Volumzuwachs. Die

durchschnittliche Jahrringbreite ist in Fig. 2 graphisch dargestellt, Fig. 3 und Fig. 4 zeigen den Gang des absoluten und des prozentualen Massenzuwachses.

Alle drei Darstellungen zeigen, dass eine sehr kräftige Steigerung des Zuwachses nach dem Freihieb eingetreten ist. Diese Reaktion findet aber nicht auf einmal statt, es dauert erst ein paar Jahre, und während dieser Jahre ist der Zuwachs geringer als vorher gewesen, was besonders deutlich aus Fig. 3 hervorgeht. Die Dauer der positiven Reaktion wird am schärfsten mit Hilfe des prozentualen Zuwachses gemessen (Fig. 4): vor dem Freihieb war das Massenzuwachsprozent zwischen 3 und 4 %, dann erreicht die Mittelkurve beinahe 6 %, sinkt aber wieder und kommt nach 20 Jahren ungefähr in die Ausgangslage zurück. Dies geht noch deutlicher aus Fig. 7 hervor: im Jahre 1917 war das Wertzuwachsprozent zwischen 4 und 5 % jährlich, 1935 ist es auf dasselbe Niveau zurückgekehrt. Der erntekostenfreie Wert der analysierten Stämme, der jährliche Wertzuwachs und das jährliche Wertzuwachsprozent sind in Tabelle 3 zusammengestellt.

Das Sinken des in Kubikdecimeter gemessenen Massenzuwachses pro Baum in dem ersten Jahre nach dem Freihieb ist als eine negative Reaktion auf die Freistellung aufzufassen. Der Baum braucht einige Zeit, um sich an die neuen Verhältnisse anzupassen. Diese Auffassung wird um so mehr wahrscheinlich, als der Baum 112, der schon früher sehr frei stand, keine Verminderung, sondern eine Vermehrung um 18 % des jährlichen Zuwachses aufweist während der drei unmittelbar nach dem Freihieb im Herbst 1914 folgenden Jahre.

Es ist natürlich nicht ganz ausgeschlossen, dass klimatische Einwirkungen mit in Rechnung zu ziehen sind: eine okulare Durchmusterung des Materials hat aber nichts zum Vorschein gebracht, was dagegen sprechen könnte, dass die Hiebe den dominierenden Einfluss ausgeübt haben. Wären aber die Eingriffe während einer ganz verschiedenen Klimaperiode ausgeführt, so muss man jedoch zugeben, dass die Reaktionen sich anderswie hätten gestalten können. Von besonderem Interesse ist die Frage, wie sich der vergrößerte Zuwachs auf die verschiedenen Teile des Baumschaftes verteilt hat. Fig. 5 zeigt den mittleren Brusthöhenformquotienten aller analysierten Bäume zu verschiedenen Zeitpunkten: die Form hat sich nach dem Freihieb sehr verschlechtert. Dies geht noch deutlicher aus Fig. 6 hervor: vor dem Freihieb im Herbst 1914 war die Jahrringbreite um so grösser, je höher die untersuchte Stammscheibe gelegen ist; nach dem Freihieb ist dieses Verhältnis das umgekehrte.

2. Ökonomie der Naturverjüngung.

In Fig. 8 sind zwei Karten reproduziert, welche das 0,121 ha grosse Verjüngungsgebiet mit den dort stehenden Bäumen zu zwei verschiedenen Zeitpunkten wiedergeben. Noch im Jahre 1920 war kein Nachwuchs dort zu sehen, 1935 war die Verjüngung so weit gekommen, dass sie, okular geschätzt, einem 5-jährigen Fichtenkulturwald entsprechen könnte. Das kleine Verjüngungsgebiet wurde dann — mit Ausnahme von 7 Bäumen in der Nähe des geschlossenen Bestandes im Süden — abgeräumt.

Während der verflossenen 15 Jahre hat der Nachwuchs also Fuss gefasst, und wir stellen uns die Aufgabe, zu berechnen — mit Hilfe des Preisniveaus des Jahres 1935 und der Ernteangaben in den Tabellen 5 und 6 — wie sich die Naturverjüngungsmethode ökonomisch bewährt hat.

- Bei dieser Berechnung stellen wir drei verschiedene Alternativen auf:
- 1:0 Kahlschlag im Herbst 1914, Saat ein Jahr später mit einem Aufwand von 75 Schwedenkronen pro Hektar.
 - 2:0 Langsame Abwicklung des alten Bestandes während 15 Jahren, wobei am Ende der Periode ein 5-jähriger Bestand aufgekommen ist.
 - 3:0 Kahlschlag im Herbst 1914; nach 15 Jahren ist ein ungefähr 5-jähriger Nachwuchs aufgekommen, der mit der ebengenannten Naturverjüngung gleichwertig ist.

Wir wollen untersuchen, mit welchen Einnahmen bzw. Ausgaben wir in den drei verschiedenen Alternativen bis zum Herbst 1935 zu rechnen haben, um festzustellen, ob das Naturverjüngungsverfahren eventuell überlegen sei.

Zuerst müssen wir die folgenden Bezeichnungen einführen.

- a = Alter des Bestandes, als die Verjüngungshiebe beginnen.
- A_0 = erntekostenfreier Wert des Bestandes pro ha bei dem Alter a .
- D_0 = » » der bei dem ersten Verjüngungshieb im Alter a weggehauenen Bäume, bei Kahlschlag = A_0 .
- x_1 = Anzahl Jahre vom Alter a bis zum nächsten Verjüngungshieb bei dem Alter $a + x_1$.
- x_2 = Anzahl Jahre vom Alter a bis zum dritten Verjüngungshieb bei dem Alter $a + x_2$.
- x_3 = usw.
- D_{x_1} = erntekostenfreier Wert der bei dem Alter $a + x_1$ weggehauenen Bäume
- D_{x_2} = » » » » » » $a + x_2$ » »
- D_{x_3} = usw.
- A_n = erntekostenfreier Wert des Bestandes bei dem Alter $a + n$; Endabtrieb.
- n = Dauer der Verjüngungsperiode.
- B = Bodenwert pro Hektar.
- F_n = Wert der erhaltenen Verjüngung bei dem Zeitpunkt $a + n$.
- v = jährliche Verwaltungskosten pro ha in einer normalen Betriebsklasse.
- V_n = Summe der Verwaltungskosten pro ha mit Zinsen vom Zeitpunkt a bis $a + n$.
- p = Zinsfuß.
- t = die Zeit vom a bis die Waldkultur ausgeführt wird.
- c = Kulturaufwand pro Hektar.

Alle Einnahmen, bzw. Ausgaben, bis zu dem Zeitpunkt $a + n$ prolongiert, sind in den drei verschiedenen Alternativen die folgenden.

1:0 Kahlschlag:

<i>Einnahmen</i>	<i>Ausgaben</i>
Endabtrieb: $A_0 \times 1,0p^n$	Kulturaufwand: $c \times 1,0p^{n-t}$
Jungbestand F_n	Bodenwertzinsen: $B (1,0p^{n-1})$
	Verwaltungskosten: V_n

2:0 Naturverjüngung unter Schirm:

<i>Einnahmen</i>	<i>Ausgaben</i>
Endabtrieb: A_n	Bodenwertzinsen: $B (1,0p^{n-1})$
Jungbestand: F'_n	Verwaltungskosten: V'_n
Verjüngungshiebe: $D_0 \times 1,0p^n +$ $+ D_{x_1} \times 1,0p^{n-x_1} + D_{x_2} \times$ $1,0p^{n-x_2} + \dots$	

3:0 Kahlschlag mit Naturverjüngung:

*Einnahmen**Ausgaben*Endantrieb: $A_0 \times 1,0p^n$ Bodenwertzinsen: $B (1,0p^n - 1)$ Jungbestand: F'_n Verwaltungskosten: V''_n

Mit Hilfe der Angaben über A_0 , A_n , D_{x_1} und D_{x_2} in der Tabelle 6 können wir jetzt den Saldo für den Kahlschlag bei verschiedenem Zinsfuß im Vergleich mit den zwei anderen Alternativen ausrechnen, wenn nur die Differenzen zwischen V_n , V'_n und V''_n , F_n und F'_n bestimmt worden sind. Den Bodenwert brauchen wir nicht zu kennen, weil der betreffende Ausdruck bei Berechnung des Saldos verschwindet. Die Formel des Saldos für Schirmverjüngung gegen Kahlschlag im ersten Fall lautet somit:

$$S = A_n - A_0 \times 1,0p^n + c \ 1,0p^{n-t} + V_n^* - V'_n + F'_n - F_n + D_0 \times 1,0p^n + D_{x_1} \times 1,0p^{n-x_1} + D_{x_2} \times 1,0p^{n-x_2} + \dots$$

Sowohl die Differenz $V_n - V'_n$ als die Differenz $V_n - V''_n$ können wir hier als belanglos betrachten, obschon die zwei verschiedenen Verfahren ohne Zweifel mit verschiedenen Verwaltungskosten belastet sein sollten. Wir dürfen sie jedoch, wie gesagt, weglassen. V_n bedeutet verhältnismässig grosse Verwaltungskosten, die frühzeitig ausgezahlt werden, und die Zinsen tragen. Im Fall V'_n können vielleicht insgesamt grössere Kosten ausgezahlt werden, die aber später fällig werden. Diese Differenz kann somit nicht sehr gross werden.

Die andere Differenz $F'_n - F_n$ bedeutet mehr. Es handelt sich hier um die Differenz der Erwartungswerte eines 14-jährigen und eines 5-jährigen Fichtenbestandes. Nach Berechnungen, die ich mit Hilfe einer schwedischen für die betreffende Bonität geltenden Ertragstafel gemacht habe, dürfte die fragliche Differenz allerdings nicht 70 Schwedenkronen überschreiten.

Unter den oben angegebenen Bedingungen wird das tatsächlich verwendete Schirmverjüngungsverfahren dem Kahlschlag überlegen, wenn nur der Zinsfuß niedriger gesetzt wird als 4,2 %. Bei einem Zinsfuß von 3 % gibt das Schirmverjüngungsverfahren einen Überschuss von 149 Schwedenkronen pro ha, bei 2 % 255 Kronen, usw., alles bei dem Zeitpunkt $a + n$ (= 1935) gerechnet.

Die dritte Alternative ist gewählt, um zu zeigen, wieviel der Wertzuwachs des alten Vorrates während der Zeit des Schirmstandes ausmacht. Hier sind alle anderen Faktoren eliminiert worden, und wir erhalten den Saldo:

$$S = A_n - A_0 \ 1,0p^n + D_0 \ 1,0p^n + D_{x_1} \times 1,0p^{n-x_1} + D_{x_2} \times 1,0p^{n-x_2}$$

Ist der Zinsfuß gleich dem Durchschnittswert pro Jahr des Wertzuwachsesprozentos des Schirmbestandes für die ganze Periode von n Jahren, d. h. ist der Zinsfuß = 3,8 % jährlich, so kann man aus rein ökonomischem Gesichtspunkt die beiden Alternativen gleich stellen. Bei einem Zinsfuß von 3 % gibt die Schirmverjüngung einen Überschuss pro ha über Alternative 3 von 106 Kronen, bei 2 % 226 Kronen, usw. Fig. 9 veranschaulicht, welche Saldos pro ha bei verschiedenen Werten des Zinsfußes erhalten werden.