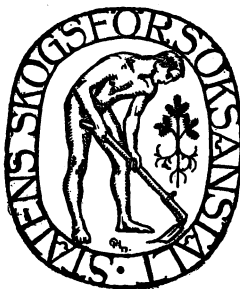


# DEN GAMLA NORRLÄNDSKA GRAN- SKOGENS REAKTIONSFÖRMÅGA EFTER GENOMHUGGNING

*DIE REAKTIONSAHIGKEIT DES ALTEN NORRLÄNDISCHEN FICHTENWALDES NACH  
DURCHHAUUNG*

AV

MANFRED NÄSLUND



---

**MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT**  
**HÄFTE 33 · Nr 1**

---

Centraltr., Esselte, Sthlm 42

142081

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 33. 1942—43

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS

**33. HEFT**

REPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY

**No. 33**

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPÉRIMENTATION  
FORESTIÈRE DE SUÈDE

**Nº 33**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR HENRIK PETTERSON

## INNEHÅLL:

	Sid.
NÄSLUND, MANFRED: Den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning .....	I
Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung .....	194
PETRINI, SVEN: Boniteringstabeller och tillväxtöversikter för ek ...	213
Bonitierungs- und Ertragstabeln für schwedische Eichenbestände ...	244
PETRINI, SVEN: De internationella tallproveniensförsöken av år 1907. Den svenska försöksytserien på Hässleby kronopark	247
Die internationalen Kiefernprovenienzversuche vom Jahre 1907 (1908).	
Die schwedische Versuchsflächenreihe im Staatspark von Hässleby	261
BUTOVITSCH, VIKTOR: Undersökning över en härjning av videspinnaren ( <i>Stilpnotia salicis</i> L.) i västra Uppland .....	267
Untersuchung über einen Frass des Weidenspinners ( <i>Stilpnotia salicis</i> L.) in West-Uppland .....	292
LANGLET, OLOF: Photoperiodismus und Provenienz bei der gemeinen Kiefer ( <i>Pinus silvestris</i> L.) .....	295
Fotoperiodism och proveniens hos tallen .....	328
RENNERFELT, ERIK: Undersökningar över toxiciteten emot röttsvampar hos talkärnvedens fenoliska beståndsdelar .....	331
Untersuchungen über die Toxizität der phenolischen Inhaltsstoffe des Kiefernkernelholzes gegenüber Fäulnispilzen .....	362

-----



# DEN GAMLA NORRLÄNDSKA GRAN- SKOGENS REAKTIONSFÖRMÅGA EFTER GENOMHUGGNING.

## Förord.

Till den norrländska skogsskötselns aktuella problem hör den gamla granskogens avveckling och förnyring. På grund av den hastigt pågående avvecklingen av de gamla granskogarna är det angeläget för det praktiska skogsbruket att snabbt erhålla vägledning i detta frågekomplex. 1938—40 års riksdagar beviljade därför Statens skogsförsöksanstalt särskilda medel till undersökningar, som avse ett klarläggande av hithörande skogsvårdsfrågor. Sådana undersökningar hade redan tidigare påbörjats vid försöksanstalten, men arbetet kunde nu bedrivas i hastigare takt.

Föreliggande undersökning över den gamla granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning utgör ett led i dessa arbeten. Vissa preliminära resultat från densamma meddelades vid Norrlands skogsvårdsförbunds exkursion sommaren 1939 och ha publicerats i förbundets tidskrift (COLLINDER och ZIMMERMAN 1939, s. 404—412).

Innan jag övergår till själva redogörelsen för undersökningen och dess resultat, ber jag att här få framföra min stora tacksamhet till alla dem, som på skilda sätt understött mitt arbete. Härvid vänder jag mig i första hand till min chef, professor HENRIK PETTERSON, som åt mig anförtrott den intressanta arbetsuppgiften, och vilkens produktionsforskning (PETTERSON 1929, 1934 och 1937) varit till vägledning vid detta arbete.

Vid undersökningen ha trädens reaktion efter äldre genomhuggningar studerats. Under fältarbetet har jag erhållit en ovärderlig hjälp från det praktiska skogsbrukets sida, varvid anvisningar lämnats på lämpliga avverkningstrakter, där jag fått fälla provträd och göra andra erforderliga observationer.

För detta bistånd frambär jag ett värdsamt tack till KUNGL. DOMÄNSTYRELSEN, som genom vederbörande överjägmästare och revirförvaltare i de fem norra distrikten samt Hamra revir, lämnat större delen av det observationsmaterial, vilket ligger till grund för undersökningen. För bidrag av samma art

står jag i stor tacksamhetsskuld till skogscheferna M. CARLGREN och H. SWAN. Vidare har jag erhållit anvisningar på värdefulla undersökningsobjekt av professor O. ENEROTH, länsjägmästarna E. MAGNI och P. ÖDMAN samt distriktsjägmästarna G. BERG, B. SVEDMARK och E. WAHLGREN, för vilket jag uttalar min stora tacksamhet. Samtidigt riktar jag ett tack till de enskilda skogsägare, som berörts av dessa anvisningar och tillåtit mig utföra undersökningar å sina skogar.

Till professor C. MALMSTRÖM framför jag mitt tack för den värdefulla hjälp, han lämnat mig genom att å den naturvetenskapliga avdelningens laboratorium låta utföra analyser av jordprov från undersökningsytorna.

Med professorerna C. MALMSTRÖM och O. TAMM samt docenterna L.-G. ROMELL, O. LANGLET och V. BUTOVITSCH har jag vidare haft förmånen diskutera olika här berörda frågor, för vilket jag uttalar ett tack.

Mättningsarbetet i fält samt observationsmaterialets primärbearbetning har utförts av extra anställd personal under ledning av förste skogsbiträdet K. SVENSON. Det korrelationsanalytiska räknearbetet har utförts av skogsavdelningens räknekantor under ledning av fru MARGARETA KLEMMING. Till dessa medhjälpare, som med sedvanlig skicklighet och noggrannhet biträtt mig vid dessa omfattande och krävande arbeten, är det mig angeläget att här få uttala ett hjärtligt tack.

Figurerna ha ritats av fröken RUTH MELLSTRÖM, och manuskriptet har renskrivits av fru ELLEN HOGNER-BJÖRKMAN, vilka härigenom lämnat mig värdefull hjälp.

Experimentalfältet i januari 1942.

MANFRED NÄSLUND.

---

## I N N E H Å L L.

	Sid
Inledning .....	5
Kap. I Undersökningens planläggning .....	6
Kap. II Observationer å provytorna .....	10
Ståndortsobservationer .....	10
Läge, topografi och mark .....	10
Markvegetation och skogstyp .....	12
Bestånds- och trädobservationer .....	18
Instrument för mätning av årsringsbredden .....	20
Kap. III Observationernas primärbearbetning .....	22
Klimatets karakteriserande .....	22
Bestånds- och trädkaraktärer .....	34
Kap. IV Kort beskrivning av undersökningsmaterialet .....	36
Kap. V Den korrelationsanalytiska bearbetningens huvuddrag .....	41
Kap. VI Härledning av trädets höjd vid huggningsingreppet .....	45
Kap. VII Använda beteckningar .....	47
Kap. VIII Relativa årsringsbredden .....	48
Den härledda funktionen .....	48
Partialregressionerna .....	52
Allmänna synpunkter .....	52
Skogstypen .....	57
Höjden över havet och breddgraden .....	64
Trädkaraktärerna .....	65
Huggningsstyrkan .....	69
Sammanfattning av variablernas betydelse för den relativa årsringsbredden .....	73
Tillämpningar av funktionen .....	73
Kap. IX Huggningens inverkan på höstvedsprocenten .....	84
Kap. X Reaktionens början och varaktighet .....	90
Kap. XI Höjdtillväxten .....	95
Kap. XII Formhöjdstillväxten .....	102
Kap. XIII Massatillväxten .....	107
Kap. XIV Massaproduktionen per hektar .....	110
Huggningsformens betydelse för massaproduktionen .....	110
Huggningsstyrkans betydelse för massaproduktionen .....	116

	sid.
Kap. XV Om risken för kalamiteter vid genomhuggning.....	138
Kap. XVI Om genomhuggningens betydelse ur ransoneringssynpunkt....	140
Kap. XVII Om genomhuggningens betydelse ur föryngringssynpunkt.....	143
Kap. XVIII Sammanfattning.....	145
Anförd litteratur.....	151
Beståndsbilder från provytorna.....	155
Tabeller.....	181
Zusammenfassung.....	194

---



## Inledning.

Frågan om den gamla norrländska granskogens avveckling och förnyring omfattar tre delproblem, nämligen 1) de enskilda trädens och beståndens sätt att under olika betingelser reagera för på olika sätt verkställda genomhuggningar, 2) uppkomsten av återväxt efter dylika genomhuggningar och 3) uppkomsten av återväxt efter kalvhuggning. Föreliggande undersökning är begränsad till den förstnämnda frågeställningen.

Med genomhuggning förstås här och i det efterföljande en huggning i allmänhet i gammal skog, som avser att tillvarataga de enskilda trädens förmåga att öka sin tillväxt.

Vid all avveckling av gammal skog återkommer ständigt frågan: Hur kommer detta bestånd, detta träd att växa, om det får fortleva orört, och hur om det eller det ingreppet göres? Med stöd av denna bedömning väljes sedan den huggning, som är fördelaktigast med hänsyn till det uppställda målet för skogsbruket. Grundläggande för detta val är sålunda kännedomen om de biologiskt möjliga alternativ, som föreligga.

Vid uppställandet av ett klart och medvetet mål för den gamla granskogens avveckling i Norrland och särskilt i de fyra nordligaste länen spela förutom rent skogs- och företagsekonomiska aspekter även allmänna ransonerings-synpunkter en betydande roll. Av den norrländska skogsproduktionsutredningens betänkande (Betänkande 1940) och de förelöpande rapporterna från den pågående riksskogstaxeringen (RIKSSKOGSTAXERINGSNÄMNDEN 1940 och 1941) framgår, att vi redan äro inne i en period av betydande nedgång av timmerförråden, vilket medför allvarliga industriella och sociala problem. Härtill kommer, att det finns stora arealer av gamla hyggen med otillfredsställande återväxt, vilket medför en obenägenhet att utlägga nya kalhyggen, innan de gamla iståndsatts. Båda dessa synpunkter leda till genomhuggning. Det är därför angeläget att vid den gamla granskogens avveckling tillvarataga de möjligheter till genomhuggningar, som förefinnas i det praktiska skogsbruket. Vår kunskap härom är emellertid mycket ofullständig.

Åtskilliga iakttagelser i senare tid ha visat, att de enskilda träden i den gamla granskogen ej sällan betydligt kunna öka sin diametertillväxt efter genomhuggning (jfr. bl. a. SJÖSTRÖM 1934). Vi sakna dock en närmare kännedom om, under vilka förutsättningar en sådan reaktion kan förväntas. Beträffande de

enskilda trädens formförändring och massatillväxt efter genomhuggning är vår kunskap ringa och otillräcklig. Detta gäller i ännu högre grad den viktiga frågan om produktionen per hektar efter genomhuggning samt sättet för huggningens rationella utförande. Föreliggande undersökning avser att närmare belysa dessa frågor.

Vid huggning i gammal granskog tillkommer jämfört med behandlingen av de gamla tallbestånden en speciell svårighet på grund av den större risken för uppkomsten av torrskog, s. k. grantorka (HOLMGREN 1914, HOLMGREN och TÖRNGREN 1932). Huruvida den ej rötskadade granen i Norrland även är mera utsatt för vindfällning torde dock kunna ifrågasättas (jfr SJÖSTRÖM 1934, KOLMODIN 1937). Frågan om risken för kalamiteter vid huggning i den gamla granskogen upptages ej här till närmare behandling, utan avsikten är att i en senare publikation återkomma till detta spörsmål. En teoretisk diskussion härav genomföres i kap. XV, s. 138.

Vid undersökningens framläggande har lämnats en utförlig redogörelse för observationsmaterialets insamling och beskaffenhet samt för bearbetningens huvuddrag. Kap. I—VI äro huvudsakligen avsedda för dem som vilja bilda sig ett omdöme om underlaget för de i följande avdelningar meddelade resultaten. I kap. XVIII lämnas en ganska fyllig sammanfattning av ur skogsskötselsynpunkt betydelsefulla resultat.

## KAP. I. UNDERSÖKNINGENS PLANLÄGGNING.

På grund av den hastigt pågående avvecklingen av de gamla granskogarna i Norrland måste en undersökning, som vill tjäna till ledning härvid, få karaktären av en snabbundersökning och bedrivs med all skyndsamhet. Försöksanstaltens fasta försöksytor i granskog omfatta endast rent undantagsvis de beståndstyper, det här är fråga om. Av ovannämnda skäl har det varit utslutet att lägga ut nya försöksytor och genomhugga dessa på olika sätt samt avvakta resultaten härav, ehuru en sådan undersökning i sinom tid sannolikt skulle ha lämnat en fullständigare lösning av frågeställningen. Denna undersökning bygger därför på ett studium av tillväxten efter äldre, i det praktiska skogsbruket utförda huggningar.

Härtill har valts bestånd, där sista avverkningen verkställdes för minst 15 år sedan, och som omedelbart före detta ingrepp varit orörda under minst 15 år. Med det valda huggningsintervallet har avsetts att möjliggöra ett studium av reaktionen efter sista huggningen under en tillräckligt lång period. Det är givetvis ur skötselns synpunkt avgörande, att en eventuell tillväxtökning kommer inom rimlig tid och blir av tillräcklig varaktighet. Dessutom äro helt orörda bestånd undersökta.

Den största tveksamheten om den gamla norrländska granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning torde gälla råhumusgranskogen i höjdlägen och särskilt i de fyra nordligaste länen samt norra Kopparbergs län. Den övervägande delen av materialet härstammar därför från sådana bestånd. Men även beträffande lägre höjder över havet och gynnsammare humusformer är en närmare kännedom om reaktionsförmågan önskvärd. En lämplig avvägning av huggningsstyrkan har här stor betydelse även med hänsyn till den framtida föryngringsvilligheten, emedan en besvärande hyggesvegetation ofta infinner sig efter kraftiga ingrepp. En gynnsammare tillväxtreaktion måste sålunda stundom vägas mot ökade föryngringssvårigheter. En ej obetydlig del av undersökningsmaterialet utgöres av här åsyftade bestånd.

Vid en nödvändig begränsning av undersökningen har det ansetts lämpligt att låta densamma endast omfatta ren granskog, emedan blandskogens avveckling i varje fall torde erbjuda mindre svårigheter.

Det har i övrigt vid materialets insamling eftersträfvats att få olika ståndorter, beståndstyper, huggningsstyrkor och huggningsformer väl representerade. Härvid har redan vid undersökningens planläggning förutsetts, att en tillfredsställande fördelning av materialet på olika huggningsformer skulle erbjuda vissa svårigheter på grund av de metoder, som tidigare kommit till användning vid den gamla granskogens avveckling. I syfte att belysa denna fråga skola vi göra en kort återblick på de tidigare allmännast tillämpade avverkningsmetoderna, varvid framställningen i stor utsträckning bygger på äldre översikter av Kolonisationskommittén (1922) och KALLIN (1926).

De avverkningsformer, som tidigast kommo till användning å såväl enskilda som statens skogar, voro ordnad eller planlös blädning, varvid de träd avverkades, vilka bäst lämpade sig för det tillfälliga behovet, samt dimensionshuggning. Genom cirkulär åren 1867 och 1869 infördes å statens skogar i Norrland s. k. ordnad timmerblädning. Denna metod var betingad av de dåliga avsättningsförhållandena för smärre träd och byggde på den förut sättningen, att alla friska träd skulle utväxa till viss grovlek, innan de fingo avverkas. Den måste därför karakteriseras som dimensionshuggning.

Tack vare efter hand förbättrade avsättningsförhållanden för klenare virke samt ett intresserat arbete av dugande skogsmän vunno så småningom rationellare avverkningsformer terräng. Ett uttryck härför är Kungl. Domänstyrelsens cirkulär år 1902 om ordnad timmerblädning, vari föreskrevs, att avverkningen utan hänsyn till trädens dimensioner skulle föras på sådant sätt, att föryngring kunde inträda. Avverkningsbeloppet skulle uttagas genom föryngringshuggning på särskild avsedd föryngringstrakt, förhuggning av övermogna, skadade, oväxtliga och vanvuxna träd, samt efterhuggning av överskärmande större eller mindre träd, som hindrade återväxtens

normala fortväxande. Möjligheten att avsätta småvirke ledde sålunda till att den ordnade blädningen i Norrlands skogar även kunde få formen av traktblädning, vilken huggningsmetod avsåg upptagande av mindre föryngringsluckor.

Trakthuggning började emellertid redan tidigt tillämpas inom ett och annat norrländskt revir, men först sedan HOLMGREN åren 1913—14 framlagt sin kulisshuggningsmetod (HOLMGREN 1914), fick skogsbrukssättet en mera allmän användning vid avverkningar i Norrlands överåriga skogar. Samtidigt med kulisshyggenas upptagande genomgingos vanligen de mellan hyggena liggande skogsbältena med rensningshuggningar.

Betydande arealer av nedre Norrlands skogar ha före tillkomsten av 1923 års skogsvårdslag övergått med huggningar, som kunna betecknas som trakthuggning med kvarlämnande av restbestånd, varvid särskilda skogsvårds- eller föryngringsåtgärder ej vidtoges efter huggningen.

Ett av våra större skogsbolag, Mo och Domsjö Aktiebolag, utbildade redan tidigt (1904—05) trakthuggning med kvarlämnande av restbestånd till ett särskilt skogsbrukssätt. I syfte att underlätta föryngringen utfördes härvid sådana åtgärder som röjningsgallringar, kulturer och dikningar. Metoden har senare även vunnit förespråkare på andra håll.

År 1931 föreskrevs beträffande statens skogar i Norrland bland annat, att åtgärder i föryngringssyfte ej onödigtvis fingo så forceras, att det nuvarande beståndets produktionsmöjligheter ej blevo tillvaratagna på bästa sätt. Kalavverkning, i all synnerhet å större ytor, skulle endast verkställas, där beståndets och markens beskaffenhet så oundgängligen påkallade såsom å svårare råhumusmarker. För den gamla skogen betydde detta således ett strängt tillvaratagande av möjligheterna till beståndsvårdande huggningar.

Denna summariska översikt har givetvis endast kunnat återge de under olika tider förhärskande avverkningsmetoderna, och det torde alltid ha funnits skogsägare och enskilda skogsmän, som ej följt de allmänna strömningarna inom skogsbruket utan gått sina egna vägar.

Det är emellertid uppenbart, att den ovan skisserade utvecklingen av avverkningsmetoderna satt sin prägel på det material, som stått till buds för denna under åren 1937—39 pågående undersökning. I de bestånd, där sista genomhuggningen utförts för minst 15 år sedan, och som därefter lämnats orörda, har denna huggning sålunda övervägande haft karaktären av dimensionshuggning eller rensningshuggning. I medvetande härom har rekognosceringen av lämpliga undersökningsbestånd lagts upp på bred bas, vilket möjliggjorts genom intresserad medverkan från det praktiska skogsbrukets sida.

Härvid har det gällt att finna efter olika principer utförda huggningar av

olika styrka fördelade på olika ståndorter och beståndstyper. Sålunda har det eftersträvats att erhålla huggningar av såväl bländnings- som krongallrings- och låggallringskaraktär väl representerade i materialet. Detta har också i viss utsträckning varit möjligt, vilket underlättats av att undersökningen bygger på relativt små provytor och en korrelationsanalytisk bearbetning av å dessa ytor insamlat observationsmaterial. Vi återkomma till den korrelationsanalytiska bearbetningen i kap. V och skola här endast framhålla, att undersökningsmetoden ej erfordrar några s. k. jämförelseytor. Och för utläggandet av en enstaka provyta i beståndet räcker det med en ganska liten areal av den undersökta huggningsformen.

I bestånden ha 5—10 ar stora provytor utlagts. Vi önska å dessa undersöka effekten av ett i viss utsträckning känt huggningsingrepp. För provytorna ha därför sådana delar av bestånden valts, där några nämnvärda kalamiteter (grantorka, vindfällning etc.) ej inträffat sedan föregående huggning. Det har vidare eftersträvats, att stubbarna på provytan från sista avverkningen ej i nämnvärd utsträckning skulle härstamma från vid avverkningen torra träd. I övrigt har det ansetts angeläget att erhålla ett stort antal provytor, som före sista huggningen haft en ringa tillväxt.

Undersökningen har, som tidigare motiverats, begränsats till att omfatta minst 15 år gamla huggningar. De kalamiteter, som kunna uppträda efter en huggning, komma i regel inom några få år, varför ett studium av denna fråga bör ske i yngre genomhuggningar. Det gäller att uppskatta storleken av denna risk för kalamiteter vid huggningsingrepp av olika styrka. Detta är en undersökning, som med fördel utföres i samband med en objektiv taxering. Riksskogstaxeringsnämnden har därför med stort tillmötesgående för 1941 års taxering, som omfattar Västerbottens län med undantag för Ångermanälvens flodområde och Norrbottens kustland, upptagit särskilda observationer över förekomsten av grantorka. Jag hoppas i en senare avhandling närmare kunna belysa denna fråga.

I den gamla granskogen förekomma rötskador i betydande omfattning, och frekvensen härav varierar i hög grad från bestånd till bestånd. Vid de äldre genomhuggningar, som här skola studeras, har man bland annat på grund av de sämre avsättningsförhållandena ej kunnat taga ut skadade träd i samma omfattning, som det nu är möjligt vid en noggrant utförd stämpling. Dessa äro därför ej representativa för den frekvens skador i det kvarvarande beståndet, varmed man för närvarande har att räkna i det praktiska skogsbruket. Omfattningen härav är givetvis i hög grad avgörande för frågan, om beståndet skall genomhuggas eller ej. Men detta är ett fristående moment, som kan och bör avgöras med det aktuella fallet för ögonen och behandlas ej i denna undersökning. Över den allmänna frekvensen av skador i den gamla granskogen kommer den nya riksskogstaxeringen att lämna värdefulla upplysningar. De

rötskadade trädens reaktionsförmåga är av föga intresse. Observationerna över tillväxtreaktionen ha därför begränsats till de friska träden (jfr. s. 18).

Innan vi övergå till en detaljredogörelse för hur observationsmaterialet insamlats, torde det vara lämpligt att redan här i stora drag ange, hur bearbetningen av detsamma planlagts. Bearbetningen avser i första hand att ställa en prognos för det enskilda trädets tillväxt under en 15-års period efter huggningen, då trädets och beståndets tillstånd vid huggningsingreppet, huggningens form och styrka samt ståndortsförhållandena i viss utsträckning äro kända. Sedan en empirisk funktion för det enskilda trädets tillväxt härletts genom en korrelationsanalytisk bearbetning av observationsmaterialet, kan med stöd av denna funktion produktionen per hektar vid olika slags huggningar i gamla granbestånd belysas.

## KAP. II. OBSERVATIONER Å PROVYTORNA.

De å provytorna utförda observationerna avse att direkt eller efter viss bearbetning beskriva ståndorten och angiva beståndets och det enskilda trädets tillstånd vid huggningsingreppet, huggningens form och styrka samt det enskilda trädets tillväxtreaktion.

### Ståndortsobservationer.

#### Läge, topografi och mark.

Läge, topografi och mark ha huvudsakligen karakteriserats enligt de principer, som angivits i avhandlingen »Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog» (NÄSLUND 1936, s. 18—25), varför vi här endast behöva uppehålla oss med de kompletteringar, som vidtagits. Det använda anteckningsprotokollet framgår av fig. 1, och torde ej tarva några närmare kommentarer. Belägenheten, breddgraden och höjden över havet angivas i tab. II, s. 186.

Vid provytornas utläggande ha mera onormal vindexposition undvikits. Endast undantagsvis föreligger extrem vindexposition, och skola några sådana undantag nämnas, komma i första rummet följande provytor.

Ytan 22 ligger på slutningen av Gittsfjället i gränsen mot den mera spritt uppträdande fjällbarrskogen och är mycket starkt vindexponerad mot sydväst. Efterföljande ytor äro ej lika extremt exponerade men avvika påtagligt från den i materialet normala vindexpositionen. Ytan 36 är exponerad mot nordväst, ytan 41 mot nordost, ytorna 59 och 99 mot norr.

Markens beskrivning har kompletterats med bestämning av jordartens mekaniska sammansättning och basmineralindex. Analyserna av å provytorna insamlade jordprov ha utförts på Skogsförsöksanstaltens natur-

## Ståndorts- och beståndsbeskrivning

Undersökningsyta n:r .....

Datum | 19.....

**Belägenhet.**

Län: ..... Revir eller ägare: .....

Skogens namn: .....

Skifte: ..... avd.: ..... å indelningskarta av år .....

Höjd över havet: .....

**Exposition.**

Skyddat läge. — Vindexposition. Grad: svag, stark, mycket stark. — Väderstreck: N. NE. E. SE. S. SW. W. NW. ....

**Marklutning.**

Grad: plan, svag, medelstark, stark, brant. — Väderstreck: N. NE. E. SE. S. SW. W. NW. (0-5°) (6-10°) (11-20°) (21-30°) (31-45°) .....

**Markprofil.**Humustyp: torv ( )<sup>1</sup>, filtartad råhumus ( ), smulig råhumus ( ), lucker råhumus ( ), mullartad humus ( ), mull ( ) .....Jordmånstyp: järnpodsol ( )<sup>1</sup>, järnhumuspodsol ( ), humuspodsol ( ), podsolerad brunjord ( ), brunjord ( ), brunjordsliknande jordmån ( ), lerjordmån ( ), sumpjordmån ( ) .....Jordmånsvarietet: nedåt tydligt avgränsad blekjord ( )<sup>1</sup>, nedåt otydligt avgränsad blekjord ( ), knappt märkbar blekjord ( ), destruerad blekjord ( ), mullblandad blekjord ( ) .....

Profil n:r: .....	1	2	3	4	Medeltal
Humustäckets tjocklek, cm: .....					
H-skiktets » » : .....					
Blekjordens » » : .....					

**Jordart:** .....**Markvegetation.**Bottenskikt ( )<sup>2</sup>: Hyl. par. ( )<sup>2</sup>, Hyl. prol. ( ), Hyl. triq. ( ), Ctenium crist. ( ), Dicrana ( ), Levermossor ( ), Polyt. com. ( ), Sphagna ( ), — Cladina rang. ( ), Cetraria isl. ( ), Stereocaulon pasch. ( ), Peltigera ( ), Nephroma arc. ( ), — Sumpmossor ( ), Lavar ( ) .....Fältskikt ( )<sup>2</sup>: blåbär ( )<sup>2</sup>, lingon ( ), ljung ( ), kråkbär ( ), mjölon ( ), Lycopodium ( ), — Aira ( ), Melampyrum ( ), Trientalis ( ), linnea ( ), Pyrola ( ), Epilobium ( ), hallon ( ), Luzula ( ), Rubus saxatilis ( ), Veronica ( ) .....Ledväxter: blåsippa ( )<sup>2</sup>, vitsippa ( ), smultron ( ), Oxalis ( ), Majanthemum ( ), Dryopteris ( ), Linnaeana ( ), Cornus ( ), Aconitum ( ), Mulgedium ( ), Geranium ( ), Paris ( ), Trollius ( ), älggräs ( ), högvuxna ormbunkar ( ) .....Buskskikt: gran ( )<sup>2</sup>, tall ( ), björk ( ), rönn ( ), al ( ), asp ( ), sälg ( ) .....

Skogstyp: .....

Historik: .....

Anteckningar om beståndet: .....

Anteckningar om föryngringsförhållanden: .....

<sup>1</sup> Inom parentes anges profil n:r.<sup>2</sup> Inom parentes anges täckningen; e=enstaka (täckning < 1/6), t=tunnsädd (1/6—1/3), s=strödd (1/3—1/2), r=riklig (1/2—1), y=ymnig (1/2—1).

Fig. 1. Anteckningsprotokoll för ståndortens och beståndets beskrivning.

Protokoll zur Beschreibung des Standorts und des Bestandes.

vetenskapliga avdelning av fröken MARGARETA JOHANSSON och enligt de av TAMM (1934 a och b) utarbetade eller modifierade metoderna.

För beskrivningen av markens beskaffenhet upptogs på varje provyta fyra profilgropar. Härvid tänktes ytan uppdelad i fyra lika delar, och i centrum på varje sådan del placerades en grop. Under rostjorden och i den för ögat oförändrade mineraljorden togs i varje grop ett jordprov på  $\frac{1}{4}$  kg, varvid större sten frånskildes. Härigenom erhöles för varje provyta ett generalprov på 1 kg, som sedan analyserades vid försöksanstalten. Resultatet härav återgives i tab. I, s. 182.

Mineraljordens mekaniska sammansättning och basmineralindex äro viktiga karaktärer för skogsmarkens fuktighetsegenskaper och näringshalt. I tab. I anges provets procentuella fördelning (viktsprocent) på de atterbergiska kornfraktionerna. Före analysen avskildes grövre material än 20 mm, d. v. s. förefintlig sten. Stenhalten faller därför utanför analysresultaten. Utom de atterbergiska kornfraktionerna har även angivits den s. k. finjorden, som omfattar fraktionerna finmo—ler och förlämnar jordarten en starkare vattenkvarhållande förmåga.

Med basmineralindex förstår TAMM (1934) procenten mineral med en specifik vikt över 2,68 i mellansanden. Basmineralindex är ett tämligen renodlat uttryck för grönstenshalten och utgör därför ett objektiva mått på sandiga jordarters mineralogiska kvalitet. Är index omkring 3 eller därunder, är jordarten mineralogiskt mycket svag. Siffran 10 betecknar ett allmänt normalvärde, 15—20 och däröver anger en ur mineralogisk synpunkt god jordart. För leriga jordarter är basmineralindex mindre utslagsgivande, emedan fruktbarheten i sådant fall till stor del bestämmes av lerhalten. Tillsammans med en mekanisk analys ger basmineralindex emellertid en god upplysning om jordartens mineralogiska karaktär (TAMM 1940).

I tab. I anges även det av GRANLUND föreslagna reducerade basmineralindex (GRANLUND 1935), som erhålles genom att multiplicera basmineralindex med lerprocenten.

Humustäckets och blekjordens tjocklek redovisas i tab. II, s. 186.

### Markvegetation och skogstyp.

Markvegetationen har beskrivits enligt rent floristiska grunder, varvid täckningsgraden angivits okulärt enligt HULT-SERNANDERS beteckningsschema. Någon fullständig artlista har ej eftersträfvats, utan endast de mera karakteristiska eller dominerande arternas täckning har antecknats. Härvid har i vissa fall täckningen angivits summariskt för hela artgrupper, vilket särskilt gäller mossor och lavar. De arter eller artgrupper, vilkas förekomst och täckning alltid antecknats, framgå närmare av den använda fältblanketten



(fig. 1). Denna har ej sällan kompletterats med uppgifter om andra arter, som ansetts vara av intresse.

Förutom de enskilda arternas täckningsgrad har även den totala täckningen var för sig av bottenskikt och fältskikt angivits samt inom bottenskiktet såväl sumpmossornas som lavarnas täckning. Då förekomsten av en ledväxt uppskattats till enstaka (täckning mindre än  $\frac{1}{16}$  av arealen), och den endast uppträder på en isolerad, mindre fläck av ytan, har detta särskilt angivits. Vid ytornas utläggande har det emellertid eftersträfvats att erhålla en så långt möjligt enhetlig vegetationstyp, varför någon ytterligare anteckning om arternas fördelning ej ansetts erforderlig. Den utförda beskrivningen av vegetationen möjliggör en klassifikation av markvegetationstypen enligt MALMSTRÖMS schema (MALMSTRÖM 1926 och 1936).

Den ståndortsbeskrivning, som här redogjorts för, har åsyftat att karakterisera ståndortens komponenter var och en för sig utan sidoblickar på övriga ståndortsfaktorer eller på beståndskaraktärerna.

En direkt i fält utförd klassificering av ståndorten har under senare år tilldragit sig ett stort intresse i vårt land. I Finland framlade CAJANDER redan 1909 sitt bekanta skogstypssystem, vilket avsågs att ligga till grund såväl för bonitering av skogsmarken som för skogsskötseln. (CAJANDER 1909, 1926).

CAJANDERS olika skogstyper skilja sig som bekant från varandra på grund av olikheter med avseende på markvegetationens artsammansättning och karaktär (markvegetationstypen). Men det gäller ej markvegetationen när som helst under beståndsutvecklingen, utan vegetationstypen hos det äldre och slutna beståndet. Vid klassificering av andra bestånd måste således en bedömning ske av den markvegetation, som på samma lokal skulle finnas i det äldre, slutna beståndet. CAJANDERS skogstyper äro därför närmast att betrakta som ståndorts- eller växtplatstyper (jfr. ENEROTH 1936). Vi bibehålla dock i det följande termen skogstyp med ovannämnda betydelse.

För nordsvenska förhållanden har ENEROTH senare utformat ett skogstypssystem (ENEROTH 1931 och 1936), som bygger på egna iakttagelser samt MALMSTRÖMS (1926, 1936), TAMMS (1920, 1931) och finnarnas arbeten på ståndortslärans område. ENEROTHS system har senare anpassats för mera lokala behov dels av HOLMBÄCK i Norrbotten (HOLMBÄCK 1932), dels av RONGE i norra Ångermanland och angränsande delar av södra Lappland (RONGE 1936). En närmare översikt av skogstypsfrågans utveckling återfinnes hos TAMM, som ingående diskuterar klassificeringen av skogssamhälle och skogsmark i Nordsverige (TAMM 1940). Härvid framlägger TAMM även ett schema för klassifikation av de nordsvenska skogssamhällena, som delvis grundar sig på MALMSTRÖMS arbeten och till indelningsgrund har markvegetationen.

ENEROTHS grundåskådning överensstämmer i flera avseenden med finnarnas, men han ställer sig tillsvidare avvaktande mot skogstypernas användning för

bonitering. Däremot betraktar ENEROTH såväl som HOLMBÄCK och RONGE skogstyperna som behandlingstyper. ENEROTH och hans efterföljare ha vid uppställandet av sina typer även tagit hänsyn till podsoltypen (TAMM 1931), under det att CAJANDER nästan enbart använder markvegetationen som klassificeringsgrund. ENEROTH har även framhållit höjdlägets betydelse för skogstypsklassificeringen och vid tillämpningen av sitt system använt höjdlägesklasser (ENEROTH 1936). Genom hänsynstagande till podsoltyp och höjdläge har ENEROTH undanröjt viktiga invändningar, som kunnat riktas mot det finska systemet, om det tillämpats på nordsvenska förhållanden (jfr. TAMM 1940). Höjdlägets inflytande har RONGE i viss mån redovisat genom att uppdelade de olika typerna i tre, rätt subjektivt definierade varianter: a) god, b) normal och c) svag.

I samband med ståndortsbeskrivningen har det ansetts av intresse att klassificera provytorna enligt ett i praktiken använt skogstypssystem. Härtill har valts RONGES schema, som tillåter en stark differentiering i typer och även erhållit stor praktisk användning. Dessa skogstyper äro som nämnts ursprungligen avsedda för Ångermanälven och angränsande ådalar. Vid tillämpningen utanför detta område har därför den kompletteringen måst göras, att förutom *Dryopteris Linnæana* även *Cornus suecica* och *Oxalis acetosella* betraktats som karaktärsväxter för *Dryopteris*-typen.

De skogstyper, som återfunnits i materialet äro:

1. *Sumpskog*: normal, kärraktig;
2. *Fuktig ristyp*;
3. *Geraniumtyp*;
4. *Dryopteristyp*: a) god, b) normal, c) svag;
5. *Myrtillustyp*: a) god, b) normal, c) svag;
6. *Vacciniumtyp*: a) god, b) normal, c) svag.

För provytorna känna vi ej markvegetationen vid huggningsingreppet utan endast vid undersökningstillfället. Det har därför ansetts lämpligt, att vid bearbetning av observationsmaterialet använda en skogstypsklassifikation i CAJANDERS mening, vilket här underlättas av att undersökningen är begränsad till den gamla skogen.

En skogstypsklassificering enligt RONGES schema är särskilt beträffande undertyperna (god, normal och svag) subjektiv, vilket för en undersökning av denna art måste betraktas som en brist. De subjektiva momenten göra sig givetvis även mera gällande vid tillämpningen utanför det ursprungliga avsedda området. Det har därför varit angeläget att vid denna undersökning dessutom pröva ett mera objektivt skogstypsschema. Den använda korrelationsanalytiska bearbetningsmetoden ger rika, hittills ej utnyttjade möjligheter härtill, varvid samtidigt sådana typer kunna urskiljas som ha väsentlig

betydelse för reaktionen efter genomhuggning. De tidigare använda skogstypsklassificeringarna, som avse behandlingstyper, ha antingen tagit hänsyn till såväl föryngring som beståndsvård, varvid föryngringsfrågan torde ha trätt i förgrunden, eller enbart till föryngringen.

Vid fältarbetet har provytorna sålunda även klassificerats enligt ett för denna undersökning uppställt skogstypsschema. Detta schema är begränsat till den gamla norrländska granskogen och har upprättats i anslutning till tidigare arbeten på detta område, varvid objektiva indelningsgrunder eftersträfvats. Den använda skogstypsindelningen återgives härnedan.

1. *Geraniumskog*:
  1. utan sumpmossor,
  2. med » ;
2. *Dryopteriskog*:
  1. utan sumpmossor,
  2. med » ;
3. *Majanthemumskog*:
  1. utan sumpmossor,
  2. med » ;
4. *Myrtillusskog*:
  1. utan sumpmossor,
  2. med » ;
5. *Vacciniumskog*:
  1. utan lavar,
  2. med » ;
6. *Sumpskog*:
  1. örtrik,
  2. örtfattig.

*Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*typerna karakteriseras genom förekomsten av vissa ledväxter, varvid *Geranium* och *Dryopteris* betraktas som representanter för var sin grupp karaktärsväxter. Dessa grupper äro följande.

*Geranium*typen: stormhatt (*Aconitum septentrionale*), midsommarblomster (*Geranium silvaticum*), tolta (*Mulgedium alpinum*), smörbollor (*Trollius europæus*), ormbär (*Paris quadrifolia*), älggräs (*Filipendula ulmaria*), högvuxna ormbunkar (*Athyrium filix femina*, *Dryopteris austriaca* och *spinulosa*) samt blåsippa (*Anemone hepatica*).

*Dryopteris*typen: ormbunken *Dryopteris Linnæana*, hönskornell (*Cornus suecica*), vitsippa (*Anemone nemorosa*), harsyra (*Oxalis acetosella*) samt smult-ron (*Fragaria vesca*).

*Majanthemum*-typen karakteriseras av ekorr bärsörten (*Majanthemum bifolium*).

Blåsippan förekommer endast å en provyta, varför någon särskild *Anemone hepatica*-typ ej urskilts. Denna typ torde emellertid i Norrland intaga helt obetydliga arealer. En i södra och mellersta delarna av landet ej ovanlig skogstyp med nästan rent mosstäckning i det slutna beståndet förekommer likaledes ej i materialet. För den gamla norrländska granskogen torde denna skogstyp sakna all betydelse.

Till *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna hänföres provytor med förekomst av någon eller några av de för respektive typ angivna ledväxterna. Härvid gäller, att denna förekomst i det slutna beståndet skall vara enstaka enligt HULT-SERNANDERS schema (täckning mindre än  $\frac{1}{16}$  av arealen) eller högre och minst tunnsådd (täckning  $\frac{1}{16}$  — inemot  $\frac{1}{8}$ ) i det glesare beståndet. Slutenheten betraktas ur biologisk synpunkt, varvid ett bestånd anses slutet, när de enskilda trädens kronor gripa in i varandra eller beröra varandra så, att marken är beskuggad. En mycket stark utglesning av beståndet, som närmar sig kalhuggning, synes vara ogynnsam för *Dryopteris*, vilken då blir mindre frodig och kanske även minskar i frekvens. I sådana fall bör förekomsten bedömas med hänsyn till beståndets tätare delar.

*Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna uppdelas i två parallella typserier med ledning av förekomsten av sumpmossor: vitmossor (*Sphagna*) och björnmossan *Polytrichum commune*. Minimifrekvensen av sumpmossor för att provytan skall hänföras till en skogstyp med sumpmossor bestämmes av profiltypen, som är humuspodsol eller övergångar mellan denna och järnpodsol eller brunjordsliknande jordmån. Maximifrekvensen regleras av täckningen i det slutna beståndet, som får uppgå till inemot halva arealen. I glesa bestånd måste detta bedömas med stöd av iakttagelser i glesa och tätare delar av beståndet. Då mineraljorden utgöres av lera, mjåla eller lerig morän, är oftast någon tydlig podsolprofil ej utbildad. I sådana fall klassificeras ytan som skogstyp med sumpmossor, om sumpmossornas täckning i det slutna beståndet är  $\frac{1}{8}$  — inemot  $\frac{1}{2}$  av arealen.

Täcka sumpmossorna halva arealen eller mera i det slutna beståndet hänföres provytan till *sumpmosstypen*. Denna typ förekommer i mycket ringa omfattning i materialet och har endast uppdelats i två undertyper: *örtrik* och *örtfattig sumpmosstyp*. Till den örtrika typen ha hänförts provytor med förekomst av någon eller några av de för *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna angivna ledväxterna, varvid även samma bestämmelse för frekvensen tillämpats.

Det återstår, att definiera *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna. Gemensamt för dessa skogstyper är, att ledväxter saknas i för de tidigare beskrivna ty-

perna föreskriven frekvens, samt att sumpmossorna ej täcka hälva arealen eller mera i det slutna beståndet.

För *Myrtillus med och utan sumpmossor* samt i det slutna beståndet för *Vaccinium utan lavar* täcka lavarna mindre än  $\frac{1}{8}$  av arealen (enstaka—tunn-sådd). I *Vaccinium med lavar* är lavarnas täckning i det slutna beståndet  $\frac{1}{8}$  — inemot  $\frac{1}{2}$  av arealen.

*Vaccinium*typen karakteriseras i övrigt av att förekomsten av lavar ökar med tilltagande gleshet hos beståndet (jfr ENEROTH 1931 och 1936 samt RONGE 1936). Profiltypen är järnpodsol. Fältskiktet består övervägande av ris, varvid framförallt lingonris (*Vaccinium vitis idæa*), blåbärsris (*Vaccinium myrtillus*) och kråkbär (*Empetrum nigrum*) sätta sin prägel på vegetationen. Bland risen dominerar i regel lingonriset. Stundom uppträda lingon- och blåbärsrisen i ungefär lika frekvens, men blåbärsriset är ej lika frodigt som i *Myrtillus*-typen. Och i vissa trakter (särskilt i inre Norrbotten) är kråkbär förhärskande eller lika allmänt förekommande som lingonriset. *Vaccinium* användes här som en beteckning för ett flertal floratyper, för vilka det är gemensamt att lav-frekvensen ökar vid beståndets utglesning.

*Myrtillustypen* karakteriseras av att förekomsten av lavar ej ökar vid tilltagande gleshet hos beståndet (jfr ENEROTH 1931 och 1936 samt RONGE 1936). *Myrtillus* uppdelas i en frisk (*utan sumpmossor*) och en fuktig typ (*med sumpmossor*) efter samma grunder som *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna. Profiltypen är för *Myrtillus utan sumpmossor* järnpodsol och för *Myrtillus med sumpmossor* humuspodsol eller övergångar mellan denna och järnpodsol.

För *Myrtillus utan sumpmossor* består fältskiktet i det slutna beståndet alldeles övervägande av ris, och de vanligast förekommande arterna äro desamma som i *Vaccinium*-typen. Men risvegetationen är ofta frodigare, och i regel dominerar blåbärsriset.

Klassificeringen av *Vaccinium utan lavar* och *Myrtillus utan sumpmossor* bygger sålunda på iakttagelser över förekomsten av lavar i glesa och slutna delar av beståndet.

*Myrtillus med sumpmossor* kan betraktas som en gemensam benämning för flera floratyper, vilka äro karakteriserade genom den angivna podsoltypen och förekomsten av sumpmossor samt frånvaron av ledväxter i för tidigare beskrivna typer föreskriven frekvens. Blåbärsriset är ofta förhärskande i fältskiktet.

På grund av undersökningens begränsning till rena granbestånd saknas lavrika skogstyper i materialet. Det har därför ej förelegat något behov att utsträcka skogstypsschemat till dessa typer. Vid skogstypsindelningen har ej någon hänsyn tagits till höjdläget, emedan höjden över havet och breddgraden direkt införas i korrelationsräkningen som oberoende variabler.

Det uppställda skogstypsschemat vilar på objektiva indelningsgrunder. Vid den praktiska tillämpningen tillkomma vissa bedömningsmoment. Den härav förorsakade osäkerheten i klassificeringen får emellertid karaktären av tillfälliga fel, som utjämnas vid den korrelationsanalytiska bearbetningen.

I tab. II har skogstypen angivits med en sifferbeteckning i anslutning till indelningsschemat å s. 15, varvid exempelvis 32 betecknar *Majanthemumskog* (3) med *sump*mossor (2).

### Bestånds- och trädobservationer.

Samtliga träd på provytorna ha numrerats och klavats vid brösthöjd. Klavningen liksom övriga mätningar, vilka omnämnas i det efterföljande ha utförts på det sätt, som beskrives i avhandlingen »Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog» (NÄSLUND 1936, s. 27—80), såvida ej annorlunda angives. Samtidigt med klavningen ha träd, som enligt verkställd toppskotts- eller årsringsräkning ej uppnådde brösthöjd vid huggningsingreppet, erhållit särskild beteckning. Med huggningsingreppet eller huggningen avses här och i det följande den sista genomhuggningen, vars effekt skall undersökas.

I anslutning till stamräkningen ha de vid huggningen avverkade trädens stubbar klavats under bark. Någon svårighet att skilja dessa stubbar från äldre avverkningar har ej förelegat på grund av det uppställda kravet, att huggningsintervallet skulle vara minst 15 år. Den erhållna uppgiften på avverkningsåret har kontrollerats genom undersökning av påfällningsskador, studium av årtalssiffran i rotstämpelar å stubbar och i brösthöjdsstämpelar å kvarlämnade träd eller genom upplysningar från ortsbefolkningen.

Efter stamräkningen ha 10 representativa provträd (*r*-träd) uttagits genom kvoträkning bland de träd, som uppnådde brösthöjd vid huggningen. Av dessa provträd har sedan för studiet av reaktionen efter huggningen sådana träd uteslutits, som varit rötskadade vid brösthöjd eller tydligt topp-torra, samt träd, som vid huggningstillfället hade mindre än 10 årsringar vid brösthöjd, varefter nästa träd i stamnummerlängden tagits som provträd, så att 10 friska träd med 10 årsringar före huggningen erhållits. För två ytor är antalet provträd 20. Sistnämnda provträd benämnas i det efterföljande stående provträd, av vilka sålunda en del och i regel den största delen är *r*-träd.

För de stående provträden ha antecknats diameter och barktjocklek vid brösthöjd och stubbhöjd, trädets och krongränsens höjd över marken samt förgreningstypen enligt SYLVÉN (1916), varjämte två borrspån tagits vid brösthöjd å motsatta sidor samt regelbundet omväxlande i riktningarna norr—söder och öster—väster. Härvid har den instruktionen gällt, att borren

skulle träffa trädets mærg för ett av de båda spånen. På borrhspånen har bredden av varje årsring fr. o. m. 10—20 året före huggningen t. o. m. undersökningsåret uppmåtts med noggrant instrument och direkt i fält, varvid även skilts på höstved och vårved (jfr. s. 20). Dessutom har totala antalet årsringar räknats å mærgspånet. Första undersökningsåret gjordes samma årsringsräkning även å ett borrhspån vid stubbhöjd.

På de representativa provträd ( $\gamma$ -träd), som enligt vad förut nämnts utslutits vid studiet av reaktionen, ha endast diametern och barktjockleken vid brösthöjd samt den totala radietillväxten efter huggningen observerats. Dessa mätningar å de 10 representativa provträden ( $\gamma$ -träden) ligga nämligen till grund för härledningen av det kvarvarande beståndets grundyta vid huggningsingreppet (jfr. s. 35).

Av de stående provträden ha 1—3 stycken objektivt uttagna träd fällts och närmare analyserats. Antalet fällda provträd varierar för de olika undersökningsåren: första året (1937) togs ett träd, andra två och tredje året tre stycken per provyta. De fällda provträden ha sektionerats genom klavning på vissa relativa avstånd från marken. Måttställena äro från marken räknat belägna på följande avstånd uttryckta i procent av trädhöjden över mark: 1, 2, 4, 6, 10, 14, 18, 20, 30, 40, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95.

Vid klavningsställena mättes även barktjockleken.

Följande tillväxtobservationer äro utförda å de fällda provträden. Vid de understrukna måttställena och på samma sida av trädets borrhspån tagits. Borrningssidan har för träd, som vid brösthöjd borrhats i riktningen norr—söder, omväxlande varit norr och söder, och analogt för träd, som brösthöjdsborrhats i öster—väster. På dessa borrhspån har årsringsbredden mätts på samma sätt som för brösthöjdsspånen. Trädets ålder har bestämts genom att räkna antalet årsringar å borrhspånet vid 1 procent och lägga till plantans bedömda ålder vid uppnåendet av borrhshöjden. Detta borrhspån har därför alltid måst vara ett mærgspån.

Höjdtillväxten har observerats genom att mäta samtliga toppskott efter huggningen. Till stöd för dessa mätningar har stammen alltefter svårigheten att skilja de olika skotten åt kapats på ett antal ställen, varest årsringarna räknats. Toppskotten ha angivits i cm.

I syfte att vid bearbetningen kunna taga hänsyn till om provträdet stått i en gles eller tät del av provytan ha samtliga träd och stubbar inom en cirkelyta med trädets som medelpunkt och 5 ms radie uppräknats. Detta har lätt kunnat ske med stöd av den utförda numreringen av träd och stubbar inom provytan, varefter kompletterande observationer utförts å träd, som fallit utanför provytan.

### Instrument för mätning av årsringsbredden.

Det använda instrumentet för mätning av årsringsbredden har visat sig mycket arbetsbesparande och ändamålsenligt, varför en kort beskrivning av detsamma torde vara av intresse. Instrumentet utgöres i princip av ett mikroskop, vilket kombinerats med en frammatningsanordning för borrhållaren och ett skrivande räkneverk, som registrerar mätningresultatet. Instrumentet består av följande huvuddelar (se fig. 2):

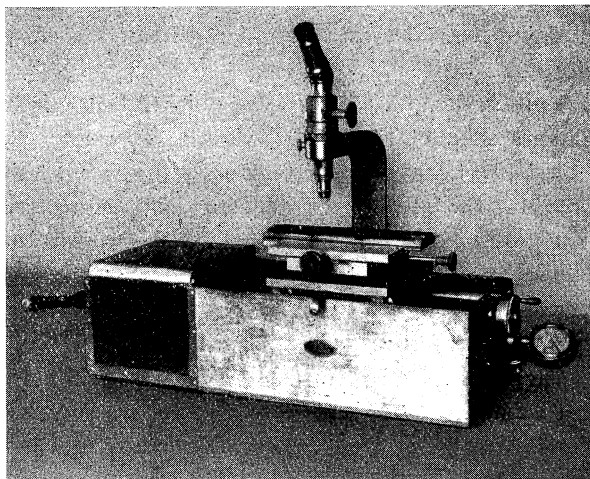


Fig. 2. Instrument för mätning av årsringsbredden.  
Instrument zur Messung der Jahresringbreite.

1. Underredet med frammatningsskruven;
2. Objektbordet med borrhållaren;
3. Tuben;
4. Räkneverket.

Underredet utgöres av en rektangulär låda utan lock, som gjutits av lättmetall. Frammatningsskruven går parallellt med underredets långsidor och ligger mitt i dess översta del. Skruvens ena ända lagras i ena kortsidan och är försedd med en vev, den andra ändan är lagrad på en bock i räkneverket. I jämnhöjd med frammatningsskruven och nära vardera långsidan går en stålaxel, på vilken objektbordet löper vid frammatningen.

Objektbordet består av tre plattor av lättmetall. I den övre plattan är borrhållaren infälld. Denna är rörlig i en riktning, och vinkelrätt här emot kan den övre plattan röra sig. Mellanplattan är svängbar i horisontalplanet och förenas medelst en svängtapp med den undre plattan. Spåret kan



härigenom vridas och inställas i vilken riktning som helst. Den undre plattan vilar medelst fyra hjul på de ovannämnda stålaxlarna och är genom gängade gripklor förbunden med frammatningsskruven. Genom vridning av denna förflyttas objektbordet, varvid ett varv motsvarar en förflyttning av 1 mm. Objektbordet kan även frikopplas från frammatningsskruven och med ett handgrepp föras längs stålaxlarna i önskat läge.

Tubeu uppbares av en arm av lättmetall, som är förenad med underredet, och utgöres av en vanlig mikroskoptyb av Leitz's fabrikat. Okularet är försett med ett hårkors, med vilket insyftningen sker. Hårkorset kan utbytas mot en okularskala, om räkneverket av någon anledning ej skulle fungera. Den använda förstoringen har utgjort  $20\times$ .

Räkneverket består av två sifferhjul med anordningar för frikoppling och nollställning samt av färgband och pappersrulle med matningsverk av den typ, som finnes å vissa additionsmaskiner. Räkneverket är genom en koppling förenat med frammatningsskruven. Genom nedtryckning av ett handtag stämplas mätningresultatet å pappersremsan samt frikopplas och nollställas sifferhjulen, varjämte pappersremsan frammatas. På pappersremsan stämplas det avstånd, som objektbordet förflyttat sig mellan varje nedslag av räkneverkets handtag, uttryckt i 0,02 mm. Härigenom erhålles årsringens eller en viss tillväxtperiods bredd direkt utskriven å pappersremsan.

En kontroll på räkneverket lämnas av en varvräknare, som är anbragt på frammatningsskruven.

Instrumentet har tillkommit genom medverkan från flera håll. Ett liknande instrument utan räkneverk, varvid skruvens förflyttning avlästes å en skala och protokollfördes manuellt, har tidigare använts av professor OLOF ENEROTH. Uppslaget att kombinera ett sådant instrument med ett skrivande räkneverk har jag att tacka docenten OLOF LANGLET för. Det första instrumentet konstruerades av instrumentmakare A. LINDBLAD, Stockholm, varvid docenten LANGLET lämnade värdefulla anvisningar.

Detta instrument användes vid en ännu ej publicerad undersökning över årsringsbreddens klimatbetonade variation. Mätningarna med instrumentet utfördes av förste skogsbiträdet K. SVENSON, som härvid fick uppslag till vissa betydelsefulla detaljförbättringar av detsamma. Vid igångsättandet av denna undersökning uppdrogs åt firman »Finnmekaniska Verkstaden Stålex», Stockholm, att tillverka två nya instrument, varvid dessa erfarenheter tillgodogjordes. Det nya instrumentet återges i fig. 2.

Vid instrumentets användning fastsättes borrhållaren i spånållaren och avplanas med en snittkniv, så att en slät och jämn yta erhålles, samt bestrykes med en lämplig färgningsvätska, t. ex. Lichtgrün löst i alkohol. Snittningen och färgningen öka noggrannheten vid mätningen, emedan års-

ringsgränserna framträda tydligare. Härigenom har det också varit möjligt att mäta höstved och vårved skilda åt, vilket ansetts vara av intresse särskilt ur kvalitetssynpunkt (jfr. s. 84). Objektbordet frikopplas sedan från frammatnings-skruven och föres till inställningsläge under tuben, varefter spånet grovinställes. Räkneverkets handtag nedtryckes för att kontrollera att sifferhjulen äro nollställda, varjämte varvräknaren nollställes. Spånet fininställes genom att den årsringsgräns, där mätningen skall börja, inriktas mot tubens hårkors, varefter mätningsriktningen uttages vinkelrätt mot årsringens tangent. I de fall, då årsringarna ligga snett över spånet, är det en stor fördel, att kunna mäta bredden vinkelrätt mot årsringens tangent. Fininställningen utföres medelst skruvar på objektbordet. Frammatnings-skruven vevas sedan runt, tills nästa gräns kommer under hårkorset, då räkneverkets handtag tryckes ned. På pappersremsan stämplas härvid årsringens eller tillväxtperiodens bredd uttryckt i 0,02 mm. Instrumentet tillåter således en avläsning på 0,02 mm när.

Årsringsbredden kan även mätas å stamtrissor. Härvid anbringas i spån-hållaren ett metallkors försett med vassa stift, på vilka trissan tryckes fast.

Mätningarna ha som nämnts utförts direkt i fält å färska borrhållaren, varigenom den levande tillväxten erhållits, vilket är den tillväxt vi önska bestämma. I terrängen har instrumentet, som väger 24 kg inklusive förvaringslådan, burits i en vanlig mes. Och vid provytan har rests ett mycket lätttransportabelt paraplytält, vars vikt uppgår till 10 kg. (fig. 3). Tältet var försett med myggdörr och myggfönster, varför mätningarna kunde ske under skydd mot såväl regn som mygg.

Mätningen med instrumentet sker av en man och har vid denna undersökning utförts av ett skogsbiträde vid försöksanstalten. Arbetsprestationen har varit 250—350 årsringar i timmen, då höst- och vårved ej skiljas åt. Mättes höst- och vårved var för sig blir antalet årsringar per timme ungefär hälften. Det förutsattes härvid, att en hantlangare borrar träden och bär fram spånen till den, som sköter instrumentet.

Det här beskrivna instrumentet har i hög grad underlättat fältarbetet till denna undersökning.

### KAP. III. OBSERVATIONERNAS PRIMÄRBEBÄTTNING.

#### Klimatets karakteriserande.

Ståndortens medelklimat karakteriseras i grova drag av höjden över havet och breddgraden. Vi kunna här bortse från kustbandet och fjälltrakterna. Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen föreligger emellertid ett

behov av att närmare kunna karakterisera klimatets betydelse för diameter-tillväxten under en 10-års period före huggningen och en 15-års period efter densamma samt ställa dessa klimatperioder i relation till varandra. Den korrelationsanalytiska bearbetningen avser nämligen i första



Fig. 3. Mätning av årsringsbredden i fält.  
Messung der Jahresringbreite im Felde.

hand att härleda en empirisk funktion för bestämningen av förhållandet mellan genomsnittliga årsringsbredden under 15-års perioden efter huggningen och 10-års perioden före densamma.

Det ligger nära till hands att söka göra denna karakteristik med stöd av observationer från närbelägna meteorologiska stationer. Huru dessa meteorologiska element skola sammanfattas för att ur produktionssynpunkt ge ett

tillfredsställande uttryck för klimatet, är emellertid en mycket komplicerad fråga, som är föremål för en omfattande specialundersökning vid försöksanstalten. Föreliggande undersökning har emellertid ansetts vara av så brådskande natur, att resultaten härav ej kunnat avvaktas. Härtill kommer, att provytorna ofta ligga avlägset från meteorologiska stationer, där observationer utförts under tillräckligt lång tid. Jag har därför valt att karakterisera klimatändringen med stöd av årsringsutvecklingen å de orörda provytorna, som återspeglar resultatet av de meteorologiska elementens samlade effekt. Utläggandet av de orörda ytorna har också delvis motiverats av detta behov.

Antalet helt orörda provytor uppgår till 15 och av kartan i fig. 4 synes, att de äro väl spridda över undersökningsområdet. Dessutom finnas i materialet 4 provytor, som varit orörda under de sista 30 åren. Vi skola här endast studera de förstnämnda ytorna. Dessa ytor äro ganska väl fördelade på i undersökningen ingående ståndorts- och beståndstyper och beskrivas närmare i tab. I—II, s. 182.

För varje provyta har medelårsringsbredden hos de undersökta provträden uträknats för de observerade kalenderåren. Dessa omfatta i regel samma period som för någon närbelägen genomhuggen yta. På samma yta gäller årsringsmätningen samma tidsperiod å alla träd. Resultaten åskådliggöras grafiskt i fig. 5 och 6. Varje punkt utgör ett medeltal av 10 träd, motsvarande 20 borrhål (jfr. s. 18). Provytorna visa trots det begränsade provträdsantalet en överraskande god överensstämmelse med avseende på utpräglat dåliga och goda växtår. Vi återkomma härtill i det efterföljande.

I syfte att eliminera årsringsbreddens avtagande med stigande ålder, har årsringsbredden underkastats en numerisk utjämning för varje provyta. Som utjämningsfunktion har använts en hyperbel av den enkla formen:

$$y = a + \frac{b}{x}, \dots\dots\dots (1)$$

där  $y$  betecknar årsringens bredd uttryckt i 0,01 mm,  $x$  dess ordningsnummer räknat från 2 cm utanför märgen och mot barken samt angivet med talen 1, 2, 3 o. s. v. Genom avdrag av 2 cm har avsetts att erhålla en schematisk hushållsålder (jfr s. 40). Observationerna sträcka sig ej så långt tillbaka, att årsringsutvecklingen nära märgen beröres därav. Vid utjämningen är  $y$  sålunda medelårsringsbredden för ett visst kalenderår och  $x$  provytans genomsnittliga hushållsålder vid detta års slut.  $a$  och  $b$  beteckna vissa konstanter, som bestämmas genom numerisk utjämning av observationsmaterialet enligt minsta-kvadrat-metoden (jfr NÄSLUND 1936, s. 64).

Den numeriska utjämningen för de olika provytorna återges i fig. 5 och 6 samt i tab. 1 angivas de erhållna värdena på konstanterna  $a$  och  $b$ .

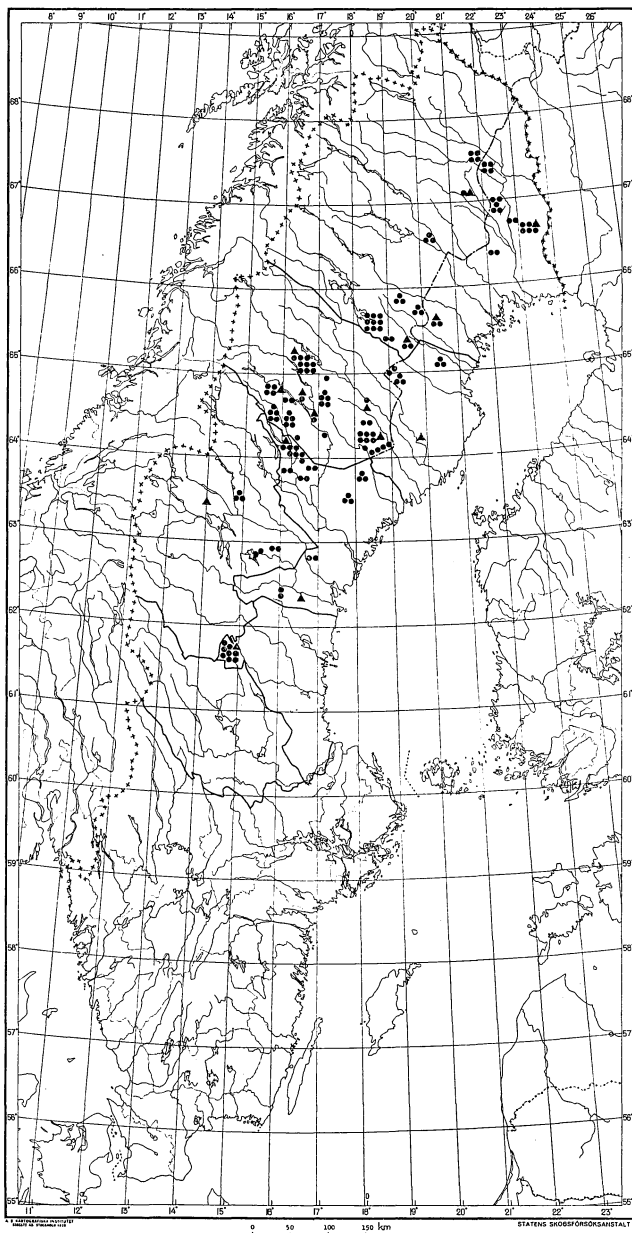


Fig. 4. Karta utvisande provytornas fördelning över Norrland. Rundlarna beteckna provytor i genomhuggna bestånd och trianglarna ytor i orörda bestånd.

Verteilung der Probestellen über Norrland. Die Kreise bezeichnen Probestellen in durchgehauenen Beständen, die Dreiecke Flächen in ungerührten Beständen.

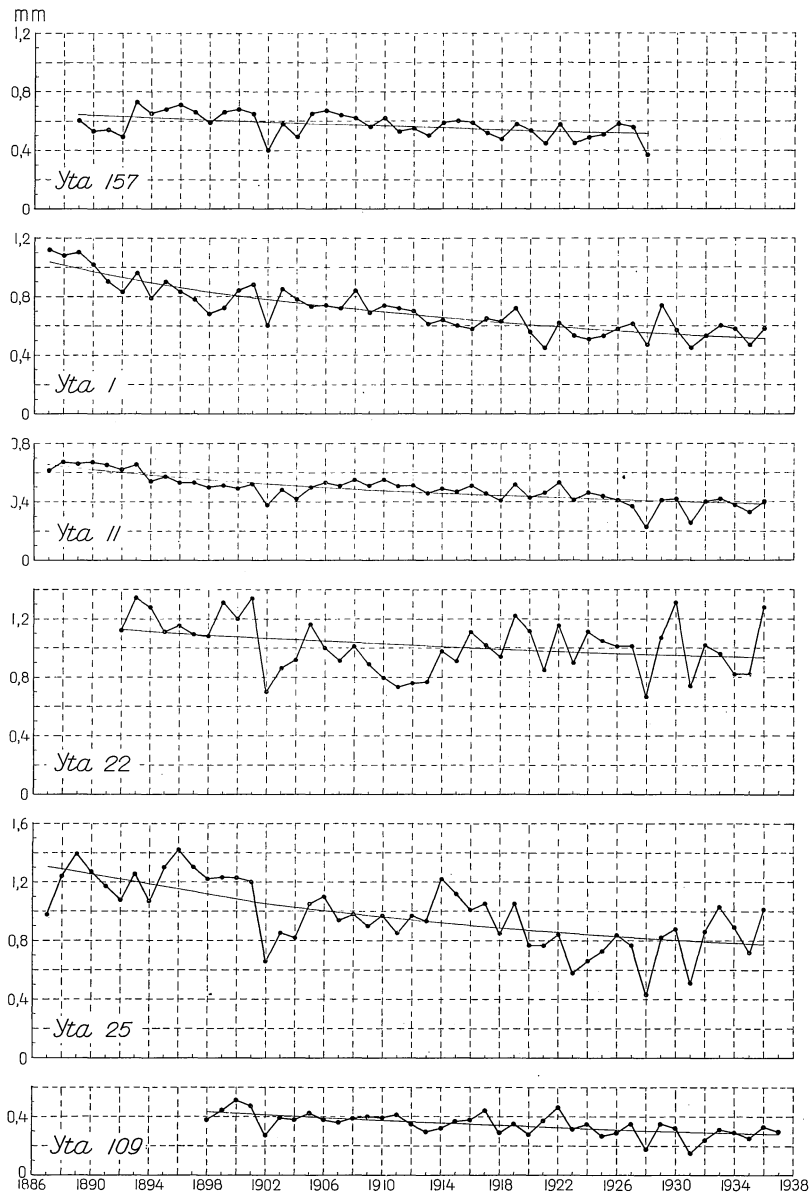


Fig. 5. Årsringens bredd för olika kalenderår. Orörda provytor i *Geranium*- (nr 157) och *Dryopteris*-skog (nr 1, 11, 22, 25 och 109). Den fina linjen återger den numeriska utjämningen av årsringens bredden.

Breite des Jahresrings für verschiedene Kalenderjahre. Ungerührte Probestflächen in *Geranium*- (Nr. 157) und *Dryopteris*-Wald (Nr. 1, 11, 22, 25 und 109). Die feine Linie gibt die numerische Ausgleichung der Jahresringbreite an.

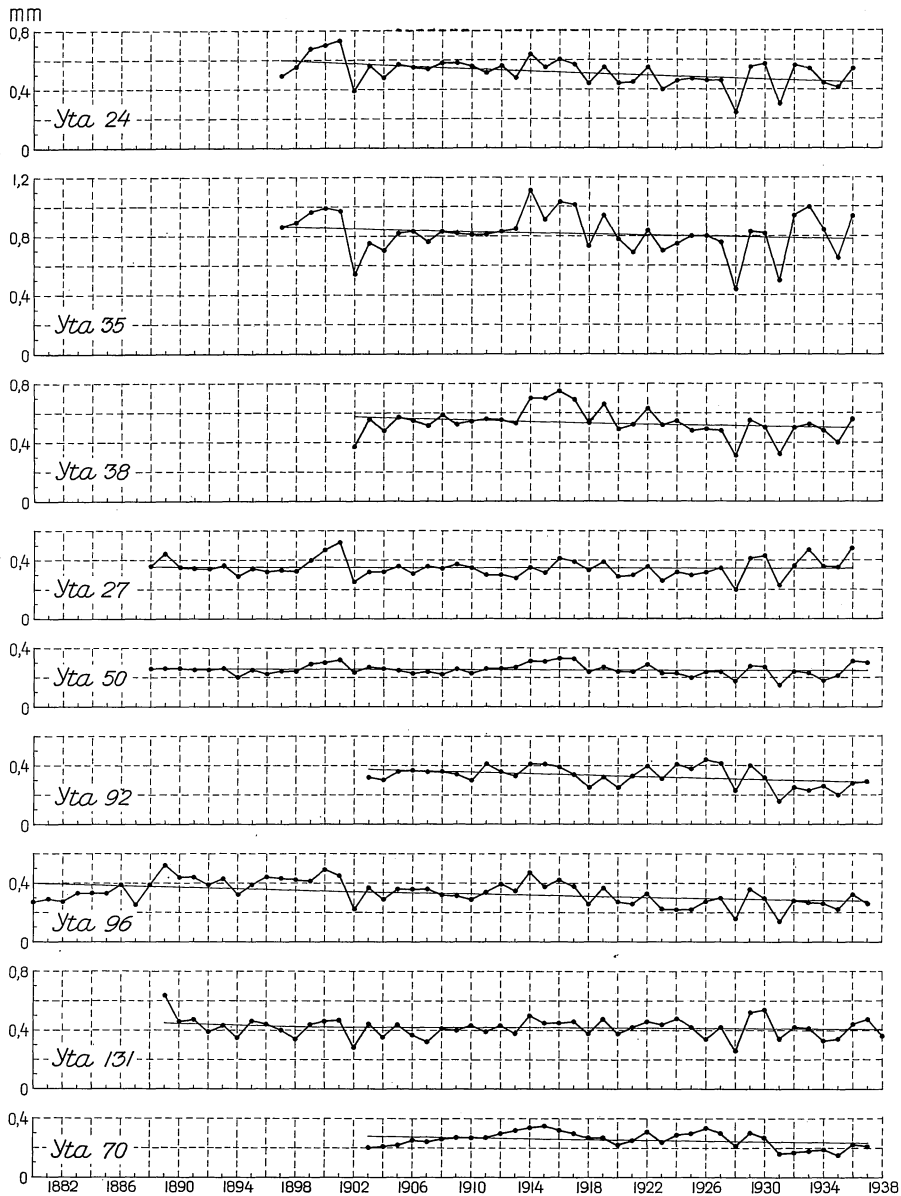


Fig. 6. Årsringens bredd för olika kalenderår. Orörda provytor i *Majanthemum*- (nr 24, 35 och 38), *Myrtillus*- (nr 27, 50, 92, 96 och 131) och *Vaccinium*-skog (nr 70). Den fina linjen återger den numeriska utjämnigen av årsringbredden.

Breite des Jahresrings für verschiedene Kalenderjahre. Ungerührte Probestellen in *Majanthemum*- (Nr. 24, 35 und 38), *Myrtillus*- (Nr. 27, 50, 92, 96 und 131) und *Vaccinium*-Wald (Nr. 70). Die feine Linie gibt die numerische Ausgleichung der Jahresringbreite an.

Tab. 1. Konstanterna *a* och *b* vid den numeriska utjämnigen av årsringsbredden.  
Die Konstanten *a* und *b* bei der numerischen Ausgleichung der Jahresringbreite.

Provyta Probefläche	Konstanter Konstanten		Period Periode	Genomsnittlig hushållsålder vid periodens slut Durchschnittliches Betriebsalter am Ende der Periode
	<i>a</i>	<i>b</i>		
I.....	+ 5,0604	+ 4 220,2	1887—1936	92
II.....	+ 8,9286	+ 2 916,3	1887—1936	101
22.....	+ 48,3888	+ 6 611,2	1892—1936	148
24.....	— 4,1266	+ 8 079,3	1897—1936	165
25.....	+ 27,5293	+ 4 650,9	1887—1936	94
27.....	+ 32,5646	+ 299,0	1888—1936	163
35.....	+ 58,7184	+ 2 629,1	1897—1936	133
38.....	+ 34,4638	+ 1 696,6	1902—1936	108
50.....	+ 20,3744	+ 797,5	1888—1937	189
70.....	— 0,4888	+ 4 790,9	1903—1937	201
92.....	— 6,8097	+ 6 034,4	1903—1937	170
96.....	+ 1,4727	+ 4 957,7	1880—1937	186
109.....	— 5,2210	+ 3 936,3	1898—1937	120
131.....	+ 33,3439	+ 1 001,9	1889—1938	145
157.....	— 6,2815	+ 11 985,0	1889—1928	209

Det genomsnittliga åldersavtagandet under de sista 15 åren av utjämningsperioden har härletts för de i tab. 1 angivna ytorna, varvid följande resultat erhöles. För *Geranium-Dryopteris-Majanthemumgruppen* utgjorde avtagandet 0,004 mm per år eller 0,6 procent av den utjämnade årsringsbredden vid 15-års periodens början. För *Myrtillus-Vacciniumgruppen* äro motsvarande siffror 0,001 mm eller 0,3 procent. Dessa uppgifter kunna vara till viss ledning vid studiet av årsringsutvecklingen efter huggningen å de diagram, som meddelas i det efterföljande.

Utjämnigen av årsringsbredden är som synes mycket god, och vi skola nu diskutera densamma, ur synpunkten att eliminera årsringsbreddens avtagande med stigande ålder. Beror minskningen endast på den stigande åldern, skulle ålderseffekten elimineras genom att uttrycka den observerade årsringsbredden (*y*) i procent av det utjämnade värdet (*y'*). Detta tal  $\left(\frac{y \cdot 100}{y'}\right)$  benämna vi i det följande årsringsindex. Härigenom har också erhållits ett uttryck, som är oberoende av årsringsbreddens absoluta storlek, vilket är fördelaktigt vid de efterföljande gruppindelningarna. Denna transformering av årsringsbredden åskådliggöres i fig. 7.

Klimatet synes emellertid vara underkastat en sekulär förändring. Sålunda har ÅNGSTRÖM beträffande temperaturklimatet påvisat en tydlig skillnad mellan tidsepoken 1901—30 och den av HAMBERG redovisade epoken 1859—1900 (ÅNGSTRÖM 1938 a och 1939). ÅNGSTRÖM har för ett urval meteorologiska stationer grafiskt återgivit differenserna mellan medeltemperatu-



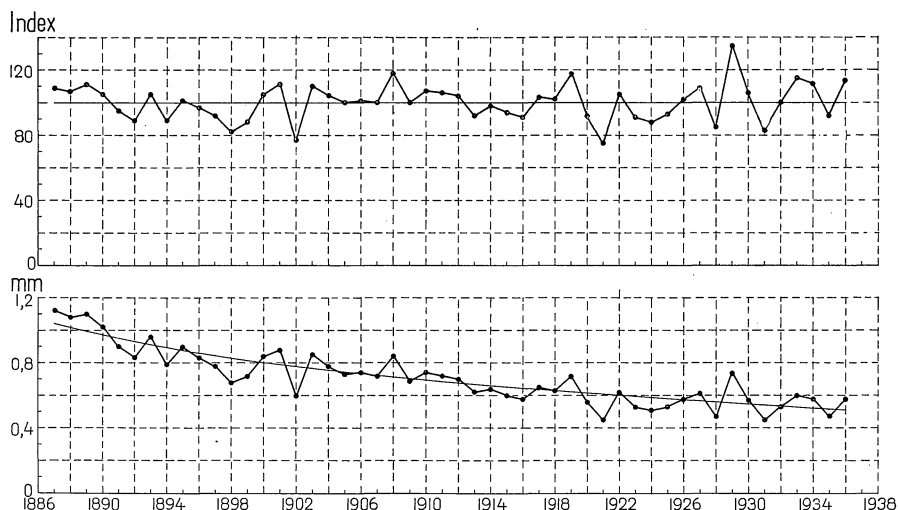


Fig. 7. Illustration till härledningen av årsringsindex. Se texten.  
Illustration zur Herleitung des Jahresringindex. Vgl. den Text.

terna för varje månad för de båda perioderna. Resultatet av jämförelsen för de stationer, som falla inom området för denna undersökning, framgår av fig. 8. Vinter- och vårmånaderna visa en avsevärd stegring i temperaturen från den äldre perioden till den senare. Under sommarmånaderna och hösten är förändringen mindre. Juni och för Östersund även september ha blivit något kallare, men för övriga månader har temperaturen ökat. Den iakttagna temperaturförändringen uppskattar ÅNGSTRÖM för norra Sverige betyda en förlängning av vegetationsperioden för jordbruket med ca 3 à 4 dagar (ÅNGSTRÖM 1938 b). Några motsvarande undersökningar över nederbörden föreligga ej.

I vilken grad den sekulära klimatförändringen avspeglar sig i årsringsutvecklingen, veta vi ännu ej. Dess betydelse torde i varje fall ej vara av samma storleksordning som det åldersinflytande, vi här önska eliminera. Men det är uppenbart, att en effekt av klimatändringen, vare sig denna går i för skogens tillväxt gynnsam eller ogynnsam riktning, bortelimineras tillsammans med åldersinflytandet vid utjämningen av årsringsbredden och indexbildningen, vilket måste betecknas som en brist. För den karakteristik av relationen mellan klimatet under 10-års perioden före och 15-års perioden efter huggningen vi eftersträva, torde detta sakna betydelse. Att separera den sekulära klimat-effekten och endast eliminera åldersinflytandet är förenat med en omfattande korrelationsanalytisk bearbetning, och det har ej ansetts lönande att här gå denna fråga närmare.

I det följande betrakta vi årsringsindex som ett approximativt uttryck för kalenderårets egenskap av gott eller dåligt

växtår med avseende på diametertillväxten, varvid sålunda index 100 betyder ett normalår, samt exempelvis index 120 att årsringen är 20 procent större än normalt, och index 80 att årsringen är 20 procent mindre än normalt o. s. v.

Man kan emellertid ej à priori utgå från att ett visst kalenderår för alla

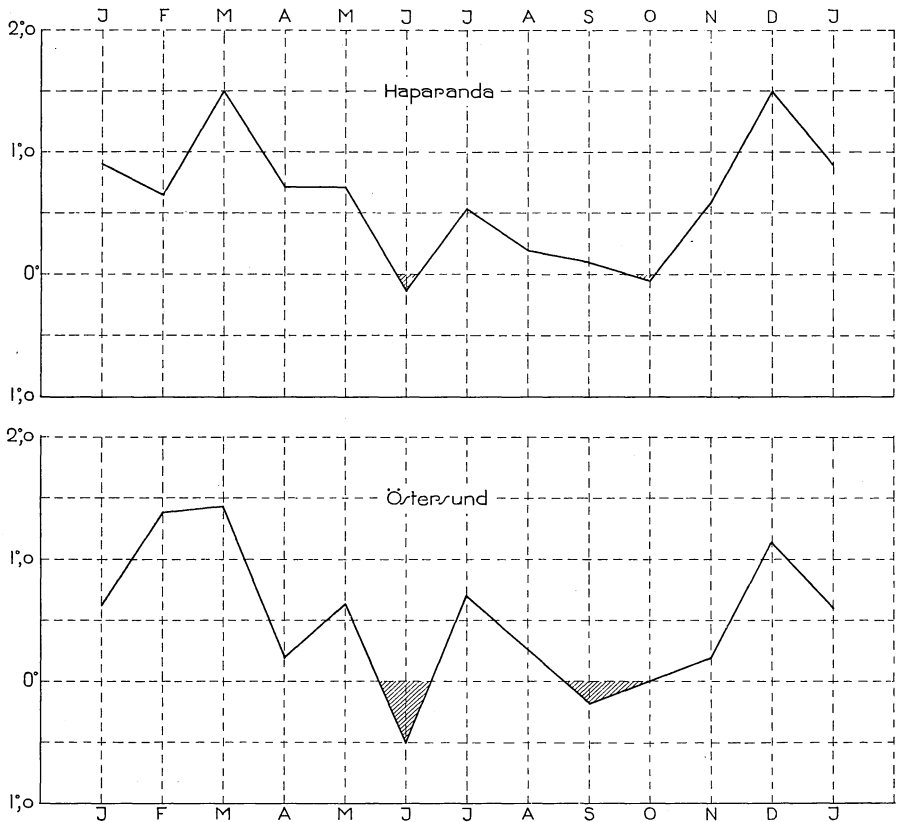


Fig. 8. Temperaturskillnad mellan månadstemperaturers medelvärden för perioderna 1901—30 och 1859—1900 för Haparanda och Östersund. Efter ÅNGSTRÖM (ÅNGSTRÖM 1938 a).

Temperaturunterschied zwischen den Mittelwerten der Monatstemperatur für die Perioden 1901—30 und 1859—1900 für Haparanda und Östersund. Nach ÅNGSTRÖM (ÅNGSTRÖM 1938 a).

ståndorter har samma betydelse som växtår. Vi skola därför närmare studera denna fråga. Provytorna ha indelats i grupper med avseende på olika ståndortsfaktorer, varefter medeltalet av årsringsindex uträknats inom dessa grupper för de olika kalenderåren under perioden 1903—36. Denna period är observerad å alla ytor utom för ytan 157, som uteslutits från bearbetningen.

Fig. 9 visar, att skogstyperna följa varandra överraskande nära. Uppdelningen på skogstyper har skett enligt det schema, som upprättats för denna

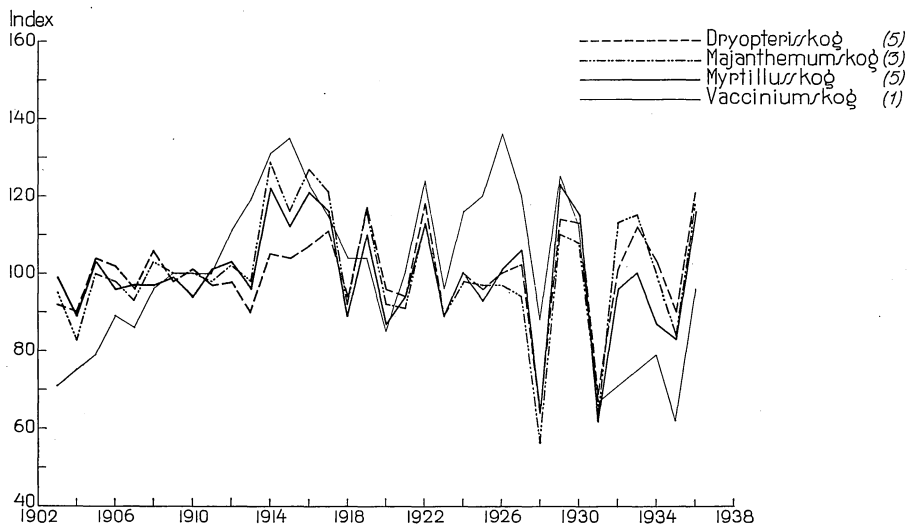


Fig. 9. Årsringsindex för olika skogstyper. Siffrorna inom parentes ange antalet provytor i varje skogstyp.

Jahresringindex für verschiedene Waldtypen. Die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl Probeflächen in jedem Waldtyp an.

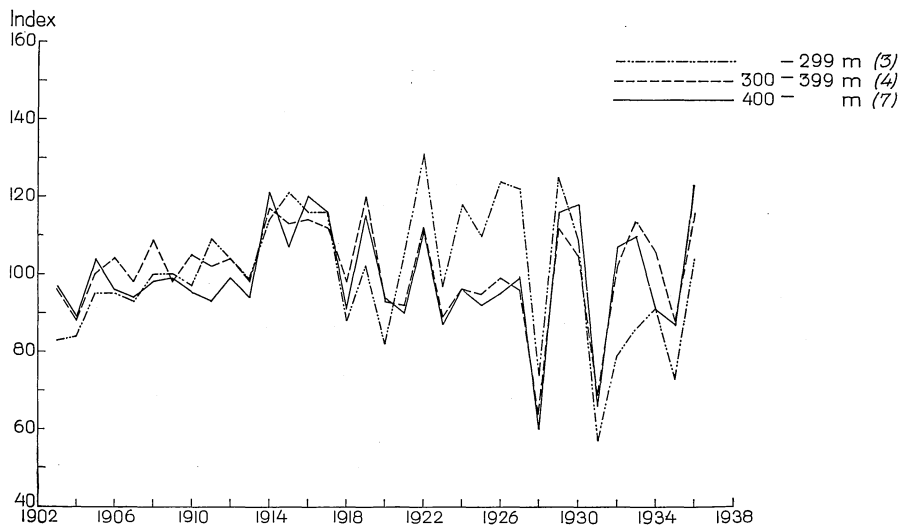


Fig. 10. Årsringsindex för olika höjdlägen. Siffrorna inom parentes ange antalet provytor i varje grupp.

Jahresringindex für verschiedene Höhenlagen. Die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl Probeflächen in jeder Gruppe an.

undersökning och återges å s. 15, varvid endast huvudgrupperna kommit till användning. Ett gott eller dåligt växtår för *Dryopteris*-typen synes ha samma betydelse för *Majanthemum*- och *Myrtillus*-typerna. *Vaccinium*-typen omfattar endast en yta (nr 70). Denna yta visar för vissa perioder betydande avvikel-

ser, men dessa kunna till ej ringa del bero på tillfälliga orsaker. I stora drag är årsringsutvecklingen densamma som för övriga typer.

I fig. 10 ha provytorna fördelats på tre grupper med hänsyn till höjden över havet. Kurvorna ha i stort sett samma förlopp för de olika höjdlägena och sammanfalla i stor utsträckning med varandra. Det lägsta höjdläget avviker dock för vissa perioder avsevärt från de övriga grupperna, vilka inbördes överensstämja mycket väl.

Det har även ansetts av intresse att uppdelat ytor på de av ÅNGSTRÖM urskilda klimatområdena (ÅNGSTRÖM 1938 a). Fyra ytor falla inom det norra lokalkontinentala området ( $K_2$ ) och en yta inom det mellersta lokalkontinentala området ( $K_1$ ). Övriga ytor tillhöra landets allmänna klimatområde, som karakteriseras av en för breddgraden och höjden över havet normal temperatur. Fig. 11 visar, att någon utpräglad skillnad mellan årsringskurvornas gång för de olika klimatområdena ej synes föreligga.

Slutligen ha ytor fördelats på tre geografiska områden (fig. 12). Även här visa årsringskurvorna ett mycket likartat förlopp. Möjligen kan för åren 1914—1917 spåras en tendens till stigande årsringsindex med nordligare belägenhet. Periodens karaktär av god växtperiod är dock genomgående.

Materialets omfattning har ej tillåtit en mera djupgående gruppindelning. De utförda grupperingarna synas emellertid tyda på en över-

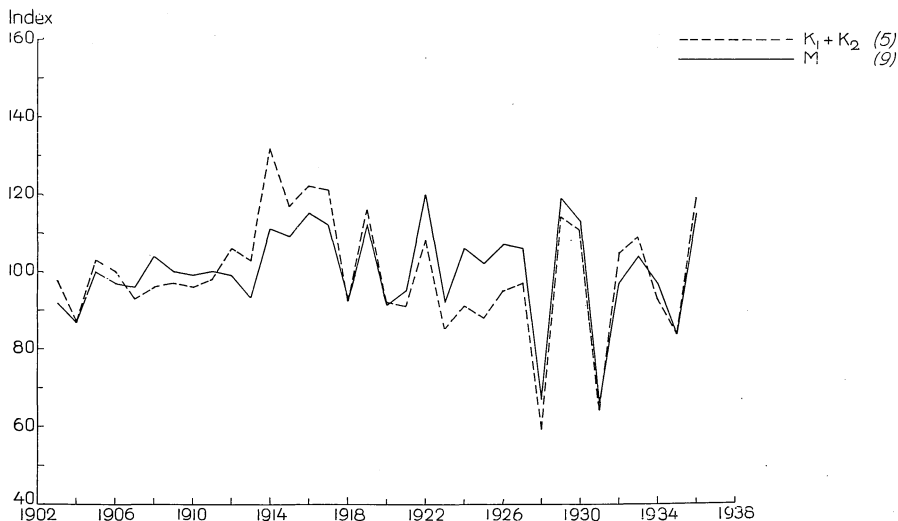


Fig. 11. Årsringsindex för olika klimatområden (ÅNGSTRÖM 1938). En provyta ligger inom det mellersta lokalkontinentala området ( $K_1$ ) och fyra ytor falla inom det norra lokalkontinentala området ( $K_2$ ). De nio återstående ytor tillhöra landets allmänna klimatområde (M).

Jahresringindex für verschiedene Klimagebiete (ÅNGSTRÖM 1938). Eine Probefläche liegt in dem mittleren lokalkontinentalen Gebiet ( $K_1$ ), vier Probeflächen im nördlichen lokalkontinentalen Gebiet ( $K_2$ ). Die neun übrigen Flächen gehören dem allgemeinen Klimagebiet des Landes an (M).

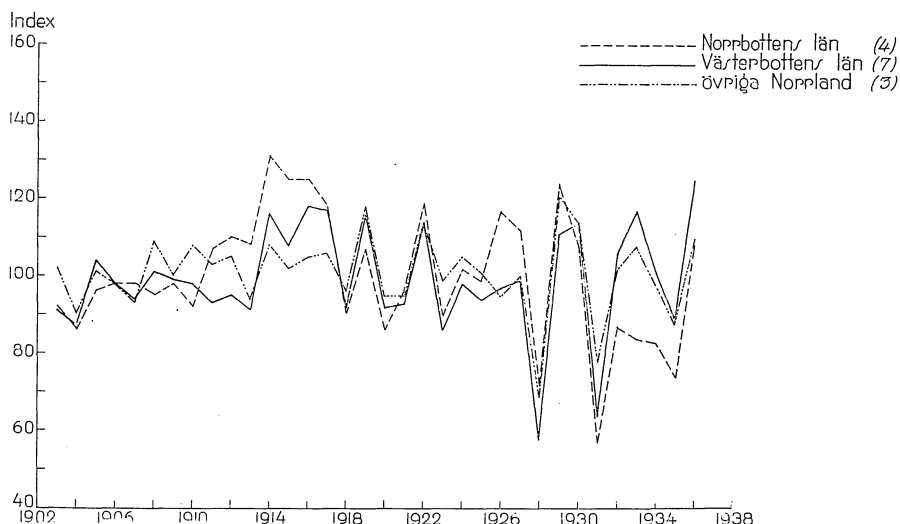


Fig. 12. Årsringsindex för olika geografiska områden. Siffrorna inom parentes ange antalet provytor i varje grupp.

Jahresringindex für verschiedene geographische Gebiete. Die eingeklammerten Zahlen geben die Anzahl Probestellen in jeder Gruppe an.

ensstämmelse i stora drag mellan olika ståndorter beträffande kalenderårens egenskap av goda och dåliga växtår. Här bör dock erinras om att undersökningens begränsning till den gamla granskogen samtidigt även utgör en viss begränsning av ståndorten, varför denna erfarenhet

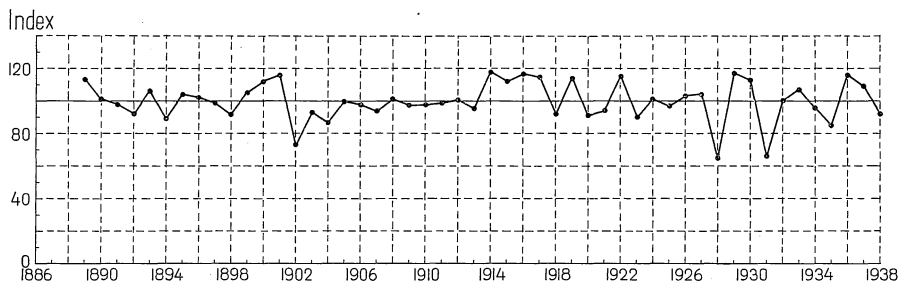


Fig. 13. Medelårsringsindex för perioden 1889—1938.

Mittlerer Jahresringindex für die Periode 1889—1938.

ej utan vidare kan generaliseras (jfr KOLMODIN 1935). En motsvarande indelning av materialet efter beståndets täthet hade varit intressant, men de orörda ytorna variera föga i detta avseende.

För den här eftersträfvade karakteristiken av relationen mellan klimatets betydelse för diametertillväxten under 10-års perioden före hugningen och 15-års perioden efter densamma har resultatet av materialets fördelning på olika ståndortskaraktärer ansetts motivera en sammanslagning av samtliga

Tab. 2. Års-  
Järes-

År..... Jahr	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899
Index..... Index	113	101	98	92	106	89	104	102	99	92	105
År..... Jahr	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924
Index..... Index	118	112	117	115	92	114	91	94	115	90	101

orörda ytor till en medelserie för årsringsindex. Härigenom nedbringas i hög grad den av tillfälliga orsaker betingade variationen av årsringsindex. Resultatet av denna sammanslagning framgår av fig. 13 och tab. 2.

Årsringsindex för perioden 1903—36 utgör medeltal för samtliga ytor (14 st.), perioden 1889—1902 omfattar 7 ytor, och år 1937 finnes för 6 ytor. År 1938 är ursprungligen endast observerat å en yta (nr 131) men har senare kompletterats med stöd av extra observationer från ytorna 11, 25 och 27. De ytor, som omfatta perioden 1889—1902 samt år 1937 ha visat sig under perioden 1903—36 nästan helt överensstämma med medeltalet av samtliga ytor, varför någon korrektion ej ansetts erforderlig vid konnektionen av flygelperioderna.

Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen har medeltalet av årsringsindex (tab. 2) uträknats för 15-års perioden efter huggningen ( $i_{15}$ ) och 10-års perioden före densamma ( $i_{10}$ ), varefter kvoten mellan dessa tal ( $i_{15} : i_{10}$ ) införts i räkningen som uttryck för relation mellan periodernas klimat (klimatindex).

De olika kalenderårens karaktär av goda och dåliga växtår framgår närmare av fig. 13 och tab. 2. Drages gränsen för utpräglade goda och dåliga år vid ett årsringsindex större än 115, resp. mindre än 85, bli dessa följande:

Goda år: 1901, 1914, 1916, 1929 och 1936.

Dåliga år: 1902, 1928 och 1931.

### Bestånds- och trädkaraktärer.

I syfte att karakterisera beståndet vid huggningsingreppet samt huggningens styrka och form har stamantal och grundyta per hektar härletts för såväl beståndet efter huggningen som för virkesuttaget. Dessa beståndskaraktärer ha deducerats dels för provytan i sin helhet, dels för cirkelytorna kring prov-

ringsindex.  
ringindex.

1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913
112	116	73	93	87	100	98	94	101	98	98	99	101	96
1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935	1936	1937	1938
97	103	104	65	117	113	66	100	107	96	85	116	109	92

träden (jfr. s. 19). För stamantalet har detta lätt kunnat ske med stöd av anteckningarna i fält över de träd, som ej uppnådde brösthöjd vid huggningsingreppet. Beträffande grundytan har tillvägagångssättet varit följande.

Provytans grundyta på bark och per hektar vid undersökningstillfället hos de träd, som uppnådde brösthöjd vid huggningsingreppet, har reducerats till grundyta under bark vid huggningen genom multiplikation med kvoten mellan de representativa provträdens ( $r$ -trädens) diameterkvadratsumma under bark vid huggningen och kvadratsumman på bark vid undersökningen. Samma reduktionsfaktor har sedan använts gemensamt för cirkelytorna.

Vi övergå härefter till uppskattningen av gallringsvirkets grundyta. På de stående provträden ha diameter och barktjocklek uppmätts vid såväl brösthöjd som stubbhöjd, varvid stubbhöjden valts med ledning av stubbarna å provytan. Vid bearbetningen har brösthöjdsdiametern under bark för varje provyta utjämnats grafiskt över stubbdiametern under bark (oberoende variabel). På denna kurva avlästes därefter för varje stubbe den mot stubbdiametern svarande brösthöjdsdiametern, varefter gallringsvirkets grundyta under bark vid brösthöjd beräknades på vanligt sätt.

Provytorna äro som nämnts utlagda i rena granbestånd, men i undantagsfall kunna en eller annan insprängd björk eller tall förekomma på ytorna. Dessa träd ha vid de ovanstående beräkningarna betraktats som granar, vilket ansetts riktigare än att utesluta dem.

På grund av det begränsade provträdsantalet är givetvis bestämningen av beståndets grundyta vid huggningsingreppet behäftad med en viss osäkerhet, vilket särskilt gäller virkesuttaget. De tillfälliga felen utjämnas emellertid i stor utsträckning vid den korrelationsanalytiska bearbetningen, och några systematiska fel av större betydelse torde ej föreligga.

För de stående provträden har den årliga diametertillväxten under 10-års perioden före huggningen samt 15-års perioden efter densamma beräknats med ledning av årsringsmätningarna. I några enstaka undantagsfall är

observationstiden efter huggningen endast 12—13 år. Härledningen av provträdet höjd vid huggningen behandlas i kap. VI, s. 45.

Observationerna på de fällda provträden ha underkastats en mera omfattande bearbetning. Med stöd av de observationer, som utförts på olika höjd över marken (jfr s. 19), har genom sektionering trädets kubikmassa och formhöjd vid huggningsingreppet samt 15 år därefter kunnat härledas, varefter årliga kubikmasse- och formhöjdstillväxten under bark beräknats. Genom interpolering mellan sektionismåtten har även formklassen bestämts vid samma tidpunkter. Ur toppskottsmätningarna har dessutom årliga höjdtillväxten under 15-års perioden efter huggningen beräknats.

Beträffande primärbearbetningens detaljer hänvisas till redogörelsen för motsvarande beräkningar i avhandlingen »Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog» (NÄSLUND 1936, s. 27—80).

#### KAP. IV. KORT BESKRIVNING AV UNDERSÖKNINGSMATERIALET.

Det insamlade materialet omfattar 157 provytor, på vilka tillväxtobservationer utförts å 1 590 stående och 269 fällda provträd. Härvid ha å de förra verkställts omkring 110 000 årsringsmätningar vid brösthöjd och å de senare ca 100 000 fördelade på olika höjd över marken. På de fällda provträden ha därjämte omkring 8 000 toppskott uppmätts.

Provytorernas belägenhet framgår av fig. 4. I Norrbotten finnas 51 ytor, i Västerbotten 64 och i övriga Norrland 42 stycken. Fördelningen på olika höjdlägen anges i nedanstående sammanställning:

Höjd över havet.	Antal provytor.
100—199 m . . . . .	8 st.
200—299 » . . . . .	23 »
300—399 » . . . . .	48 »
400—499 » . . . . .	56 »
500— » . . . . .	22 »
	Summa 157 st.

Vid materialets redovisning på skogstyper tillämpas det schema, som återges å s. 15. Härvid ha endast huvudgrupperna kommit till användning med undantag för sumpmosstypen, som uppdelats i undertyperna örtrik och örtfattig. Denna indelning har vid bearbetningen av tillväxtobservationerna visat sig ändamålsenlig (jfr s. 60).



De olika skogstyperna äro representerade i följande omfattning:

Skogstyp.	Antal provytor.
<i>Geranium</i> .....	16 st.
<i>Dryopteris</i> .....	38 »
<i>Majanthemum</i> .....	39 »
<i>Myrtillus</i> .....	41 »
<i>Vaccinium</i> .....	18 »
Örtrik sumpskog .....	2 »
Örtfattig sumpskog .....	3 »
	Summa 157 st.

Skogstyperna *Majanthemum* och *Myrtillus* motsvara tillsammans ungefär ENEROTHs normala ristyp och fuktiga ristyp eller RONGES *Myrtillus*-typ och fuktiga ristyp. 51 procent av provytorna tillhöra sålunda dessa viktiga skogstyper.

Av denna översikt framgår, att de för frågan om den gamla granskogens behandling aktuellaste ståndortstyperna äro väl representerade i materialet.

En bonitering av provytorna med stöd av ålder och höjd har ej kunnat utföras, emedan ytorna i stor utsträckning äro huggna ovanifrån, vartill kommer att åldersvariationen å ytorna är betydande (jfr nedan).

Tab. 3 lämnar en översikt av beståndets grundyta under bark och stamantal före huggningsingreppet samt huggningens styrka och form. Tabellen redovisar såväl medeltal som extremvärden (variationsvidd) för de olika skogstyperna.

De extremt höga stamantalen för skogstyperna *Dryopteris* och *Majanthemum* härstamma från tre stavagransytor, som ingå i materialet. Det framgår, att provytorna variera inom de olika skogstyperna starkt med avseende på beståndets tillstånd före huggningen.

Vid studiet av tab. 3 liksom de följande tabellerna 4 och 5 bör observeras, att sumpmosstypen är svagt representerad i materialet och därför ej uppdelats i en örtrik och en örtfattig typ.

Vid angivandet av medeltal och extremvärden för grundytans och stamantalets huggningsprocenter ha de orörda ytorna (19 st) ej medräknats. Med stamantalets relativa huggningsprocent avses kvoten mellan stamantalets och grundytans huggningsprocenter. Med 1,0 förstås alltså en huggning, där stamantalets och grundytans huggningsprocenter äro lika, d. v. s. en likformig genomhuggning. Är stamantalets relativa huggningsprocent större än 1,0, betyder detta en huggning av låggallringskaraktär, och ett tal mindre än 1,0 anger ett högre i diameterklasserna orienterat ingrepp.

Tab. 3 visar, att provytorna förete stor variation med avseende på såväl

Tab. 3. Beståndets tillstånd å provytorna före  
Zustand des Bestandes auf den Probeflächen vor der

Skogstyp Waldtyp	Beståndet före huggningen Der Bestand vor der Hauung				
	Antal prov- ytor Zahl der Probeflächen	Grundyta under bark, m <sup>2</sup> per ha Grundfläche ohne Rinde, m <sup>2</sup> je ha		Stamantal per ha Stammzahl je ha	
		Variationsvidd	Medeltal	Variationsvidd	Medeltal
		Variationsbreite	Mittel	Variationsbreite	Mittel
<i>Geranium</i> .....	16	14,20—44,07	29,50	714—1917	1147
<i>Dryopteris</i> .....	38	12,54—53,19	26,54	483—25094	1984
<i>Majanthemum</i> .....	39	9,72—38,53	22,66	433—24669	2584
<i>Myrtillus</i> .....	41	11,14—42,81	20,48	546—2256	1138
<i>Vaccinium</i> .....	18	10,88—24,11	16,32	409—2058	981
Sumpstostyp.....	5	15,67—53,11	25,99	1016—1467	1268
Sumpfwald					
Samtliga Sämtliche	157	9,72—53,19	23,10	409—25094	1689

Tab. 4. Provträdens ålder vid huggningen samt årsringsbredd  
Alter der Probebäume zur Hauungszeit sowie Jahresringbreite und Zuwachs-

Skogstyp Waldtyp	Ålderskarak- teristik				
	Antal prov- träd Zahl der Prob- Bäume	Totalålder Gesamtalter		Brösthöjdsålder Brusthöhenalter	
		Variationsvidd	Medeltal	Variationsvidd	Medeltal
		Variationsbreite	Mittel	Variationsbreite	Mittel
<i>Geranium</i> .....	34	81—274	178	42—234	146
<i>Dryopteris</i> .....	60	60—295	165	42—260	136
<i>Majanthemum</i> .....	64	85—311	169	60—285	137
<i>Myrtillus</i> .....	69	90—271	182	67—242	148
<i>Vaccinium</i> .....	32	82—233	167	59—208	133
Sumpstostyp.....	10	137—228	179	101—212	148
Sumpfwald					
Samtliga Sämtliche	269	60—311	173	42—285	141

huggningens form som styrka. Huggningsprocenten utgör i medeltal för grund-  
ytan 52,8 procent och för stamantalet 31,9 procent. Huggningen har således  
å de flesta ytorna förts ovanifrån, men ett ej obetydligt antal ytor äro ge-  
nomgångna med andra huggningsformer och även mycket extrema sådana.

huggningen samt huggningens styrka och form.  
Hauung und die Stärke und Form der Hauung.

Huggningsprocent Hauungsprozent				Stamantalets relativa huggningsprocent Relatives Hauungsprozent der Stammzahl	
Grundyta Grundfläche		Stamantal Stammzahl			
Variationsvidd Variationsbreite	Medeltal Mittel	Variationsvidd Variationsbreite	Medeltal Mittel	Variationsvidd Variationsbreite	Medeltal Mittel
23,1—86,9	56,9	11,5—68,4	37,3	0,35—1,22	0,68
8,9—82,8	53,4	3,0—93,9	35,0	0,27—1,33	0,66
18,1—85,4	55,3	8,3—89,8	38,3	0,35—1,53	0,70
8,5—75,6	50,0	4,3—51,6	25,9	0,28—1,25	0,53
22,1—66,2	51,7	6,6—59,1	23,4	0,23—0,89	0,45
24,7—69,4	44,4	7,8—43,2	27,3	0,26—1,38	0,68
8,5—86,9	52,8	3,0—93,9	31,9	0,23—1,53	0,61

och diametertillväxtprocent under 10-års perioden före huggningen.

prozent des Durchmessers während der 10-jährigen Periode vor der Hauung.

teristik des Alters			Genomsnittlig tillväxt Durchschnittlicher Zuwachs				
Hushållsålder Betriebsalter		Trädets medel- ålder vid uppnående av brösthöjd	Antal prov- träd Zahl der Probe- bäume	Årsringsbredd, mm Jahresringbreite		Årlig diametertillväxt- procent under bark Jährliches Zuwachsprozent des Durchmessers ohne Rinde	
Variationsvidd Variationsbreite	Medeltal Mittel	Durchschnitts- alter des Baumes beim Erreichen der Brusthöhe		Variationsvidd Variationsbreite	Medeltal Mittel	Variations- vidd Variationsbreite	Medeltal Mittel
22—187	122	32	157	0,09—1,80	0,64	0,09—2,56	0,76
25—235	110	29	386	0,10—2,20	0,69	0,07—3,82	0,92
36—253	108	32	408	0,09—1,84	0,60	0,15—3,04	0,83
42—204	123	34	410	0,09—2,14	0,51	0,09—3,16	0,66
42—197	110	34	180	0,08—1,68	0,50	0,09—2,77	0,63
79—205	124	31	49	0,14—2,01	0,62	0,09—3,84	0,96
22—253	115	32	1590	0,08—2,20	0,59	0,07—3,84	0,78

Stamantalets relativa huggningsprocent varierar mellan 0,23—1,53 och upp-  
går i medeltal till 0,61.

Provträdens ålder vid huggningen har karakteriserats genom angi-  
vande av totalålder, brösthöjdsålder och hushållsålder. Med totalålder förstås



Tab. 4 lämnar även en översikt av de stående provträdens genomsnittliga årsringsbredd och årliga diametertillväxtprocent under 10-års perioden före huggningen. Den genomsnittliga årsringsbredden varierar för de enskilda provträden mellan 0,08—2,20 mm och utgör i medeltal 0,59 mm. För den årliga diametertillväxtprocenten äro motsvarande siffror 0,07—3,84 procent, och 0,78 procent. Tillväxtprocenten är härledd som diskontprocent. Även inom skogstyperna är tillväxtens variation mycket stor, och materialet omfattar i stor omfattning träd, som före huggningen haft en mycket svag tillväxt. På grund av olikheter med avseende på beståndets tillstånd före huggningen kunna några närmare jämförelser ej göras beträffande tillväxten i de olika skogstyperna.

Huggningarnas fördelning på olika kalenderår framgår av tab. 6. De orörda ytorna, vilkas tillväxt studerats under samma period som någon närbelägen, genomhuggen yta, ingå ej i denna tabell. Som synes äro huggningarna rätt väl fördelade över perioden 1893—1926, varför olika klimatperioder äro representerade i materialet. Det största antalet provytor ha genomhuggits år 1912.

Den lämnade översikten visar, att det insamlade undersökningsmaterialet är av en betydande omfattning, varvid för denna fråga viktiga ståndorts- och beståndstyper äro väl representerade. Materialet företer dessutom en stor variation med avseende på den utförda huggningens styrka och form.

En detaljerad beskrivning av undersökningsmaterialet återfinnes i tab. II, s. 186, och ett antal beståndsbilder från provytorna ha sammanförts å s. 157. Fotografierna äro tagna vid undersökningstillfället.

## KAP. V. DEN KORRELATIONSANALYTISKA BEARBETNINGENS HUVUDDRAG.

Efter primärbearbetningen av observationerna på provytorna känna vi tillväxten under en 15-års period efter ett huggningsingrepp hos ett stort antal träd med olika diameter och höjd vid huggningen samt olika diameter-tillväxt under 10-års perioden före huggningen etc. Dessa träd härstamma

delning på olika kalenderår.  
verschiedene Kalenderjahre.

1915	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	Summa Summe
5	3	5	8	5	9	5	11	13	5	5	138

från bestånd av olika typ och å olika ståndorter, som genomgått med en huggning av olika form och styrka.

Låt oss antaga, att vi med tillgång till dessa erfarenheter skola utföra en stämpling i gammal granskog och stå framför ett träd eller en trädgrupp. Frågeställningen är: hur kommer det eller det trädets att utvecklas, om det eller det huggningsingreppet göres? Det gäller sålunda i första hand att ställa en prognos för det enskilda trädets tillväxt under en 15-års period efter huggning, då trädets och beståndets tillstånd vid huggningsingreppet, ståndortsförhållandena samt huggningens form och styrka äro kända. Det är uppenbart, att den åsyftade prognosen måste få karaktären av flersidiga interpolationer bland vårt erfarenhetsmaterial under hänsynstagande till för reaktionen betydelsefulla faktorer. Korrelationsanalysen arbetar i princip på detta sätt.

Korrelationsanalysen är ett för produktionsforskningen oundgängligt hjälpmedel, som för första gången tillämpats vid sådana undersökningar av professor HENRIK PETERSON (1932, 1934 och 1937). Metoden har senare använts av författaren vid bearbetningen av ett gallringsförsök i stavagranskog (NÄSLUND 1935) samt för lösandet av vissa taxatoriska uppgifter (NÄSLUND 1936 och 1940). För en närmare inblick i metodens arbetssätt hänvisas till nämnda avhandlingar och särskilt till professor PETERSONS arbete »Utvecklingsprognoser för skogsbestånd» (PETERSON 1937). I syfte att undvika upprepningar i det efterföljande skola vi här redogöra för den korrelationsanalytiska bearbetningens huvuddrag och därvid använda termer och uttryckssätt. Framställningen bygger på ovannämnda arbeten av professor PETERSON.

Korrelationsanalysen innebär rent räknemässigt en utjämning av materialet enligt minsta-kvadrat-metoden. Förfaringssätt, vilka i litteraturen bruka betecknas som korrelationsanalys eller regressionsanalys, äro ingenting annat än tillämpningar av denna metod. Resultatet blir i enklaste fall en funktion av följande utseende:

$$x_1 = a + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4, \dots \dots \dots (2)$$

där  $x_1$  är den sökta storheten, i detta fall det enskilda trädets tillväxt efter huggningen samt  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  etc. äro bestämningar, som definiera frågeställningen, t. ex. trädets diameter, den föregående tillväxten, huggningsprocenten å beståndets grundyta, provytans höjd över havet etc.  $a_1$ ,  $b_2$ ,  $b_3$  etc. äro koefficienter, vilka bestämmas genom räkningen.  $x_1$  kallas den beroende variabeln,  $x_2$ ,  $x_3$ ,  $x_4$  etc. de oberoende variablerna. Vi behöva här ej gå in på metodiken vid bestämningen av de ovannämnda konstanterna samt dessas medelfel utan kunna i detta avseende hänvisa till vägledande arbeten av MILLS (1925), WHITTAKER and ROBINSON (1926), och HELMERT (1924).

En sådan funktion möjliggör en beräkning av tillväxten för vilket träd som helst, vilket beskrivits genom de i funktionen ingående bestämningarna (variablerna). Därmed äro vi således i stånd till den eftersträfvade interpolationen.

Vi ha hittills talat om tillväxt i allmänhet. För att förenkla framställningen begränsa vi oss i det efterföljande till det enskilda trädets diameter-tillväxt efter huggningen. Antag att vi härlett en korrelationsfunktion för diametertillväxtens beräkning. Medelavvikelsen för samtliga i undersökningen ingående element, i detta fall de enskilda provträden, mellan verklig och enligt funktionen beräknad tillväxt är då ett mått på funktionens användbarhet. Denna storhet benämna vi funktionens medelavvikelse eller spridning. Ju mindre spridningen är, ju bättre är tydligen funktionens anpassning till materialet. Det gäller således att härleda en funktion, vilkens spridning är tillräckligt liten för att möjliggöra en prognos, som överensstämmer med verkligheten i sådan grad, att den kan läggas till grund för den gamla granskogens behandling.

Vid den numeriska utjämningen av materialet enligt minsta-kvadratmetoden bestämmas som nämnts konstanterna för den valda uppsättningen variabler. Vilka karaktärer, som böra ingå som oberoende variabler i funktionen kan ej avgöras på annat sätt än att pröva sig fram och i räkningen försöksvis medtaga sådana variabler, som kunna förväntas vara betydelsefulla. Härvid gäller det ej blott att taga ställning till vilka variabler, som skola medtagas, utan även i vilken form dessa böra införas i räkningen. Vi skola först belysa den förra frågan.

Redan valet av oberoende variabler är förenat med betydande svårigheter. Vi veta t. ex., att ståndortsfaktorerna ha betydelse för reaktionen, men vi veta ej utan att ha undersökt frågan, om de ha något inflytande, utöver det som redovisas av exempelvis trädets föregående tillväxt och beståndets tillstånd före huggningen. Härtill komma de olika alternativ, som kunna behöva prövas beträffande sättet för ståndortens och beståndets karakteriserande. Liknande frågeställningar kunna lätt mångfaldigas.

Övergå vi till frågan om i vilken form de oberoende variablerna skola införas i korrelationsräkningen, gäller det dels att fastställa partialregressionens form och dels behovet av kombinationer mellan variablerna. Med partialregression förstås sambandet mellan den beroende variabeln  $x_1$  och en oberoende variabel, då de återstående variablerna hållas konstanta. Partialregressionen återger sålunda sambandet mellan exempelvis  $x_1$  och  $x_2$  för ett bestämt värde på var och en av variablerna  $x_3$  och  $x_4$  (ekv. 2). Och frågeställningen är, om sambandet mellan  $x_1$  och  $x_2$  skall uttryckas linjärt eller kroklinjigt i korrelationsfunktionen. I ekv. (2) är detta parti lsamband

rätlinjigt, men regressionen kan krökas genom att tillfoga en eller flera härledningningar av  $x_2$  t. ex.  $x_2^2$ ,  $\frac{1}{x_2}$ ,  $\log x_2$  etc. eller ersätta  $x_2$  med en eller flera av dessa termer.

Med kombinationer mellan variablerna avses att ge uttryck åt det förhållandet, att två eller flera oberoende variabler med hänsyn till sin effekt kunna vara kombinerade med varandra. Vi skola exemplifiera detta. Antag att  $x_2$  i ekv. (2) betyder provytans höjd över havet och  $x_3$  breddgraden. Denna funktion innebär tydligen, att effekten av en viss nivåförändring är oberoende av breddgraden, och likaså att effekten av en viss breddgradsändring är oberoende av höjden över havet. Men är nu i verkligheten höjdninflytandet ett annat vid en hög breddgrad än vid en låg, kan detta ej komma till uttryck i funktionen, såvida ej de båda variablerna höjden och breddgraden kombineras med varandra, d. v. s. uppträda gemensamt i en eller flera termer i funktionen, exempelvis i form av produkten  $x_2 \cdot x_3$ . Frågan om variabel- och kombinationsregressionernas form har närmare diskuterats av professor PETERSON (1934), vartill vi hänvisa.

Denna översikt torde ha givit en föreställning om de svårigheter, som föreligga, då det gäller att taga ställning till vilka variabler, som skola medtagas i funktionen, och i vilken form detta skall ske. Vi kunna givetvis ej pröva alla tänkbara möjligheter, utan en viss begränsning måste göras med stöd av vår skogligen kunskap. Man väljer på försök en uppsättning av variabler, som mera naturligt höra ihop, och utjämnar materialet enligt minsta-kvadrat-metoden samt beräknar den härledda funktionens spridning och de ingående konstanternas medelfel. Den inbördes storleksordningen av konstanternas medelfelsprocenter anger också den ordning, i vilken variablerna ha betydelse för bestämningen av  $x_1$ , d. v. s. för tillväxten efter huggningen. Den variabel, vars koefficient har den minsta medelfelsprocenten, är av den största betydelsen i funktionen. Om denna utgår ur funktionen, ökas spridningen betydligt. En hög medelfelsprocent kan betyda, att variabeln ej har något inflytande på tillväxten, och således bör utgå ur funktionen, men det kan också betyda, att partialregressionen och ev. kombinationsregressionen har annan form än den som prövats, eller att nya variabler måste tillfogas för att variabeln skall få betydelse för tillväxten. Det kan slutligen även innebära, att formen på någon av de övriga variablerna måste ändras, för att variabeln skall få avsedd effekt. I vissa fall är detta samspel mellan variablerna mycket komplicerat.

Gör man ett nytt försök med exempelvis andra uttryck för krökar och kombinationer och erhåller en funktion med mindre spridning, föredrages denna. Genom upprepade sådana försök, varvid efter hand nya variabler



införas i räkningen och andra ev. uteslutas, söker man nedbringa funktionens spridning i erforderlig grad. Spridningens och medelfelsprocenternas ändring ge härvid ofta anvisning på i vilken riktning förändringar i variabeluppsättningen skall företagas. Dessa försök kunna betraktas som frågor till materialet, varpå detta svarar.

Några generella regler torde ej kunna uppställas för denna variabelanalys, och behovet av dylika funktionsförsök blir i hög grad beroende av uppgiftens art. Den första variabeluppsättningen bygger på en starkt schematiserad skoglig arbetshypotes över i detta fall tillväxtens orsakssammanhang. Denna hypotes upprätthålles sedan, så länge den verifieras av funktionsförsöken. Motsäga dessa hypotesen, ger detta anledning till uppställandet av en ny eller modifierad hypotes, som prövas genom en ny variabeluppsättning. Erhålles härvid ett gynnsamt utslag, blir nästa steg att bygga ut hypotesen till allt större detaljrikedom. Och på så sätt fortsätter analysen, tills funktionens spridning nedbringats i erforderlig grad. Denna funktion accepteras sedan som ett approximativt uttryck för det yttre skeendet. Härmed ha de arbetshypoteser, som legat till grund för funktionens härledning, fyllt sin uppgift. De fakta, som funktionen återspeglar, utgöra korrelationsanalysens resultat.

I det följande begränsa vi oss till att framlägga slutresultaten av den korrelationsanalytiska bearbetningen jämte vissa intressantare erfarenheter, som vunnits under funktionsförsöken. Att i detalj redogöra för dessa omfattande arbeten har dock ansetts falla utom ramen för denna avhandling. Författaren har tidigare vid den korrelationsanalytiska bearbetningen tillämpat ett annat förfaringssätt, som bygger på användandet av en allmän utjämningsfunktion av relativt anpassbar natur (NÄSLUND 1936, s. 86). Denna metod har dock ej kunnat tillämpas vid föreliggande undersökning, emedan det antal faktorer, som här kommit i fråga som oberoende variabler varit mycket större, varjämte det förelegat ett behov att kunna undersöka mera komplicerade partialregressioner.

Det korrelationsanalytiska räknearbetet har utförts av skogsavdelningens räknekontor, som av professor PETERSON speciellt organiserats för sådant arbete.

## KAP. VI. HÄRLEDNING AV TRÄDETS HÖJD VID HUGGNINGSINGREPPET.

Trädets höjd vid undersökningstillfället har uppmätts på såväl stående som fällda provträd. Höjdtillväxten efter huggningen däremot har endast observerats på de fällda provträden (269 st.). Men vi önska vid den efter-

följande bearbetningen även känna de stående provträdens (1590 st.) höjd vid huggningsingreppet. Detta behov har tillfredsställts genom en korrelationsanalytisk bearbetning av de fällda trädens höjdtillväxt. I syfte att vinna tid vid undersökningens slutförande utfördes detta arbete redan med det material, som förelåg hösten 1938, vilket utgjordes av 135 fällda provstammar. Som resultat erhöles följande funktion för höjdtillväxtens beräkning:

$$x_1 = -0,14 + 0,515 x_2 - 0,00124 x_3 + 22,13 \frac{1}{x_4} + 0,00738 x_5, \dots \quad (3)$$

där variablerna ha nedan angivna betydelse:

$x_1$  = årliga höjdtillväxten under perioden efter huggningen till undersökningssäret i procent av höjden över mark vid huggningen.

$x_2$  = årliga diametertillväxten under bark och vid brösthöjd för samma period som höjdtillväxten ( $x_1$ ) uttryckt i procent av brösthöjdsdiametern under bark vid huggningen.

$x_3$  = den genomsnittliga årsringsbredden vid brösthöjd under samma period som höjdtillväxten ( $x_1$ ) angiven i procent av den genomsnittliga årsringsbredden under 10-års perioden före huggningen.

$x_4$  = antalet årsringar vid huggningen räknat i brösthöjd och utanför 2 cm från mårgen.

$x_5$  = tillväxtperiodens längd efter huggningen angiven i år.

Samtliga variabler hänföra sig till det enskilda trädet.

Medelavvikelsen för enskilt träd mellan verklig och beräknad tillväxtprocent (funktionens medelavvikelse) utgör 32,0 procent. Medelavvikelsen förefaller vid första påseende hög. Vi få emellertid komma ihåg, att tillväxtbestämningen gäller det enskilda trädet. De observerade tillväxtprocenternas medelavvikelse kring sitt medeltal uppgår till 82,0 procent, varför medelavvikelsen nedbringats högst avsevärt genom korrelationsfunktionen. Vi skola belysa funktionens värde för härledningen av trädets höjd vid huggningen.

Betecknas trädets höjd vid undersökningen med  $\bar{h}$ , erhålles trädets höjd vid huggningen ( $h$ ) enligt följande formel:

$$h = \frac{100 \bar{h}}{100 + x_1 x_5}, \dots \quad (4)$$

där  $x_1$  och  $x_5$  ha samma betydelse som i funktion (3). För de fällda provträden, som förelågo hösten 1939 (174 st.), har höjden vid huggningen beräknats med stöd av funktion (3) och formel (4). Härvid erhöles en medelavvikelse för enskilt träd mellan *verklig* och beräknad höjd vid huggningen av 3,05 procent. Under förutsättning att vi känna trä-

dets verkliga höjd vid undersökningen, är sålunda funktion (3) ett gott hjälpmedel för härledningen av trädets höjd vid huggningen.

De stående provträdens höjd vid huggningen har beräknats med stöd av funktion (3) och formel (4). Härvid tillkommer osäkerheten i uppskattningen av de stående trädens höjd vid undersökningen. Höjdmätningen är emellertid omsorgsfullt utförd, varvid noggrannare instrument med kikare eller diopterkonstruktion kommit till användning, och torde ej vara behäftad med några avsevärda fel.

De fällda provträden äro representativt uttagna bland de stående provträden. Den korrelationsanalytiska bearbetningen av de fällda provträdens höjdtillväxt synes därför ha möjliggjort en god bestämning av de stående provträdens höjd vid huggningen.

De fällda provträdens höjdtillväxt under 15-års perioden efter huggningen ha i det efterföljande underkastats en mera ingående korrelationsanalytisk bearbetning, varför vi här ej gå in på någon detaljdiskussion av partialregressionerna.

## KAP. VII. ANVÄNDA BETECKNINGAR.

I kap. VIII—XIII förekomma nedan angivna beteckningar och definitioner för i korrelationsfunktionerna ingående träd-, bestånds- och ståndortskaraktärer. Samtidigt anges inom parentes i förekommande fall använda särskilda benämningar eller förkortade uttryck för dessa faktorer.

### Trädkaraktärer.

Alla trädkaraktärer avse det enskilda trädet samt tillståndet och tillväxten *under* bark.

- rel. zr** = genomsnittlig årsringsbredd vid brösthöjd under 15-års perioden efter huggningen uttryckt i procent av den genomsnittliga årsringsbredden under 10-års perioden före huggningen (*relativ årsringsbredd*).
- d** = brösthöjdsdiameter vid huggningen (*diameter*).
- h** = höjd över mark vid huggningen (*höjd*).
- fh** = formhöjd över stubbe vid huggningen (*formhöjd*).
- pd f.g.** = årlig diametertillväxt vid brösthöjd under 10-års perioden före genomhuggningen (*f. g.*) uttryckt i procent av diametern vid huggningen (*diameters tillväxtprocent före huggningen*).
- pd e.g.** = årlig diametertillväxt vid brösthöjd under 15-års perioden efter genomhuggningen (*e. g.*) uttryckt i procent av diametern vid huggningen (*diameters tillväxtprocent efter huggningen*).

**ph e.g.** = årlig höjdtillväxt under 15-års perioden efter huggningen uttryckt i procent av höjden över mark vid huggningen (*höjdens tillväxtprocent efter huggningen*).

**pfh e.g.** = årlig formhöjdstillväxt över stubbe under 15-års perioden efter huggningen uttryckt i procent av formhöjden över stubbe vid huggningen (*formhöjdens tillväxtprocent efter huggningen*).

**Å** = antalet årsringar vid huggningen räknat i brösthöjd och utanför 2 cm från mären (*ålder*).

#### Beståndskaraktärer.

**Gr- %** = huggningsprocenten å provytans grundyta.

**gr- %** = huggningsprocenten å cirkelytans grundyta.

**St- %** = huggningsprocenten å provytans stamantal.

**st- %** = huggningsprocenten å cirkelytans stamantal.

#### Ståndortskaraktärer.

**H** = provytans höjd över havet.

**B** = » breddgrad.

**I** = » skogstypsindex.

## KAP. VIII. RELATIVA ÅRSRINGSBREDDEN.

### Den härledda funktionen.

Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen av diametertillväxten har det enskilda trädets genomsnittliga årsringsbredd vid brösthöjd under 15-års perioden efter huggningen uttryckt i procent av den genomsnittliga årsringsbredden under 10-års perioden före huggningen betraktats som beroende variabel. Detta procenttal benämnes i det efterföljande relativ årsringsbredd (*rel. zr*).

Under förutsättning att de båda tillväxtperioderna i klimatavseende äro lika, utgör den relativa årsringsbredden korrigerad för åldersavtagandet (jfr. s. 28) ett uttryck för reaktionen efter huggningen.

Som slutresultat av denna bearbetning föreligger en funktion, som möjliggör en beräkning av den sannolika relativa årsringsbredden med stöd av vissa faktorer (variabler), vilka beskriva tillståndet vid huggningen samt huggningens styrka. En korrelationsfunktion med ett flertal variabler framlägges med fördel i tabellform. Den härledda funktionen (5) är av följande allmänna form:

$$x_1 = b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 \dots b_{10} x_{10} \dots \dots (5)$$

De ingående variablernas betydelse samt regressionskoefficienternas tecken och storlek framgå av tab. 7. Tabellen bör läsas så, att relativa årsringsbredden är lika med koefficienten  $b_2$  gånger variabel  $x_2$ , plus  $b_3$  gånger  $x_3$ , plus  $b_4$  gånger  $x_4$  o. s. v., varvid alla koefficienter ingå med sina tecken. Innan dessa räkneoperationer utföras, skola alla variabler uttryckas i de enheter, som framgå av tabellen, och eventuellt omföras genom multiplikation med angiven omföringsfaktor. Beträffande betydelsen av i variabelförklaringen använda beteckningar hänvisas till kap. VII, s. 47. Vi skola med ett exempel demonstrera funktionens användning. Härvid utgå vi från följande värden på de primära variablerna:

$H = 450$ m	$pd$ f.g. = 0,19 %	$gr$ -% = 37,6 %
$B = 65,15$ grader	$d = 21,0$ cm	$Gr$ -% = 46,4 %
$I = 204$	$h = 14,1$ m	

Tab. 7. Funktion (5) för relativa årsringsbredden.  
Funktion (5) für die relative Jahresringbreite.

Variabel Variable	Variabel- förklaring (se s. 47) Erklärung der Variable (s. S. 197)	Enhet Einheit	Omförings- faktor Umwand- lungsfaktor	Koefficient Koeffizient	Koefficien- tens medel- felsprocent Prozent des mittleren Fehlers des Koeffizients ( $\epsilon$ %)
$x_1$	<i>rel. zr</i>	%	—	—	—
$x_2$	$H$	m	—	$b_2 = - 0,7592$	18,9
$x_3$	$H \cdot B$	m · grader m · Grade	· 0,01	$b_3 = + 1,2661$	17,5
$x_4$	$I$	(se not <sup>1</sup> ) (s. Note <sup>1</sup> )	—	$b_4 = + 0,1134$	11,5
$x_5$	$pd$ f.g.	%	· 100	$b_5 = - 0,6379$	10,6
$x_6$	$(pd$ f.g.) <sup>2</sup>	%	· 100	$b_6 = + 0,1101$	23,4
$x_7$	$\frac{I}{d}$	cm	· 1000	$b_7 = + 0,7343$	8,4
$x_8$	$\frac{h}{d}$	$\frac{m}{cm}$	· 100	$b_8 = + 0,3267$	22,2
$x_9$	$(gr\text{-}\%)^2$	%	· 0,1	$b_9 = + 0,07685$	8,8
$x_{10}$	$(Gr\text{-}\%)^2$	%	· 0,1	$b_{10} = + 0,08066$	10,6

<sup>1</sup> Skogstypindex ( $I$ ) har följande värden: *Geraniumskog* = 456, *Dryopterisskog* = 355, *Majanthemumskog* = 322, *Myrtillusskog* = 204, *Vacciniumskog* = 139, *örtrik sumpskog* = 122, *örtfattig sumpskog* = 63 (se s. 61).

Waldtypindex ( $I$ ) har följande värden: *Geraniumwald* = 456, *Dryopteriswald* = 355, *Majanthemumwald* = 322, *Myrtilluswald* = 204, *Vacciniumwald* = 139, *Krautreicher Sumpfwald* = 122, *Krautarter Sumpfwald* = 63 (s. S. 201).

Den relativa årsringsbreddens beräkning med stöd av dessa uppgifter framgår av tab. 8. I kol. 2 bildas de ingående variablerna, och i kol. 4 multipliceras dessa med resp. omföringsfaktor, varefter i kol. 6 den transformerade variabeln multipliceras med motsvarande regressionskoefficient. Summan av dessa senare produkter är den beräknade relativa årsringsbredden, vilken i detta exempel sålunda utgör 126,1, d. v. s. den genomsnittliga årsringsbredden under 15-års perioden efter huggningen är 126,1 procent av den genomsnittliga årsringsbredden under 10-års perioden före huggningen.

Tab. 8. Tillämpningsexempel för funktion (5).  
Anwendungsbeispiel der Funktion (5).

Variabel- beteck- ning Bezeichnung der Variablen	Bildad variabel Gebildete Variable	Omförings- faktor Umwandlungs- faktor	Omförd variabel Umgewandelte Variable	Koefficient Koeffizient	Produkt av koefficient och variabel Produkt des Koeffizients und der Variable
1	2	3	4	5	6
$x_2$ .....	450	—	450	— 0,7592	— 341,64
$x_3$ .....	$450 \cdot 65,15$	· 0,01	293,2	+ 1,2661	+ 371,22
$x_4$ .....	204	—	204	+ 0,1134	+ 23,13
$x_5$ .....	0,19	· 100	19	— 0,6379	— 12,12
$x_6$ .....	$(0,19)^2$	· 100	3,6	+ 0,1101	+ 0,40
$x_7$ .....	$\frac{1}{21,0}$	· 1 000	47,6	+ 0,7343	+ 34,95
$x_8$ .....	$\frac{14,1}{21,0}$	· 100	67,1	+ 0,3267	+ 21,92
$x_9$ .....	$(37,6)^2$	· 0,1	141,4	+ 0,07685	+ 10,87
$x_{10}$ .....	$(46,4)^2$	· 0,1	215,3	+ 0,08066	+ 17,37
$x_{11}$ .....	—	—	—	—	$\Sigma = 126,10$

Funktionen ger en prognos för det enskilda trädets genomsnittliga årsringsbredd under en 15-års period efter huggningen, då ståndortsförhållandena och trädets tillstånd vid huggningen samt huggningens styrka äro karakteriserade genom de i funktionen ingående oberoende variablerna. Dessa bygga på observationer, vars uppskattning i ett aktuellt fall ej erbjuder några större svårigheter. För begreppet skogstypsindex redogöres närmare i det efterföljande (s. 57). Här må endast anmärkas, att vid funktionens användning det index skall tillämpas, som svarar mot den skogstyp, vartill provytan eller beståndet är att hänföra.

Innan vi diskutera funktionens närmare innebörd, skola vi belysa dess tillförlitlighet. Medelavvikelsen för enskilt träd mellan verklig och beräknad relativ årsringsbredd (funktionens medelavvikelse) utgör 37,3 procent. Denna siffra kan förefalla hög. Vi få emellertid komma ihåg, att funktionen ger en prognos av den framtida tillväxten, och att prognosen gäller det enskilda trädet. För praktiska behov är det emellertid tillräckligt att

känna tillväxtsumman för ett större antal träd i samma bestånd. I syfte att belysa noggrannheten vid beräkandet av tillväxten för ett flertal träd har följande bearbetning utförts. Bland provyttematerialet har genom kvoträkning och utan val 50 provytor uttagits. För varje yta har med hjälp av funktionen beräknats de 10 stående provträdens sammanlagda grundytetillväxt efter huggningen, varefter denna jämförts med motsvarande observerade tillväxt. Härvid erhöles 18,2 procents medelavvikelse. Vid medelavvikelsens beräkning har hänsyn tagits till de frihetsgrader, som »förbrukats» vid härledningen av skogstypsindex.

Men även 10 träd måste betraktas som en liten enhet, varför vi skola söka bilda oss en uppfattning om noggrannheten vid större trädantal. För detta ändamål har på var och en av de 50 provytorna genom kvoträkning uttagits 8 resp. 5 och 2 träd, varefter den sammanlagda grundytetillväxten beräknats för dessa trädantal enligt funktionen och jämförts med motsvarande observerade tillväxt. Medelavvikelsen uppgick till resp. 18,4, 20,7 och 28,3 procent och har upplagts grafiskt över trädantalet i fig. 14. Det framgår, att medelavvikelsen avtar med stigande trädantal, först hastigt och sedan sakta. Beträffande sambandets form synes det sannolikt, att kurvan är en hyperbel med en asymptot parallell med  $x$ -axeln. Denna asymptot kan betraktas som funktionens medelavvikelse, sedan de av trädantalet beroende tillfälliga felen eliminerats. Medelavvikelserna ha därför utjämnats

enligt minsta-kvadrat-metoden med en hyperbel av formen:  $y = a + \frac{b}{x}$  till utjämningsfunktion. Härvid erhöles följande värden å konstanterna:  $a = 15,37$  (asymptot) och  $b = 25,94$ , då  $y$  betyder medelavvikelsen i procent och  $x$  trädantalet.

Utjämnningen återges i fig. 14, där flyglarna numeriskt extrapolerats till 1 resp. 20 träd. Det är uppenbart, att en extrapolering av en utjämnning av så få punkter, som här är fallet, måste mottagas med en viss försiktighet. En kontroll på kurvans vänstra flygel kan erhållas genom att för  $x = 1$  lägga in funktionens medelavvikelse (37,3 procent). Det inses lätt, att denna relativa medelavvikelse med god approximation också gäller det enskilda trädets grundytetillväxt. Denna punkt har ej utnyttjats vid den numeriska utjämnningen och omfattar dessutom hela provyttematerialet, varför dess läge är en god kontroll på kurvan. Figuren visar, att kurvan går mycket nära denna punkt. Kurvans gång på högra flygeln synes ej medge några större risker för en underskattning av medelavvikelsen. Enligt kurvan är medelavvikelsen för 20 träd 16,7 procent och sjunker sedan mot asymptoten (15,4 procent), som är gränsvärdet för ett oändligt trädantal.

Med stöd av denna bearbetning synes medelavvikelsen för den beräknade sammanlagda grundytetillväxten å ett större

antal träd i samma bestånd kunna uppskattas till omkring 16 procent. Härav torde framgå, att funktion (5) kan lämna för praktiska behov värdefulla upplysningar om den framtida tillväxten efter genomhuggning i gammal granskog. Erinrar man sig, att materialet består av en rik blandning av ståndorter och beståndstyper från oväxtliga »lusgransbestånd» till produktiva *Geranium*-skogar, måste den erhållna medelavvikelse-

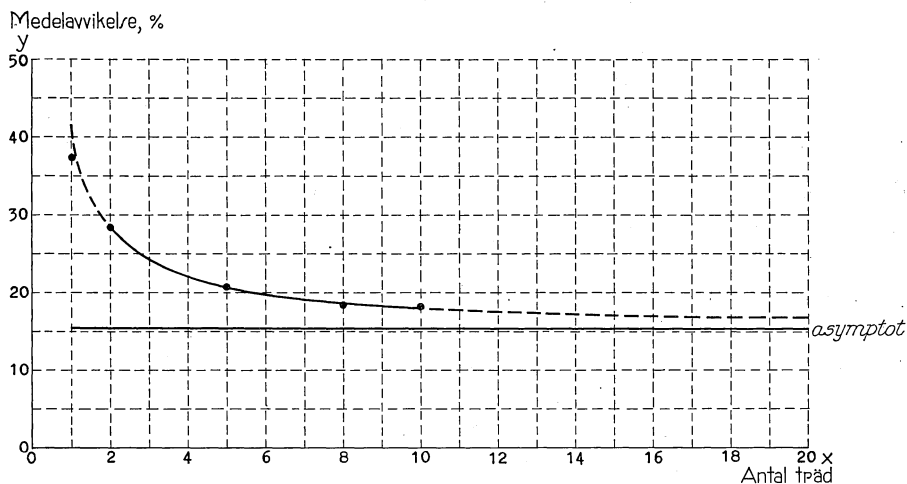


Fig. 14. Medelavvikelsen mellan verklig och beräknad grundytetillväxt för olika trädantal. Se texten.

Mittlere Abweichung des wirklichen von dem berechneten Grundflächenzuwachs für verschiedene Baumanzahlen. Vgl. den Text.

sen betraktas som ett gott resultat av den korrelationsanalytiska bearbetningen.

Den ovannämnda medelavvikelsen gäller givetvis endast under sådana förhållanden, som råda i materialet (populationen), vilket närmare redovisats i kap. IV. Funktionen är tillförlitligast i materialets centrala delar. I fråga om gränsfall bör försiktighet iakttagas, och utanför materialets gränser kan funktionen ej lämna några upplysningar av större värde.

Det förtjänar särskilt framhållas, att svaga huggningsstyrkor äro ringa representerade i materialet, varför funktionen ej bör användas för huggningsprocenter å grundytan, som äro lägre än 10.

## Partialregressionerna.

### Allmänna synpunkter.

Vi övergå härefter till en allmän diskussion av partialregressionerna. Av medelfelsprocenterna ( $\epsilon$  %) i tab. 7, s. 49 framgår, att regressionskoefficienterna äro signifikativt större än 0. Den positiva eller negativa lutningen



hos de partiella regressionslinjerna kan därför anses fastställd med hög grad av sannolikhet. Storleken av de viktigaste variabelernas koefficienter är bestämd med en betydande noggrannhet.

Vi erinra om att den inbördes storleksordningen av regressionskoefficienternas medelfelsprocenter också anger den ordning, i vilken variabelerna ha betydelse för bestämningen av den relativa årsringsbredden.

Fig. 15—17, s. 54—56 illustrera partialregressionernas form med avseende på de primära variabelerna. Funktionen partialregressioner ha här upplagts grafiskt, varvid övriga oberoende variabler hållits konstanta vid sina medelvärden i materialet, vilka framgå av tab. 9. Medeltalet av skogstypsindex utgör 285, men här har räknats med den närmast liggande skogstypens index, som är 322 och gäller för *Majanthemum*-skog. Den partiella regressionen erhålles helt enkelt genom att i funktionen insätta de konstanta värdena på de övriga oberoende variabelerna. Vid studiet av partiella regressioner bör observeras, att när de oberoende variabelerna utom den aktuella hållas konstanta, den senares variation ofta blir mycket snävt begränsad på grund av interkorrelation mellan denna variabel och de konstanthållna variabelerna. Innebörden av en ändring av den aktuella variabeln, när de övriga variabelerna hållas konstanta, bör ofta noga övervägas. I annat fall kunna feltolkningar lätt göras. Vi återkomma till dessa frågor i det efterföljande.

Tab. 9. Medelvärden i materialet på de primära oberoende variabelerna i funktion (5).

Durchschnittswerte im Material der primären, unabhängigen Variablen in der Funktion (5).

Variabel Variable	<i>H</i>	<i>B</i>	<i>I</i>	<i>pd f.g.</i>	<i>d</i>	$\frac{h}{d}$	<i>gr</i> -%	<i>Gr</i> -%
Medelvärde . . . . . Durchschnittswert	388 m	64,8	285	0,80 %	17,0 cm	0,80	38,0 %	46,0 %

Av funktionens form framgår, att en ändring av de konstanthållna variabelernas värden endast betyder en parallellförflyttning av partialregressionen utom beträffande regressionerna för höjden över havet och breddgraden. Dessa variabler förekomma nämligen kombinerade med varandra i funktionen, varför en ändring av det värde, varvid den ena av dessa variabler hålles konstant, betyder en ändring av lutning på regressionslinjen för den andra variabeln. Breddgradens partialregression både parallellförflyttas och vrides vid en ändring av det konstanthållna värdet på höjden över havet. Höjdens partialregression däremot endast vrides vid en ändring av breddgraden (jfr. fig. 15—17). Det är uppenbart, att den detaljredovisning av de olika variabelernas andel i totalresultatet, som partialregressionerna lämna, endast ger en mycket schematisk bild av verkligheten.

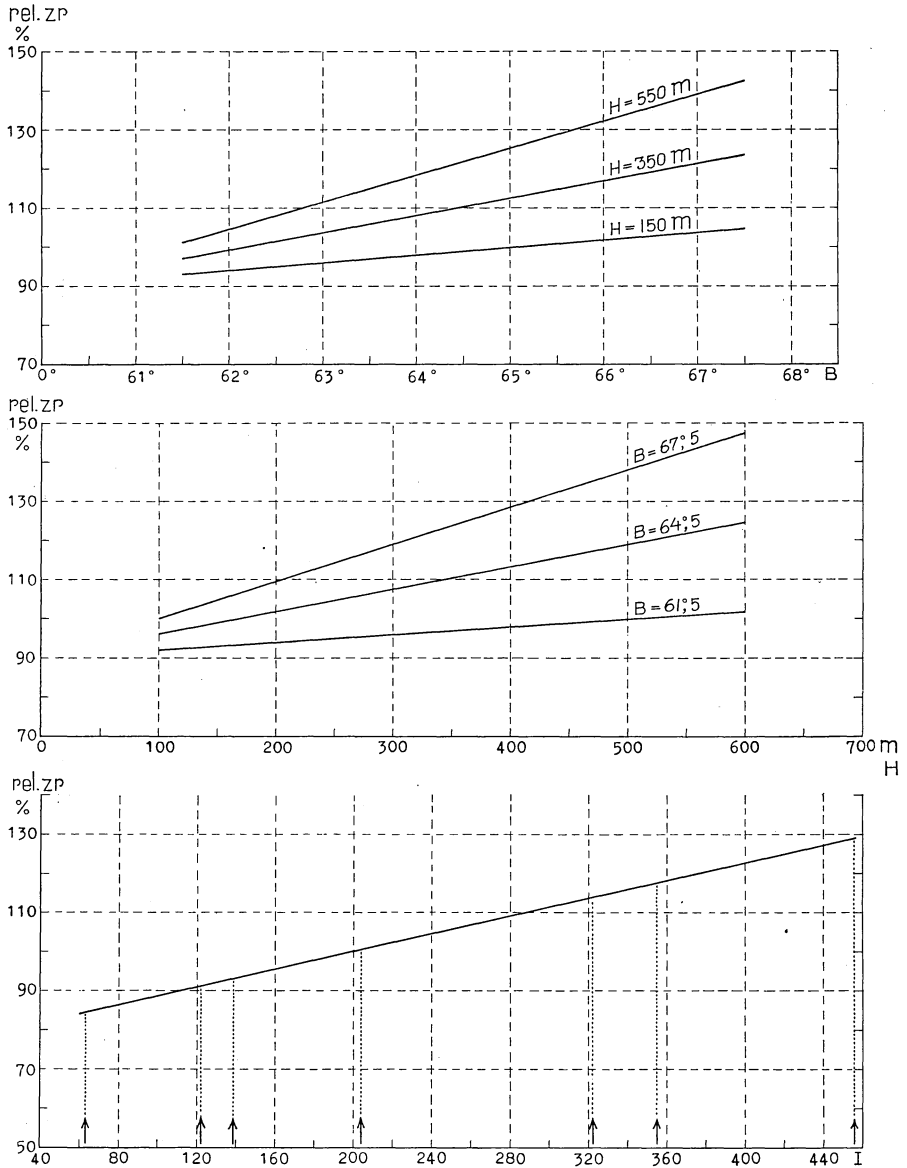


Fig. 15. De partiella sambanden enligt funktion (5) mellan relativa årsringsbredden (*rel. zr*) och resp. breddgraden (*B*), höjden över havet (*H*) och skogstypsindex (*I*). Se texten.

Die partiellen Beziehungen gemäss Funktion (5) zwischen der relativen Jahrestingbreite (*rel. zr*) einerseits und Breitengrad (*B*), Höhe ü. d. M. (*H*) und Waldtypindex (*I*) andererseits. Vgl. den Text.

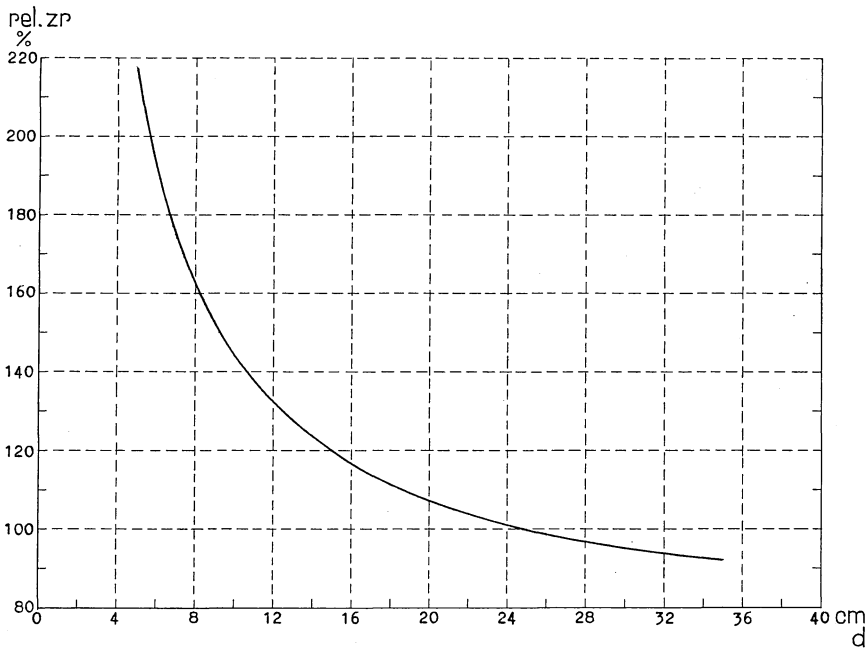
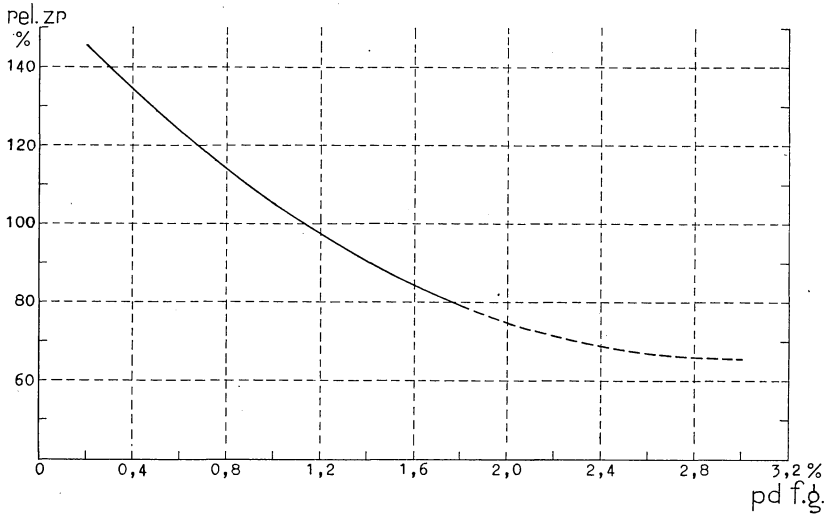


Fig. 16. De partiella sambanden enligt funktion (5) mellan relativa årsringsbredden (*rel. zr*) och resp. diameters tillväxtprocent före huggningen (*pd f.g.*) och diametern (*d*). Se texten.

Die partiellen Beziehungen gemäss Funktion (5) zwischen der relativen Jahresringbreite (*rel. zr*) einerseits und dem Zuwachsprozent des Durchmessers vor der Haggung (*pd f.g.*) und dem Durchmesser (*d*) andererseits. Vgl. den Text.

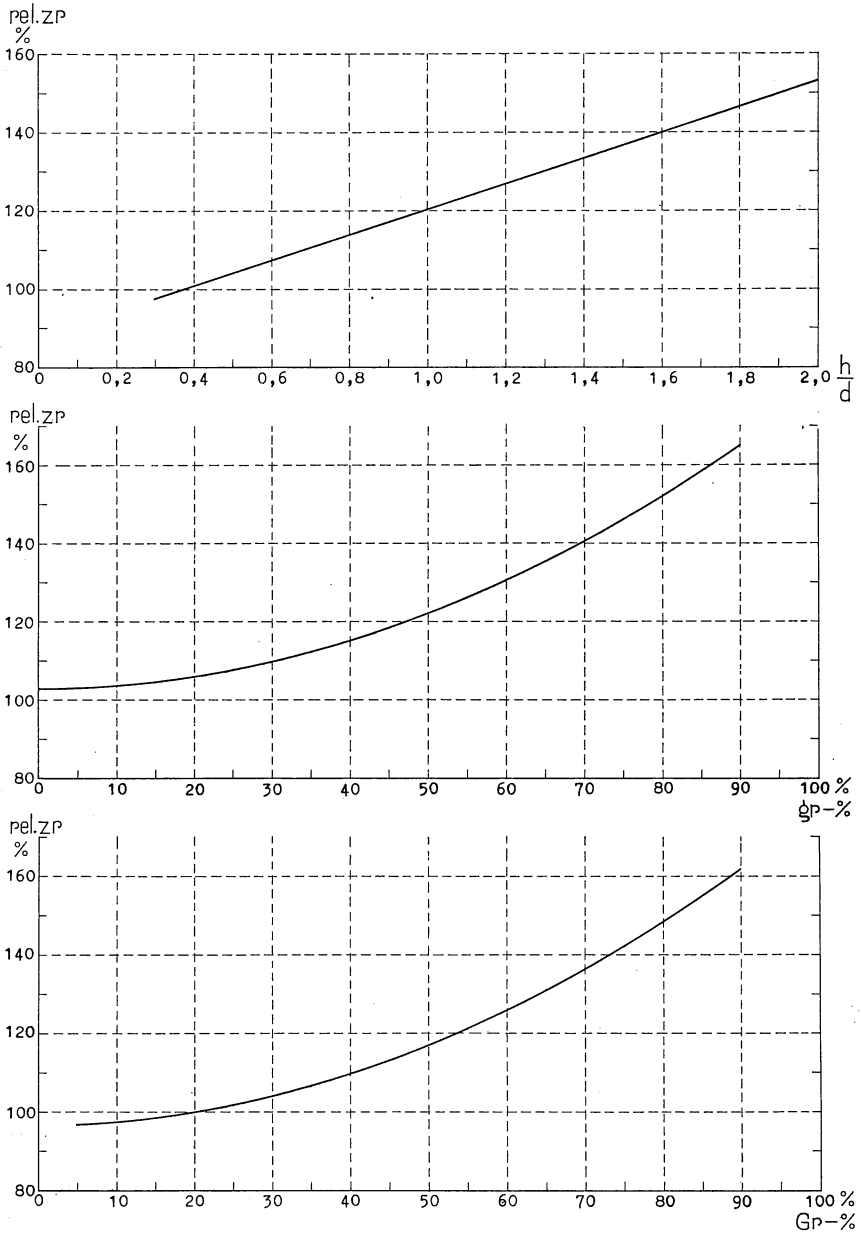


Fig. 17. De partiella sambanden enligt funktion (5) mellan relativa årsringsbredden (*rel. zp*) och resp. formförhållandet  $\left(\frac{h}{d}\right)$ , huggningsprocenten å cirkelytans grundyta (*gr-%*) och huggningsprocenten å provytans grundyta (*Gr-%*). Se texten.

Die partiellen Beziehungen gemäss Funktion (5) zwischen der relativen Jahresringbreite (*rel. zp*) einerseits und dem Formverhältnis  $\left(\frac{h}{d}\right)$ , dem Haguingsprozent für die Grundfläche der Kreisfläche (*gr-%*) und dem Haguingsprozent für die Grundfläche der Probeffläche (*Gr-%*) andererseits. Vgl. den Text.

Efter denna allmänna orientering över partialregressionernas form, övergå vi till en närmare diskussion av variabelernas betydelse för den relativa årsringsbredden.

De försök, som härvid göras att tolka partialregressionernas innebörd, grunda sig delvis på erfarenheter från de omfattande funktionsförsök, vilka föregått slutfunktionen. Givetvis kunna även andra tolkningar komma ifråga, men de framlagda schematiska hypoteserna ha ansetts mest plausibla. Dessa tolkningshypoteser ha emellertid ett underordnat intresse. Det viktigaste är här de fakta om det yttre skeendet, som funktionen återspeglar.

### Skogstypen.

Innan vi övergå till att behandla skogstypens betydelse för den relativa årsringsbredden, torde det vara lämpligt att redogöra för härledningen av skogstypsindex. Denna är ur teoretisk synpunkt av stort intresse, emedan andra ej direkt mätbara faktorer på samma sätt kunna införas i korrelationsräkningen som oberoende variabler.

Sedan den korrelationsanalytiska bearbetningen av de mätbara faktorerna avslutats, och en funktion härletts, som innehåller samtliga oberoende variabler i funktion (5) utom skogstypen, har den relativa årsringsbredden beräknats för varje träd med hjälp av denna funktion, varefter differensen mellan observerad och beräknad tillväxt uträknats. Härigenom har tydligen effekten av de i funktionen ingående oberoende variablerna eliminerats. Om skogstypen eller samspelet mellan denna och någon annan faktor, som ej kommit till uttryck i funktionen, har någon betydelse för reaktionen, måste detta återspeglas i differenserna. Sålunda böra betydande positiva differenser erhållas för skogstyper, som under i övrigt lika förhållanden ge större relativ årsringsbredd än genomsnittligt, och negativa skillnader i motsatt fall.

Medeldifferensen för enskilt träd har uträknats för de olika skogstyperna enligt såväl RONGES skogstypsschema som det å s. 15 angivna schemat, och resultatet framlägges i tab. 10. Vi betrakta först RONGES huvudtyper (kol. 7). Differensen stiger för skogstypen i följande ordning: sumpskog, *Vaccinium*, *Myrtillus*, fuktig ristyp, *Dryopteris* och *Geranium*. Den produktivare skogstypen har sålunda också större relativ årsringsbredd, vilket här även kan tolkas som större reaktionsvillighet (jfr. s. 64). För undertyperna av *Dryopteris*, *Myrtillus* och *Vaccinium* visa differenserna däremot ingen bestämd tendens. Detta torde beträffande *Dryopteris*- och *Myrtillus*-typerna delvis kunna förklaras av att indelningen i undertyper i viss mån är en klassificering efter höjdläget, vars

Tab. 10. Differensernas fördel-  
Verteilung der Differenzen

RONGES skogstypsschema RONGES Schema der Waldtypen						
Skogstyp Waldtyp	Antal Zahl der		Genomsnittlig relativ årsrings- bredd Durchschnittliche relative Jahresringbreite		Medeldifferens Durchschnittliche Differenz	
	ytor Flächen	träd Bäume	obser- verad beobachtet	beräknad bereknet		
I	2	3	4	5	6	7
<i>Geranium</i> .....	16	157	158,80	143,20	+ 15,60	+ 15,60
<i>a-Dryopteris</i> .....	12	119	131,55	127,89	+ 3,66	
<i>b- »</i> .....	22	228	121,20	116,82	+ 4,38	+ 5,55
<i>c- »</i> .....	4	39	171,51	153,36	+ 18,15	
Fuktig ristyp .....	13	130	133,33	134,41	— 1,08	— 1,08
Feuchter Beerkrauttyp						
<i>a-Myrtillus</i> .....	32	338	132,21	135,33	— 3,12	
<i>b- »</i> .....	24	240	119,57	118,32	+ 1,25	— 4,23
<i>c- »</i> .....	11	110	110,84	130,45	— 19,61	
<i>a-Vaccinium</i> .....	3	30	102,80	119,77	— 16,97	
<i>b- »</i> .....	12	120	122,79	135,97	— 13,18	— 16,08
<i>c- »</i> .....	3	30	101,80	128,60	— 26,80	
Kärraktigt sumpskog Bruchartiger Sumpfwald	2	20	106,80	124,55	— 17,75	— 17,75
Normal sumpskog Normaler Sumpfwald	3	29	91,62	115,34	— 23,72	— 23,72

effekt här eliminerats genom att höjden över havet och breddgraden ingå som variabler i funktionen (jfr. s. 64). Härtill kommer, att materialet för *Vaccinium*-typens *a*- och *c*-varianter samt för *Dryopteris c*-variant är av ringa omfattning, varför dessa medeldifferenser torde vara behäftade med en betydande osäkerhet. Den subjektiva indelningsgrunden för undertyperna kan även ha medverkat till det obestämda resultatet av denna klassificering.

Vi övergå härefter till det vid denna undersökning uppställda skogstypsschemat. Betraktas först huvudgrupperna (kol. 14), visar tabellen samma tendens som RONGES schema. Vid klassificeringen ha grupperna: *Geranium*, *Dryopteris*, *Vaccinium*, och sumpskog sammanfallit. RONGES stora *Myrtillus*-grupp (67 provytor) fördelar sig på *Majanthemum*- och *Myrtillus*-skog utan sumpmossor och har härigenom erhållit en objektiv upp-

ning på olika skogstyper.  
auf verschiedene Waldtypen.

Vid undersökningen använt skogstypsschema (se s. 15) Bei der Untersuchung verwendetes Schema der Waldtypen							
Skogstyp Waldtyp	Antal Zahl der		Genomsnittlig relativ årsrings- bredd Durchschnittliche relative Jahresringbreite		Medeldifferens Durchschnittliche Differenz		Skogs- typs- index Wald- typ- index
	ytor Flächen	träd Bäume	obser- verad beobachtet	beräknad berechnet			
8	9	10	11	12	13	14	15
<i>Geranium</i> -skog utan sumpmossor	12	117	156,30	138,51	+ 17,79	+ 15,60	456
<i>Geranium</i> -skog med sumpmossor	4	40	166,10	156,90	+ 9,20		
<i>Dryopteris</i> -skog utan sumpmossor	27	277	129,51	121,99	+ 7,52	+ 5,55	355
<i>Dryopteris</i> -skog med sumpmossor	11	109	129,38	128,84	+ 0,54		
<i>Majanthemum</i> -skog utan sump- mossor.....	32	338	133,38	131,84	+ 1,54	+ 2,16	322
<i>Majanthemum</i> -skog med sump- mossor.....	7	70	137,07	131,87	+ 5,20		
<i>Myrtillus</i> -skog utan sumpmossor	35	350	115,70	125,50	— 9,80	— 9,60	204
<i>Myrtillus</i> -skog med sumpmossor	6	60	128,96	137,38	— 8,42		
<i>Vaccinium</i> -skog utan lavar ....	5	50	112,18	127,02	— 14,84	— 16,08	139
<i>Vaccinium</i> -skog med lavar.....	13	130	117,42	133,97	— 16,55		
Örtrik sumpskog.....	2	20	106,80	124,55	— 17,75	— 17,75	122
Örtfattig sumpskog.....	3	29	91,62	115,34	— 23,72	— 23,72	63

Skog = Wald; utan = ohne; med = mit; sumpmossor = Sumpfmoose; lavar = Flechten; sumpskog = Sumpfwald; örtrik = krautreich; örtfattig = krautarm.

delning på en reaktionsvilligare och en föga reagerande typ (kol. 13). En motsvarande fördelning av RONGES fuktiga ristyp på *Majanthemum*- och *Myrtillus*-skog med sumpmossor har även ägt rum. *Majanthemum bifolium* har sålunda beträffande reaktionen visat sig vara en god karaktärsväxt, och det synes motiverat att ur ristyperna (RONGES *Myrtillus*-typ och fuktiga ristyp) avskilja en *Majanthemum*-typ. Av tabellen (kol. 14) framgår, att *Majanthemum*-gruppen står mycket närmare *Dryopteris* än *Myrtillus*. Vid de tidigare upprättade svenska skogstypsschemata har *Majanthemum* ej kommit till användning som typskiljande karaktärsväxt.

Av iakttagelser i fält att döma synes det ej uteslutet, att *Rubus saxatilis* och *Pyrola secunda* kunna vikariera för *Majanthemum bifolium* som karaktärsväxter. Denna fråga kan dock ej belysas med stöd av detta material, emedan dessa växter å provytorna i regel förekommit tillsammans med *Majanthe-*

*mum*. De finska skogstyperna för landets södra hälft omfatta en *Oxalis-Majanthemum*-typ, men detta är en artrik och frodig lundmarkstyp, där förutom *Oxalis acetosella* och *Majanthemum bifolium* även *Anemone*-, *Rubus*- och *Viola*-arter, samt *Convallaria majalis*, *Fragaria vesca* o. a. karaktärsväxter förekomma.

Studera vi sedan uppdelningen av grupperna: *Geranium*, *Dryopteris*, *Majanthemum* och *Myrtillus* med ledning av förekomsten av sumpmossor, visar tabellen (kol. 13), att den sumpmossfattigare och friska typen ur reaktionssynpunkt är gynnsammare än den sumpmossrika och fuktiga för *Geranium* och *Dryopteris*, under det att förhållandet är motsatt för *Majanthemum* och i mindre grad även för *Myrtillus*. De fuktiga *Majanthemum*- och *Myrtillus*-typernas (RONGES fuktiga ristyp) större reaktionsvillighet överensstämmer med andra erfarenheter (jfr RONGE 1936). Materialet är väl litet för denna ytterligare uppdelning, men det erhållna resultatet synes plausibelt och kan tolkas så, att för *Geranium* och *Dryopteris* ha redan den friska typen optimal fuktighet, men att detta ej är fallet med *Majanthemum* och *Myrtillus*.

Tabellen visar vidare, att den lavfattiga och mindre torra *Vaccinium*-typen är gynnsammare än den lavrika och torra typen, vilket står i samklang med tendensen inom *Myrtillus*- och *Majanthemum*-grupperna. På grund av det ringa materialet i den lavfattiga typen är en närmare jämförelse mellan dessa typer av mindre värde.

Sumpskogsgruppen är enligt tabell 10 ur reaktionssynpunkt ogynnsammast. Materialet har för denna grupp ringa omfattning (5 provytor), men utslaget går i den riktning, man kunnat vänta, då dessa marker i första hand äro i behov av dikning. Även uppdelningen av sumpskogsgruppen i en örtrik och en örtfattig typ har lämnat ett plausibelt resultat: den örtfattiga typen är ogynnsammare än den örtrika.

Det hade varit av ett stort intresse att ur *Dryopteris*-typen kunna avskilja en *Cornus*-typ samt ur *Vaccinium*-typen en *Empetrum*-typ och studera dessa typers medeldifferenser. Materialets omfattning har emellertid ej inbjudit till en ytterligare uppdelning av detsamma.

Av det föregående torde ha framgått, att ett avskiljande av en *Majanthemum*-typ ur ristyperna är av betydelse med hänsyn till reaktionen. Vid den fortsatta bearbetningen har därför det här upprättade skogstypsschemat kommit till användning. Materialets begränsning har dock ej ansetts motivera en uppdelning av huvudgrupperna efter förekomsten av sumpmossor och lavar, ehuru detta särskilt för *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna synes ha varit önskvärt.

Medeldifferenserna för de använda skogstyperna framgår av tab. 10 och



kol. 14. Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen ha dessa differenser omformats till indextal genom multiplikation med 10 och addition av 300 (kol. 15). Dessa indextal benämnas i det efterföljande skogstypsindex och återges i nedanstående sammanställning över den tillämpade skogstypsindelningen:

Skogstyp.	Index.
1. <i>Geranium</i> .....	456
2. <i>Dryopteris</i> .....	355
3. <i>Majanthemum</i> .....	322
4. <i>Myrtillus</i> .....	204
5. <i>Vaccinium</i> .....	139
6. Örtrik <i>sumpskog</i> .....	122
7. Örtfattig <i>sumpskog</i> .....	63

Skogstypsindex har sedan införts i korrelationsräkningen som en ny variabel, varefter funktion (5) härletts. Av regressionskoefficientens medelfsprocent (jfr. s. 49) kan utläsas, att skogstypsindex är en medelstark variabel i funktionen. Koefficienten är positiv, och skogstypsindex har således en positiv effekt på den relativa årsringsbredden, d. v. s. den relativa årsringsbredden stiger med stigande index (jfr. fig. 15—17, s. 54). När här och i det efterföljande talas om positiva och negativa effekter, erinras därom, att det gäller jämförelser under i övrigt lika förhållanden, vilka äro fixerade genom alla andra variabler än den, som för tillfället tages i betraktande.

Skogstypens betydelse för relativa årsringsbredden och därmed även för reaktionen efter huggningen framgår av partialregressionen ( $I$ ) i fig. 15, där de övriga oberoende variablerna hållas konstanta vid i tab. 9, s. 53 angivna medelvärden. Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen har även kombinationer mellan skogstypen och grundytans huggningsprocent prövats som variabler, men något samspel mellan dessa faktorer har ej kunnat konstateras. Detta torde förklaras av att låga huggningsprocenter äro svagt representerade i materialet. Som tidigare framhållits, bör funktionen ej användas för huggningsprocenter under 10.

I syfte att undvika upprepningar vid den efterföljande diskussionen av de övriga partialsambanden skola vi närmare belysa innebörden av skogstypens partialregression ( $I$  i fig. 15, s. 54). Tänka vi oss ett träd, som karakteriseras av de i tab. 9, s. 53 angivna värdena på  $pd$  f.g.,  $d$  och  $\frac{h}{d}$  samt står i bestånd, vars läge och behandling fixeras av värdena på  $H$ ,  $B$ ,  $gr$ -% (38,0 %) och  $Gr$ -% (46,0 %), ger funktionen (5), beroende på vilken skogstyp beståndet är att hänföra till, följande värden på den relativa års-

ringsbredden (*rel. zr*), vilka även kunna avläsas på skogstypens partial-regression i fig. 15.

Skogstyp.	Relativ årsringsbredd.
<i>Geranium</i> .....	129,1 procent
<i>Dryopteris</i> .....	117,6 »
<i>Majanthemum</i> .....	113,9 »
<i>Myrtillus</i> .....	100,5 »
<i>Vaccinium</i> .....	93,1 »
Örtrik sumpmosskog.....	91,2 »
Örtfattig sumpmosskog.....	(84,5) »

När vi betrakta dessa siffror, är det nödvändigt att göra klart för oss, att ett träd, som representerar materialets medelvärden med avseende på  $pd$  f. g.,  $d$  och  $\frac{h}{d}$ , för skogstypens flygelgrupper betecknar ett extremt träd. I materialet till denna undersökning finnes sålunda ej i örtfattig sumpmosskog ett träd, som vid 17 cms diameter har ett så högt värde på diameters tillväxtprocent som 0,80 procent. Däremot uppnå de bättre träden i den örtrika sumpmosstypen och *Vaccinium*-typen denna tillväxtprocent. Relativa årsringsbredden för den örtfattiga sumpmosstypen har därför angivits inom parentes. På den andra flygeln, *Geranium*-typen, återfinnas dock i materialet ett ej ringa antal träd med så låga tillväxtprocenter som 0,80 vid 17 cms diameter.

Bortse vi ifrån sumpmosstypen, som är svagt representerad i materialet, framgår av ovanstående sammanställning, att under i övrigt lika förhållanden skillnaden i relativ årsringsbredd för närliggande typer är störst mellan *Majanthemum* och *Myrtillus* (13,4) och minst mellan *Dryopteris* och *Majanthemum* (3,7). De två sistnämnda skogstyperna stå sålunda i reaktionsavseende mycket nära varandra, och det kan ifrågasättas, om ej dessa typer kunna sammanslås vid den praktiska tillämpningen. I större bestånd förekomma de ej sällan blandade om varandra. Det har dock ansetts lämpligt, att i avvaktan på ytterligare erfarenheter om dessa skogstyper hålla dem åtskilda. Härvid hänvisas till de i detta material framkomna skillnaderna mellan deras friska och fuktiga varianter (jfr. tab. 10, s. 58).

Av det föregående har framgått, att skogstypen är *en* värdefull indikator, då det gäller att bedöma den gamla granskogens reaktionsförmåga. Detta styrker sålunda skogstypernas användbarhet som behandlingstyper vid den gamla granskogens genomhuggning. Det bör här erinras om att jordarten vid denna undersökning genomgående utgöres av morän. Det är därför ej uteslutet, att en motsvarande tillämpning av skogstypsläran på skiktade jordarter blir mera komplicerad. Dessutom torde anmärkas, att andra

Tab. II. Mineraljordens genomsnittliga halt av finjord och ler samt genomsnittliga basmineralindex för olika skogstyper.

Durchschnittlicher Gehalt der Mineralerde an Feinerde und Ton und durchschnittlicher Basenmineralindex der verschiedenen Waldtypen.

Skogstyp Waldtyp	Skogstyps- index Waldtyp- index	Antal ytor Zahl der Flächen	Finjord Feinerde %	Ler Ton %	Basmine- ralindex Basen- mineral- index	Red. bas- mineral- index Red. Basen- mineral- index
<i>Geranium</i> .....	456	16	28,3	5,98	27,9	211,0
<i>Dryopteris</i> .....	355	36	29,8	4,83	22,0	120,6
<i>Majanthemum</i> .....	322	39	32,5	4,56	22,1	111,9
<i>Myrtillus</i> .....	204	40	28,6	3,84	21,8	89,1
<i>Vaccinium</i> .....	139	18	26,9	3,03	17,9	53,9
Örtrik sumpskog.... Krautreicher Sumpfwald	122	2	25,1	4,20	18,2	74,1
Örtfattig sumpskog... Krautarmer Sumpfwald	63	3	31,8	5,07	16,1	85,5
Medeltal Mittel	—	—	29,7	4,41	21,9	110,5

indelningsgrunder kunna visa sig ändamålsenliga vid uppställandet av ett skogstypsschema för bedömningen av föryngringsvilligheten.

Innan skogstypsindex infördes i korrelationsräkningen, har även betydelsen av mineraljordens mekaniska sammansättning och basmineralindex studerats. Finjordshalten, lerhalten och basmineralindex äro viktiga karaktärer för skogsmarkens vattenkvarhållande förmåga och näringshalt (jfr. s. 12). Dessa karaktärer ha därför prövats som oberoende variabler tillsammans med variablerna  $x_2$ — $x_3$  och  $x_5$ — $x_{10}$  i funktion (5), s. 49. Härvid har även den kombinerade effekten av lerhalten och basmineralindex, d. v. s. det reducerade basmineralindex (jfr. s. 12) kommit i betraktande. Något inflytande av dessa faktorer på den relativa årsringsbredden har dock ej kunnat konstateras. Dessa karaktärer kunna således ej ersätta skogstypen som variabel i funktion (5). Detta resultat motsäger givetvis ej den erfarenheten, att finjordshalten, lerhalten och basmineralindex lämna viktiga upplysningar om markens vattenkvarhållande förmåga och näringshalt.

Mineraljordens genomsnittliga halt av finjord och ler samt genomsnittliga basmineralindex för olika skogstyper framgår av tab. II. Medeltalen för basmineralindex (21,9) och lerhalten (4,41) visa, att ur mineralogisk synpunkt måste jordarten i genomsnitt betraktas som mycket god. Finjordshalten visar ej något samband med skogstypen (jfr. WENNERHOLM 1935). Däremot föreligger ett tydligt samband mellan lerhalt och skogstypsindex. Härvid bortses från sumpskogen, där vattenöverskottet torde vara utslagsgivande för tillväxten. Lerhalten har givetvis en annan betydelse för sumpskogen än för de övriga skogstyperna. Basmineralindex visar också ett

påtagligt samband med skogstypen. Inom de ej försumpade skogstyperna ger basmineralindex dock ej samma ordningsföljd mellan *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna som skogstypsindex. Det reducerade basmineralindex (jfr. s. 12) däremot visar även här samma ordning som skogstypen. Inom sumpskogen förete basmineralindex och skogstypsindex samma ordningsföljd, medan ordningen blir motsatt enligt det reducerade basmineralindex på grund av den större lerhalten i den örtfattiga sumpskogen. Vid studiet av genomsnittssiffrorna i tab. 11 bör observeras, att sumpskogen är svagt representerad i materialet.

Av det föregående framgår, att den använda indelningen av de ej försumpade skogstyperna i stora drag också är en klassificering efter mineraljordens näringshalt. Härvid bör emellertid framhållas, att det framkomna sambandet i tab. 11 gäller mellan skogstypernas medelvärden, och att mycket betydande variationer förekomma inom skogstyperna. Detta torde förklara, varför något samband ej kunnat påvisas mellan den relativa årsringsbredden och de mineralogiska faktorerna. Skogstypen redovisar i stora drag den *samlade* effekten av ovannämnda faktorer, vattentillgången, humusmaterialet och humustillståndet. Dess roll i funktionen är dels att tillsammans med de övriga faktorerna beskriva trädets tillväxtegenskaper och tillstånd (bonitetseffekten), dels att karakterisera humustäckets omsättningstyp (humuseffekten).

För att förstå den förstnämnda effekten måste vi erinra oss, att när vi hålla alla andra variabler utom skogstypen konstanta och ändra skogstypen exempelvis i riktning mot en produktivare typ, betyder detta, i den mån skogstypen är en bonitetsindikator, också en övergång till ett träd med sämre tillväxtegenskaper eller till ett träd, som växer i ett tätare bestånd och ev. även är äldre, eller båda delarna, eftersom bl. a. tillväxten före huggningen och diametern äro desamma. Den senare effekten innebär, att huggningen medför en omvandling av humustäcket i för produktionen gynnsam riktning, och att denna omvandling (aktivering) sker hastigare och effektivare med stigande skogstypsindex (jfr HESSELMAN 1937). Vilken av dessa effekter, som betyder mest kan ej säkert avgöras med stöd av undersökningen. De funktionsförsök, som utförts med olika uttryck för beståndets tillstånd före huggningen, trädets ålder och årsringsutvecklingen vid brösthöjd, synas mig stöda den uppfattningen, att humustäckets aktivering är av väsentlig betydelse för reaktionen.

#### Höjden över havet och breddgraden.

Höjden över havet och breddgraden äro kombinerade med varandra i funktion (5), varför vi skola diskutera dessa faktorer samtidigt. Dessa variabelers partialregressioner återgivas i fig. 15, s. 54 för tre värden å breddgraden,

resp. höjden över havet. De övriga oberoende variablerna hållas konstanta vid å s. 53 angivna värden. Av figuren framgår, att både höjden över havet och breddgraden ha en positiv effekt på relativa årsringsbredden. Den relativa årsringsbreddens ökning med stigande höjd över havet är större vid en hög breddgrad än vid en lägre. Ökningen med stigande breddgrad är likaledes större vid en stor höjd över havet än vid en mindre.

Höjden över havet och breddgraden karakterisera i grova drag ståndortens medelklimat. Med stigande höjd över havet och stigande breddgrad blir klimatet ogynnsammare, vilket i huvudsak kan sägas bestå däri, att vegetationsperioden blir kortare och kallare. Som en viss illustration härtill kan skogsgränsen tjäna. Denna går på lägre nivå ju längre mot norr, man kommer. Det inflytande på reaktionen, som partialregressionerna för höjden över havet och breddgraden redovisa, kan betraktas som den samlade effekten av ett flertal och delvis varandra motverkande faktorer, varvid värmebehovet torde vara utslagsgivande. Resultatet härav synes kunna uttryckas så, att huggningsbehovet stiger med stigande höjd över havet och stigande breddgrad.

Relationen mellan klimatet under 15-års perioden efter huggningen och 10-års perioden före densamma har karakteriserats genom klimatindex (jfr. s. 34). Klimatindex utgör i medeltal för provytorna 0,997, varför klimatet i genomsnitt synes ha varit närmelsevis lika under de båda tillväxtperioderna. Medelavvikelsen uppgår till 0,070. Den ringa medelavvikelsen förklaras av att tillväxten studerats under relativt långa perioder, 10 resp. 15 år, samt att huggningarna äro rätt väl fördelade på olika kalenderår (jfr. tab. 6, s. 40).

Ett försök med klimatindex som oberoende variabel tillsammans med variablerna  $x_2-x_{10}$  i funktion (5) visade en positiv effekt. På grund av materialets ringa variation med avseende på klimatindex sänkte emellertid denna variabel funktionens medelavvikelse endast obetydligt, varför det ansetts motiverat att låta klimatindex utgå ur funktionen. Några för funktionen skadliga effekter av en ogynnsam fördelning i materialet av extrema klimatperioder torde ej föreligga. Vid funktionens användning förut-sattes, att klimatets betydelse för årsringsutvecklingen under 15-års perioden efter huggningen är lika som under 10-års perioden före densamma, vilket är naturligast, då vi ingenting veta om framtidens klimat.

#### Trädkaraktärerna.

Trädet karakteriseras av diametern ( $d$ ), diameterns tillväxtprocent före huggningen ( $pd$  f. g.) och formförhållandet  $\left(\frac{h}{d}\right)$ . Partialregressionerna framgå

av fig. 16—17, s. 55—56, där de övriga oberoende variablerna hållas konstanta vid å s. 53 angivna medelvärden. Figuren visar, att diametern har en negativ effekt på den relativa årsringsbredden. Vid konstant värde på diameterns tillväxtprocent betyder en ökning av diametern också en ökning av årsringsbredden före huggningen, vilket ger diameterns negativa effekt en naturlig förklaring.

Diameterns tillväxtprocent har likaledes en negativ effekt, som får sin förklaring på analogt sätt. Tillväxtprocenten är här att betrakta som ett uttryck för den kombinerade effekten av diametern och årsringsbredden före huggningen. De klenare och mindre växtliga träden visa således större relativ årsringsbredd än de grövre och växtliga träden.

Såväl diameterns som tillväxtprocentens effekt blir emellertid positiv med avseende på den absoluta årsringsbredden efter huggningen.

Formförhållandet  $\left(\frac{h}{d}\right)$  däremot visar en positiv effekt på relativa årsringsbredden (fig. 17), vilket delvis synes bero på den formförändring, som inträder efter huggningen. Härtill återkomma vi i samband med formhöjds-tillväxten (s. 66). Formförhållandet torde även i stora drag redovisa effekten av beståndets tidigare behandling. Vid en viss slutenhet före huggningen betyder en större höjd i förhållande till diametern i regel en större täthet under tidigare utvecklingsstadier (jfr. s. 137).

Tab. 12. Provträdens fördelning på SYLVÉNS förgreningstyper.

Verteilung der Probestämme auf die Verzweigungstypen von SYLVÉN.

Skogstyp Waldtyp	Kamgran Kammfichte		Borstgran Bürstenfichte		Bandgran Bandfichte		Kvast- och plangran Besen- und Planfichte		Summa Summe	
	Antal träd Zahl der Bäume	Pro- cent Prozent	Antal träd Zahl der Bäume	Pro- cent Prozent	Antal träd Zahl der Bäume	Pro- cent Prozent	Antal träd Zahl der Bäume	Pro- cent Prozent	Antal träd Zahl der Bäume	Pro- cent Prozent
<i>Geranium</i> .....	23	15,5	6	5,4	1	6,2	127	9,7	157	9,9
<i>Dryopteris</i> .....	51	34,5	52	46,9	9	56,2	274	20,8	386	24,3
<i>Majanthemum</i> ....	46	31,1	45	40,5	3	18,8	314	23,9	408	25,6
<i>Myrtillus</i> .....	21	14,2	6	5,4	—	—	383	29,1	410	25,8
<i>Vaccinium</i> .....	3	2,0	2	1,8	3	18,8	172	13,1	180	11,3
Örtrik sumpskog .	1	0,7	—	—	—	—	19	1,4	20	1,3
Krautreich. Sumpfwald										
Örtfattig sumpskog	3	2,0	—	—	—	—	26	2,0	29	1,8
Krautarm. Sumpfwald										
Summa Summe	148	100,0	111	100,0	16	100,0	1 315	100,0	1 590	100,0

Frågan om ålderns betydelse för reaktionen har ingående studerats. Såväl hushållsåldern som totalåldern och brösthöjdsåldern samt olika kombinationer mellan dessa och diametertillväxten före huggningen ha införts i korrelationsräkningen tillsammans med variablerna  $x_2-x_3$  och  $x_5-x_{10}$  i funktion (5), s. 49, men något åldersinflytande, utöver det som redovisas av de övriga variablerna (*d* och *pd f. g.*), har ej kunnat konstateras.

Trädets plats i beståndet uttryckt som förhållandet mellan trädets diameter och beståndets medeldiameter har även prövats som variabel i korrelationsfunktionen, men någon effekt härav erhöles ej.

Det har ansetts av stort intresse att studera, hur SYLVÉNS förgreningstyper för gran (SYLVÉN 1909, 1914, 1916) förhålla sig i reaktionsavseende, varför en sådan typbestämning av de stående provträden utförts. Härvid erhöles följande fördelning av provträden på de olika förgreningstyperna:

Förgreningstyp	Antal	Procent
Kamgran.....	148	9,3
Borstgran.....	III	7,0
Bandgran.....	16	1,0
Kvast- och plangran.....	1 315	82,7
Summa	1 590	100,0

Talrika övergångsformer mellan de olika förgreningstyperna ha förekommit. Särskilt gäller detta mellan kvastgran och plangran, varför dessa typer sammanförts till en grupp. I denna är den kvastgransartade typen förhärskande. Kvast- och plangran synas dominera i den gamla norrländska granskogen. Även mellan de övriga typerna uppträda övergångsformer, och dessa ha hänförs till den typ, de närmast ansetts höra.

Förgreningstypernas fördelning på olika skogstyper framgår av tab. 12. Den procentuella förekomsten är störst för såväl kamgran som borstgran och bandgran i *Dryopteris*-typen, samt för kvast- och plangran i *Myrtillus*-typen. Tabellen synes antyda ett visst samband mellan förgreningstyp och skogstyp (jfr. HEIKINHEIMO 1920). Vi förutsätta här och i det efterföljande, att förgreningstypen ej ändrats genom huggningen, vilket synes sannolikt. Slå vi tillsammans kamgran och borstgran, så härstamma 86 procent av trädantalet i denna grupp från den produktiva och reaktionsvilliga *Geranium—Dryopteris—Majanthemum*-gruppen, under det att motsvarande siffra för kvast- och plantypen är 54 procent. Vid studium av förgreningstypernas produktionsförmåga och reaktionsvillighet måste därför skogstypsinflytandet elimineras.

Vi skola här undersöka, om det föreligger någon skillnad mellan de olika typerna ur reaktionssynpunkt, och gå då i princip tillväga på samma sätt som vid studiet av skogstypen (s. 57). Den relativa årsringsbredden har be-

räknats för varje träd med hjälp av funktion (5), varefter differensen mellan observerad och beräknad tillväxt uträknats. Härigenom har effekten av skogstypen och de övriga i funktionen ingående variablerna eliminerats. Om förgreningstypen eller samspelet mellan denna och någon annan faktor, som ej kommit till uttryck i funktionen, har någon betydelse för reaktionen, måste detta återspeglas i differenserna. Sålunda bör en positiv medeldifferens erhållas för en förgreningstyp, som är reaktionsvilligare än medeltalet för samtliga typer, och negativ differens i motsatt fall. Medeldifferenserna ha uträknats för de olika förgreningstyperna och framläggas i tab. 13.

Tab. 13. Differensernas fördelning på olika förgreningstyper.  
Verteilung der Differenzen auf verschiedene Verzweigungstypen.

Förgreningstyp Verzweigungstyp	Antal träd Zahl der Bäume	Genomsnittlig relativ årsringsbredd Durchschnittliche relative Jahresringbreite		Medeldifferens $\pm$ medelfel Durchschnittliche Differenz $\pm$ mittlerer Fehler	
		observerad beobachtet	beräknad berechnet	kol. 3 — kol. 4 Spalte 3 — Spalte 4	kol. 5 i % av kol. 4 Spalte 5 in Pro- zent der Spalte 4
I	2	3	4	5	6
Kamgran..... Kammfichte	148	142,42	139,67	+2,75 $\pm$ 3,76	+1,97 $\pm$ 2,69
Borstgran..... Bürstenfichte	111	143,22	134,85	+8,37 $\pm$ 4,58	+6,21 $\pm$ 3,40
Bandgran..... Bandfichte	16	131,38	134,94	-3,56 $\pm$ 12,48	-2,64 $\pm$ 9,25
Kvast- och plangran... Besen- und Planfichte	1 315	125,02	126,30	-1,28 $\pm$ 1,31	-1,01 $\pm$ 1,04
Kam- och borstgran... Kamm- und Bürstenfichte	259	142,76	137,60	+5,16 $\pm$ 2,91	+3,75 $\pm$ 2,11

Samtliga medeldifferenser äro mindre än det dubbla medelfelet och kunna därför ej betraktas som signifikativt större än 0. Jämföra vi medeldifferenserna sinsemellan, finna vi emellertid, att skillnaden mellan medeldifferensen för borstgran (+6,21 procent) och kvast- och plangran (-1,01 procent) är signifikativt skild från 0. Skillnaden är  $7,22 \pm 3,56$  procent. Även skillnaden mellan medeldifferensen för kam- och borstgran tillsammansantagna (+3,75 procent) och kvast- och plangran (-1,01 procent) kan betraktas som signifikativ. Skillnaden utgör  $4,76 \pm 2,35$  procent. Däremot är den erhållna skillnaden mellan kam- och borstgran ej signifikativ. Undersökningen har sålunda lämnat ett utslag i den riktningen, att kam- och borstgranarna äro överlägsna kvast- och plangranarna med avseende på den relativa årsringsbredden efter huggningen. Den uppskattade skillnaden mellan dessa typer, 4,76 procent, är behäftad med en betydande osäkerhet.



Käm- och borstgranarna utgöra endast 16,3 procent av provträden, varför det ej ansetts motiverat att för förgreningstypen införa en indexvariabel i korrelationsfunktionen. Funktion (5) ger sålunda för kam- och borstgran systematiskt något för låga värden på den relativa årsringsbredden; för kvast- och plangran är förhållandet motsatt.

På grund av den ringa förekomsten av kam- och borstgranar i materialet har en motsvarande undersökning över hur de olika förgreningstyperna förhålla sig med avseende på formhöjdstillväxten ej kunnat utföras. Av samma skäl kan ej heller grundtyteproduktionen per hektar belysas. Kam- och borstgranarnas överlägsenhet beträffande den relativa årsringsbredden får givetvis ej utan närmare undersökningar överföras till att gälla grundtyteproduktionen per hektar.

#### Huggningsstyrkan.

Huggningsingreppet karakteriseras i funktion (5) genom grundytans huggningsprocent för såväl provytan som cirkelytan. Den senare utgöres som nämnts av en cirkelyta med provträdet till medelpunkt och 5 ms radie (s. 19). Cirkelytans huggningsprocent har införts i korrelationsräkningen i huvudsakligt syfte att ur materialet avlägsna effekter av inom provytan ojämnt utförda huggningar, som tendentiöst kunna träffa vissa delar av materialet. Provytorna ha nämligen, som tidigare framhållits, ej sällan måst läggas i dimensionshuggna eller andra mera ojämnt genomhuggna bestånd samt bestånd, där huggningen på grund av beståndets beskaffenhet drabbat provytans skilda delar olika. Vid funktionens tillämpning på efter enhetliga principer genomhuggna, jämna bestånd kan cirkelytans huggningsprocent sättas lika med provytans huggningsprocent.

Partialregressionerna för provytans och cirkelytans huggningsprocenter å grundytan återges i fig. 17, s. 56. Regressionerna äro nästan identiskt lika, och koefficienterna äro bestämda med en betydande noggrannhet. Vi skola i det efterföljande närmare diskutera formen hos dessa partialregressioner.

Under den korrelationsanalytiska bearbetningen ha sådana uttryck för beståndets tillstånd vid huggningen såsom grundyta och stamantal per hektar och kombinationer mellan dessa faktorer prövats som oberoende variabler, men någon effekt härav har ej erhållits. Detta torde förklaras av att beståndets tillstånd före huggningen delvis ligger dolt i den samlade effekten av diametern och diameterns tillväxtprocent före huggningen samt formförhållandet vid huggningen  $\left(\frac{h}{d}\right)$  (jfr. s. 137).

Mera anmärkningsvärt är, att något inflytande av stamantalets huggningsprocent ej kunnat komma till uttryck i funktion (5). Stamantalets och grundytans huggningsprocenter karakterisera tillsammans huggningsformen.

Med avseende på denna företer materialet en viss brist, emedan låggallringsartade huggningar äro svagt representerade i materialet (jfr. s. 38). För *Geranium*- och *Dryopteris*-typerna ställer sig denna fråga gynnsammare. Dessa skogstyper ha därför sammanslagits och underkastats en separat korrelationsanalytisk bearbetning. Härvid erhöles en positiv effekt av cirkelytans huggningsprocent å stamantalet, d. v. s. vid samma huggningsprocent å grundytan medför ett lägre i diameterklasserna orienterat huggningsingrepp större relativ årsringsbredd. Men denna effekt var mycket obetydlig, och det har ej ansetts motiverat att framlägga en särskild funktion för *Geranium—Dryopteris*-gruppen.

Huggningen har en positiv och en negativ effekt. Den positiva effekten består i ett ökat näringsutbud och en minskad trängselverkan mellan träden. Den negativa effekten utgöres av glesställningens skadeverkningar på träden. Det ökade näringsutbudet härleder dels från den minskade näringskonkurrensen, dels från det förbättrade humustillståndet. Humustäckets aktivering synes i sin tur vara ett samspel av flera faktorer, varvid det ökade sol- och nederbördstillflödet till marken samt huggningens dödande av en mängd rötter (ROMELL 1934 och 1938) torde ha väsentlig betydelse.

Den svaga effekten av stamantalets huggningsprocent måste därför betraktas som ett resultat av flera, varandra delvis motverkande faktorer. Beträffande de övriga skogstyperna torde det ej vara sannolikt, att huggningsformen har större betydelse än för *Geranium—Dryopteris*-gruppen utan snarare motsatsen. Det synes nämligen plausibelt, att stamantalets huggningsprocent på grund av småträdens större beskuggning av marken har en positiv effekt på humustäckets aktivering, och denna effekt bör taga längre tid för att göra sig gällande i de övriga skogstyperna än i *Geranium—Dryopteris*-gruppen. Måhända äro även träden i de övriga skogstyperna mindre känsliga för huggningens skadeverkningar, vilka vid samma huggningsprocent å grundytan torde minska med stigande huggningsprocent å stamantalet. Huggningsformen synes således enligt denna undersökning ej ha någon nämnvärd betydelse för det enskilda trädets reaktion. Till huggningsformens betydelse för produktionen per hektar återkomma vi i kap. XIV, s. 110.

Vi skola närmare studera formen av partialregressionerna för huggningsprocenten å cirkelytans och provytans grundyta (*gr*-% och *Gr*-%). Den i fig. 17 återgivna partialregressionen för cirkelytans grundyta, där de övriga variablerna hållas konstanta vid å s. 53 angivna värden, har följande matematiska form:

$$x_1 = 102,79 + 0,007685 x_2^2, \dots \dots \dots (6)$$

där  $x_1$  betyder den relativa årsringsbredden angiven i procent och  $x_2$  cirkelytans huggningsprocent å grundytan.

Denna partialregression kan omformas på följande sätt. Betecknas kvoten mellan avverkad och kvarvarande grundyta med  $q$ , fås följande uttryck för huggningsprocenten ( $x_2$ ):

$$x_2 = \frac{100 q}{1 + q}; \dots\dots\dots (7)$$

Ersättes  $x_2$  i ekv. (6) med detta uttryck erhålles:

$$x_1 = 102,79 + 76,85 \left( \frac{q}{1 + q} \right)^2; \dots\dots\dots (8)$$

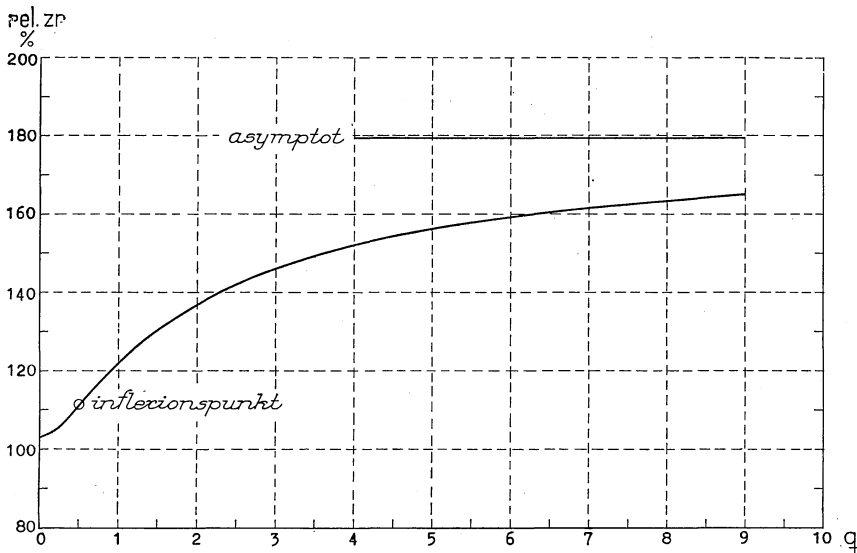


Fig. 18. Det partiella sambandet mellan relativa årsringsbredden (*rel. zr*) och förhållandet mellan avverkad och kvarvarande grundyta ( $q$ ). Se texten.  
Die partielle Beziehung zwischen der relativen Jahrestingbreite (*rel. zr*) und dem Verhältnis zwischen abgetriebener und verbleibender Grundfläche ( $q$ ). Vgl. den Text.

Denna partialregression återges i fig. 18 och har följande karakteristika:

Asymptot:  $x_1 = 179,64$

Minimipunkt:  $q = 0; x_1 = 102,79$

Inflexionspunkt:  $q = 0,5; x_1 = 111,31$

Det bör här erinras om att partialregressionen förutsätter, att provytans huggningsprocent å grundytan hålles konstant vid 46 procent (jfr. *Gr-%* i tab. 9, s. 53), varför minimipunkten redovisar effekten av huggningen utanför cirkelytan. Inflexionspunktens läge på  $q$ -axeln beror på det valda uttrycket för  $x_2$  (formel 7) och kan lätt bevisas vara lika med halva sifferkonstanten i nämnaren d. v. s.  $\frac{1}{2}$ . Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen har emellertid både värden  $\geq 1$  prövats för denna konstant, men funktionen erhöll härvid större medelavvikelse, varför värdet 1 accepterades, d. v. s. huggningsprocenten användes som variabel i korrelationsfunktionen. Inflexionspunk-

tens läge får därför betraktas som ett uttryck för de genomsnittliga förhållandena i materialet, vilket givetvis ej utesluter, att betydande förskjutningar kunna föreligga inom olika delar av detsamma. Vi skola närmare diskutera partialregressionens allmänna form (fig. 18).

Förhållandet mellan avverkad och kvarvarande grundyta ( $q$ ) kan betraktas som ett starkt förenklat uttryck för det ökade mark- och luftutrymme, som de kvarvarande träden i genomsnitt erhålla per grundyteenhet genom huggningen samt därigenom förorsakade förändringar av det tillfälliga marktillståndet. Eller kortare uttryckt: det ökade näringsutbudet per kvarlämnad grundyteenhet. Men denna kvot är samtidigt ett uttryck för glesställningens inverkan på träden.

Sambandet mellan relativ årsringsbredd och kvoten mellan avverkad och kvarvarande grundyta (fig. 18) återger därför den samlade effekten av dessa faktorer. Figuren visar, att effekten av en viss ökning av kvoten stiger — först svagt och sedan allt starkare — mot inflexionspunkten, varefter ökningen avtar mot asymptoten. Inflexionspunktens läge ( $q = 0,5$ ) motsvarar en huggningsprocent av 33,3. Förekomsten av en inflexionspunkt överensstämmer med allmänna växtfysiologiska erfarenheter.

Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen har utan framgång prövats uttryck för partialregressionen, som möjliggöra en maximipunkt på regressionens högra flygel, varför kurvans fortsatta stigande inom materialet torde få betraktas som en realitet. Detta förklaras av undersökningens begränsning till de 15 år efter huggningen kvarvarande träden, varigenom sådana skadliga verkningar av huggningen, som dessförinnan förorsakat trädens död, ej ingått i undersökningsmaterialet. Resultatet av sådana skadeverkningar torde visa sig inom de närmaste åren efter huggningen och skall studeras vid den tidigare omnämnda undersökningen över kalamitetsrisken vid genomhuggning.

Det förhållandevis låga asymptotvärdet ( $x_1 = 179,64$ ) beror på att provytans huggningsprocent å grundytan hålles konstant vid 46 procent.

Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen ha kombinationer mellan skogstypsindex och grundytans huggningsprocent prövats som variabler, men något samspel har ej kunnat konstateras (jfr. s. 61). Vid en viss ökning av huggningsprocenten ger funktionen därför samma absoluta ökning av den relativa årsringsbredden för alla skogstyper. Den relativa ökningen av årsringsbredden stiger följaktligen med sjunkande skogstypsindex, vilket synes kunna tolkas så, att en ökning av huggningsstyrkan är gynnsammare ju sämre humustillståndet är (jfr. s. 76).

Partialregressionen för provytans huggningsprocent å grundytan ( $Gr\%$ , fig. 17) har samma form som den ovan behandlade regressionen och behöver därför ej närmare diskuteras.

Härmed är diskussionen av partialregressionerna avslutad. Analysen har haft till syfte att kritiskt granska den schematiska bild, funktionen ger av de i verkligheten komplicerade sambanden. Denna granskning tillsammans med den tidigare utförda analysen av funktionens medelavvikelse (s. 51) synes ge vid handen, att vi med tillförsikt kunna övergå till att studera funktionens samlade innebörd. Detta sker genom att tillämpa funktionen under naturliga förutsättningar.

#### Sammanfattning av variablernas betydelse för den relativa årsringsbredden.

Vi skola här göra en kort sammanfattning av de olika faktorernas (variablernas) betydelse för den relativa årsringsbredden och därmed även för reaktionen. Det erinras om att när vi i det nedanstående tala om de enskilda faktorernas inflytande på den relativa årsringsbredden, sker detta under förutsättning, att de övriga i funktionen ingående faktorerna hållas konstanta.

Det enskilda trädets relativa årsringsbredd *stiger* (jfr. fig. 15—17, s. 54—56):

1) för skogstypen i följande ordning: örtfattig sumpmosskog, örtrik sumpmosskog, *Vaccinium*, *Myrtillus*, *Majanthemum*, *Dryopteris* och *Geranium*. *Majanthemum*-typen skiljer sig tydligt från *Myrtillus*-typen och står i reaktionsavseende mycket närmare *Dryopteris* än *Myrtillus*,

2) med stigande höjd över havet och stigande breddgrad,

3) med stigande förhållande mellan trädets höjd och diameter (formförhållande),

4) med stigande huggningsprocent å såväl provytans som cirkelytans grundyta. Cirkelytan avser en yta med trädets som medelpunkt och 5 ms radie.

Den relativa årsringsbredden *sjunker* (jfr fig. 15—17):

1) med stigande årlig diametertillväxtprocent under 10-års perioden före huggningen,

2) med stigande diameter.

#### Tillämpningar av funktionen.

Medeltalet av var och en av de i funktionen ingående faktorerna (variablerna) hänförd till huggningsingreppet har uträknats för materialet till de olika skogstyperna med undantag för sumpmosstypen, som är svagt representerad. Vid uttagandet av de stående provträden ha som tidigare nämnts (s. 10) vid brösthöjd rötskadade träd och tydligt topptorra träd uteslutits.

För provvytor, där detta skett i avsevärd omfattning, äro provträden föga representativa för ytan, varför sådana provvytor utelämnats vid medeltalsberäkningarna. Deras antal uppgår till 14 st.

Häri genom har för varje skogstyp erhållits ett medelträd, som växer under för skogstypen genomsnittliga förhållanden i materialet (tab. 14). För att skogstypernas medelträd skola vara jämförbara med av-

Tab. 14. Variablernas medelvärden för olika skogstyper.  
Durchschnittswerte der Variablen für verschiedene Waldtypen.

Skogstyp Waldtyp	<i>H</i>	<i>B</i>	<i>pd f. g.</i>	<i>d</i>	$\frac{h}{d}$
	m	grader Grade	procent Prozent	cm	$\frac{m}{cm}$
<i>Geranium</i> .....	449	64,2	0,84	18,6	0,774
<i>Dryopteris</i> .....	395	64,1	0,85	17,4	0,805
<i>Majanthemum</i> .....	378	64,7	0,83	16,4	0,774
<i>Myrtillus</i> .....	373	65,1	0,69	16,8	0,762
<i>Vaccinium</i> .....	345	66,0	0,66	17,2	0,744
Samtliga..... Sämtliche	384	64,8	0,78	17,0	0,776

seende på klimatets inflytande på årsringsbredden före huggningen, har diameters tillväxtprocent (*pd f. g.*) korrigerats genom multiplikation med den för varje provyta beräknade kvoten ( $100:i_{10}$ ), där  $i_{10}$  betecknar medelårsringsindex för 10-års perioden före huggningen (jfr s. 34). Årsringsbredden refererar sig sålunda till medelklimatet för perioden 1889—1938, d. v. s. den tidsepok, som ligger till grund för härledningen av årsringsindex (tab. 2, s. 34 och fig. 13, s. 33). För ovannämnda medelträd har den relativa årsringsbredden beräknats enligt funktion (5) för olika huggningsprocenter å grundytan. Resultatet framgår av tab. 15.

Skillnaden mellan den gynnsammaste och ogynnsammaste skogstypen är här mindre än i fig. 15 (s. 54, jfr s. 62) och ordningsföljden mellan *Dryopteris* och *Majanthemum* har ändrats. I fig. 15 är relativa årsringsbredden 4 enheter större för *Dryopteris* än för *Majanthemum*, men i tab. 15 är relativa årsringsbredden 1 enhet större för *Majanthemum* än för *Dryopteris*.

För att förstå detta måste vi erinra oss, att fig. 15 återger skogstypens betydelse, då alla andra faktorer hållas konstanta. Tab. 15 däremot redovisar den skillnad, som föreligger mellan de olika skogstyperna, när hänsyn även tages till att träden i genomsnitt för de olika skogstyperna ha olika dimensioner och tillväxt före huggningen, samt att därtill den genomsnittliga höjden över havet och breddgraden äro olika (jfr tab. 14). Sålunda har medelträdet för *Dryopteris*-typen större diameter och diametertillväxtprocent samt för-

Tab. 15. Relativ årsringsbredd och grundytans tillväxt efter huggningen för skogstypernas medelträd vid olika huggningsstyrkor.

Relative Jahresringbreite und Grundflächenzuwachs nach der Hauung für die Mittelbäume der Waldtypen bei verschiedenen Haaungsstärken.

Skogstyp Waldtyp	Relativ årsringsbredd Relative Jahresringbreite			Årlig grundytetillväxt under bark, cm <sup>2</sup> Jährlicher Grundflächenzuwachs ohne Rinde			Årlig grundytetillväxtprocent under bark enl. Pressler Jährliches Zuwachsprocent der Grundfläche ohne Rinde nach Pressler		
	Huggningsprocent å grundytan Hauungsprozent der Grundfläche								
	30	50	70	30	50	70	30	50	70
<i>Geranium</i> .....	109	134	172	5,31	6,66	8,71	1,71	2,07	2,59
<i>Dryopteris</i> .....	97	122	160	4,18	5,33	7,14	1,55	1,92	2,45
<i>Majanthemum</i> .....	98	123	161	3,64	4,67	6,21	1,53	1,90	2,41
<i>Myrtillus</i> .....	92	117	155	2,93	3,80	5,10	1,20	1,52	1,96
<i>Vaccinium</i> .....	86	111	149	2,76	3,62	4,93	1,09	1,39	1,83

hållande mellan höjd och diameter än för *Majanthemum*-typen. Dessutom är höjden över havet större och breddgraden lägre för *Dryopteris*-skogen än för *Majanthemum*-skogen. Dessa skillnader förklara den omkastade ordningen.

Frågan om i vad mån medelvärdena i tab. 14 äro representativa för de olika skogstyperna kan endast besvaras genom en objektiv taxering. Här om torde därför den pågående riksskogstaxeringen komma att lämna värdefulla upplysningar. Med hänsyn till variabelernas medelvärden redovisar tab. 15 de genomsnittliga förhållandena i materialet och har således ej samma generella karaktär som funktionen.

Innan vi övergå till att närmare diskutera tab. 15 erinras om att den relativa årsringsbredden betecknar den genomsnittliga årsringsbredden under 15-års perioden efter huggningen i procent av den genomsnittliga årsringsbredden under 10-års perioden före huggningen.

Den beräknade relativa årsringsbredden redovisar resultatet av tre effekter:

1) Huggningens positiva effekt, som består i ett ökat näringsutbud och en gynnsam inverkan på träden.

2) Huggningens negativa effekt, som utgöres av glesställningens skadeverkningar på träden.

3) Den negativa effekten av årsringens normala avtagande med stigande ålder.

Vid funktionens tillämpning förutsattes, som tidigare nämnts, att klimatets betydelse för årsringsbredden under 15-års perioden efter huggningen är lika som under 10-års perioden före densamma (jfr s. 65).

Åldersavtagandet har studerats å de tidigare omnämnda 15 orörda ytorna

(s. 24), emedan funktionen ej bör användas för lägre huggningsprocenter än 10 (s. 52). För dessa ytor har medeltalet av den numeriskt utjämnade årsringsbredden under sista 15-års perioden uttryckts i procent av årsringsbredden under föregående 10-års period. Uppdelas materialet på två skogstypsgrupper erhållas följande värden på den relativa årsringsbredden:

90 för *Geranium*—*Dryopteris*—*Majanthemum*-gruppen

95 » *Myrtillus*—*Vaccinium*-gruppen.

D.v.s. åldersavtagandet har utgjort resp. 10 och 5 procent. Vi acceptera dessa siffror som ungefärliga uttryck för åldersavtagandet och återvända till tab. 15.

För 30-procents huggningen visar tabellen, att huggningen ökat årsringsbredden hos medelträdet i:

*Geranium*-typen med c:a  $109 - 90 = 19$  procent av bredden före huggningen.

*Dryopteris*-typen med c:a  $97 - 90 = 7$  procent av bredden före huggningen.

*Majanthemum*-typen med c:a  $98 - 90 = 8$  procent av bredden före huggningen.

Medelträden i *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna förhålla sig sålunda ungefär lika. Vi ha här räknat med ett för gruppen genomsnittligt åldersavtagande, vilket torde innebära en obetydlig underskattning av reaktionen för *Geranium*-typen och motsatsen för *Majanthemum*-typen.

30-procents huggningen har minskat årsringsbredden i:

*Myrtillus*-typen med c:a  $95 - 92 = 3$  procent

*Vaccinium*-typen » »  $95 - 86 = 9$  »

För *Myrtillus* och särskilt för *Vaccinium* har således huggningens positiva effekt ännu ej hunnit motverka den negativa effekten.

50-procents huggningen har ökat årsringsbredden i samtliga skogstyper. Ökningen varierar mellan c:a 44 procent i *Geranium*-typen och 16 procent i *Vaccinium*-typen. För 70-procents huggningen äro motsvarande siffror resp. 82 och 54 procent.

Tab. 15 anger även den årliga grundytetillväxten under 15-års perioden efter huggningen. Grundytetillväxten före huggningen är större i *Dryopteris*-typen än i *Majanthemum*-typen (jfr tab. 14). På grund härav är även tillväxten efter huggningen större för *Dryopteris* än för *Majanthemum*. 50-procents huggningen har lämnat 25—31 procent större absolut grundytetillväxt än 30-procents huggningen. För 70-procents huggningen äro motsvarande siffror 64—79 procent. Grundytetillväxtens ökning med stigande huggningsstyrka är procentuellt sett störst i *Vaccinium*- och *Myrtillus*-typerna, vartill vi återkomma i det efterföljande (jfr s. 109). I absolut mått är emellertid tillväxtökningen störst för de produktiva och reaktionsvilliga skogstyperna. Den beräknade grundytetillväxten refererar sig till medelklimatet under perioden 1889—1938.



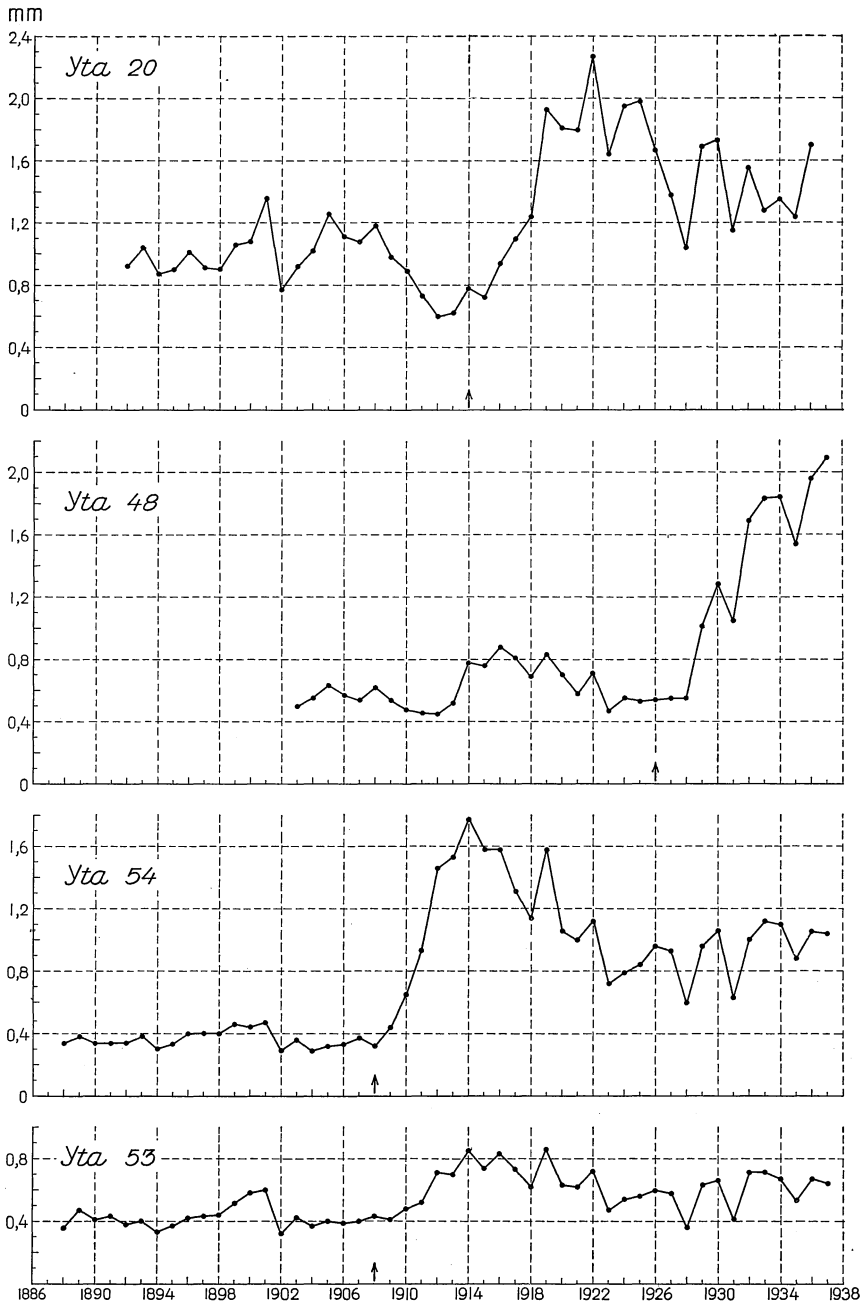


Fig. 19. Exempel på årsringsutvecklingen efter genomhuggning i *Geranium*-skog. Figuren visar årsringens bredd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Provyta nr: ..... 20, 48, 53, 54

Huggnings-% å grundytan: ..... 68, 70, 38, 72

Beståndsbilder från ytorna 48 och 54 återgivas å s. 157 och 158.

Beispiele der Jahresringentwicklung nach Durchhauung in *Geranium*-Wald. Die Figur zeigt die Breite des Jahresringes für verschiedene Kalenderjahre.

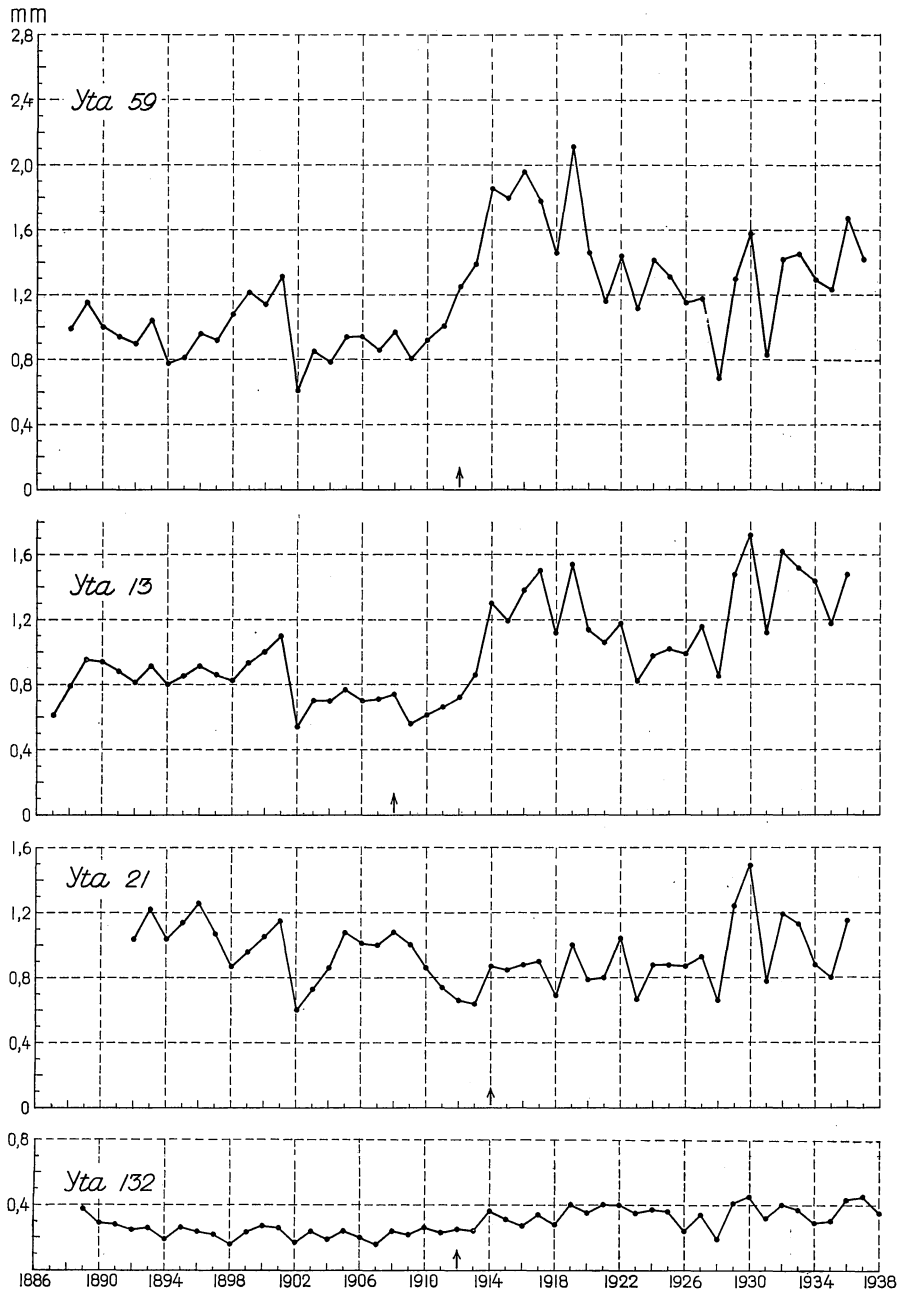


Fig. 20. Exempel på årsringutvecklingen efter genomhuggning i *Dryopteris*-skog. Figuren visar årsringens bredd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Provyta nr: ..... 13, 21, 59, 132

Huggnings-% å grundytan: ..... 59, 24, 54, 41

Beispiele der Jahresringentwicklung nach Durchhauung in *Dryopteris*-Wald. Die Figur zeigt die Breite des Jahresringes für verschiedene Kalenderjahre.

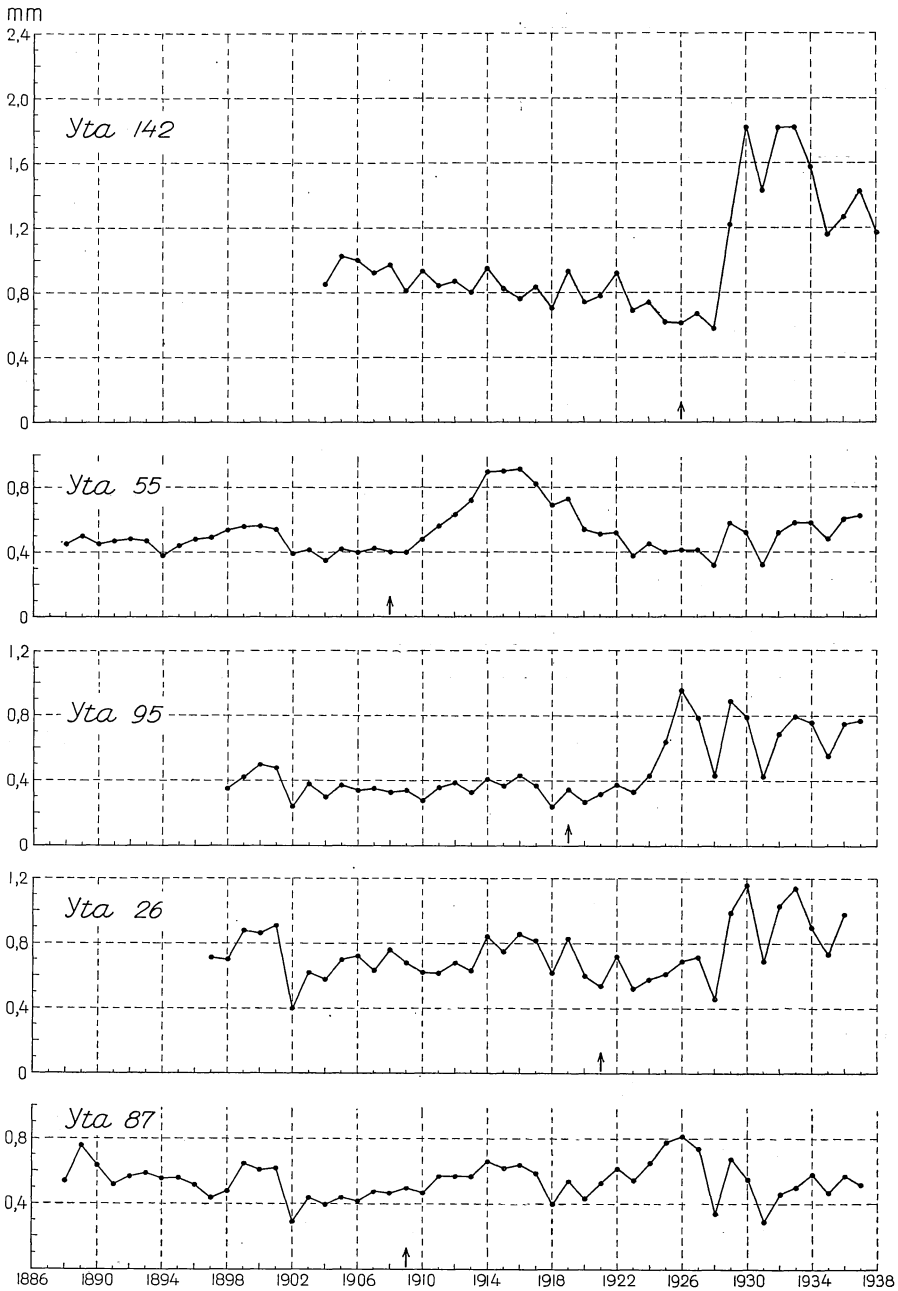


Fig. 21. Exempel på årsringutvecklingen efter genomhuggning i *Majanthemum*-skog. Figuren visar årsringens bredd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.  
 Provyta nr: ..... 26, 55, 87, 95, 142  
 Huggnings-% å grundytan: ..... 36, 51, 55, 68, 52  
 Beståndsbilder från ytorna 26, 55, 87, 95 återgivas å s. 166, 167, 168 och 169.  
 Beispiele der Jahresringentwicklung nach Durchhauung in *Majanthemum*-Wald. Die Figur zeigt die Breite des Jahresringes für verschiedene Kalenderjahre.

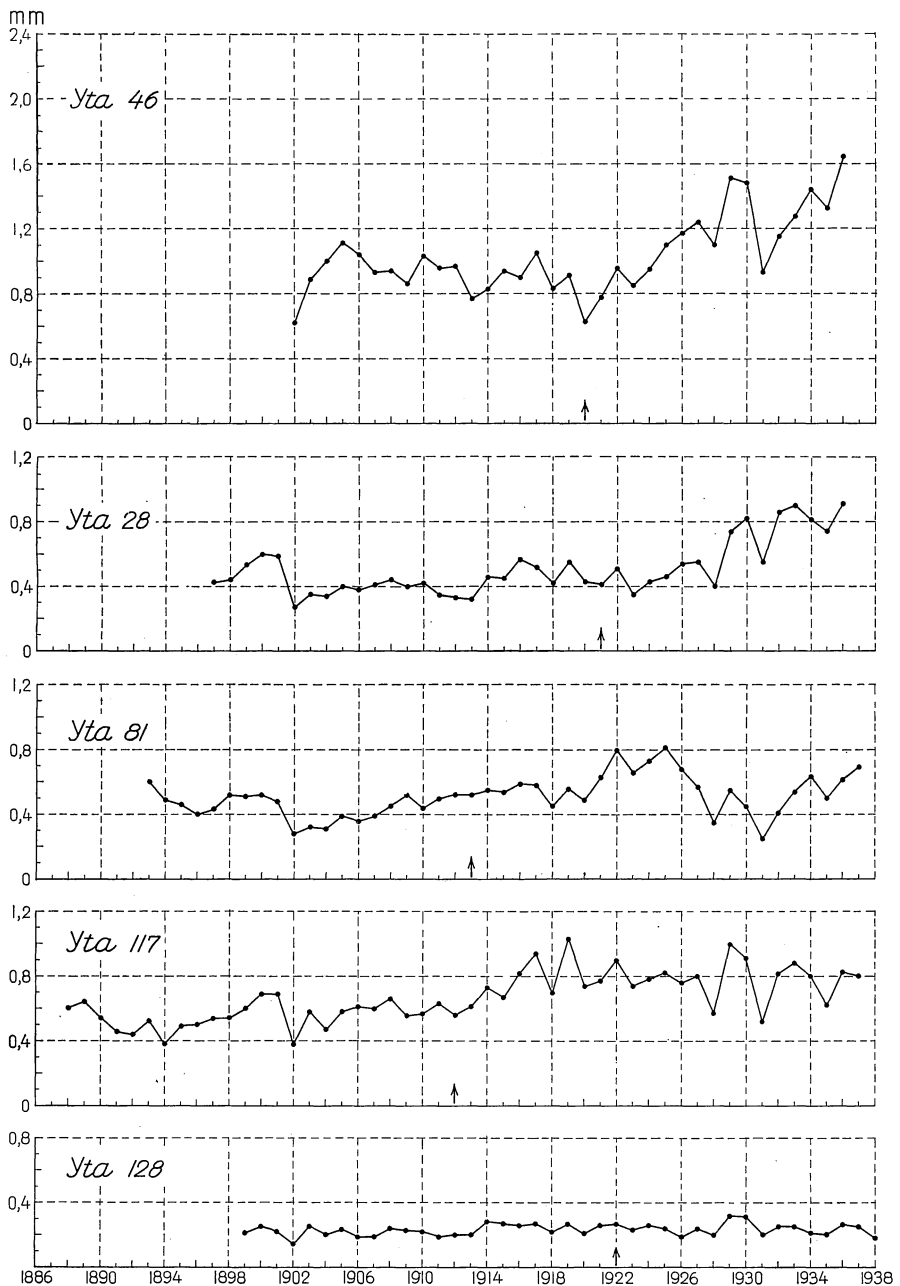


Fig. 22. Exempel på årsringsutvecklingen efter genomhuggning i *Myrtillus*-skog. Figuren visar årsringens bredd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Provyta nr: ..... 28, 46, 81, 117, 128

Huggnings-% å grundytan: ..... 56, 67, 58, 73, 41

Beståndsbilder från ytorna 28, 46, 81, 117 och 128 återgivas å s. 172, 173, 175, 177 och 178.

Beispiele der Jahresringentwicklung nach Durchhauung in *Myrtillus*-Wald. Die Figur zeigt die Breite des Jahresringes für verschiedene Kalenderjahre.

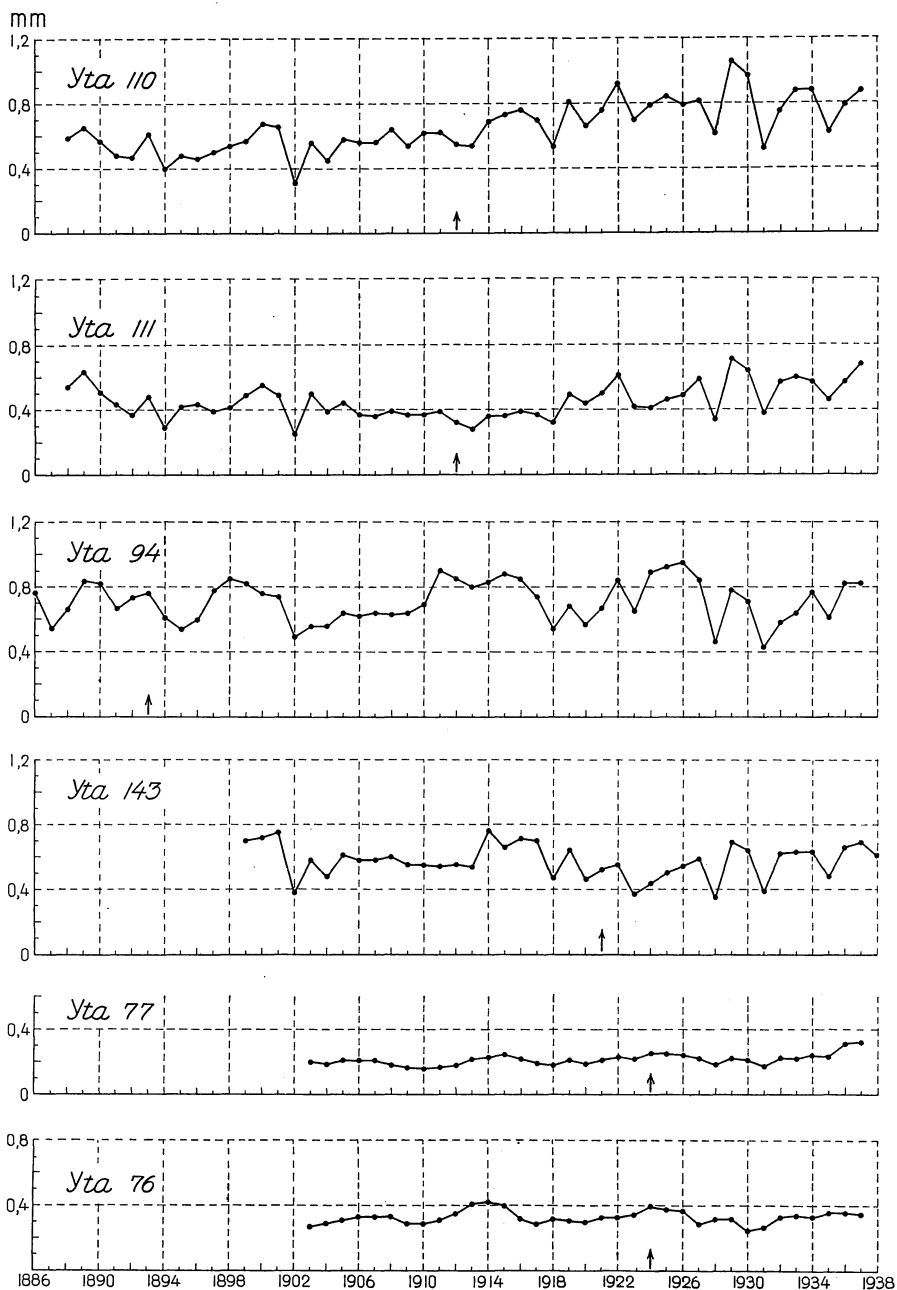


Fig. 23. Exempel på årsringsutvecklingen efter genomhuggning i *Myrtillus*-skog (forts. från fig. 22). För provytan 94 återges årsringsutvecklingen före huggningen under en längre period i fig. 33, s. 93.

Provyta nr: ..... 76, 77, 94, 110, 111, 143

Huggnings-% å grundytan: .. 45, 44, 55, 76, 35, 35

Beståndsbilder från ytorna 77 och 110 återgivas å s. 174 och 176.

Beispiele der Jahresringentwicklung nach Durchhauung in *Myrtillus*-Wald (Forts. von Fig. 22). Für die Probestfläche 94 wird die Jahresringentwicklung vor der Haulung während einer längeren Periode in Fig. 33, S. 93 wiedergegeben.

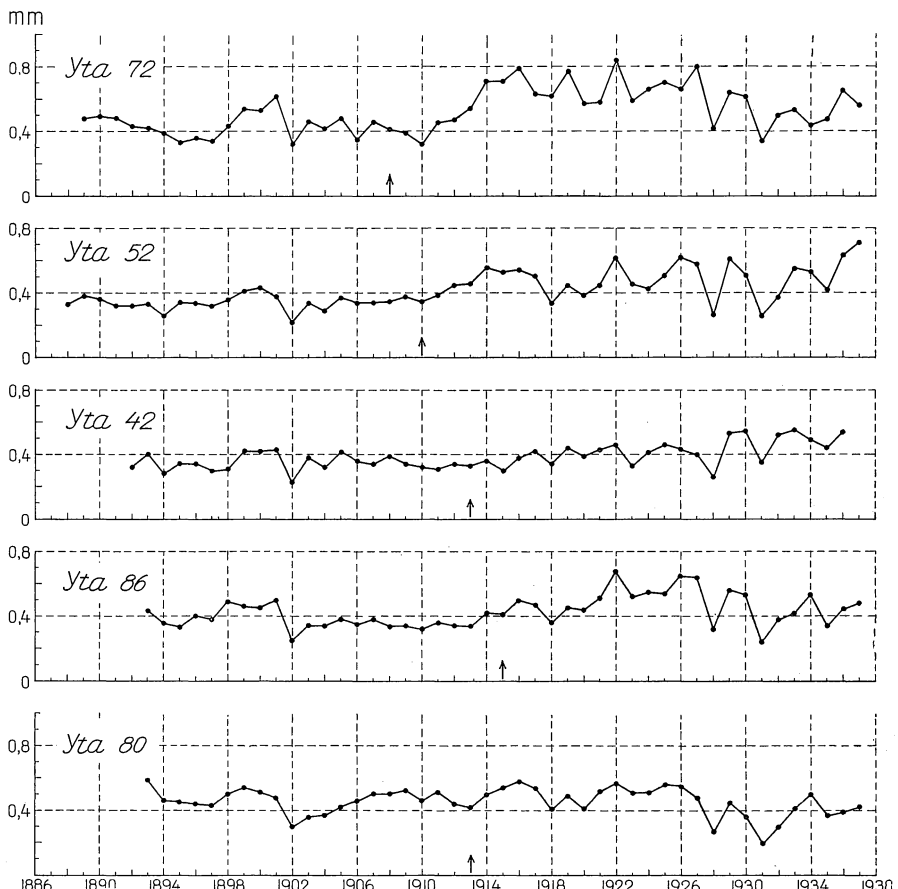


Fig. 24. Exempel på årsringsutvecklingen efter genomhuggning i *Vaccinium*-skog. Figuren visar årsringens bredd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Provyta nr: ..... 42, 52, 72, 80, 86

Huggnings-% å grundytan: .... 55, 50, 48, 53, 63

Beståndsbild från ytan 52 återges å s. 179.

Beispiele der Jahresringentwicklung nach Durchhauung in *Vaccinium*-Wald. Die Figur zeigt die Breite des Jahresringes für verschiedene Kalenderjahre.

Tillväxtprocenten hänför sig till grundytan mitt på perioden (PRESSLER-procent) och uppgår för de bättre skogstyperna till ej obetydliga belopp.

Det bör anmärkas, att på grund av undersökningens begränsning till ren granskog den här representerade *Vaccinium*-typen ej omfattar någon extremt torr variant utan närmast motsvarar RONGES *a*- och *b*-*Vaccinium*. För RONGES *c*-*Vaccinium* kan en betydligt sämre reaktion förväntas.

I fig. 19—25 återges för skogstyperna några *exempel* på den observerade årsringsutvecklingen vid brösthöjd efter huggningar av olika styrka. Härvid har provträdens medelårsringsbredd upp-

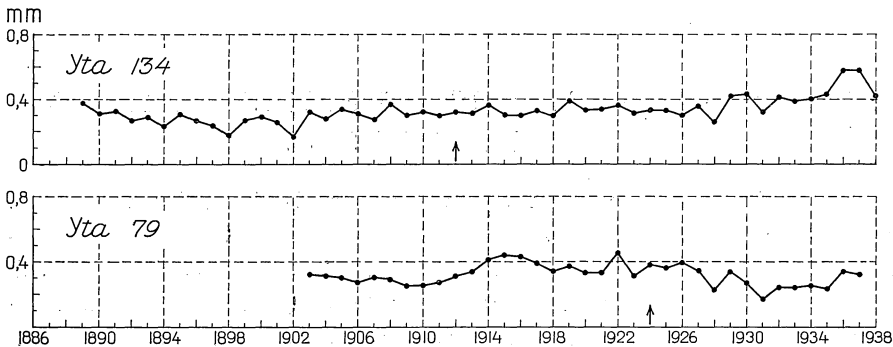


Fig. 25. Exempel på årsringsutvecklingen efter genomhuggning i örtrik (nr 134) och örtfattig sumpmosskog (nr 79). Figuren visar årsringens bredd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Provyta nr:..... 79, 134

Huggnings-% å grundytan:..... 37, 25

Beståndsbild från ytan 134 återges å s. 180.

Beispiele der Jahresringentwicklung nach Durchhauung in krautreichem (Nr 134) und kraut-  
armem Sumpf-Wald (Nr 79). Die Figur zeigt die Breite des Jahresringes für verschiedene  
Kalenderjahre.

lagts grafiskt för de undersökta kalenderåren. Varje punkt motsvarar ett medeltal av 10 träd och 20 observerade årsringar. Sådana diagram ha upprättats för samtliga provytor och sedan sorterats på skogstyperna samt inom dessa i två grupper, beroende på om grundytans huggningsprocent är större eller mindre än medeltalet för skogstypen. Till figurerna ha inom dessa grupper utvalts diagram, som beträffande årsringsutvecklingen äro mera vanligt förekommande i materialet. Härvid ha sådana föredragits, varöver lyckade fotografier funnits (se s. 157—180). Vid provytornas utväljande har sålunda ej tagits någon hänsyn till de övriga variablerna, varför ytorna ej äro jämförbara utan endast få betraktas som exempel på svagare och starkare huggningar inom de olika skogstyperna.

Vid studiet av dessa figurer med avseende på reaktionen efter huggningen bör jämförelser göras med årsringsutvecklingen i de orörda bestånden under motsvarande tidsperioder. Årsringsbreddens klimatbetingande variation belyses av årsringsindex (jfr fig. 13, s. 33 och tab. 2, s. 34), och storleksordningen av årsringens avtagande med stigande ålder framgår av fig. 5—6, s. 26—27 (jfr s. 28). Över provytorna lämnas en närmare beskrivning i tab. II, s. 186. Det är fördelaktigt att ofta konsultera denna under studiet av reaktionsdiagrammen.

## KAP. IX HUGGNINGENS INVERKAN PÅ HÖSTVEDSPROCENTEN.

Höstvedsprocenten är en värdefull faktor, då det gäller att studera huggningens inverkan på virkets kvalitet (NÄSLUND 1934). Vid årsringsmätningen har därför, som tidigare nämnts, skilts på höstved och vårved, vilket möjliggjorts genom användningen av det noggranna instrumentet och borrspånets färgning (jfr s. 21). Vårvedens tunnväggiga trakeider färgas härvid mörkare än höstvedstrakeiderna, varigenom en förhållandevis tydlig gräns erhållits mellan vår- och höstved i samma årsring.

Vid årsringsmätningen har förekomst av tjurved antecknats. För 10-års perioden före huggningen utgör antalet årsringar i brösthöjd med tjurved 24 st. motsvarande omkring 0,2 procent av det uppmätta ringantalet. För 15-års perioden efter huggningen äro motsvarande siffror 67 st. och 0,3 procent. Förekomsten av tjurved är således ganska ringa, men tjurveden har ökat efter huggningen. Ökningen är emellertid begränsad till några extremt hårt genomhuggna ytor (jfr KINNMAN 1928, PETERSON och NÄSLUND 1937) Vid den efterföljande bearbetningen av höstvedsprocenten ha de fåtaliga provträden med tjurved utslutits.

Höstvedens bredd är givetvis ej bestämd med samma noggrannhet som årsringsbredden. Vid gränsdragningen mellan vår- och höstved har emellertid största möjliga enhetlighet eftersträfvats, varför några systematiska skillnader av betydelse mellan höstvedens bestämning före och efter huggningen eller inom olika delar av materialet ej torde föreligga. De tillfälliga observationsfelen måste i stor utsträckning anses vara utjämnade i de medeltalsuppgifter, som meddelas i det efterföljande.

Undersökningen över höstvedsprocentens variation och beroende av huggningen har endast avsett att vara en orientering i frågan, varför bearbetningen skett ytvis. För varje provyta har höstvedens genomsnittliga bredd å de stående provträden uträknats för de observerade kalenderåren, varefter höstvedsprocenten erhållits ur höstvedens och hela årsringens medelbredd. Höstvedsprocenten gäller sålunda förhållandena vid brösthöjd.

Fig. 26 och 27 illustrera höstvedens och årsringsbreddens variationer hos varannan av de i fig. 5 och 6, s. 26—27 återgivna orörda ytorna. Följa vi de olika årsringarna i riktning från märgen mot barken, d. v. s. från de tidigast till de senast avsatta årsringarna, framgår tydligt, att höstvedsprocenten i stora drag stiger svagt och detta nästan linjärt. Årsringsbredden sjunker, men höstveden sjunker ej i samma proportion.

Der genomsnittliga höstvedsprocenten under 15-års perioden efter hugg-



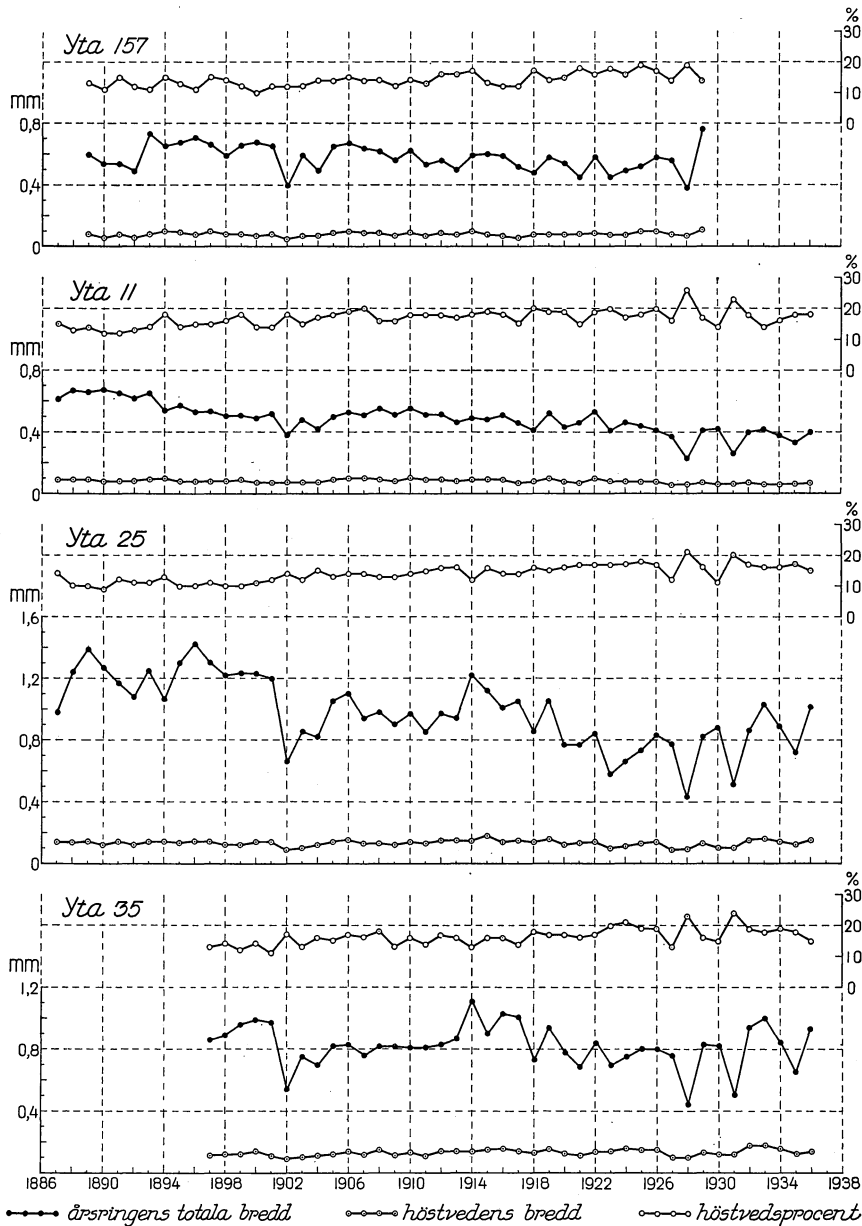


Fig. 26. Årsringens och höstvedens bredd samt höstvedsprocenten för olika kalenderår. Orörda provytor.

Breite des Jahresringes und des Spätholzes sowie Spätholzprozent für verschiedene Kalenderjahre. Ungerührte Probeflächen.

ningen har underkastats en korrelationsanalytisk bearbetning i syfte att studera huggnings betydelse för densamma. Härvid har framgått, att den

genomsnittliga höstvedsprocenten är oberoende av huggningen. Som resultat av bearbetningen erhöles följande funktion:

$$x_1 = 1,392 - 0,0193 x_2, \dots \dots \dots (9)$$

där  $x_1$  är kvoten mellan genomsnittliga höstvedsprocenten under 15-års perioden efter huggningen och genomsnittliga höstvedsprocenten under 10-års

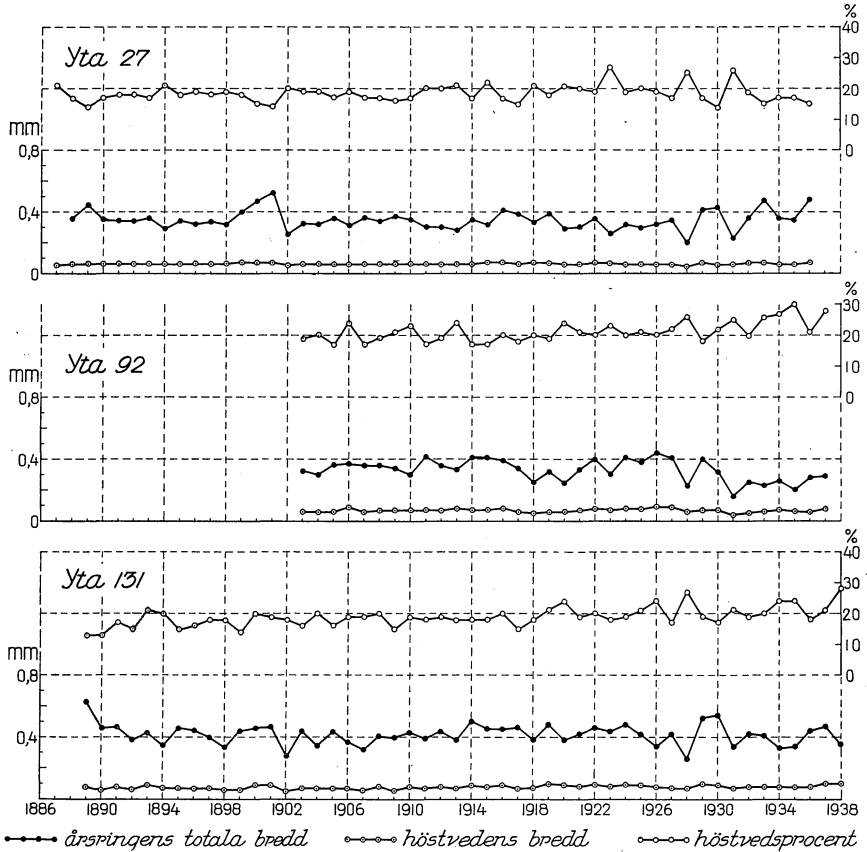


Fig. 27. Årsringens och höstvedens bredd samt höstvedsprocenten för olika kalenderår. Orörda provytor.

Breite des Jahresringes und des Spätholzes sowie Spätholzprozent für verschiedene Kalenderjahre. Ungerührte Probestflächen.

perioden före huggningen samt  $x_2$  genomsnittliga höstvedsprocenten under 10-års perioden före huggningen.

I fig. 28—30 visas årsringsbredden, höstveden och höstvedsprocenten för tre starkt reagerande provytor från var och en av skogstyperna *Geranium*, *Dryopteris* och *Majanthemum*. Höstvedsprocentens oberoende av huggningen framgår tydligt (jfr. fig. 26—27).

Den gamla granskogens genomhuggning synes således ej medföra någon minskning av höstvedsprocenten. Vi veta visserligen ej f. n., om höst- och vår-

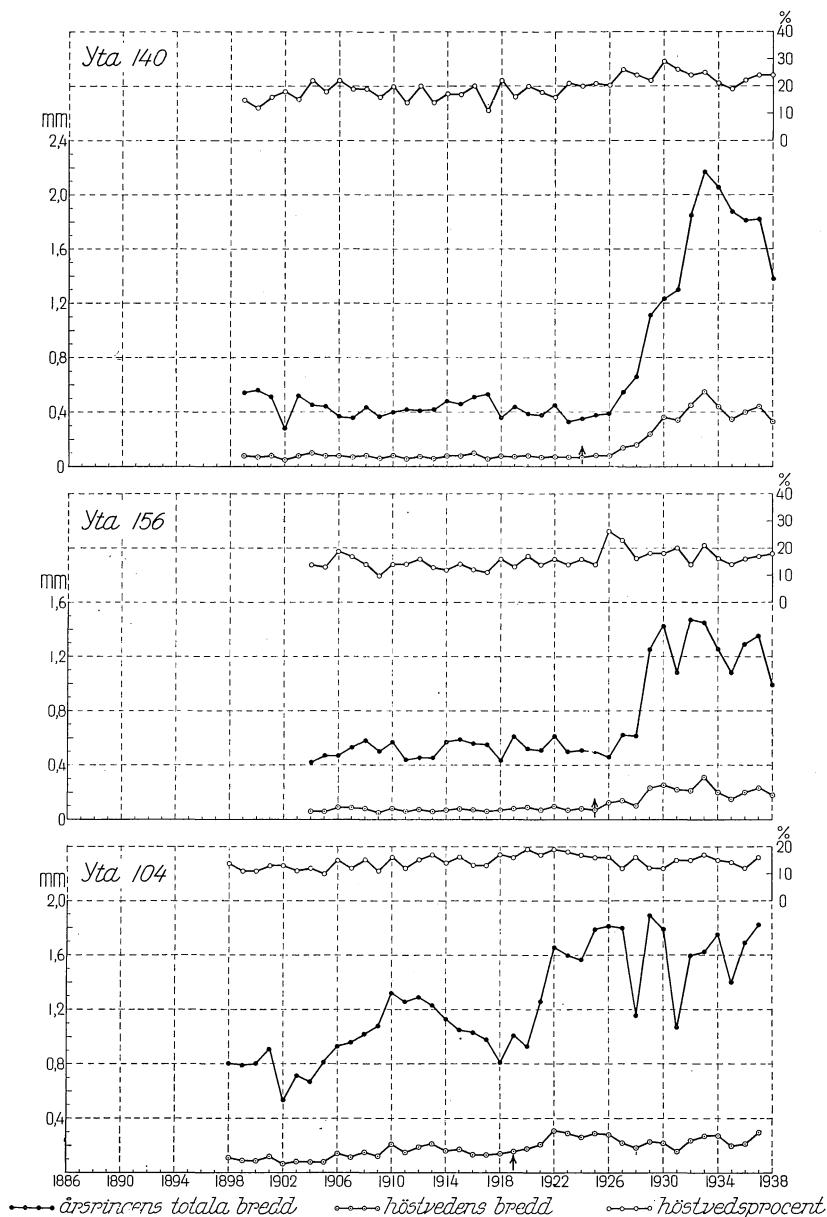


Fig. 28. Årsringens och höstvedens bredd samt höstvedsprocenten för olika kalenderår. Efter huggning starkt reagerande provytor i *Geranium*-skog. Pil vid ett årtal beecknar, att denna årsring avsetts närmast efter huggningen.

Breite des Jahresringes und des Spätholzes sowie Spätholzprozent für verschiedene Kalenderjahre. Auf Hauung stark reagierende Probestellen in *Geranium*-Wald. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Jahresring im Jahre nach der Haulung abgesetzt worden ist.

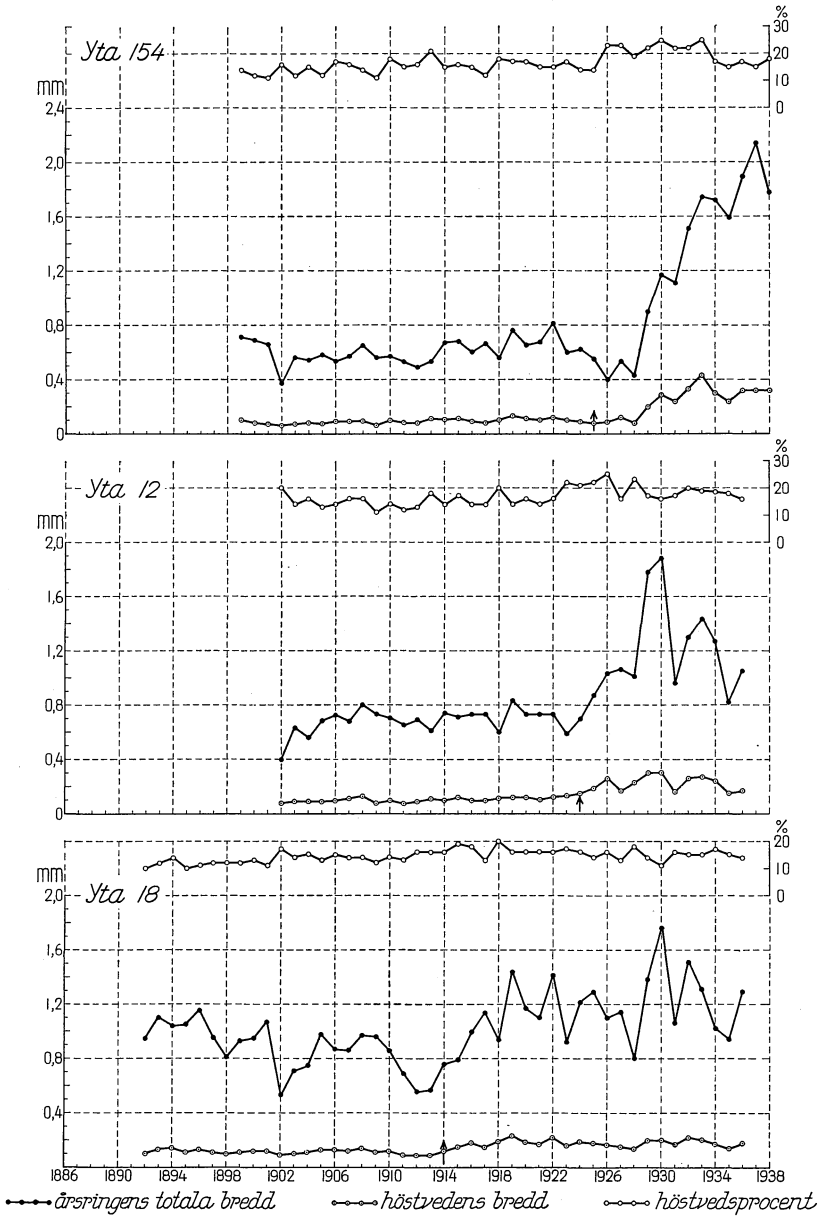


Fig. 29. Årsringens och höstvedens bredd samt höstvedsprocenten för olika kalenderår. Efter huggning starkt reagerande provytor i *Dryopteris*-skog. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Breite des Jahresringes und des Spätholzes sowie Spätholzprocent für verschiedene Kalenderjahre. Auf Haulung stark reagierende Probestellen in *Dryopteris*-Wald. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Jahresring im Jahre nach der Haulung abgesetzt worden ist.

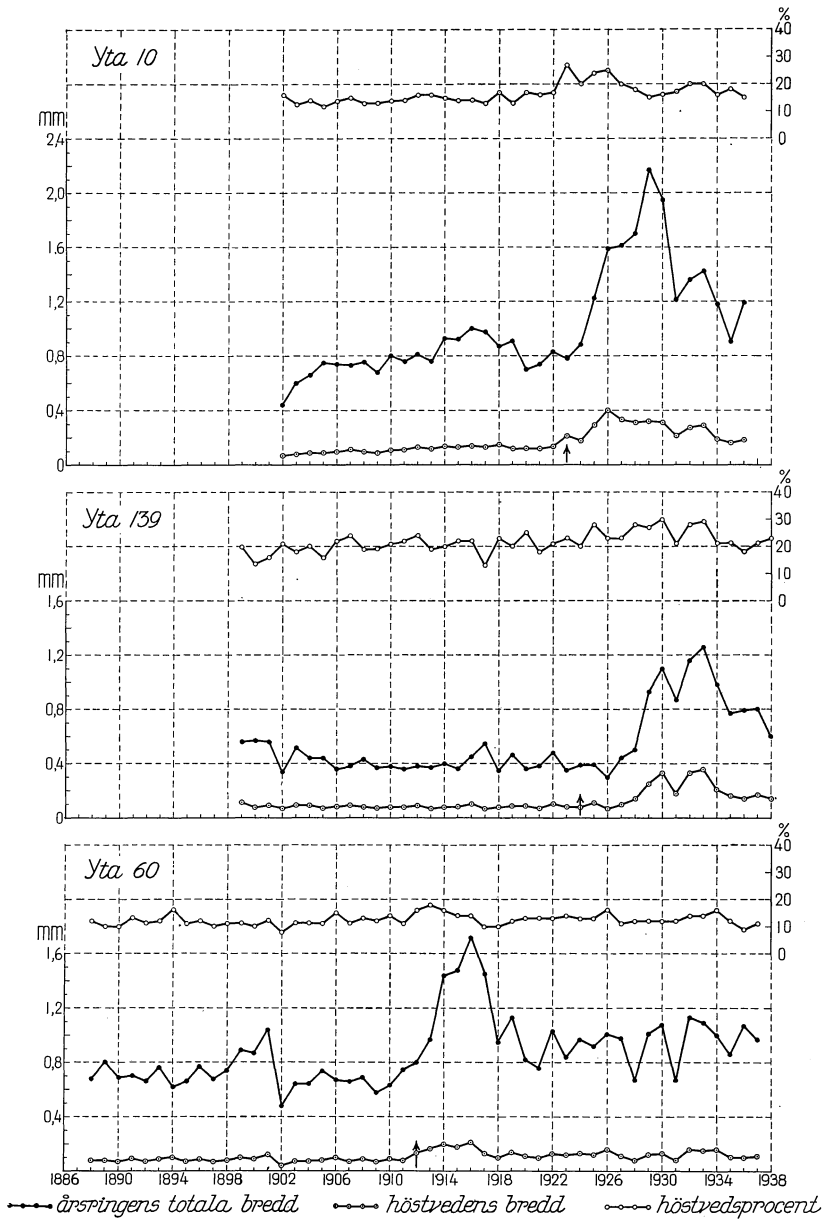


Fig. 30. Årsringens och höstvedens bredd samt höstvedsprocenten för olika kalenderår. Efter huggning starkt reagerande provytor i *Majanthemum*-skog. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Breite des Jahresringes und des Spätholzes sowie Spätholzprocent für verschiedene Kalenderjahre. Auf Haulung stark reagierende Probestellen in *Majanthemum*-Wald. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Jahresring im Jahre nach der Haulung abgesetzt worden ist.

ved i en bredare årsring efter huggning ur kvalitetssynpunkt är av annan beskaffenhet än i en smalare före huggningen. Men även om så skulle visa sig vara fallet, lämnar ovannämnda resultat en värdefull kvantitativ upplysning i frågekomplexet.

Tab. 16. Genomsnittlig höstvedsprocent vid brösthöjd.  
Durchschnittliches Spätholzprozent in Brusthöhe.

Skogstyp Waldtyp	Antal provytor Zahl der Probeflächen	Genomsnittlig höstvedsprocent Durchschnittliches Spätholz- prozent	
		10-års peri- oden före huggningen	15-års peri- oden efter huggningen
		10-jährige Peri- ode vor der Hauung	15-jährige Peri- ode nach der Hauung
		%	%
<i>Geranium</i> .....	16	16,4	17,7
<i>Dryopteris</i> .....	38	15,9	17,1
<i>Majanthemum</i> .....	39	16,2	17,8
<i>Myrtillus</i> .....	41	17,2	17,9
<i>Vaccinium</i> .....	18	16,4	16,9
Örtrik sumpskog....	2	18,7	18,5
Krautreicher Sumpfwald			
Örtfattig sumpskog ..	3	15,5	17,9
Krautarmer Sumpfwald			
Samtliga.....	157	16,5	17,6
Sämtliche			

Provträdens genomsnittliga höstvedsprocent för de olika skogstyperna framgår av tab. 16. Skogstypernas provträd äro ej direkt jämförbara, varför tabellen endast redovisar de faktiska förhållandena i materialet. Höstvedsprocenten varierar föga, och några tendenser synes ej föreligga. I medeltal uppgår höstvedsprocenten till 16,5 procent för 10-års perioden före huggningen och till 17,6 procent för 15-års perioden efter huggningen. Skillnaden motsvarar höstvedsprocentens ökning med stigande ålder.

## KAP. X. REAKTIONENS BÖRJAN OCH VAR- AKTIGHET.

Reaktionens början och varaktighet är självfallet av stor betydelse för frågan om den gamla granskogens behandling. I syfte att belysa detta spörsmål har en särskild bearbetning av årsringsbredden efter huggningen utförts.

För skogstyperna *Geranium*, *Dryopteris*, *Majanthemum*, *Myrtillus* och

Reaktionskvot

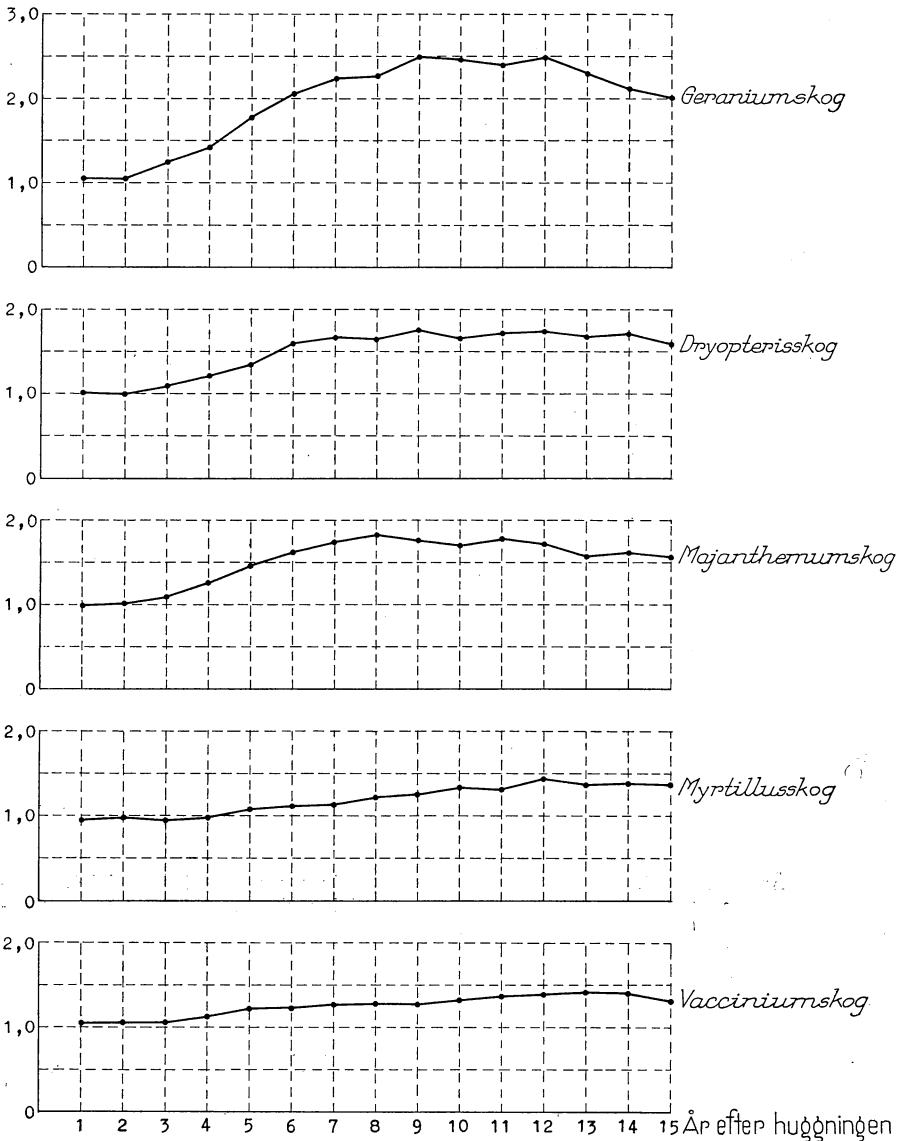


Fig. 31. Reaktionskvoten för olika skogstyper under de 15 första åren efter huggningen. Se texten.

Reaktionsquotient für verschiedene Waldtypen während der 15 ersten Jahre nach der Haulung. Vgl. den Text.

*Vaccinium* ha de stående provträdens genomsnittliga årsringsbredd uträknats för det sista året före huggningen samt för vart och ett av de följande 15 åren efter huggningen. Härefter har kvoten mellan var och en av dessa års-

ringsbredder efter huggningen och årsringsbredden för sista året före densamma beräknats.

Dessa kvoter ha sedan korrigerats för den klimatbetingade variationen genom division med kvoten mellan motsvarande årsringsindex (tab.

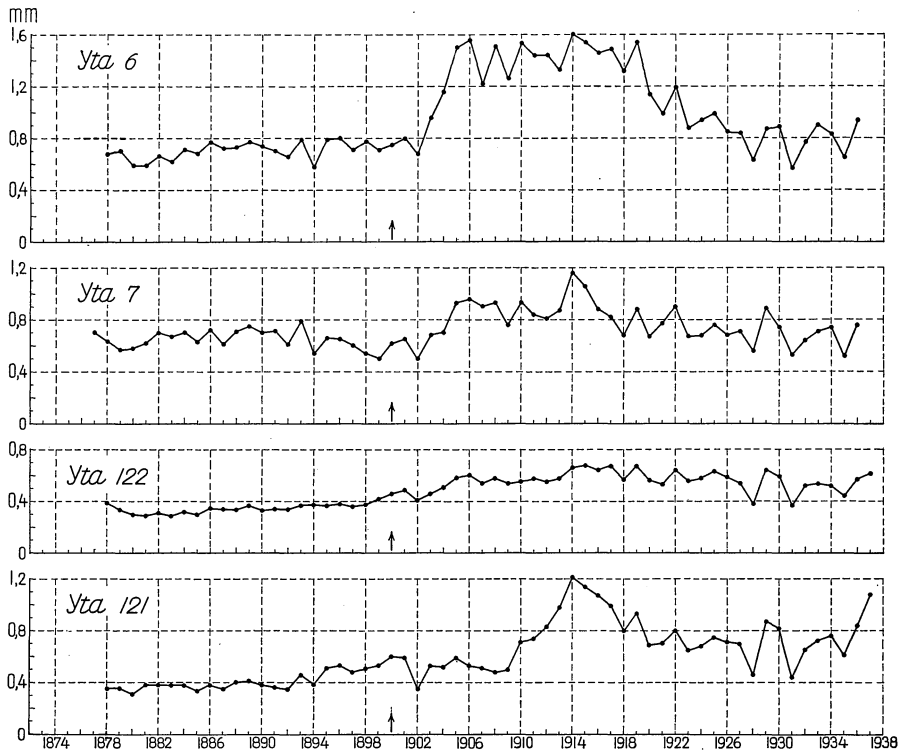


Fig. 32. Årsringsutvecklingen efter de äldsta genomhuggningarna i materialet. Provytor i *Dryopteris*-skog. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsetts närmast efter huggningen.

Provyta nr: ..... 6, 7, 121, 122

Huggnings-% å grundytan: ..... 66, 58, 43, 44

Die Jahresringentwicklung nach den ältesten Durchhauungen im Material. Probeflächen in *Dryopteris*-Wald. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Jahresring im Jahre nach der Hauung abgesetzt worden ist.

Probefläche Nr: ..... 6, 7, 121, 122

Hauungs-% für die Grundfläche: ..... 66, 58, 43, 44

2, s. 34), varefter den så erhållna kvoten korrigerats för åldersavtagandet. Den sista korrektionen har utförts med stöd av de tidigare härledda genomsnittsprocenterna (jfr. s. 28). Den på så sätt härledda årsringskvoten benämna vi i det efterföljande reaktionskvot. Denna är ett uttryck för den av huggningen förorsakade reaktionen med avseende på årsringsbredden.

En reaktionskvot av exempelvis 1,5 innebär således, att den för klimat och åldersavtagande korrigerade årsringen är 1,5 gånger så bred som års-



ringen sista året före huggningen, d. v. s. huggningen har ökat årsringsbredden med 50 procent.

Reaktionskvoten för de olika skogstyperna återges grafiskt i fig. 31, som redovisar reaktionens genomsnittliga förlopp. Innan vi övergå till att studera denna figur, erinras om att materialet för skogstyperna ej i detalj är jämförbart (jfr. s. 37). Den viktigaste olikheten torde gälla grundytans

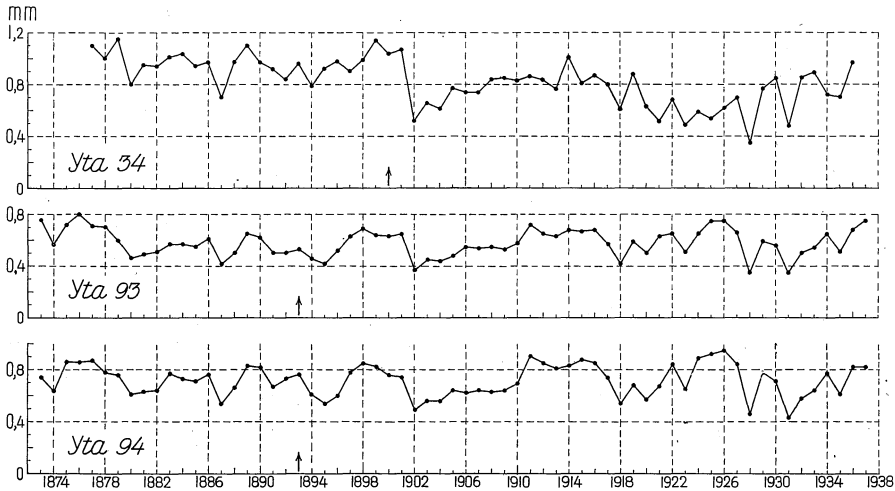


Fig. 33. Årsringsutvecklingen efter de äldsta genomhuggningarna i materialet. Provytor i *Myrtillus*-skog. Pil vid ett årtal betecknar, att denna årsring avsatts närmast efter huggningen.

Provyta nr: ..... 34, 93, 94

Huggnings-% å grundytan: ..... 30, 62, 55

Die Jahresringentwicklung nach den ältesten Durchhauungen im Material. Probestflächen in *Myrtillus*-Wald. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Jahresring im Jahre nach der Hauung abgesetzt worden ist.

Probestfläche Nr: ..... 34, 93, 94

Hauungs-% für die Grundfläche: ..... 30, 62, 55

genomsnittliga huggningsprocent, som varierar mellan 43,9—53,3 procent (se nedan). Vid dessa huggningsprocenter erhålles för samtliga skogstyper en ökning av medelårsringsbredden under 15-års perioden (jfr. s. 76).

Reaktionskvoten för första årsringen efter huggningen avviker mycket obetydligt från 1,0. Avvikelsen går regellöst i olika riktning för de skilda skogstyperna och torde få tillskrivas tillfälliga orsaker. För *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna visar redan tredje årsringen efter huggningen en påtaglig ökning av bredden. För *Myrtillus*-typen inträder en ökning av årsringen under femte året efter huggningen och för *Vaccinium*-typen under fjärde året. Den tidigare reaktionen för *Vaccinium*-typen torde förklaras av den starkare huggningsprocenten (jfr nedan).

Reaktionen synes kulminera för *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna omkring 10 år efter huggningen. För *Myrtillus*- och *Vaccinium*-

typerna visar årsringsbredden en tendens till att kulminera vid omkring 15 år. Reaktionskvoterna för tionde och femtonde årsringarna efter huggningen framgå av nedanstående sammanställning, där även den genomsnittliga huggningsprocenten å grundytan anges.

Skogstyp.	Huggnings- procent.	Reaktionskvot.	
		10 år	15 år
<i>Geranium</i> .....	53,3	2,5	2,0
<i>Dryopteris</i> .....	45,0	1,7	1,6
<i>Majanthemum</i> .....	46,8	1,7	1,6
<i>Myrtillus</i> .....	43,9	1,3	1,4
<i>Vaccinium</i> .....	48,8	1,3	1,3

Vid studiet av reaktionskvoterna bör observeras, att *Geranium*-typen har den största huggningsprocenten och *Myrtillus*-typen den minsta. För *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna är reaktionen 15 år efter huggningen ännu av betydande storlek, för *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna är reaktionen mindre, trots att den torde närma sig kulminationspunkten. Den förhållandevis höga reaktionskvoten för *Vaccinium*-typen vid jämförelse med *Myrtillus*-typen förklaras av den större huggningsprocenten.

I syfte att ytterligare illustrera denna fråga har årsringsutvecklingen för de sju provytor, som genomhuggits före 1901, återgivits i fig. 32 och 33. Provytorerna av *Dryopteris*-typ (nr 6, 7, 121 och 122) visa en tydlig ökning av årsringsbredden, och denna reaktion är 35 år efter huggningen ännu ej helt avslutad. Provytorerna av *Myrtillus*-typ (nr 34, 93 och 94) uppvisa ej någon nämnvärd ökning av årsringen. Men en fortgående minskning av densamma har hejdats eller minskats, och denna konserverande effekt synes ej ha upphört efter 35 år.

Vi återvända till fig. 31. Reaktionens tidigare inträdande och kulmination hos *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna torde dels bero på att humustäckets aktivering där kommer tidigare igång och blir intensivare, dels vara en följd av att träden äro i bättre kondition och hastigare kunna tillgodogöra sig den ökade näringstillgången (jfr PETTERSON 1937).

Reaktionens kulmination 10—15 år efter huggningen synes med hänsyn till de mycket kraftiga huggningsingreppen ej enbart kunna förklaras av ökad trängselverkan i beståndet och därmed sammanhängande förändringar av humustillståndet. Reaktionen torde delvis få betraktas som en realisation av ett uppsamlat humusförråd (jfr PETTERSON 1937).

KAP. XI. HÖJDTILLVÄXTEN.

Massatillväxten har i det efterföljande härletts med stöd av diametertillväxten och formhöjdstillväxten. Det har emellertid även ansetts vara av intresse att separat studera höjdtillväxten. De fällda provträdens (269 st.) höjdtillväxt efter huggningen har därför underkastats en korrelationsanalytisk bearbetning. Med höjdtillväxtprocent avses i det följande årlig höjdtillväxt under 15-års perioden efter huggningen uttryckt i procent av höjden vid huggningsingreppet. Vid bearbetningen har det enskilda trädets höjdtillväxtprocent betraktats som beroende variabel. Undersökningen har till resultat lämnat den i tab. 17 återgivna funktion (10) för höjdtillväxtprocentens beräkning. Betydelsen av de använda beteckningarna framgår av s. 47. Funktionen är av den allmänna formen:  $x_1 = a + b_2 x_2 + b_3 x_3 + \dots$

Tab. 17. Funktion (10) för höjdtillväxtprocenten.  
Funktion (10) des Höhenzuwachsprozents.

Variabel Variable	Variabelförklaring (se s. 47) Erklärung der Variablen	Enhet Einheit	Omförings- faktor Umwand- lungs- faktor	Koefficient Koeffizient	Koefficien- tens medel- felsprocent (ε %) Prozent des mittleren Fehlers des Koeffizients
$x_1$	<i>ph e.g.</i>	%	· 100	$a = + 43,46$	19,3
$x_2$	<i>pd e.g.</i>	%	· 100	$b_2 = + 0,2257$	29,2
$x_3$	$(pd\ e.g.)^2$	%	· 100	$b_3 = + 0,1132$	21,6
$x_4$	<i>rel.zr</i>	%	—	$b_4 = - 0,1332$	17,1
$x_5$	<i>h</i>	m	· 10	$b_5 = - 0,1232$	29,5
$x_6$	$\frac{1}{A}$	år	· 10000	$b_6 = + 0,1005$	32,3

Medelavvikelsen för enskilt träd mellan verklig och beräknad tillväxtprocent utgör 34,5 procent. Denna siffra kan synas hög. Vi få emellertid komma ihåg, att tillväxtbestämningen gäller det enskilda trädet. De observerade tillväxtprocenternas medelavvikelse kring sitt medeltal uppgår till 74,8 procent, varför medelavvikelsen nedbringats med mer än hälften genom korrelationsfunktionen. För praktiska behov är det tillräckligt att känna den genomsnittliga tillväxtprocenten för ett större antal träd, vilken blir bestämd med betydligt större noggrannhet, emedan en viss felutjämning äger rum mellan de enskilda träden. På grund av att endast 1—3 stycken fällda provträd tagits på varje provyta, kan en motsvarande undersökning som för funktion (5)

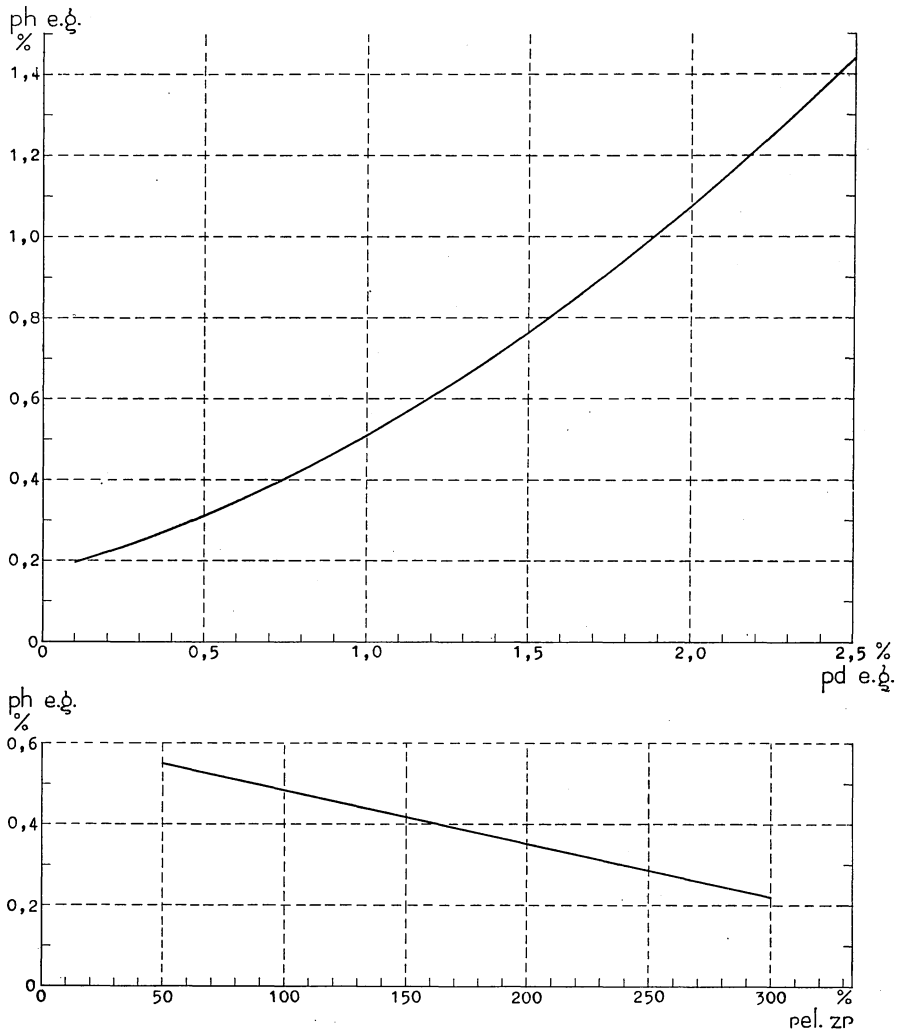


Fig. 34. De partiella sambanden enligt funktion (10) mellan höjdens tillväxtprocent efter huggningen (*ph e.g.*) och resp. diameters tillväxtprocent efter huggningen (*pd e.g.*) och relativa årsringsbredden (*rel. zr*). Se texten.

Die partiellen Beziehungen gemäss Funktion (10) zwischen dem Zuwachsprozent der Höhe nach der Haaung (*ph e.g.*) einerseits und dem Zuwachsprozent des Durchmessers nach der Haaung (*pd e.g.*) und der relativen Jahresringbreite (*rel. zr*) andererseits. Vgl. den Text.

ej utföras. Den härvid förda diskussionen är emellertid ur principiell synpunkt även upplysande för denna funktion. För praktiska behov torde funktionen vara av tillfredsställande noggrannhet.

Av medelfelsprocenterna ( $\epsilon$  %) i tab. 17 framgår, att regressionskoefficienterna äro signifikativt större än 0. Den positiva eller negativa lutningen

hos de partiella regressionslinjerna kan därför anses fastställd med hög grad av sannolikhet.

Partialregressionernas form med avseende på de primära variablerna åskådliggöres av fig. 34 och 35. Funktionens partialregressioner ha här

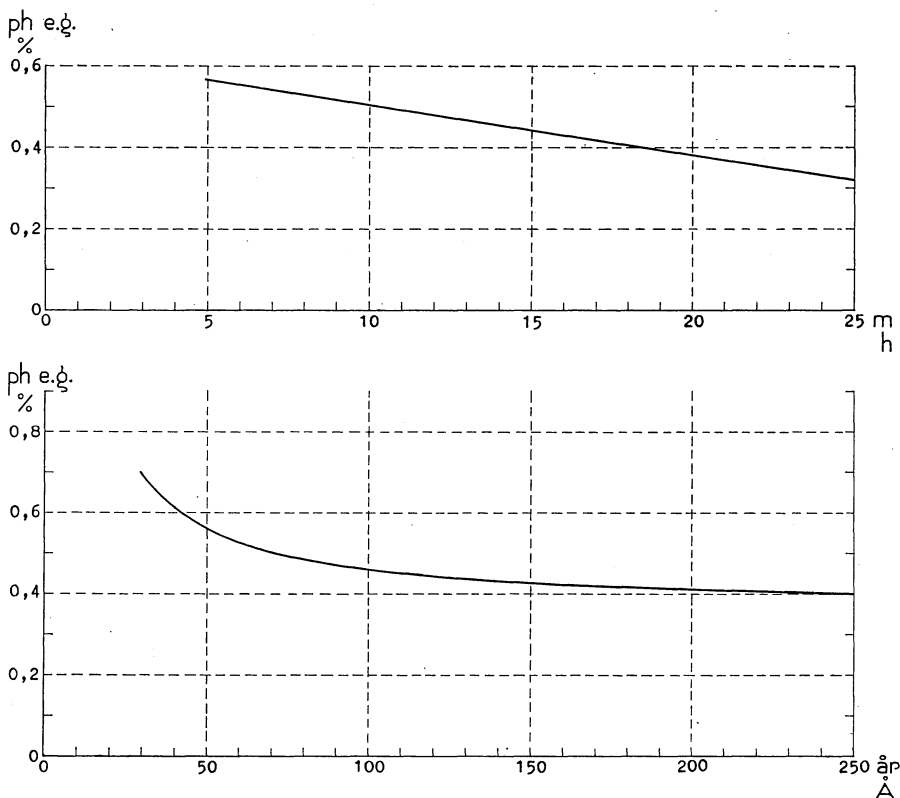


Fig. 35. De partiella sambanden enligt funktion (10) mellan höjdens tillväxtprocent efter huggningen (*ph e.g.*) och resp. trädhöjden (*h*) och åldern (*Å*). Se texten.

Die partiellen Beziehungen gemäss Funktion (10) zwischen dem Zuwachsprozent der Höhe nach der Haulung (*ph e.g.*) einerseits und der Baumhöhe (*h*) und dem Alter (*Å*) andererseits. Vgl. den Text.

upplagts grafiskt, varvid övriga oberoende variabler hållits konstanta vid sina medelvärden i materialet, vilka avrundade äro följande:

$$\begin{array}{ll} p\bar{d} \text{ e. g.} = 0,86 \% & h = 14,6 \text{ m} \\ \text{rel. zr} = 129 \% & \bar{A} = 115 \text{ år} \end{array}$$

Vad som tidigare uttalats beträffande den principiella innebörden av begreppet partialregression (s. 53) äger givetvis även här sin fulla tillämpning. Av fig. 35 och tab. 17 framgår, att åldern (hushållsåldern) har en negativ effekt på höjdtillväxten. Vid här konstanthållna variabler kan åldern även i viss mån redovisa ett bonitetsinflytande.

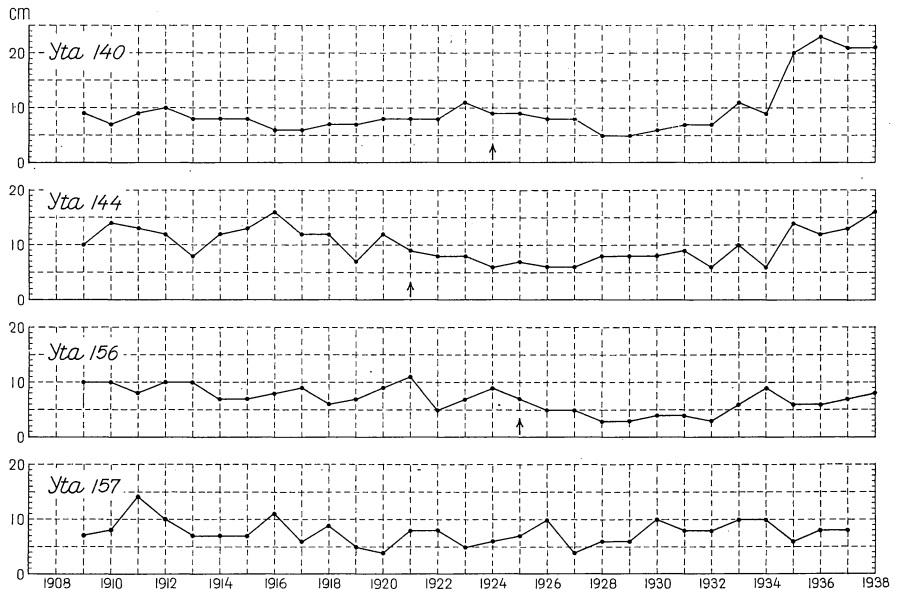


Fig. 36. Toppskottets längd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att detta skott avsatts närmast efter en huggning. *Geranium*-skog.

Provyta nr: ..... 140, 144, 156, 157

Huggnings-% å grundytan: ..... 71, 46, 73, 0

Länge des Gipfelsprosses für verschiedene Kalenderjahre. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Spross im Jahre nach einer Haaung getrieben ist. *Geranium*-Wald.

Probefläche Nr: ..... 140, 144, 156, 157

Hauungs-% für die Grundfläche: ..... 71, 46, 73, 0

Trädhöjden har likaledes en negativ effekt på höjdtillväxtprocenten. Effekten blir emellertid positiv med avseende på den absoluta höjdtillväxten, vilket synes naturligt. Diameterns tillväxtprocent efter huggningen har en positiv och relativa årsringsbredden en negativ effekt på höjdtillväxten. Dessa båda faktorer redovisa huggningens inflytande på höjdtillväxten, och vi skola studera den samlade effekten härav genom att tillämpa funktionen på de tidigare behandlade medelträden i de olika skogstyperna (tab. 14, s. 74).

Vid tillämpningen av funktion (10) för en prognos över höjdtillväxten härledes relativa årsringsbredden med hjälp av funktion (5), varefter diameterns tillväxtprocent efter huggningen beräknas med stöd av diametern vid huggningen samt årsringsbredden under 10-års perioden före huggningen. Höjden och åldern vid huggningen uppskattas direkt liksom variablerna i funktion (5). Vid funktionens tillämpning förutsattes således, att klimatet under 15-års perioden efter huggningen är lika som under 10-års perioden före densamma (jfr *rel. zr*, s. 65).

Medelträdens beräknade höjdtillväxt vid olika huggningsprocenter framgår av tab. 18, där även höjden och ålderns medelvärden angivits. Tabellen visar, att höjdtillväxten stiger med stigande huggningsstyrka,

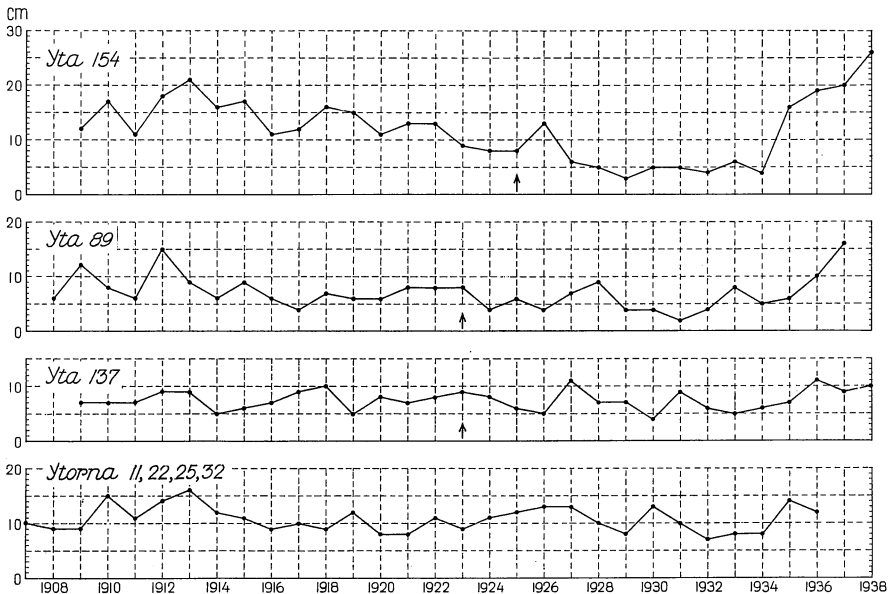


Fig. 37. Toppskottets längd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att detta skott avsatts närmast efter en huggning. *Dryopteris*-skog.  
 Provyta nr:..... 89, 137, 154, 11, 22, 25, 32  
 Huggnings-% å grundytan: ..... 70, 45, 80, 0  
 Länge des Gipfelspross im Jahre nach einer Hauung getrieben ist. *Dryopteris*-Wald.  
 Probefläche Nr:..... 89, 137, 154, 11, 22, 25, 32  
 Hauungs-% für die Grundfläche: ..... 70, 45, 80, 0

Tab. 18. Höjdtillväxten efter huggningen för skogstypernas medelträd vid olika huggningsstyrkor.

Der Höhenzuwachs der Mittelbäume der Waldtypen nach der Hauung bei verschiedenen Hauungsstärken.

Skogstyp waldtyp	Huggningsprocent å grundytan			Medelvärden Durchschnittswerte	
	Hauungsprocent der Grundfläche			h m	A år Jahr
	30	50	70		
Årlig höjdtillväxt i cm Jährlicher Höhenzuwachs in cm					
<i>Geranium</i> .....	7,2	8,2	9,9	14,4	110
<i>Dryopteris</i> .....	7,0	7,8	9,4	14,0	97
<i>Majanthemum</i> .....	6,4	7,2	8,5	12,7	98
<i>Myrtillus</i> .....	5,5	6,0	6,8	12,8	110
<i>Vaccinium</i> .....	5,4	5,8	6,5	12,8	105

samt att skogstyperna bilda en vackert fallande serie. 50-procents huggningen har lämnat 7—14 procent större höjdtillväxt än 30-procents huggningen. För 70-procents huggningen äro motsvarande siffror 20—38 procent. Tillväxtens relativa ökning med stigande

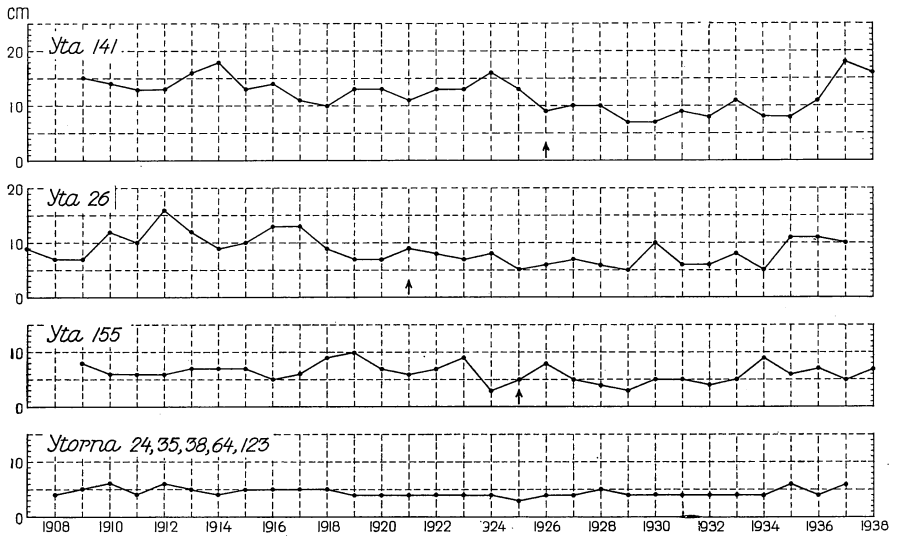


Fig. 38. Toppskottets längd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att detta skott avsatts närmast efter en huggning. *Majanthemum*-skog.

Provyta nr: ..... 26, 141, 155, 24, 35, 38, 64, 123

Huggnings-% å grundytan:.. 36, 45, 43, o

Länge des Gipfelsprosses für verschiedene Kalenderjahre. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Spross im Jahre nach einer Hauung getrieben ist. *Majanthemum*-Wald.

Probefläche Nr: ..... 26, 141, 155, 24, 35, 38, 64, 123

Hauungs-% für die Grundfläche: ..... 36, 45, 43, o

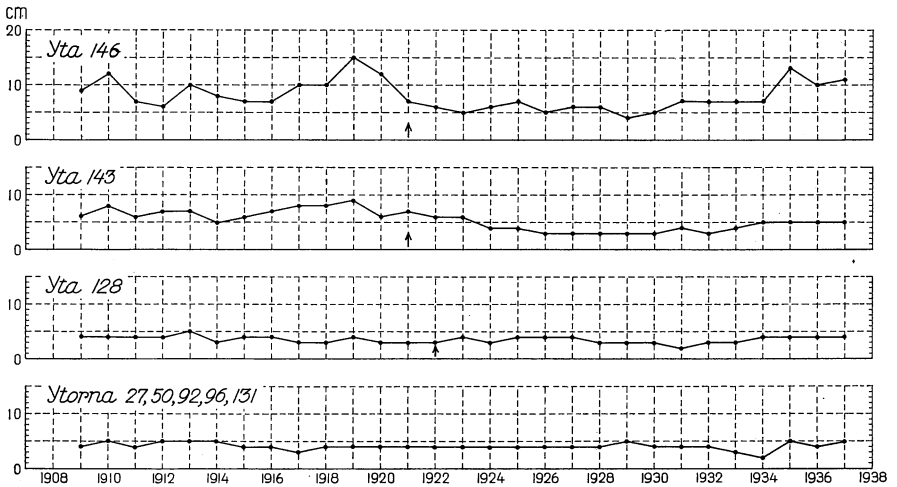


Fig. 39. Toppskottets längd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att detta skott avsatts närmast efter en huggning. *Myrtillus*-skog.

Provyta nr: ..... 128, 143, 146, 27, 50, 92, 96, 131

Huggnings-% å grundytan: ..... 41, 35, 56, o

Länge des Gipfelsprosses für verschiedene Kalenderjahre. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Spross im Jahre nach einer Hauung getrieben ist. *Myrtillus*-Wald.

Probefläche Nr: ..... 128, 143, 146, 27, 50, 92, 96, 131

Hauungs-% für die Grundfläche: ..... 41, 35, 56, o



huggningsstyrka är störst i *Geranium*-typen och minst i *Vaccinium*-typen och går sålunda i motsatt riktning som beträffande årsringsbredden. Av det efterföljande framgår, att reaktionen inträder betydligt senare för höjdtillväxten än för årsringsbredden. Huruvida den ovannämnda skiljaktigheten beror på att vi här jämföra olika faser av reaktionsförloppet eller har andra orsaker, kan ej avgöras med stöd av denna undersökning. Vi erinra om att medelträdens beräknade tillväxt hänför sig till medelklimatet under perioden 1889—1938 (jfr s. 74).

I syfte att studera höjdtillväxtreaktionens förlopp ha provytor, för vilka de fällda provträdens höjdtillväxt observerats från minst 10 år

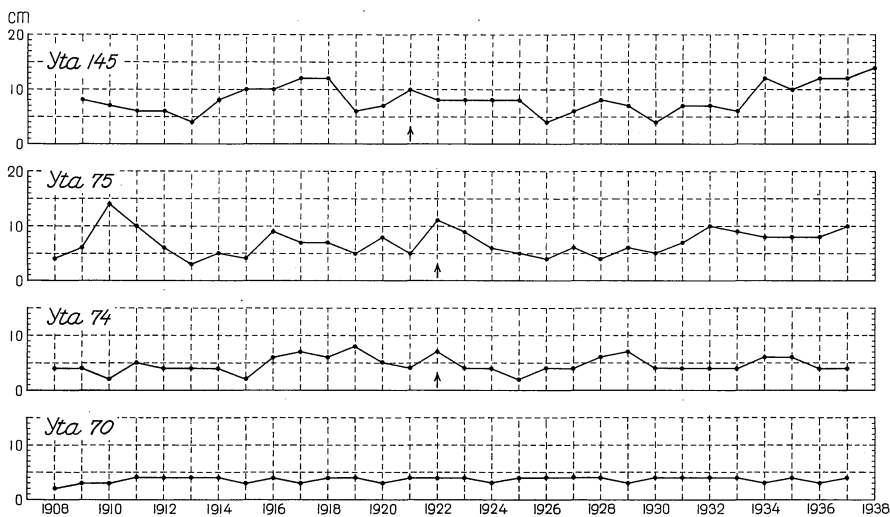


Fig. 40. Toppskottets längd för olika kalenderår. Pil vid ett årtal betecknar, att detta skott avsatts närmast efter en huggning. *Vaccinium*-skog.  
 Provyta nr: ..... 74, 75, 145, 70  
 Huggnings-% å grundytan: ..... 52, 42, 36, 0  
 Länge des Gipfelsprosses für verschiedene Kalenderjahre. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Spross im Jahre nach einer Hauung getrieben ist. *Vaccinium*-Wald.  
 Probefläche Nr: ..... 74, 75, 145, 70  
 Hauungs-% für die Grundfläche: ..... 52, 42, 36, 0

före huggningen, underkastats en enkel bearbetning. Härvid ha för varje yta de fällda provträdens genomsnittliga toppskott uträknats för de ingående kalenderåren och upplagts grafiskt. Dessa diagram för de tre ytor i varje skogstyp, som uppvisa den största ökningen av höjdtillväxten efter huggningen, återgivas i fig. 36—40. Sumpmosstypen har dock uteslutits, emedan materialet där är av mycket ringa omfattning. I vissa fall ha tre ytor med tydlig reaktion ej funnits, varför några av de övriga ytorna medtagits. Någon påtaglig negativ effekt av huggningen, som berört mer än ett eller annat år, har ej iakttagits.

Till jämförelse ha de fällda provträden å de orörda provytor, vilka tillhöra resp. skogstyp, återgivits grafiskt på motsvarande sätt.

Vid studiet av dessa figurer bör observeras, att de fällda provträden endast äro 2—3 stycken på varje provyta, samt att mätning av toppskott i gammal granskog även å fällda provträd är förenat med vissa svårigheter, varför den av tillfälliga orsaker betingade variationen i diagrammen torde vara betydande. Diagrammen för de olika ytorna få givetvis endast betraktas som efter ovan angivna grunder valda exempel på höjdtutvecklingen i materialet, och några direkta jämförelser mellan skogstyperna kunna ej göras. Figurerna visa, att när någon markerad ökning av höjdtillväxten erhållits efter huggningen, har denna inträffat först efter 10—15 år och således betydligt senare än diametertillväxtens reaktion (jfr s. 93). De starkaste reaktionerna i materialet återfinnas i *Geranium-* och *Dryopteris-*typerna.

Beträffande höjdtillväxtreaktionens varaktighet lämnar funktion (3), s. 46 vissa upplysningar. För det material, som ligger till grund för denna funktion, är tillväxtperiodens längd varierande och uppgår i medeltal till 22 år. Funktionen visar, att tillväxtperiodens längd har en positiv effekt på höjdtillväxtprocenten, vilket antyder att reaktionen har en betydande varaktighet.

På grund av det sena inträdandet av höjdtillväxtens ökning efter huggning hinner denna ej avsevärt göra sig gällande under 15-års perioden. För senare perioder synes dock en betydande tillväxtstegring kunna erhållas i de gynnsammaste skogstyperna.

Vid taxering är den brukliga direkta uppskattningen av höjdtillväxten för äldre skog behäftad med stor osäkerhet på grund av svårigheten att urskilja toppskotten och uppskatta deras längd. Den korrelationsanalytiska bearbetningen torde ha visat, att den gamla granskogens höjdtillväxt kan beräknas med för praktiska taxeringsbehov tillfredsställande noggrannhet, om trädets årsringsutveckling vid brösthöjd, ålder och höjd äro kända. En sådan funktion bör emellertid ur taxeringssynpunkt erhålla en något annorlunda utformning, än som varit ändamålsenligt vid föreliggande undersökning. En dylik transformering är lätt att utföra, men denna fråga faller utom ramen för detta arbete.

## KAP. XII. FORMHÖJDSTILLVÄXTEN.

Med formhöjdens tillväxtprocent avses i det följande den årliga formhöjdstillväxten under 15-års perioden efter huggningen uttryckt i procent av formhöjden vid huggningen. Tillväxtprocenten avser trädet under bark. Härledningens av de fällda provträdens formhöjdstillväxt har tidigare behandlats. Vid den korrelationsanalytiska bearbetningen har formhöjdens till-

växtprocent betraktats som beroende variabel, och till slutresultat föreligger funktion (II). Denna funktion är av den allmänna formen:  $x_1 = a + b_2 x_2 + b_3 x_3 \dots$  och återges i tab. 19. Betydelsen av de använda beteckningarna framgår av s. 47.

Tab. 19. Funktion (II) för formhöjdens tillväxtprocent.  
Funktion (II) Formhöhenzuwachsprozent.

Variabel Variable	Variabelförklaring Erklärung der Variablen	Enhet Einheit	Omföringsfaktor Umwandlungsfaktor	Koefficient Koeffizient	Koefficiens medelfelsprocent (e %) Prozent des mittleren Fehlers des Koeffizients
$x_1$	<i>pth e.g.</i>	%	· 100	$a = -65,78$	12,4
$x_2$	<i>rel.zr</i>	%	—	$b_2 = +0,9887$	10,3
$x_3$	<i>fh · rel.zr</i>	m · %	· 0,1	$b_3 = -1,8227$	9,9
$x_4$	$(fh \cdot rel.zr)^2$	m · %	· 0,0001	$b_4 = +0,1243$	19,6
$x_5$	$\frac{1}{\bar{A}}$	år	· 10000	$b_5 = +0,3164$	13,2
$x_6$	<i>h</i>	m	· 10	$b_6 = +0,6243$	15,6

Medelavvikelsen för enskilt träd mellan verklig och beräknad tillväxtprocent utgör 13,5 procent. De observerade tillväxtprocenternas medelavvikelse kring sitt medeltal uppgår till 18,7 procent, varför medelavvikelsen nedbringats avsevärt genom korrelationsfunktionen. Vi erinra om att dessa siffror gälla bestämningen av det enskilda trädets tillväxt. För praktiska behov är det emellertid tillräckligt att känna den genomsnittliga tillväxtprocenten för ett större antal träd från samma bestånd, vilken blir bestämd med betydligt större noggrannhet. På grund av att endast 1—3 stycken fällda provträd tagits på varje provyta, kan en motsvarande undersökning som för funktion (5) ej utföras. Den härvid förda diskussionen är emellertid ur principiell synpunkt även upplysande för denna funktion. Funktionen synes för praktiska behov lämna en mycket god bestämning av formhöjdens tillväxtprocent. Vid funktionens tillämpning förutsattes, att klimatet under 15-års perioden efter huggningen är lika som under 10-års perioden före densamma (jfr *rel. zr*, s. 65).

Medelfelsprocenterna i tab. 19 visa, att regressionskoefficienterna äro bestämda med en betydande noggrannhet.

Partialregressionernas form med avseende på de primära variablerna

framgår av fig. 41 och 42, varvid övriga oberoende variabler hållits konstanta vid sina medelvärden i materialet, vilka avrundade äro följande:

$$\text{rel. zr} = 129 \%$$

$$h = 14,6 \text{ m}$$

$$fh = 7,31 \text{ m}$$

$$A = 115 \text{ år}$$

Fig. 41 och 42 visa, att formhöjdens tillväxtprocent avtager med stigande ålder (hushållsålder). Då höjden här hålles konstant, kan åldern i viss mån även redovisa ett bonitetsinflytande. Höjden har en positiv effekt på tillväxt-

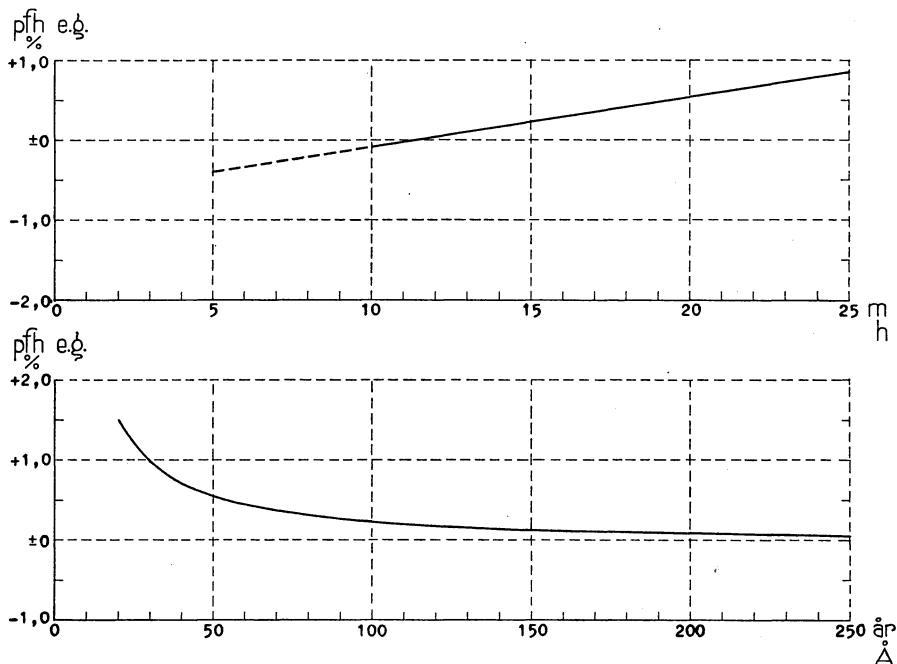


Fig. 41. De partiella sambanden enligt funktion (11) mellan formhöjdens tillväxtprocent efter huggningen ( $pfh$  e.g.) och resp. trädhöjden ( $h$ ) och åldern ( $A$ ). Se texten.

Die partiellen Beziehungen gemäss Funktion (11) zwischen dem Zuwachsprozent der Formhöhe nach der Haugung ( $pfh$  e.g.) einerseits und der Baumhöhe ( $h$ ) und dem Alter ( $A$ ) andererseits. Vgl. den Text.

procenten. Vid konstant formhöjd och ålder betyder stigande höjd sämre form och i genomsnitt bättre bonitet.

Formhöjden och relativa årsringsbredden äro till sin effekt kombinerade med varandra. Tillväxtprocenten avtager med stigande formhöjd, vilket vid konstant höjd betyder med stigande form. Detta avtagande stiger med stigande relativ årsringsbredd. För formhöjdsvärden mellan 6—7 m är tillväxtprocenten föga beroende av den relativa årsringsbredden, d. v. s. av huggningen (se fig. 42).

Av fig. 42 framgår, att formhöjdens tillväxtprocent vid höga formhöjdsvärden, vilket vid konstant höjd även betyder god form, avtager med sti-

gande relativ årsringsbredd. Vid låga formhöjdsvärden (dålig form) stiger tillväxtprocenten med stigande relativ årsringsbredd. Vid medelstor formhöjd är tillväxten oberoende av den relativa årsringsbredden. Stamformens inflytande på formhöjdstillväxten belyser formförhållandets  $\left(\frac{h}{d}\right)$  positiva effekt med avseende på den relativa årsringsbredden (jfr s. 66).

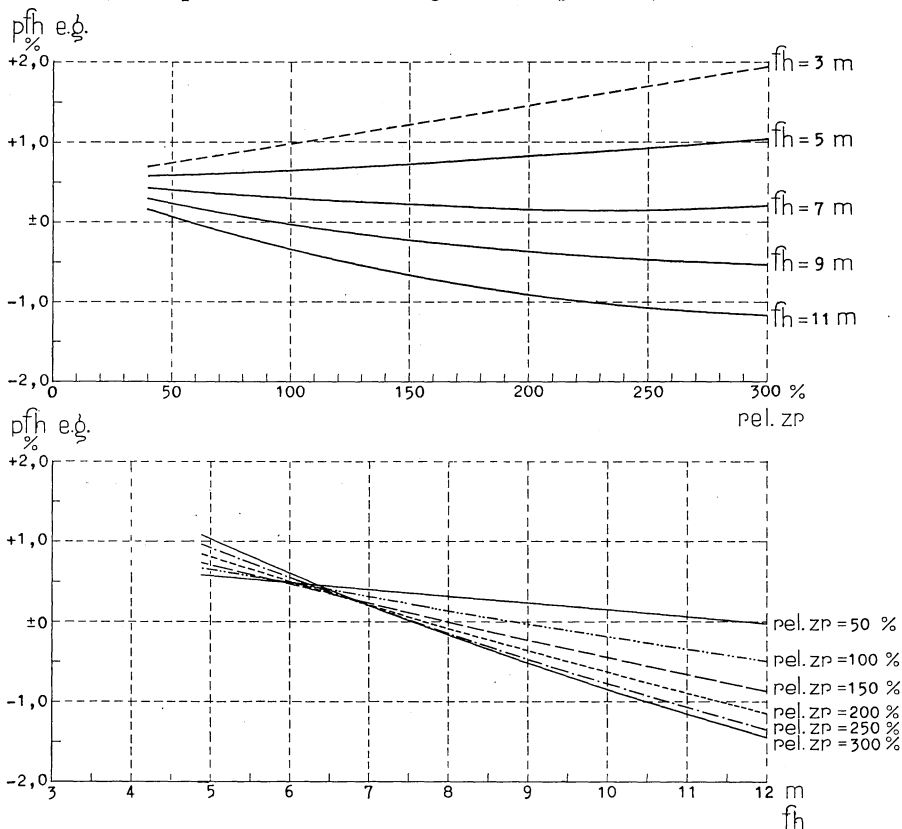


Fig. 42. De partiella sambanden enligt funktion (II) mellan formhöjdens tillväxtprocent efter huggningen ( $pfh$  e.g.) och resp. relativa årsringsbredden ( $rel. zr$ ) och formhöjden ( $fh$ ). Se texten.

Die partiellen Beziehungen gemäss Funktion (II) zwischen dem Zuwachsprozent der Formhöhe nach der Haulung ( $pfh$  e.g.) einerseits und der relativen Jahresringbreite ( $rel. zr$ ) und der Formhöhe ( $fh$ ) andererseits. Vgl. den Text.

I syfte att studera stamformens förändring efter huggningen ha de enskilda provträdens formklass under bark vid 15-års periodens början och slut bestämts genom interpolering mellan sektionsmåtten å stamanalyserna (jfr s. 19). Med formklass avses JONSONS absoluta formklass. Provträden ha uppdelats i två huvudgrupper: träd från genomhuggna ytor och träd från orörda ytor. Provträden från de genomhuggna ytorna ha indelats

i fem grupper efter formklassen vid periodens början (vid huggningen), var-  
 efter medelformklassen vid periodens början och slut, medelåldern vid perio-  
 dens början samt den genomsnittliga huggningsprocenten å grundytan ut-  
 räknats för varje grupp. Antalet provträd från de orörda ytorna är endast  
 25, varför någon gruppindelning efter formklassen vid periodens början ej  
 utförts, men i övrigt ha dessa bearbetats på samma sätt som provträden från  
 de genomhuggna ytorna. Resultatet av bearbetningen framgår av tab. 20.

Tab. 20. Formklassens förändring under 15-årsperioden efter huggningen.  
 Veränderung der Formklasse während der 15-Jahrperiode nach der Hauung.

Formklass vid periodens början Formklasse am An- fang der Periode	Antal provträd Zahl der Probebäume	Medelformklass Durchschnittliche Formklasse		Genomsnitt- lig huggnings- procent å grundytan Durchschnitt- liches Hauungs- prozent der Grundfläche	Genomsnitt- lig totalålder Durchschnitt- liches Gesamalter
		periodens början Anfang der Periode	periodens slut Ende der Periode		
Genomhuggna ytor Durchhauene Flächen					
0,450 — 0,549	20	0,517	0,523	53,1	130
0,550 — 0,599	47	0,577	0,575	48,8	143
0,600 — 0,649	83	0,624	0,616	52,7	145
0,650 — 0,699	68	0,671	0,651	52,1	146
0,700 —	26	0,729	0,692	54,8	146
Samtliga Sämtliche	244	0,631	0,618	52,8	144
Orörda ytor Ungerührte Flächen					
Samtliga Sämtliche	25	0,627	0,619	0	178

Provträden från de orörda ytorna visa en svag formklassförsämring under  
 15-års perioden. För de genomhuggna ytorna ha provträden i lägsta form-  
 klassgruppen erhållit obetydligt högre formklass, formklassgrupperna 0,550—  
 0,599 och 0,600—0,649 ha undergått en svag formklassförsämring och för  
 de högre formklasserna blir formklassförsämringen större (jfr Nyblom 1927).  
 I genomsnitt har en formförsämring ägt rum och detta i något större grad  
 än för de orörda ytorna. Provträden å de orörda och de genomhuggna  
 ytorna äro ej helt jämförbara, varför huggningens andel i formförändrin-  
 gen ej direkt kan avläsas i tab. 20. Av funktionerna (10) och (11) fram-  
 går emellertid, att huggningen normalt medför en formförsämring.  
 Denna är mycket obetydlig för de lägsta formklasserna men tilltager  
 med stigande formklass och stigande huggningsstyrka (*rel. zv*). För de  
 lägsta formklasserna synes i regel en svag formförbättring ske i det orörda  
 beståndet (jfr tab. 20). Det torde bli tillfälle att i en senare publikation  
 utförligare återkomma till frågan om stamformens förändring.

Tab. 21. Formhöjdens tillväxtprocent efter huggningen för skogstypernas medelträd vid olika huggningsstyrkor.

Formhöhenzuwachsprozent der Mittelbäume nach der Hauung für verschiedene Waldtypen und bei verschiedenen Hauungsstärken.

Skogstyp Waldtyp	Huggningsprocent å grundytan Hauungsprozent der Grundfläche			Genomsnittlig formhöjd
	3°	5°	7°	
	Formhöjdens årliga tillväxtprocent under bark enl. Pressler			Durchschnittliche Formhöhe <i>fh</i> i cm
Jährliches Formhöhenzuwachsprozent ohne Rinde nach Pressler				
<i>Geranium</i> .....	0,30	0,27	0,23	692
<i>Dryopteris</i> .....	0,34	0,31	0,27	684
<i>Majanthemum</i> .....	0,35	0,34	0,34	623
<i>Myrtillus</i> .....	0,32	0,31	0,31	624
<i>Vaccinium</i> .....	0,35	0,34	0,33	619

En kvantitativ uppfattning om huggningens betydelse för formhöjdens tillväxtprocent erhålles genom att tillämpa funktionen på skogstypernas medelträd. Härvid har relativa årsringsbredden härletts med hjälp av funktion (5). Formhöjdens tillväxtprocent har beräknats för olika huggningsstyrkor, och resultatet återges i tab. 21, där procenten transformerats till att gälla formhöjden vid periodens mitt (PRESSLER-procent). Medelträdens formhöjd vid huggningen (*fh*) framgår även av samma tabell.

Tabellen visar, att formhöjdens tillväxtprocent för skogstypernas medelträd avtar med stigande huggningsstyrka. Detta avtagande är knappt märkbart i *Majanthemum*-, *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna, men framträder tydligare i *Geranium*- och *Dryopteris*-typerna, där formhöjden vid huggningen (*fh* i tab. 21) är betydligt större än för de övriga skogstyperna. Tillväxtprocentens avtagande med stigande huggningsstyrka ökas resp. minskas för träd med större resp. mindre formhöjd än medelträden i tab. 21 (jfr fig. 42).

Den korrelationsanalytiska bearbetningen av formhöjdstillväxten torde ha visat, att den gamla granskogens formhöjdstillväxt kan beräknas med för praktiska taxeringsbehov tillfredsställande noggrannhet, om trädets årsringsutveckling vid brösthöjd, ålder, höjd och formhöjd äro kända. En sådan funktion bör emellertid ur taxerings synpunkt erhålla en något annorlunda utformning, än som varit ändamålsenligt vid föreliggande undersökning, men denna fråga faller utom ramen för detta arbete.

### KAP. XIII. MASSATILLVÄXTEN.

Funktionerna (5) och (11) möjliggöra en prognos över det enskilda trädets massatillväxt under en 15-års period efter huggningen. Härvid blir tillvägagångssättet följande. Med stöd av relativa årsringsbred-

den (*rel. zr*) enligt funktion (5), årliga diametertillväxten under 10-års perioden före huggningen samt diametern vid huggningen kan grundytans årliga tillväxtprocent ( $pg$ ) efter huggningen lätt beräknas. Tillväxtprocenten härledes lämpligen som rabattprocent. Formhöjdens årliga tillväxtprocent ( $pfh$ ) erhålles enligt funktion (11) likaledes som rabattprocent.

De trädkaraktärer, som ingå i funktionerna (5) och (11) kunna observeras å stående träd med undantag för formhöjden ( $fh$ ). Denna kan emellertid med tillfredsställande noggrannhet härledas enligt NÄSLUNDS formtalsfunktion för gran, som fordrar kännedom om trädets diameter och höjd (NÄSLUND 1940, formel 18, s. 99). Formtalsfunktionen återges härnedan:

$$f = 193,84 + 1467,46 \frac{1}{h} + 276,26 \frac{h}{d} - 700,45 \frac{h}{d^2}, \dots \dots \dots (12)$$

där  $f$  är brösthöjdsformtalet under bark för stammen ovan stubbe, uttryckt i tusendelar och multiplicerat med 0,99,  $d$  brösthöjdsdiametern under bark i cm samt  $h$  trädets höjd över mark i m.

Sedan grundytans och formhöjdens tillväxtprocenter beräknats, erhålles kubikmassans årliga tillväxtprocent enligt rabatträkning ur följande formel:

$$pm = pg + pfh + \frac{n \cdot pg \cdot pfh}{100}, \dots \dots \dots (13)$$

där  $pg$  är grundytans och  $pfh$  formhöjdens tillväxtprocent samt  $n$  det antal år, tillväxtperioden omfattar.

Ur massatillväxtprocenten ( $pm$ ) och trädets kubikmassa vid huggningen fås härefter trädets årliga, absoluta massatillväxt under 15-års perioden efter huggningen.

I syfte att belysa noggrannheten vid massatillväxtens beräkning med stöd av funktionerna (5) och (11) har för vart tredje träd (88 st.) av de fällda provträden massatillväxten beräknats på ovan angivet sätt. Den beräknade tillväxten har sedan jämförts med den observerade, varvid 32,9 procents medelavvikelse erhöles. För dessa träd är motsvarande medelavvikelse med avseende på grundytetillväxten 31,3 procent och således endast obetydligt lägre än massatillväxtens medelavvikelse.

Vi erinra om att medelavvikelsen gäller det enskilda trädets tillväxt. För praktiska behov är det emellertid tillräckligt att känna tillväxten för ett större antal träd från samma bestånd, vilken blir bestämd med betydligt större noggrannhet. På grund av att endast 1—3 stycken fällda provträd tagits på varje provyta, kan en motsvarande undersökning som för funktion (5) ej utföras. Den därvid erhållna medelavvikelsen vid beräkningen av grundytetillväxten torde av ovannämnda resultat att döma endast obetydligt understiga motsvarande medelavvikelse för massatillväxten. Funktionerna (5) och (11) synas därför möjliggöra en för vissa praktiska överväganden tillfredsställande prognos över massatillväxten efter genomhuggning.



Tab. 22. Massatillväxten efter huggningen för skogstypernas medelträd vid olika huggningsstyrkor.

Massenzuwachs nach der Hauung für die Mittelbäume der Waldtypen bei verschiedenen Hauungsstärken.

Skogstyp Waldtyp	Årlig massatillväxt under bark, dm <sup>3</sup> Jährlicher Massenzuwachs ohne Rinde, dm <sup>3</sup>			Årlig massatillväxt- procent under bark enl. Pressler Jährliches Massenzuwachs- prozent ohne Rinde nach Pressler		
	Huggningsprocent å grundytan Hauungsprozent der Grundfläche					
	30	50	70	30	50	70
<i>Geranium</i> .....	4,40	5,30	6,69	2,0	2,3	2,8
<i>Dryopteris</i> .....	3,59	4,34	5,54	1,9	2,2	2,7
<i>Majanthemum</i> .....	2,84	3,51	4,50	1,9	2,2	2,7
<i>Myrtillus</i> .....	2,39	2,93	3,78	1,5	1,8	2,3
<i>Vaccinium</i> .....	2,32	2,87	3,70	1,4	1,7	2,2

För skogstypernas medelträd har en prognos ställts över massatillväxten under 15-års perioden efter huggningen, och resultatet framgår av tab. 22.

Tabellen visar, att det enskilda trädets massatillväxt stiger med stigande huggningsstyrka. 50-procents huggningen har lämnat 21—24 procent större absolut massatillväxt än 30-procents huggningen. För 70-procents huggningen äro motsvarande siffror 52—60 procent. Ökningen är mindre än för grundytetillväxten, emedan formhöjdstillväxten går i motsatt riktning (jfr s. 107). Massatillväxtens relativa ökning med stigande huggningsstyrka visar liksom beträffande grundytetillväxten en tendens att stiga med avtagande skogstypsindex, d. v. s. från *Geranium* till *Vaccinium*. På grund av skillnaden mellan skogstyperna med avseende på formhöjdstillväxten (s. 107), är detta mindre markerat för massatillväxten. Tendensen får emellertid en enkel förklaring, om huggningsreaktionen delvis betraktas som en humuseffekt, vilket står i samklang med andra resultat: det ogynnsammare humustillståndet fordrar kraftiga ingrepp för att någon effektiv omvandling av humustäcket skall inträda (jfr. s. 72). Men här kan även ha medverkat, att träden i de ogynnsammare skogstyperna måhända äro mindre känsliga för huggningens skadeverknningar. I absolut mått är massatillväxtens ökning störst för de produktiva och reaktionsvilliga skogstyperna. Den beräknade massatillväxten refererar sig till medelklimatet under perioden 1889—1938 (jfr s. 74).

Massatillväxtprocenten, som hänför sig till kubikmassan mitt på perioden, bildar en fallande serie och uppgår för de reaktionsvilliga skogstyperna till ej obetydliga belopp. *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna ha i föreliggande material lika tillväxtprocenter.

## KAP. XIV. MASSAPRODUKTIONEN PER HEKTAR.

Det ligger nära till hands att grunda prognosen över massaproduktionen per hektar på en direkt korrelationsanalytisk bearbetning av provytornas massatillväxt per hektar. Detta tillvägagångssätt har dock ej kunnat användas av följande skäl.

De stående provträdens tillväxt är på ett avsevärt antal ytor ej representativ för beståndets tillväxt, emedan som tidigare motiverats rötskadade träd uteslutits vid uttagandet av dessa provträd (s. 9). Härtill kommer, att provytorna ej sällan måst läggas i dimensionshuggna eller andra mera ojämnt genomhuggna bestånd, samt bestånd där huggningen på grund av beståndets beskaffenhet drabbat provytans skilda delar olika (jfr s. 69). Under sådana förhållanden är givetvis en karakteristik av beståndet och huggningsingreppet med hjälp av beståndsmedeltal mindre värdefull. I det efterföljande skola vi därför härleda massatillväxten per hektar genom att summera de enskilda trädens beräknade tillväxt enligt funktionerna (5) och (11).

Vid undersökningens planläggning var avsikten, att produktionen per hektar skulle studeras genom att tillämpa funktionerna på betydelsefulla typfall vid granskogens avveckling. Detta skulle tillgå så, att stämplingar utfördes (markerades) i fält efter olika principer, varefter de enskilda trädens förväntade tillväxt efter huggningen beräknades. Förfaringssättet demonstreras närmare i det efterföljande (s. 112—113). På grund av inkallelse till militärtjänst har emellertid denna plan ej kunnat realiseras. Den efterföljande bearbetningen av produktionen per hektar är därför huvudsakligen begränsad till en schematisk tillämpning av funktionerna på 15 provytor och avser endast att belysa frågan. Den ursprungliga undersökningsplanen skall dock fullföljas, så snart tillfälle gives därtill, varför vi hoppas kunna återkomma till detta spörsmål.

### Huggningsformens betydelse för massaproduktionen.

I syfte att belysa huggningsformens betydelse för massaproduktionen har stämpling enligt tre olika huggningsformer markerats i fält å var och en av fyra provytor, varefter den sannolika tillväxten under kommande 15-års period beräknats med hjälp av funktionerna (5) och (11) för de olika huggningsalternativen. De använda huggningsformerna äro: huggning underifrån, likformig huggning och huggning ovanifrån. Med likformig huggning avses en huggning, där stamantalets och grundytans huggningsprocenter äro ungefär lika. Vid huggning underifrån är stamantalets huggningsprocent avsevärt större än grundytans, och vid huggning ovanifrån är förhållandet motsatt. Huggningsformerna skilja sig sålunda från varandra med

Tab. 23. Beskrivning av provytorna I—IV.

Beschreibung der Probeflächen I—IV.

Diametern, grundytan och grundytetillväxten äro angivna under bark. Höjden är angiven över mark samt kubikmassan och massatillväxten under bark och över stubbe.

Durchmesser, Grundfläche und Grundflächenzuwachs sind ohne Rinde, Höhe über dem Boden, Kubikmasse und Massenzuwachs ohne Rinde und über dem Stock angegeben.

Yta Fläche	Standortsfaktorer Standortsfaktoren			Beståndet före huggningen Der Bestand vor der Hauung									
	Skogstyp Waldtyp	Höjd över havet Höhe über dem Meere	Bredd- grad i grader Breiten- grad	Ålder Alter			Grund- yte- medel- stamm- diam. Durch- messer des Kreis- flächen- mittel- stammes	Grund- ytevåg d medel- höjd Kreis- flächen- mittel- höhe	Stamantal Stammzahl		Grund- yta Grund- fläche m <sup>2</sup>	Kubik- masse Kubik- masse m <sup>3</sup>	Årlig grundyte- tillväxtprocent under 10-års perioden före huggningen (enligt Pressler) Jährliches Grund- flächenzuwachspro- zent während der 10-jährigen Periode vor der Haulung (nach Pressler)
				Total- ålder, år Total- alter, Jahre	Bröst- höjds- ålder, år Brust- höhen- alter, Jahre	Hus- hålls- ålder, år Betriebs- alter, Jahre			Inalles Im ganzen st	Därvan un- der 5 cm vid brösthöjd Davon unter 5 cm in Brusthöhe st			
I	<i>Dryopteris</i> ...	335	64,2	151	122	104	15,3	17,5	1 647	324	30,46	262,2	0,76
II	» ...	390	64,5	141	112	97	13,7	18,8	1 481	539	21,81	185,9	1,47
III	<i>Myrtillus</i> ...	450	65,2	231	197	166	16,9	16,1	1 095	119	24,51	186,8	0,60
IV	» ....	534	61,8	207	173	146	14,7	16,0	1 709	364	28,88	218,0	0,81

avseende på förläggningen av ingreppets tyngdpunkt och motsvara följande allmänna gallringsprinciper: krongallring, låggallring och blädningsgallring.

Provytorna ha utlagts i bestånd, som ej genomhuggits under de 15 sista åren, och som dessförinnan ej genomgått med i modern mening starka huggningar (jfr s. 137). En beskrivning av ytorna lämnas i tab. 23. Skogstypen är för ytorna I och II en tämligen normal *Dryopteris*-typ och för ytorna III och IV en mera ogynnsam *Myrtillus*-typ. Granens allmänna utseende är avgjort bäst å yta II och sämst å yta III. Ytorna I och IV äro i det avseendet mera normala representanter för den gamla granskogen. Beståndet å yta II kan ej hänföras till äldre skog i här avsedd betydelse, men ytan har medtagits i syfte att representera ett bestånd i god kondition.

Vid stämplingen av provytorna enligt de olika metoderna har grundytans huggningsprocent hållits konstant vid 40 procent för ytorna I, II och IV. Beståndets tillstånd å ytan III har inbjudit till ett starkare ingrepp, varför grundytans huggningsprocent där hållits konstant vid 50 procent. I genomsnitt för ytorna utgör stamantalets relativa huggningsprocent (jfr s. 37) 1,4 för huggning underifrån, 1,0 för likformig huggning och 0,6 för huggning ovanifrån (se tab. 24). Huggningsstyrkan vid jämförelsen har valts ganska hög, i avsikt att, sedan döende och sjuka träd stämplats ut, en stark differentiering i de olika huggningsformerna skulle kunna ske. Till huggningsstyrkans betydelse för produktionen återkomma vi i det efterföljande (jfr s. 116).

Stämplingen har inom ramen för den valda huggningsformen utförts fritt med gynnande av de för ögat bästa träden med avseende på tillväxtenergi och kvalitet, varvid en någorlunda jämn stamfördelning eftersträvats. De utförda stämplingarna ha framstått som aktuella frågeställningar, men tveksamheten om de olika alternativen har självfallet varit mer eller mindre stor å de olika ytorna.

På ovannämnda ytor ha samtliga träd (46—77 st) observerats med avseende på diameter ( $d$ ), höjd ( $h$ ), och ålder ( $\bar{A}$ ) vid huggningen (undersökningen) samt genomsnittlig årsringsbredd under 10-års perioden före huggningen. Dessutom har provytans skogstyp, höjd över havet och breddgrad bestämts. För de olika huggningsalternativen har med stöd av dessa observationer de kvarvarande trädens tillväxt under den kommande 15-års perioden beräknats enligt funktionerna (5) och (11), varefter produktionen per hektar erhållits genom att summera de enskilda trädens tillväxt. Härmed äro vi framme vid den eftersträfvade prognosen över produktionen per hektar för olika huggningsformer.

Resultatet av beräkningen återges i tab. 24. Vid studiet av tabellen bör observeras, att beskrivningen av det kvarvarande beståndet (kol. 2—5) och virkesuttaget (kol. 6—8) hänför sig till undersökningstillfället (huggningen), medan tillväxten avser den kommande 15-års perioden efter huggningen.

Tab. 24. Massa- och grundteproduktionen per hektar vid huggningar av olika form. Die Massen- und Grundflächenproduktion je Hektar bei verschiedenen Hauungsformen. Diametern, grundytan och grundytetillväxten äro angivna under bark. Kubikmassan och massatillväxten äro angivna under bark och över stubbe. Durchmesser, Grundfläche und Grundflächenzuwachs sind ohne Rinde, Kubikmasse und Massenzuwachs ohne Rinde und über dem Stock gemessen.

Huggningsform Hauungsform	Kvarvarande bestånd Verbleibender Bestand				Huggnings- procent Hauungsprozent			Årlig tillväxt under 15-års perioden efter huggningen Jährlicher Zuwachs während der 15-jährigen Periode nach der Hauung			
	Stam- antal Stamm- zahl st.	Grund- yta Grund- fläche m <sup>2</sup>	Kubik- massa Kubik- masse m <sup>3</sup>	Grundyte- medel- stammens diameter Durch- messer des Kreis- flächenmit- telstammes cm	Stam- antal Stamm- zahl	Grund- yta Grund- fläche	Kubik- massa Kubik- masse	Grundyta Grundfläche		Kubik- massa Kubik- masse	
								m <sup>2</sup> per ha m <sup>2</sup> je ha	% enligt Press- ler % nach Press- ler	m <sup>3</sup> per ha m <sup>3</sup> je ha	% enligt Press- ler % nach Press- ler
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Yta I Fläche I											
Huggning underifrån Hauung von unten	718	18,27	168,9	18,0	56,4	40,0	35,6	0,194	0,98	1,90	1,04
Likformig huggning Gleichförmige Hauung	1 001	18,27	156,3	15,3	39,2	40,0	40,4	0,224	1,12	2,09	1,21
Huggning ovanifrån Hauung von oben	1 245	18,27	154,2	13,7	24,4	40,0	41,2	0,236	1,18	2,13	1,25
Yta II Fläche II											
Huggning underifrån Hauung von unten	658	13,09	111,6	15,9	55,6	40,0	40,0	0,267	1,77	2,50	1,92
Likformig huggning Gleichförmige Hauung	918	13,09	107,8	13,5	38,0	40,0	42,0	0,316	2,04	2,73	2,13
Huggning ovanifrån Hauung von oben	1 143	13,09	105,6	12,1	22,8	40,0	43,2	0,374	2,35	3,09	2,40
Yta III Fläche III											
Huggning underifrån Hauung von unten	356	12,25	97,1	20,9	67,5	50,0	48,0	0,102	0,78	0,90	0,87
Likformig huggning Gleichförmige Hauung	558	12,25	95,3	16,7	49,0	50,0	49,0	0,143	1,07	1,12	1,08
Huggning ovanifrån Hauung von oben	734	12,25	92,5	14,6	33,0	50,0	50,5	0,167	1,24	1,21	1,19
Yta IV Fläche IV											
Huggning underifrån Hauung von unten	656	17,33	137,8	18,3	61,6	40,0	36,8	0,169	0,91	1,70	1,13
Likformig huggning Gleichförmige Hauung	984	17,33	124,7	15,0	42,4	40,0	42,8	0,195	1,04	1,70	1,24
Huggning ovanifrån Hauung von oben	1 333	17,33	120,3	12,9	22,0	40,0	44,8	0,226	1,19	1,84	1,37

Virkesförrådet och tillväxten omfatta samtliga träd, som vid huggningen uppnått brösthöjd.

Tabellen visar, att grundytans absoluta tillväxt och tillväxtprocent äro genomgående störst vid huggning ovanifrån och minst vid huggning underifrån. Detsamma gäller kubikmassans tillväxt, men skillnaderna äro här mindre, och för yta IV uppgår den absoluta tillväxten till samma storlek vid likformig huggning och vid huggning underifrån.

De beräknade tillväxterna för de enskilda ytorna äro behäftade med ett medelfel, som torde kunna uppskattas till omkring 16,0 procent (jfr s. 51). För samma yta blir emellertid skillnaden mellan de olika huggningsformerna ej bestämd med så stor osäkerhet, som en efter kända regler utförd kalkyl med stöd av ovannämnda medelfel skulle ge vid handen, emedan den mycket betydande del av medelfelet, som härrör från ståndorts- och beståndskaraktärerna i stor utsträckning elimineras vid differensbildningen. Det kvarstående medelfelet torde dock vara betydande, varför skillnaden mellan de olika huggningsformerna för den enskilda ytan ej utan stöd av andra indicier kan betraktas som signifikativ. Resultatet går emellertid i samma riktning för samtliga ytor, varför den allmänna tendensen torde få betraktas som en realitet.

Den gynnsamma effekten av en högre orienterad huggning överensstämmer med det resultat, vartill PETERSON kommit vid den korrelationsanalytiska bearbetningen av skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog (PETERSON 1937). Senare har LANGSAETER erhållit samma resultat vid bearbetningen av den norska skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i granskog (EIDE och LANGSAETER 1941). Materialet för dessa undersökningar omfattar emellertid ej högre orienterade huggningar än likformig huggning. Det hade varit önskvärt, att denna intressanta tillämpning av funktionerna (5) och (11) kunnat utföras i större omfattning. Av tidigare angivet skäl har detta ej varit möjligt (jfr s. 110). Vi skola emellertid på andra vägar söka belysa räckvidden av det erhållna gynnsamma utslaget för en högre orienterad huggning.

Av det föregående har framgått, att huggningsformen sannolikt ej har någon större betydelse för det enskilda trädets relativa årsringsbredd (jfr s. 70) och därmed ej heller för måssatillväxten [jfr funktion (11)]. Vid en viss huggningsstyrka (huggningsprocent å grundytan) bör sålunda den största massatillväxten per hektar erhållas, om med hänsyn till en god stamfördelning de träd kunna avverkas, som enligt funktionerna (5) och (11) komma att växa med den minsta massatillväxtprocenten. Vi skola närmare studera, vad en sådan teoretisk huggning betyder med avseende på huggningsformen sådan denna tidigare karakteriserats.

Vid det efterföljande studiet av huggningsstyrkans betydelse för massa-produktionen har massatillväxtprocenten beräknats för de stående prov-

träden å de orörda ytorna, under förutsättning att huggningsprocenten å grundytan utgör resp. 10, 30, 50 och 70 procent. Genom att å varje yta för exempelvis 30-procents huggningen gallra ut 30 procent av provträden efter beräknad tillväxtprocent och räkna ut motsvarande huggningsprocenter å grundyta och kubikmassa, kunna vi här få ett uttryck för huggningsformen vid huggning efter förväntad tillväxtprocent. Härvid kommer grundytans huggningsprocent att något avvika från den procent (30), som ligger till grund för tillväxtberäkningen. Vi kunna dock i detta sammanhang bortse härifrån, emedan trädens inbördes ordningsföljd med avseende på tillväxtprocenten efter huggningen blir densamma för ej extremt skilda huggningsstyrkor (se tab. 28, s. 123). En sådan kalkyl har utförts för två huggningsprocenter å varje yta, och resultatet återges i tab. 25, som redovisar medeltal för skogstyperna. *Geranium*-typen är representerad av en provyta och har slagits ihop med *Dryopteris*-typen (*Dryopteris*—*Geranium*). *Vaccinium*-typen omfattar endast en provyta.

Tab. 25. Huggningsform vid huggning enligt beräknad tillväxtprocent.  
Hauungsform bei Hauung nach berechnetem Zuwachsprozent.

Skogstyp Waldtyp	Antal ytor Zahl der Flächen	Huggningsprocent Hauungsprozent			Relativ huggnings- procent Relatives Hauungsprozent		
		Stam- antal	Grund- yta	Kubik- massa	Stam- antal	Grund- yta	Kubik- massa
		Stamm- zahl	Grund- fläche	Kubik- masse	Stamm- zahl	Grund- fläche	Kubik- masse
<i>Dryopteris-Geranium</i>	5	29,0	43,3	46,4	0,67	1,00	1,07
»	5	48,3	63,2	66,5	0,76	1,00	1,04
<i>Majanthemum</i> .....	4	30,0	37,2	38,7	0,81	1,00	1,04
»	4	50,0	59,5	61,7	0,84	1,00	1,04
<i>Myrtillus</i> .....	5	30,0	34,2	35,7	0,88	1,00	1,04
»	5	50,0	58,9	61,1	0,85	1,00	1,04
<i>Vaccinium</i> .....	1	30,0	35,6	34,8	0,84	1,00	0,98
»	1	50,0	58,4	58,7	0,86	1,00	1,01

Av tabellen framgår, att en huggning efter beräknad tillväxtprocent i genomsnitt för *Dryopteris*—*Geranium*-typen utgör en mycket måttlig huggning ovanifrån och för *Majanthemum*-, *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna en något lägre orienterad huggning, som närmar sig likformig huggning. Stamantalets relativa huggningsprocent anger en huggning, som ligger mellan likformig huggning och huggning ovanifrån i tab. 24, s. 113. Huggningens orientering i kronskikten visar en tendens att falla med sjunkande skogstypsindex. Resultatet verifierar provstämplingens utslag till förmån för en högre orienterad huggning och synes ge närmare anvisningar på den ur massaproduktionens synpunkt gynnsammaste huggningsformen. Vid den gamla gran-skogens genomhuggning torde den fördelaktigaste huggnings-

formen med hänsyn till massatillväxten under 15-års perioden efter huggningen variera mellan måttlig huggning ovanifrån och likformig huggning, varvid den förra huggningsformen företrädesvis gäller reaktionsvilligare skogstyper.

Sumpmosstypen har ej närmare studerats med avseende på huggningsformen, emedan orörda ytor saknas för denna typ, som även i mindre omfattning torde komma ifråga för genomhuggning. Det bör även erinras om att stavagransbestånd ej i nämnvärd grad ingå i undersökningen. För stavagrän torde den ovan angivna regeln ej vara tillämplig (jfr NÄSLUND 1935).

Vi ha i det föregående belyst huggningsformens betydelse för den totala massatillväxten d. v. s. tillväxten hos samtliga träd, som uppnått brösthöjd vid huggningen. Vid den gamla granskogens genomhuggning är emellertid underbeståndets behandling i hög grad beroende på hur den framtida förnyringshuggningen skall utföras. Kan det nya beståndet ej i större eller mindre grad grundas på underbeståndet, eller kan underbeståndet ej förväntas växa fram till avsättningsbara dimensioner vid den kommande förnyringshuggningen, bör detta skikt fällas ut för att befordra markreaktionen, såvida det ej erfordras för att motverka uppkomsten av en ur förnyringssynpunkt besvärande vegetation. En sådan infinner sig ofta efter starka huggningar i de produktivaste skogstyperna.

Då under ovannämnda förhållanden underbeståndet bör avverkas, torde det gynnsamma utslaget för en högre orienterad huggning kunna överföras att i princip gälla de övriga skikten och vara till viss ledning vid deras behandling. Frekvensen av skador är dock i hög grad avgörande för individvalet vid den gamla granskogens genomhuggning.

### Huggningsstyrkans betydelse för massaproduktionen.

Huggningsstyrkans betydelse för massaproduktionen per hektar kan med fördel studeras genom provstämplingar på samma sätt som för huggningsformen. På grund av en nödvändig begränsning av fältarbetet har detta ej kunnat ske (jfr s. 110). Vi skola därför söka belysa denna fråga med några schematiska tillämpningar av funktionerna på de orörda ytorna.

Vid uttagandet av de stående provträden ha som nämnts vid brösthöjd rötskadade träd och tydligt topporra träd uteslutits. Orörda ytor, där detta skett i nämnvärd omfattning, ha ej medtagits vid den efterföljande bearbetningen, varför vi betrakta provträden som representativa för ytan. Vi tänka oss nu en likformig huggning så schablonmässigt utförd, att ett visst grundyteuttag erhållits genom att avverka en kvot av träden å provytan. Provtträden äro då fortfarande representativa för tillväxten på ytan, vilken



erhålles genom att tillämpa provträdens tillväxtprocent på det kvarlämnade virkesförrådet. Antag exempelvis, att provytans grundyta före huggningen är  $G$  m<sup>2</sup> och provträdens sammanlagda grundyta  $g$  m<sup>2</sup>, samt att grundytans huggningsprocent utgör 30 procent. Provträdens sammanlagda grundytetillväxt har med stöd av funktion (5) beräknats till  $zg$  m<sup>2</sup>. Provytans grundytetillväxt efter huggningen blir då  $= \frac{zg}{g} \cdot 0,70 G$ . På analogt sätt kan provytans massatillväxt härledas. Härvid förutsättes, att kubikmassans och grundytans huggningsprocenter äro lika.

Genom att för de orörda provytorna beräkna de enskilda provträdens tillväxt med stöd av funktionerna (5) och (11) under förutsättning av en viss huggningsprocent å grundytan, kunna vi sålunda beräkna produktionen per hektar efter en likformig huggning, som utförts så, att provträden fortfarande äro representativa för tillväxten å provytan. En sådan teoretisk huggning kan tänkas ske genom att de träd, som skola avverkas, uttagas enligt kvoträkning (vart  $n$ :te träd). Beräknas tillväxten på detta sätt för samma yta enligt olika huggningsprocenter, få vi sålunda ett isolerat uttryck för huggningsstyrkans betydelse för produktionen utan hänsynstagande till det individual, som sker vid praktisk stämpling inom ramen för den valda huggningsformen. En sådan huggning kan betraktas som ett ytterlighetsfall vid likformig huggning, där trädvalet överlämnats åt slumpen. Vi kalla ovannämnda schematiska huggning för huggning enligt kvot. I det efterföljande behandlas ett ytterlighetsfall i motsatt riktning.

Under ovannämnda förutsättningar beträffande huggningsformen har tillväxten per hektar under 15-års perioden efter huggningen beräknats för de orörda ytorna vid följande huggningsprocenter å grundytan: 10, 30, 50 och 70. Beräkningarna sträcka sig ej till lägre huggningsprocenter än 10, emedan svaga huggningar endast i mindre omfattning äro representerade i det material, som ligger till grund för funktionerna. Resultatet återges i tab. 26 och fig. 43—46, s. 118—127, där ytorna sammanförts efter skogstypen. *Geranium*-typen omfattar endast en provyta (nr 157), och har slagits ihop med *Dryopteris*-typen (*Dryopteris*—*Geranium*). Virkesförrådet och tillväxten hänföra sig till samtliga träd, som vid huggningen uppnått brösthöjd. Av tabellen framgår, att den absoluta tillväxten per hektar minskar, och tillväxtprocenten ökar med stigande huggningsstyrka. Den absoluta tillväxtens minskning är mindre för grundytan än för kubikmassan, och tillväxtprocentens ökning är större för grundytan än för kubikmassan. Vi skola närmare diskutera tab. 26 och fig. 43—46 i det efterföljande.

Härefter övergå vi till att studera huggningsstyrkans betydelse för produktionen per hektar, när hänsyn även tages till individvalet och den med stigande huggningsstyrka ökade möjligheten att taga ut de sämst växande

Tab. 26. Massa- och grundtyteproduktionen per hektar vid huggningar  
Die Massen- und Grundflächenproduktion je Hektar bei Hauungen von  
Grundtytan och grundtytetillväxten äro angivna under bark. Höjden är angiven  
Grundfläche und Grundflächenzuwachs ohne Rinde. Höhe über dem Boden,

Provyta Probe- fläche	Beståndet före huggningen Der Bestand vor der Hauung					10			
	Total- ålder Gesamt- alter	Stam- antal Stamm- zahl	Grund- yta Grund- fläche	Kubik- massa Kubik- masse	Grund- tytevåg medel- höjd Kreis- flächen- mittelhöhe	Årlig tillväxt Jährlicher Zuwachs			
						Grundtyta Grundfläche		Kubikmassa Kubikmasse	
	N:r	år Jahre	st.	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m	m <sup>2</sup> per ha je ha	% enl. Press- ler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha
per hektar je ha							7	8	9
<i>D r y o p t e r i s</i> —									
11	134	2 000	34,10	324,5	19,0	0,341	1,02	4,07	1,26
25	123	1 634	16,83	150,0	20,1	0,167	1,02	2,31	1,52
32	172	1 005	17,86	120,8	14,4	0,240	1,34	2,00	1,62
109	150	3 378	36,47	300,2	16,4	0,298	0,85	3,20	1,09
157	239	932	41,80	316,4	17,8	0,281	0,71	3,10	1,01
Medeltal Mittel	164	1 790	29,41	242,4	17,5	0,265	0,93	2,94	1,22
Rel. tal Rel. Zahl	—	—	—	—	—	100	100	100	100
<i>M a j a n</i> —									
3	86	3 773	25,21	154,2	12,2	0,337	1,34	3,28	2,01
24	210	648	25,53	219,5	18,6	0,184	0,76	2,04	0,96
38	145	2 302	19,10	157,9	17,8	0,169	0,92	1,96	1,25
64	230	808	26,07	211,5	18,0	0,208	0,83	2,14	1,04
Medeltal Mittel	168	1 883	23,98	185,8	16,6	0,224	0,96	2,36	1,28
Rel. tal Rel. Zahl	—	—	—	—	—	100	100	100	100
<i>M y r</i> —									
27	212	1 309	26,36	215,0	16,8	0,173	0,69	1,78	0,86
50	220	1 509	20,53	132,3	12,8	0,141	0,72	1,17	0,92
92	217	1 308	17,31	111,4	13,5	0,101	0,62	0,94	0,87
96	231	1 221	22,31	151,7	14,5	0,140	0,66	1,32	0,90
131	179	1 964	24,11	197,9	17,6	0,116	0,51	1,62	0,85
Medeltal Mittel	212	1 462	22,12	161,7	15,0	0,134	0,64	1,37	0,88
Rel. tal Rel. Zahl	—	—	—	—	—	100	100	100	100
<i>V a c</i> —									
70	241	1 494	15,71	113,7	16,0	0,056	0,38	0,72	0,67
Rel. tal Rel. Zahl	—	—	—	—	—	100	100	100	100

av olika styrka. Schematisk huggning enligt kvot.  
 verschiedener Stärke. Schematische Hauung nach Quotient.

över mark samt kubikmassan och massatillväxten under bark och över stubbe.  
 Kubikmasse und Massenzuwachs ohne Rinde und über dem Stock gemessen.

H u g g n i n g s p r o c e n t											
Hauungsprozent											
30				50				70			
u n d e r 15 - å r s p e r i o d e n e f t e r h u g g n i n g e n											
während der 15-jährigen Periode nach der Hauung											
Grundyta		Kubikmasse		Grundyta		Kubikmasse		Grundyta		Kubikmasse	
Grundfläche	Kubikmasse	Grundfläche	Kubikmasse	Grundfläche	Kubikmasse	Grundfläche	Kubikmasse	Grundfläche	Kubikmasse	Grundfläche	Kubikmasse
m <sup>2</sup> per ha je ha	% enl. Pressler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha	% enl. Pressler nach Pressler	m <sup>2</sup> per ha je ha	% enl. Pressler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha	% enl. Pressler nach Pressler	m <sup>2</sup> per ha je ha	% enl. Pressler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha	% enl. Pressler nach Pressler
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22

*G e r a n i u m*

0,301	1,15	3,33	1,32	0,266	1,40	2,62	1,44	0,207	1,76	1,83	1,64
0,154	1,19	1,95	1,63	0,145	1,52	1,61	1,85	0,120	2,02	1,18	2,19
0,213	1,51	1,71	1,76	0,191	1,84	1,46	2,05	0,150	2,31	1,10	2,48
0,264	0,96	2,64	1,15	0,234	1,17	2,12	1,28	0,183	1,49	1,51	1,49
0,248	0,80	2,57	1,07	0,221	0,98	2,08	1,20	0,173	1,25	1,49	1,40
0,236	1,06	2,44	1,30	0,211	1,30	1,98	1,46	0,167	1,66	1,42	1,70
89,1	114,0	83,0	106,6	79,6	139,8	67,3	119,7	63,0	178,5	48,3	139,3

*t h e m u m*

0,306	1,53	2,84	2,20	0,284	1,93	2,46	2,58	0,231	2,48	1,89	3,13
0,164	0,86	1,68	1,01	0,147	1,06	1,34	1,12	0,116	1,36	0,95	1,30
0,152	1,05	1,64	1,33	0,138	1,30	1,33	1,49	0,110	1,68	0,96	1,75
0,183	0,93	1,78	1,10	0,162	1,14	1,44	1,23	0,126	1,44	1,02	1,44
0,201	1,10	1,98	1,37	0,183	1,37	1,64	1,56	0,146	1,76	1,20	1,85
89,7	114,6	83,9	107,0	81,7	142,7	69,5	121,9	65,2	183,3	50,8	144,5

*t i l l u s*

0,152	0,78	1,45	0,90	0,134	0,94	1,16	1,00	0,103	1,19	0,81	1,15
0,123	0,80	0,99	0,99	0,107	0,97	0,83	1,15	0,082	1,21	0,61	1,38
0,091	0,71	0,80	0,95	0,082	0,88	0,67	1,11	0,066	1,16	0,50	1,35
0,125	0,76	1,12	0,97	0,112	0,93	0,93	1,12	0,089	1,21	0,69	1,36
0,106	0,60	1,32	0,89	0,098	0,77	1,02	0,96	0,080	1,02	0,70	1,09
0,119	0,73	1,14	0,94	0,107	0,90	0,92	1,05	0,084	1,16	0,66	1,23
88,8	114,1	83,2	106,8	79,9	140,6	67,2	119,3	62,7	181,2	48,2	139,8

*c i n i u m*

0,050	0,44	0,59	0,70	0,046	0,56	0,47	0,78	0,037	0,74	0,32	0,88
89,3	115,8	81,9	104,5	82,1	147,4	65,3	116,4	66,1	194,7	44,4	131,3



av olika styrka. Schematisk huggning enligt tillväxtprocent.  
 verschiedener Stärke. Schematische Hauung nach Zuwachsprozent.  
 över mark samt kubikmassan och massatillväxten under bark och över stubbe.  
 Kubikmasse und Massenzuwachs ohne Rinde und über dem Stock gemessen.

H u g g n i n g s p r o c e n t							
Hauungsprozent				50			
30				50			
15-års perioden efter huggningen							
der 15-jährigen Periode nach der Hauung							
Grundyta Grundfläche		Kubikmassa Kubikmasse		Grundyta Grundfläche		Kubikmassa Kubikmasse	
m <sup>2</sup> per ha je ha	% enligt Pressler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha	% enligt Pressler nach Pressler	m <sup>2</sup> per ha je ha	% enligt Pressler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha	% enligt Pressler nach Pressler
11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Geranium</i>							
0,380	1,42	3,74	1,47	0,359	1,82	3,26	1,75
0,196	1,48	2,22	1,82	0,207	2,08	2,00	2,22
0,270	1,86	2,07	2,07	0,299	2,68	1,97	2,62
0,305	1,10	2,93	1,26	0,299	1,46	2,51	1,49
0,317	1,00	3,12	1,27	0,320	1,37	2,85	1,59
0,294	1,29	2,82	1,48	0,297	1,75	2,52	1,80
101,7	127,7	90,1	113,8	102,8	173,3	80,5	138,5
<i>hemum</i>							
0,345	1,70	3,10	2,36	0,353	2,31	2,89	2,93
0,199	1,03	2,01	1,19	0,236	1,62	2,12	1,69
0,193	1,30	1,87	1,50	0,216	1,93	1,88	2,02
0,222	1,11	1,99	1,22	0,221	1,50	1,97	1,64
0,240	1,29	2,24	1,52	0,256	1,84	2,22	2,03
101,3	127,7	91,4	115,2	108,0	182,2	90,6	153,8
<i>tillus</i>							
0,190	0,96	1,70	1,04	0,206	1,40	1,67	1,39
0,142	0,92	1,10	1,09	0,137	1,21	1,05	1,42
0,099	0,77	0,88	1,04	0,105	1,11	0,78	1,27
0,144	0,86	1,27	1,10	0,150	1,22	1,13	1,34
0,134	0,75	1,51	1,01	0,136	1,04	1,24	1,14
0,142	0,86	1,29	1,05	0,147	1,21	1,17	1,31
98,6	124,6	89,6	114,1	102,1	175,4	81,2	142,4
<i>cinium</i>							
0,058	0,51	0,65	0,77	0,059	0,71	0,54	0,89
98,3	127,5	85,5	110,0	100,0	177,5	71,1	127,1

träden. I det föregående har framhållits, att vid en viss huggningsstyrka bör den största tillväxten erhållas, om med hänsyn till en god stamfördelning de träd kunna avverkas, som enligt funktionerna (5) och (11) komma att växa med den minsta tillväxtprocenten. Om vi tänka oss en huggning med samma huggningsprocent å stamantal, grundyta och kubikmassa (likformig huggning), där samtidigt de träd, som skola avverkas, kunnat tagas ut enligt beräknad massatillväxtprocent, betyder detta således en likformig huggning, varvid individvalet drivits längre än som är möjligt vid en praktisk stämpling med massaproduktionen som ledstjärna, emedan stor vikt måste fästas vid en god stamfördelning. Härtill kommer, att en huggning efter tillväxtprocent i genomsnitt är något högre orienterad än likformig huggning. Av båda dessa skäl ger en sådan teoretisk huggning större tillväxt, än vad som kan erhållas vid likformig huggning i praktiken. Vi ha tidigare studerat resultatet av en likformig huggning, där individvalet överlämnats åt slumpen. Mellan dessa gränser ha vi att söka, vad som kan uppnås vid praktisk stämpling enligt principen likformig genomhuggning.

Vi skola därför även belysa huggningsstyrkans betydelse för produktionen vid ovannämnda övre gräns för likformig huggning. Detta kan lätt ske i anslutning till de tidigare beräkningarna för huggning enligt kvot. Vid härledningen av tillväxten uteslutes med stöd av den beräknade massatillväxtprocenten samma procent av provträdsantalet, som svarar mot grundytans huggningsprocent, varefter den nya tillväxtprocenten tillämpas på det kvarvarande förrådet (jfr s. 117). För en huggningsstyrka av 10 procent uteslutes sålunda 1 av de 10 provträden, nämligen det som har den minsta beräknade massatillväxtprocenten, samt för 20 procent 2 provträd o. s. v. Vi benämna i det efterföljande denna schematiska huggning för huggning enligt tillväxtprocent. Resultatet av dessa beräkningar framgår av tab. 27 och fig. 43—46, s. 120—127. Innan vi närmare studera dessa, skola vi söka bilda oss en uppfattning om i vad mån en gradering av träden efter förväntad massatillväxtprocent kan ske vid stämpling i praktiken.

I tab. 28 har för varannan av de här behandlade provytorna (tab. 26) angivits provträdens ordningsföljd enligt fallande diametertillväxtprocent före huggningen (*pd f. g.*) samt för olika huggningsstyrkor enligt fallande beräknad massatillväxtprocent efter huggningen (*pm e. g.*). Det erinras om att massatillväxtprocenten härletts för samtliga provträd på ytan under förutsättning av samma huggningsprocent å cirkelytan som å provytan ( $gr\text{-}\% = Gr\text{-}\%$ ). Tillväxtprocenterna hänföra sig till diametern resp. kubikmassan vid huggningen. Provträden äro i tabellen ordnade efter fallande *pd f. g.*, varefter samma träds ordningstal med avseende på *pm e. g.* angivits för olika huggningsprocenter. Tabellen visar, att bortsett från några obe-



tydliga omkastningar, ordningsföljden enligt massatillväxtprocenten efter huggningen är lika för samtliga huggningsprocenter (jfr s. 115).

Provträdens ordningstal med avseende på *pd f. g.* och *pm e. g.* följas åt i stora drag. Detta betyder, att de träd, som tillhöra de bästa med hänsyn till diameterns tillväxtprocent före huggningen, företrädesvis också äro de bästa med avseende på massatillväxtprocenten efter huggningen, under

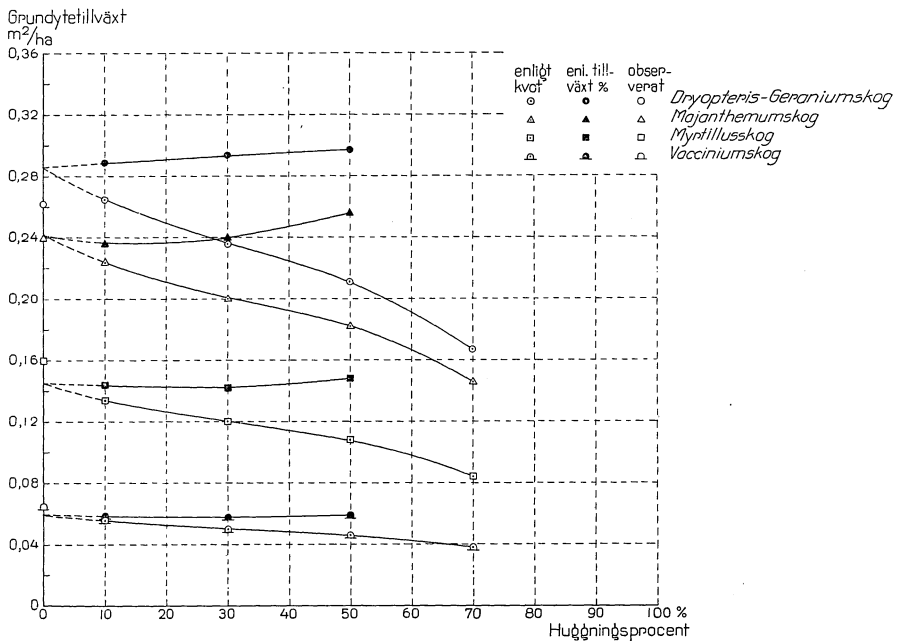


Fig. 43. Årliga grundytetillväxten per hektar vid olika huggningsprocenter. Schematisk huggning enligt kvot och enligt tillväxtprocent. Se texten. För huggningsprocenten 0 (orört) anges även den observerade tillväxten.

Jährlicher Grundflächenzuwachs pro Hektar bei verschiedenen Hauungsprozenten. Schematische Hauung nach Quotient und nach Zuwachsprozent. Vgl. den Text. Für das Hauungsprozent 0 (ungerührt) wird auch der beobachtete Zuwachs angegeben.

förutsättning att huggningsprocenten å cirkelytans grundyta är lika. De omkastningar i ordningsföljden, som framträda i tabellen, bero på olikheter mellan provträden beträffande de övriga trädkaraktärerna i funktionerna

$$(5) \text{ och (II): } d, \frac{h}{d}, A \text{ och } fh.$$

Av tabellen framgår, att enbart trädets diametertillväxtprocent före huggningen ger en värdefull ledning för individvalet vid en huggning i jämna bestånd, där man inom ramen för en viss huggningsstyrka och god stamfördelning vill taga ut de träd, som efter huggningen komma att växa med den minsta massatillväxtprocenten. Detta individval torde ej oväsentligt kunna skärfas genom en okulär bedömning av i vilken rikt-



ning de övriga trädkaraktärerna verka. I ojämna bestånd måste även hänsyn tagas till om trädet står i en gles eller tät del av beståndet.

Även om en bedömning av trädens inbördes ordningsföljd med avseende på massatillväxtprocenten i avsevärd grad synes vara utförbar vid praktisk stämpling, måste en beräkning av tillväxten efter schematisk huggning enligt tillväxtprocent på tidigare angivet sätt ge en betydligt större

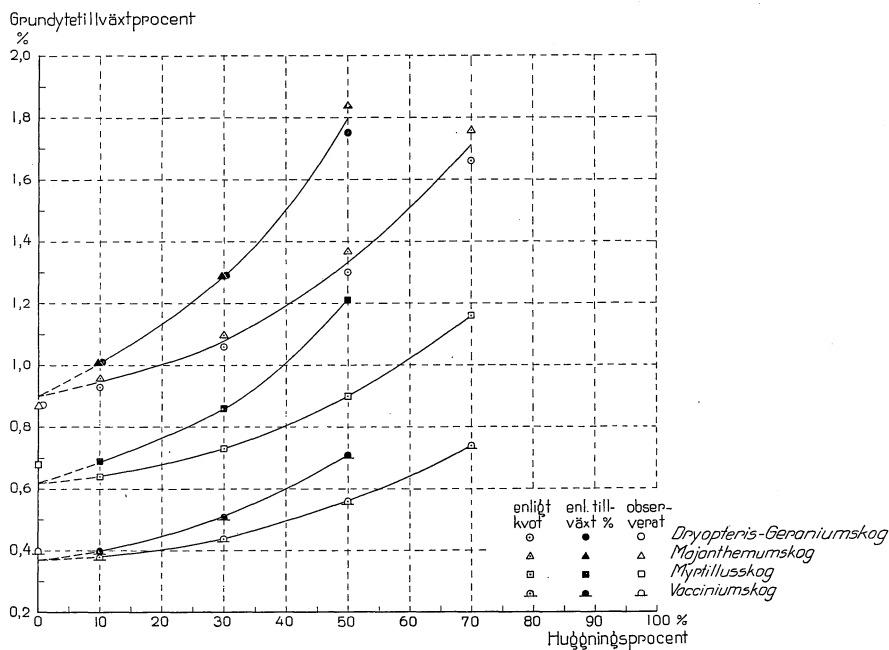


Fig. 44. Beståndets årliga grundytetillväxtprocent (enligt Pressler) vid olika huggningsprocenter. Schematisk huggning enligt kvot och enligt tillväxtprocent. Se texten. För huggningsprocenten o (orört) anges även den observerade tillväxtprocenten.

Jährliches Grundflächenzuwachsprozent des Bestandes (nach Pressler) bei verschiedenen Hauungsprozenten. Schematische Hauung nach Quotient und nach Zuwachsprozent. Vgl. den Text. Für das Hauungsprozent o (ungeführt) wird auch das beobachtete Zuwachsprozent angegeben.

tillväxt, än vad som kan uppnås i praktiken vid en likformig huggning av samma styrka, emedan träden med hänsyn till betydelsen av en god stamfördelning ej strängt kunna uttagas enligt en sådan enkel regel. Härtill kommer, att huggning enligt tillväxtprocent i genomsnitt betyder en något högre orienterad huggning än likformig huggning (jfr s. 115).

För ytorna I—IV (s. 112) kan en jämförelse göras mellan en praktiskt utförd likformig huggning och schematiska huggningar av samma styrka enligt kvot och enligt tillväxtprocent. Som resultat erhöles, att medeltalet av massa-tillväxten enligt de schematiska huggningarna i genomsnitt var 2,7 procent större än tillväxten enligt den verkställda stämplingen. Den tillväxt,

som i praktiken kan förväntas vid likformig huggning synes således ligga ungefär mitt emellan resultaten av de schematiska huggningarna enligt kvot och enligt tillväxtprocent. Härvid skall dock erinras om att beräkningarna ej taga hänsyn till de tillväxtförluster, som kunna uppstå genom kalamiteter, avgång på grund av röta etc.

Vi skola härefter diskutera tillförlitligheten av den beräknade

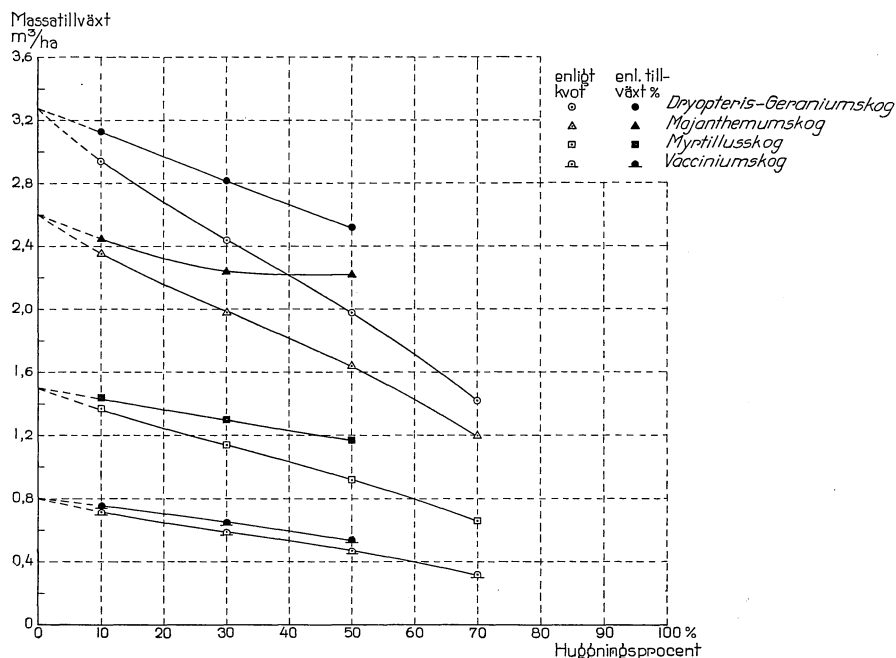


Fig. 45. Årlig massatillväxt per hektar vid olika huggningsprocenter. Schematisk huggning enligt kvot och enligt tillväxtprocent. Se texten.

Jährlicher Massenzuwachs pro Hektar bei verschiedenen Hauungsprozenten. Schematische Hauung nach Quotient und nach Zuwachsprozent. Vgl. den Text.

tillväxten i tab. 26 och 27. För den enskilda ytan bygger den härledda tillväxten per hektar på ett mycket begränsat provträdsantal. Detta utgör för huggning enligt kvot 10 träd och för huggning enligt tillväxtprocent 5—9 stycken, varvid det lägre antalet avser 50-procents huggningen och det högre 10-procents huggningen. Vid studiet av huggningsstyrkans betydelse för produktionen per hektar kunna vi bortse från representationsfel hos provträden genom att hänföra resultaten till den beståndstyp, som provträden felfritt representera. Vi skola därför endast behandla den osäkerhet, som härleder från funktionerna (5) och (II).

För den enskilda provytan kan den beräknade grundytetillväxten per

hektar uppskattas vara behäftad med ett medelfel av 18,2—20,7 procent, varvid den lägre siffran avser beräkningar grundade på 10 provträd och den högre på 5 träd (jfr s. 51). På grund av denna betydande osäkerhet ha provytorna sammanförts i skogstypsgrupper, för vilka den genomsnittliga tillväxten beräknats (se tab. 26 och 27). Vi skola söka belysa dessa medelvärdenas tillförlitlighet.

För de här behandlade orörda provytorna känna vi provträdens obser-

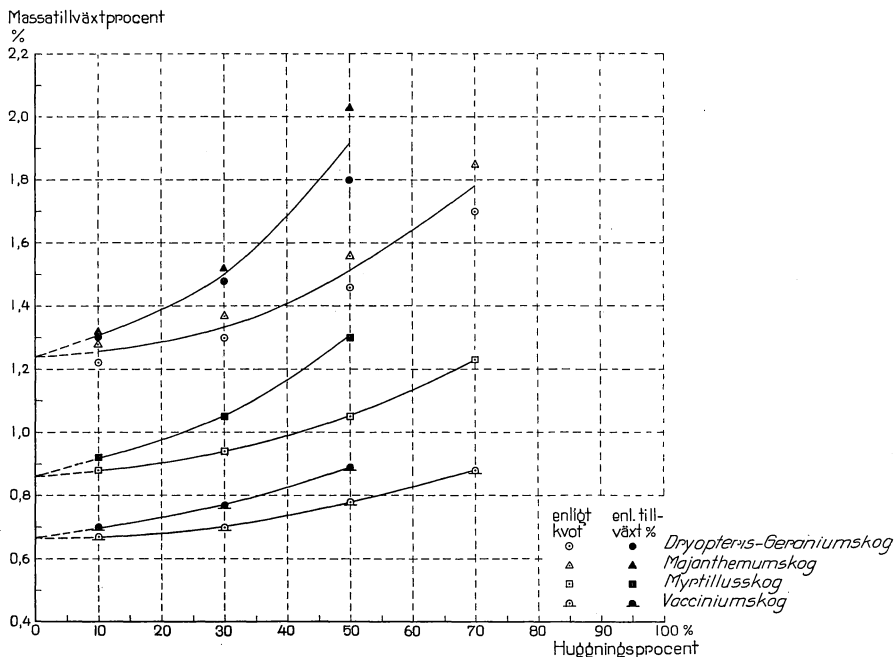


Fig. 46. Beståndets årliga massatillväxtprocent (enligt Pressler) vid olika huggningsprocenter. Schematisk huggning enligt kvot och enligt tillväxtprocent. Se texten.

Jährliches Massenzuwachsprozent des Bestandes (nach Pressler) bei verschiedenen Hauungsprozentent. Schematische Hauung nach Quotient und nach Zuwachsprozent. Vgl. den Text.

verade grundytetillväxt under 15-års perioden (jfr s. 41) och kunna således även härleda den observerade grundytetillväxten per hektar i det orörda beståndet (huggningsprocenten = 0). I fig. 43—46 har för de olika skogstyperna medeltalet av provytornas tillväxt upplagts grafiskt över huggningsprocenten, varefter dessa punkter grafiskt förenats till en kurva. Beträffande tillväxtprocenten skilja sig *Dryopteris*—*Geranium*-gruppen och *Majanthemum*-typen föga från varandra, varför en gemensam medelkurva dragits. Genom att för grundytetillväxten extrapolera dessa kurvor till 0, och jämföra den så erhållna tillväxten med den observerade tillväxten i det orörda beståndet, som även inlagts å figurerna, kunna vi få en viss uppfatt-

ning om den beräknade grundytetillväxtens noggrannhet vid låga huggningsprocenter (se fig. 43—44). En sådan jämförelse återges i tab. 29.

Av jämförelsen torde man kunna draga den slutsatsen, att skogstypernas genomsnittliga grundytetillväxt är beräknad med en betydande noggrannhet för låga huggningsprocenter. Det material, som ligger till grund för funktion (5) är svagast representerat med avseende på låga huggningsprocenter (jfr s. 52), varför vi kunna förvänta en bättre överensstämmelse mellan beräknad och observerad tillväxt för starkare huggningar intill en huggningsstyrka av omkring 70 procent. Vid huggning enligt tillväxtprocent mot-

Tab. 29. Jämförelse mellan beräknad och observerad grundytetillväxt.  
Vergleich zwischen berechnetem und beobachtetem Grundflächenzuwachs.

Skogstyp Walddtyp	Årlig grundytetillväxt under bark, m <sup>2</sup> /ha Jährlicher Zuwachs ohne Rinde, m <sup>2</sup> je ha			Årlig grundytetillväxtprocent under bark (enligt Pressler). Jährliches Grundflächenzuwachs- prozent ohne Rinde (nach Pressler)		
	Beräk- nad och extra- polerad Berechnet und extra- poliert	Observe- rad Beobachtet	Differens Differenz	Beräk- nad och extra- polerad Berechnet und extra- poliert	Observe- rad Beobachtet	Differens Differenz
<i>Dryopteris-Geranium</i> ..	0,286	0,261	+ 0,025	} 0,90	0,87	+ 0,03
<i>Majanthemum</i> .....	0,242	0,239	+ 0,003			
<i>Myrtillus</i> .....	0,145	0,159	— 0,014			
<i>Vaccinium</i> .....	0,060	0,065	— 0,005			
				0,37	0,40	— 0,03

verkas dock denna ökning av noggrannheten i viss mån av det sjunkande provträdsantalet vid tillämpningen av funktionen. Med stöd av den tidigare utförda jämförelsen mellan noggrannheten vid beräkningen av det enskilda trädets grundyte- och massatillväxt (s. 108), kunna vi utgå från att den beräknade massatillväxten per hektar ej är behäftad med avsevärt större osäkerhet än motsvarande grundytetillväxt.

Vid jämförelser för samma skogstyp mellan den beräknade tillväxten för olika huggningsstyrkor elimineras i stor utsträckning de felkällor, som härleda från de i funktionerna ingående ståndorts- och trädkaraktärerna. Vårt slutomdöme blir därför, att vi med ganska stor tillförsikt kunna övergå till att studera skogstypernas beräknade *genomsnittliga* tillväxt vid olika huggningsstyrkor (tab. 26 och 27, fig. 43—46).

Grundytetillväxten per hektar avtar vid den schematiska huggningen enligt kvot med stigande huggningsprocent (fig. 43). Detta är genom-

Tab. 30. Sammandrag för skogstyperna över grundytetillväxten per hektar vid olika huggningar.  
 Tabelleübersicht für die Waldtypen bezüglich des Grundflächenzuwachses je Hektar bei verschiedenen Hauungen.  
 Grundytetillväxten är angiven under bark.  
 Grundflächenzuwachs ist ohne Rinde angegeben.

Skogstyp Waldtyp	Antal ytor Zahl der Flächen	Huggning enl. kvot Hauung nach Quotient			Huggning enl. tillväxtprocent Hauung nach Zuwachsprozent			Medeltal Mittel			
		Huggningsprocent å grundytan Hauungsprozent der Grundfläche									
		10	30	50	10	30	50	10	30	50	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
<i>Dryopteris-Geranium</i>	m <sup>2</sup> /ha	5	0,265	0,236	0,211	0,289	0,294	0,297	0,277	0,265	0,254
	m <sup>2</sup> /Hektar	—	100	89,1	79,6	100	101,7	102,8	100	95,7	91,7
	rel. tal Rel. Zahl	4	0,224	0,201	0,183	0,237	0,240	0,256	0,230	0,220	0,220
<i>Majanthemum</i> .....	m <sup>2</sup> /ha	4	0,224	0,201	0,183	0,237	0,240	0,256	0,230	0,220	0,220
	m <sup>2</sup> /Hektar	—	100	89,7	81,7	100	101,3	108,0	100	95,7	95,7
	rel. tal Rel. Zahl	5	0,134	0,119	0,107	0,144	0,142	0,147	0,139	0,130	0,127
<i>Myrtillus</i> .....	m <sup>2</sup> /ha	5	0,134	0,119	0,107	0,144	0,142	0,147	0,139	0,130	0,127
	m <sup>2</sup> /Hektar	—	100	88,8	79,9	100	98,6	102,1	100	93,5	91,4
	rel. tal Rel. Zahl	1	0,056	0,050	0,046	0,059	0,058	0,059	0,058	0,054	0,052
<i>Vaccinium</i> .....	m <sup>2</sup> /ha	1	0,056	0,050	0,046	0,059	0,058	0,059	0,058	0,054	0,052
	m <sup>2</sup> /Hektar	—	100	89,3	82,1	100	98,3	100,0	100	93,1	89,7
	rel. tal Rel. Zahl	—	100	89,2	80,4	100	100,3	103,8	100	94,8	92,5
Vägt medeltal Mittel	—	100	89,2	80,4	100	100,3	103,8	100	94,8	92,5	

gående även för de enskilda provytorna (tab. 26). Beträffande huggning enligt tillväxtprocent är sambandet mellan tillväxt och huggningsstyrka ej lika regelbundet, vilket delvis får tillskrivas den större osäkerhet, som här vidlåder den beräknade tillväxten och särskilt gäller 50-procents huggningen (jfr s. 127). Väsentligare torde dock vara, att provytornas spridning på beståndstyper med hänsyn till tillväxtprocentens variation är mycket stor på grund av det begränsade provträdsantalet (10 st). Härav följer att även effekten av individvalet blir starkt varierande. Detta sätter sin prägel på skogstypernas medelkurvor i fig. 43, vilkas detaljer ej få generaliseras. För *Dryopteris*—*Geranium*-typen visar den absoluta tillväxten en ganska svag tendens att stiga med stigande huggningsstyrka. För *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna är tillväxten i det närmaste oberoende av huggningsprocenten. Vi erinra om att *Vaccinium*-typen endast omfattar 1 provyta. Det synes dock naturligt, att *Vaccinium*- och *Myrtillus*-typerna skola följas åt i detta avseende, samt att individvalet skall ha största effekten i de produktivaste skogstyperna, där variationen är starkast.

Den tillväxt, som kan påräknas i praktiken vid likformig genomhuggning av här representerade skogs- och beståndstyper, ligger mellan de diskuterade gränskurvorna i fig. 43 (jfr s. 126). Med stöd av den tidigare gjorda jämförelsen med utförda stämplingar torde vi kunna betrakta medeltalet av den beräknade tillväxten enligt de schematiska huggningarna som ett ungefärligt uttryck för vad som kan uppnås i praktiken. För de olika skogstyperna ha dessa medeltal med avseende på grundytetillväxten per hektar angivits i tab. 30. Vid beräkandet av relationstalens medeltal har vägningen skett med antalet ytor i skogstyperna.

Tabellen visar, att tillväxten avtar med stigande huggningsprocent. I genomsnitt för samtliga skogstyper har 30-procents huggningen lämnat 5 procent lägre grundytetillväxt per hektar än 10-procents huggningen. För 50-procents huggningen är motsvarande siffra 8 procent. Detta resultat går i samma riktning som PETERSONS produktionsundersökning för tall (PETERSON 1937) och LANGSAETERS för gran (EIDE och LANGSAETER 1941, LANGSAETER 1941). Materialet för dessa undersökningar omfattar dock ej i nämnvärd grad de beståndstyper, som här äro föremål för studium, varför några närmare jämförelser ej kunna göras.

Grundytetillväxtens relativa avtagande med stigande huggningsstyrka synes vara tämligen oberoende av skogstypen (jfr tab. 30, kol. 9—11).

Beståndets grundytetillväxtprocent stiger med stigande huggningsprocent vid såväl huggning enligt kvot som huggning enligt tillväxtprocent (jfr fig. 44 och tab. 26 och 27). Detta är genomgående även för de enskilda provytorna. Individvalets betydelse framträder med skärpa av fig. 44.

Det bör här erinras om att såväl grundyte- som massatillväxtprocenterna i fig. 44 och 46 och tab. 26 och 27 hänföra sig till grundytan resp. kubikmassan vid periodens mitt.

Ställas grundyta och tillväxt vid 30- och 50-procents huggningarna i förhållande till 10-procents huggningen, erhållas följande genomsnittliga relationstal för samtliga skogstyper. Tillväxten har bestämts som medeltal av huggning enligt kvot och enligt tillväxtprocent.

	Vid huggningen kvarvarande grund- yta	Grundytetillväxt efter huggningen	
		absolut	procent
30-procents huggningen .....	— 22 %	— 5 %	+ 20 %
50- » » .....	— 44 %	— 8 %	+ 60 %

För exempelvis 30-procents huggningen är sålunda den kvarvarande grundytan 22 procent lägre än för 10-procents huggningen, under det att den absoluta tillväxten är 5 procent lägre och tillväxtprocenten 20 procent högre. Den i förhållande till grundytans nedgång ringa minskningen av absoluta tillväxten är ett uttryck för den samlade effekten av reaktion och individval.

Vi övergå nu till massaproduktionen. Härvid erinras om att beräkningarna förutsätta, att huggningsprocenten är lika för stamantal, grundyta och kubikmassa. För de olika skogstyperna avtar massatillväxten per hektar med stigande huggningsprocent vid såväl huggning enligt kvot som huggning enligt tillväxtprocent (jfr fig. 45). Det senare avtagandet är dock avsevärt mindre, och individvalets betydelse framträder tydligt. Medeltalet av den beräknade tillväxten enligt de schematiska huggningarna har angivits i tab. 31. Liksom tidigare betrakta vi detta medeltal som ett ungefärligt uttryck för den tillväxt, som kan förväntas vid likformig genomhuggning i praktiken.

Av tabellen framgår, att 30-procents huggningen i genomsnitt för samtliga skogstyper lämnat 13 procent lägre massatillväxt per hektar än 10-procents huggningen. För 50-procents huggningen är motsvarande siffra 25 procent. Tillväxtens minskning med stigande huggningsstyrka är sålunda betydligt större för kubikmassan än för grundytan (jfr s. 130). Massatillväxtens relativa avtagande med stigande huggningsstyrka synes vara oberoende av skogstypen (jfr kol. 9—11 i tab. 31).

Kol. 12—14 i tab. 31 avse att ge en uppfattning om individvalets betydelse vid likformig huggning. För 30-procents huggningen har individvalet i genomsnitt för samtliga skogstyper, och inom ramen för vad som torde vara möjligt att åstadkomma vid praktisk stämpling, höjt tillväxten med

Tab. 31. Sammandrag för skogstyperna över massatillväxten per hektar vid olika huggningar.  
 Tabelleübersicht für die Waldtypen bezüglich des Massenzuwachses je Hektar bei verschiedenen Hauungen.

Massatillväxten är angiven under bark och över stubbe.  
 Massenzuwachs ohne Rinde und über dem Stock angegeben.

Skogstyp Waldtyp	Antal ytor Zahl der Flächen	Huggning enl. kvot Hauung nach dem Quotient			Huggning enl. till- växtprocent Hauung nach dem Zuwachsprocent			Medeltal Mittel			Kol. 9 i % av kol. 3	Kol. 10 i % av kol. 4	Kol. 11 i % av kol. 5	
		Huggningsprocent å grundytan Hauungsprozent der Grundfläche									Spalte 9 in % der Spalte 3	Spalte 10 in % der Spalte 4	Spalte 11 in % der Spalte 5	
		10	30	50	10	30	50	10	30	50	12	13	14	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
<i>Dryopteris-Geranium</i>	m <sup>3</sup> /ha	5	2,94	2,44	1,98	3,13	2,82	2,52	3,04	2,63	2,25	103,4	107,8	113,6
	m <sup>3</sup> /Hektar	—	100	83,0	67,3	100	90,1	80,5	100	86,5	74,0	—	—	—
	rel. Zahl	—	100	83,0	67,3	100	90,1	80,5	100	86,5	74,0	—	—	—
<i>Majanthemum</i>	m <sup>3</sup> /ha	4	2,36	1,98	1,64	2,45	2,24	2,22	2,40	2,11	1,93	101,7	106,6	117,7
	m <sup>3</sup> /Hektar	—	100	83,9	69,5	100	91,4	90,6	100	87,9	80,4	—	—	—
	rel. Zahl	—	100	83,9	69,5	100	91,4	90,6	100	87,9	80,4	—	—	—
<i>Myrtillus</i> .....	m <sup>3</sup> /ha	5	1,37	1,14	0,92	1,44	1,29	1,17	1,40	1,22	1,04	102,2	107,0	113,0
	m <sup>3</sup> /Hektar	—	100	83,2	67,2	100	89,6	81,2	100	87,1	74,3	—	—	—
	rel. Zahl	—	100	83,2	67,2	100	89,6	81,2	100	87,1	74,3	—	—	—
<i>Vaccinium</i> .....	m <sup>3</sup> /ha	1	0,72	0,59	0,47	0,76	0,65	0,54	0,74	0,62	0,50	102,8	105,1	106,4
	m <sup>3</sup> /Hektar	—	100	81,9	65,3	100	85,5	71,1	100	83,8	67,6	—	—	—
	rel. Zahl	—	100	81,9	65,3	100	85,5	71,1	100	83,8	67,6	—	—	—
Vägt medeltal..... Mittel	—	100	83,2	67,7	100	90,0	82,8	100	86,9	75,4	102,5	107,0	114,0	



7 procent vid jämförelse med en huggning, där de avverkade träden uttagits utan val (huggning enligt kvot). Motsvarande siffra för 50-procents huggningen är 14 procent. Dessa siffror äro mycket approximativa och ange endast storleksordningen av individvalets betydelse för massatillväxten vid likformig huggning. Det bör även anmärkas, att resultatet hänför sig till ej rötskadade bestånd. För värdetillväxten torde individvalet spela avsevärt större roll.

Vi skola även söka bilda oss en föreställning om reaktionens separata betydelse för massatillväxten per hektar vid en ökning av huggningsstyrkan. För 30-procents huggningen utgör den kvarvarande kubikmassan vid huggningen 77,8 procent av samma kubikmassa för 10-procents huggningen. Utföres en likformig huggning utan individval (huggning enligt kvot), och inträder ej någon ökad reaktion, blir tillväxten för 30-procents huggningen 77,8 procent av 10-procents huggningens tillväxt. I genomsnitt för samtliga skogstyper har vid huggning enligt kvot 30-procents huggningen lämnat en massatillväxt, som är 83,2 procent av 10-procents huggningens tillväxt (jfr tab. 31). Härav följer att reaktionen vid huggningsstyrkans ökning från 10 till 30 procent ökat tillväxten på det kvarvarande förrådet med 7 procent ( $77,8 \times 1,07 = 83,2$ ). Som medeltal av de schematiska huggningarna är tillväxten för 30-procents huggningen 86,9 procent av 10-procents huggningens tillväxt. Den kombinerade effekten av reaktion och individval har sålunda ökat den kvarvarande kubikmassans tillväxt med 12 procent ( $77,8 \times 1,12 = 86,9$ ). För 50-procents huggningen äro motsvarande siffror för reaktion och kombinerad effekt resp. 22 och 36 procent. Reaktionen synes således för detta material ha en något större andel än individvalet i den ökade massatillväxten å det kvarvarande förrådet. Denna gradering av reaktionens och individvalets betydelse för tillväxten är givetvis mycket approximativ och har endast avsett att belysa frågeställningen.

Beståndets massatillväxtprocent stiger med stigande huggningsprocent vid såväl huggning enligt kvot som huggning enligt tillväxtprocent (jfr fig. 46 och tab. 26 och 27). Tillväxtprocenten är större för *Majanthemum*-typen än för *Dryopteris*—*Geranium*-gruppen, emedan provytorna i den förra skogstypen äro betydligt glesare före huggningen.

Undersökningen har tillsvidare begränsats till massaproduktionen. De härledda funktionerna möjliggöra en motsvarande prognos för värdeproduktionen, men det har ansetts lämpligt att uppskjuta denna bearbetning, till dess frekvensen av skador blivit utredd. Härom torde riksskogstaxeringen komma att lämna värdefulla upplysningar.

Sätta vi kubikmassa och tillväxt vid 30- och 50-procents huggningarna i förhållande till 10-procents huggningen, erhållas följande genomsnittliga relationstal för samtliga skogstyper. Tillväxten har bestämts som medeltal av huggning enligt kvot och enligt tillväxtprocent.

	Vid huggningen kvarvarande kubik- massa	Massatillväxt efter huggningen	
		absolut	procent
30-procents huggningen .....	— 22 %	— 13 %	+ 11 %
50- » » .....	— 44 %	— 25 %	+ 31 %

För exempelvis 30-procents huggningen är sålunda den kvarvarande kubikmassan 22 procent lägre än för 10-procents huggningen, under det att den absoluta tillväxten är 13 procent lägre och tillväxtprocenten 11 procent högre. Massatillväxten per hektar har ej minskat avsevärt mer än hälften så mycket som virkesförrådet nedbringats, vilket får tillskrivas den samlade effekten av reaktion och individval. Räntabiliteten å det engagerade virkeskapitalet ökar därför starkt med stigande huggningsstyrka.

Tab. 32. Massproduktionen per hektar vid likformig huggning av olika styrka. Medeltal för skogstyperna.

Die Massenproduktion je Hektar bei gleichförmiger Hauung von verschiedener Stärke. Mittel für die Waldtypen.

Höjden är angiven över mark samt kubikmassan och massatillväxten under bark och över stubbe.

Höhe über dem Boden, Kubikmasse und Massenzuwachs ohne Rinde und über dem Stock angegeben.

Skogstyp Waldtyp	Antal prov- vitor Zahl der Probe- flä- chen	Beståndet före huggningen Der Bestand vor der Hauung			Huggningsprocent Hauungsprozent					
		To- tal- ålder år Ges- amt- alter Jahre	Grund- yte- vägd medel- höjd Kreis- flächen- mittel- höhe m	Kubik- massa m <sup>3</sup> per ha Kubik- masse m <sup>3</sup> je ha	10	30		50		
					Årlig massatillväxt under 15-års perioden efter huggningen Jährlicher Massenzuwachs während der 15-jährigen Periode nach der Hauung					
		m <sup>3</sup> per ha je ha	% enligt Press- ler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha	% enligt Press- ler nach Pressler	m <sup>3</sup> per ha je ha	% enligt Press- ler nach Pressler			
<i>Dryopteris-Geranium</i> .	5	164	17,5	242	3,0	1,3	2,6	1,4	2,3	1,6
<i>Majanthemum</i> .....	4	168	16,6	186	2,4	1,3	2,1	1,5	1,9	1,8
<i>Myrtillus</i> .....	5	212	15,0	162	1,4	0,9	1,2	1,0	1,0	1,2
<i>Vaccinium</i> .....	1	241	16,0	114	(0,7)	(0,7)	(0,6)	(0,7)	(0,5)	(0,8)

Medeltalet av den genomsnittliga massatillväxten i de olika skogstyperna enligt tab. 26 och 27 återges i tab. 32. Under förutsättning att kalami-teter ej inträffa, och att det kvarlämnade virkesförrådet ej är nämnvärt röt-skadat, torde dessa siffror ge en god uppfattning om den tillväxt, som

kan förväntas i praktiken vid likformig genomhuggning av bestånd karakteriserade av de genomsnittliga förhållandena å provytorna (jfr tab. 26, s. 118 och tab. II, s. 186). Kubikmassan och tillväxten gälla samtliga träd över 0 cm vid brösthöjd. Tillväxten refererar sig till medelklimatet under perioden 1889—1938 (jfr s. 74).

Enligt vad studiet av huggningsformen visat, torde en måttlig huggning ovanifrån ha lämnat något större tillväxt i de produktivare skogstyperna (jfr s. 115). Vi erinra vidare om att huggningsprocenten i tab. 32 är lika för stamantal, grundyta och kubikmassa.

*Vaccinium*-typen omfattar endast en provyta, och denna representerar en variant, som är mindre produktiv än genomsnittligt för det stora materialet (jfr tab. 3—4, s. 38 och tab. II, s. 186), varför tillväxtsiffrorna angivits inom parentes. *Dryopteris*—*Geranium*-gruppen och *Majanthemum*-typen visa en ej obetydlig tillväxt. De här behandlade provytorna härstamma från tidigare orörda bestånd, vilket förklarar det i medeltal höga virkesförrådet. Kubikmassan före huggningen varierar emellertid avsevärt för de enskilda provytorna, och vi skola även försöka uppskatta tillväxten i glesa bestånd av här representerad typ.

Tidigare har framhållits, att den beräknade tillväxten för de enskilda provytorna i tab. 26 och 27 är behäftad med en betydande osäkerhet. Vi kunna därför endast studera den allmänna tendensen beträffande tillväxten i bestånd av olika slutenhet före huggningen. I detta syfte har för *Dryopteris*—*Geranium*-gruppen, *Majanthemum*- och *Myrtillus*-typerna den enskilda ytans kubikmassa före huggningen uttryckts i procent av medeltalet för resp. skogstyp (relativ kubikmassa) och på samma sätt den absoluta massatillväxten beräknad som medeltal av tab. 26 och 27 (relativ massatillväxt). Härvid har den relativa massatillväxten uträknats för huggningsprocenterna 10, 30 och 50. Resultatet återges i fig. 47, s. 136. Ytan 3 har uteslutits vid denna bearbetning, emedan dess totalålder endast är 86 år, under det att medelåldern för de övriga ytorna är 189 år (jfr tab. 26, s. 118).

Av figuren framgår, att den relativa tillväxten, som naturligt är, stiger med stigande relativ kubikmassa. Totalåldern är för samtliga ytor med relativa kubikmassan  $< 1,0$  i medeltal 185 år och 193 år för ytor med relativa kubikmassan  $> 1,0$ . Med avseende på hushållsåldern äro motsvarande siffror 126, resp. 135 år. Medelåldern är således ungefär lika för glesa och slutna ytor. Detta gäller även närmelsevis för de olika skogstyperna. Något störande åldersinflytande torde därför ej vara dolt i figuren.

Den relativa tillväxten synes vara tämligen oberoende av huggningsstyrkan, vilket är rimligt. Figuren antyder vidare, att den relativa massatillväxten inom materialets gränser stiger hastigare för *Myrtillus*-typen än för de produktivare skogstyperna, där skadeverkningarna av den ökade slutenheten

bli starkare. För mycket glesa bestånd torde förhållandet vara omvänt. Materialets ringa omfattning (13 provtytor) tillåter dock ej några närmare slutsatser.

Den relativa massatillväxten har därför utjämnats gemensamt för samtliga skogstyper och huggningsprocenter enligt minsta-kvadrat-metoden med ekvationen  $y = ax^b$  som utjämningsfunktion. Härvid erhöles följande värden å konstanterna:  $a = 6,839$  och  $b = 0,583$ , då  $y$  betyder relativa massa-

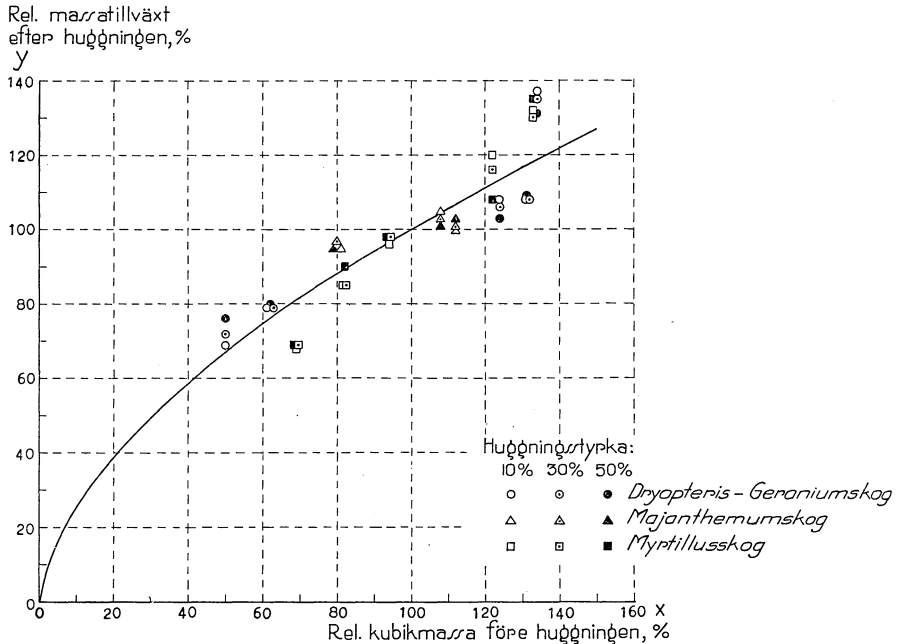


Fig. 47. Sambandet mellan relativa massatillväxten per hektar efter huggningen och relativa kubikmassan per hektar före huggningen. Se texten.

Die Beziehung zwischen relativem Massenzuwachs pro Hektar nach der Haaung und relativer Kubikmasse pro Hektar vor der Haaung. Vgl. den Text.

tillväxten och  $x$  relativa kubikmassan, båda angivna i procent. Utjämnningen återges i fig. 47 och får endast betraktas som ett mycket approximativt uttryck för sambandet mellan relativ massatillväxt och kubikmassa i det provtematerial, som ligger till grund för tab. 32. Härav kan utläsas, att om kubikmassan före huggningen i tab. 32 minskas med exempelvis 50 procent (rel. kubikmassa = 50), minskas den absoluta massatillväxten för samtliga huggningsprocenter sannolikt med omkring 33 procent i genomsnitt för alla skogstyper (rel. massatillväxt = 67). De glesa bestånden lämna sålunda en avsevärt mindre absolut massatillväxt efter huggningen än de virkesrika.

Vi skola i anslutning härtill diskutera betydelsen av beståndets tidigare behandling. De provytor, som ligga till grund för funktionerna (5) och (11), ha före den sista huggningen, vars effekt vi studerat, varit orörda i minst 15 år, motsvarande ett vanligt huggningsintervall i dessa trakter. Beträffande den tidigare behandlingen har förekomst av äldre stubbar antecknats för 41 procent av totala antalet ytor. Några närmare observationer över tidpunkten för avverkningarna och uttagens storlek ha i regel ej kunnat utföras. Av årsringsutvecklingen och stubbarna att döma synas dessa huggningar i allmänhet ej varit särskilt starka. Tab. 3 och 4, s. 38 visa, att materialet företer en mycket betydande variation med avseende på grundytta och stamantal per hektar före sista huggningen. Men i genomsnitt är virkesförrådet ganska högt.

Tidigare har framhållits, att flera uttryck för beståndets täthet vid huggningen prövats som oberoende variabler i funktion (5) utan att någon effekt kunnat påvisas (jfr s. 69). Detta har förklarats bero på att beståndets tillstånd före huggningen i stor utsträckning redovisas genom den samlade effekten av diametern vid huggningen ( $\bar{d}$ ), diameters tillväxtprocent före huggningen ( $pd$  f. g.) och förhållandet mellan trädets höjd och diameter vid huggningen ( $\frac{h}{\bar{d}}$ ). Av dessa faktorer torde formförhållandet ( $\frac{h}{\bar{d}}$ ) i stora drag även återspegla beståndets tidigare behandling. Vid en viss slutenhet hos beståndet före huggningen betyder en större höjd i förhållande till diametern i regel en större täthet under tidigare utvecklingsstadier. I funktion (11) har formhöjden en motsvarande betydelse som förhållandet mellan höjd och diameter i funktion (5).

På grund av materialets ovannämnda begränsning med avseende på beståndets tidigare behandling böra funktionerna (5) och (11) ej tillämpas på bestånd, där årsringsutvecklingen under de 10 sista åren (jfr  $pd$  f. g.) företer starka spår efter tidigare huggningsingrepp. Dylika bestånd äro ur reaktionssynpunkt vanligen ej heller i behov av genomhuggning.

Bearbetningen av produktionen per hektar är begränsad till en schematisk tillämpning av funktionerna på 15 provytor och har endast avsett att belysa frågan. De härvid framkomna resultaten få därför ej tillmätas samma generella karaktär som funktionerna. Sedan den pågående riksskogstaxeringen lämnat material för en beskrivning av den gamla granskogen, är det avsikten att återkomma till detta spörsmål och tillämpa funktionerna på för granskogens avveckling betydelsefulla tyfall. Hur sådana tillämpningar kunna utföras har demonstrerats i det föregående.

## KAP. XV. OM RISKEN FÖR KALAMITETER VID GENOMHUGGNING.

Frågan om i vilken utsträckning och under vilka förhållanden genomhuggning av gammal granskog befordrar uppkomsten av torrgran, s. k. grantorka, kan ej besvaras genom föreliggande undersökning. Bearbetningen av vid 1941 års riksskogstaxering utförda observationer över förekomsten av grantorka torde dock komma att belysa detta problem (jfr s. 9). I avvaktan härpå måste detta riskmoment vägas mot riskerna vid andra skötselalternativ såsom kulishuggning och övriga former av trakthuggning. Objektiva undersökningar över ifrågavarande spörsmål föreligga ej. För den praktiska bedömningen av detta riskmoment kan emellertid en teoretisk diskussion ge vissa synpunkter av värde.

Beträffande större bestånd äro andra alternativ för behandlingen en efter beståndets tillstånd anpassad utläggning av mindre, oregelbundna hyggen samt kulishuggning, varvid i båda fallen mellan hyggena liggande delar av beståndet endast genomgås med en svag rensningshuggning. Vi skola jämföra genomhuggning och en dylik partiell kalhuggning (trakthuggning) med hänsyn till risken för grantorka och förutsätta, att samma kubikmassa avverkas.

Den hastiga miljöförändringen vid ett starkt huggningsingrepp torde omedelbart ha en skadlig verkan på träden, varigenom dessa råka i ett svaghetstillstånd. Även om detta ej direkt förorsakar, att träden torka, så ökas härigenom mottagligheten för angrepp av granbarkborren (TRÄGÅRDH 1939). Denna skadeverkan blir uppenbart starkare för kalhyggets kantträd än för träden i det utglesnade beståndet, såvida ej genomhuggningen är mycket stark. Däremot drabbar genomhuggningens skadliga effekt ett större antal träd. Vi räkna härvid ej med att rensningshuggningen har några skadliga verkningar. Det väsentliga är dock, om huggningens skadeverkan någonstades blir så stor, att denna tillsammans med övriga betingelser för ett barkborreangrepp blir tillräcklig för att utlösa en barkborreahärjning. Härav följer att genomhuggningen är gynnsammare än ovannämnda trakthuggningsformer vid låga huggningsstyrkor intill den gräns, då genomhuggningens skadeverkan i beståndets ömtåligaste delar blir lika stor som för kalhyggets kantträd. Över denna gräns blir genomhuggningen ogynnsammare på grund av det större antalet angreppspunkter.

Beträffande övriga betingelser för barkborreangrepp medför genomhuggning vid jämförelse med trakthuggning följande fördelar:

- 1) solexponerade och härigenom av granbarkborren särskilt utsatta beståndskanter erhållas ej (jfr BUTOVITSCH 1938 och 1941).
- 2) virkesavfallet torde på grund av mindre intensiv kådluft och svagare

solexposition bli mindre effektivt utnyttjat som yngelplatser för granbarkborren. Vid hyggesbränning första sommaren efter avverkningen torde denna fördel bortfalla (se nedan).

3) mindre frekvens i det kvarvarande beståndet av för barkborren begärliga träd med högt ansatta kronor (jfr BUTOVITSCH 1938).

Nackdelarna äro:

1) större arbetsåtgång vid utförandet av förebyggande åtgärder såsom observationer över förekomsten av barkborreangrepp, anordnandet av fångsträd etc.

2) vid hyggesbränning första sommaren efter avverkningen är virkesavfallet vid genomhuggningen lämpligare som yngelplatser för granbarkborren, såvida ej barkning verkställes som förebyggande åtgärd.

3) större frekvens av lump och vrak på grund av den större möjligheten att taga ut skadade träd vid genomhuggningen. Härigenom ökas barkborrens yngelmöjligheter. Vid barkning bortfaller denna nackdel.

Att eliminera ovannämnda nackdelar är emellertid en ren kostnadsfråga, som vid påtaglig risk för grantorka bör vägas mot genomhuggningens betydelse ur ransoneringssynpunkt, vartill vi återkomma i det följande.

Ur ovan anförda synpunkter synes genomhuggningen under vissa förhållanden kunna erbjuda mindre gynnsamma betingelser för grantorka än trakt-huggningen. Härigenom höjes den tidigare angivna gränsen för huggningsstyrkan, under vilken genomhuggningen medför mindre risk för grantorka än trakt-huggningen. Var gränsen går är emellertid en fråga, som här måste lämnas öppen. Huruvida man över denna gräns skall taga genomhuggningens större risk, är givetvis beroende på en avvägning mellan riskens storlek och de fördelar, en genomhuggning av denna styrka kan erbjuda i andra avseenden, vilket diskuteras i kap. XVI.

Vid bedömningen av risken för grantorka bör hänsyn även tagas till möjligheten att nedbringa densamma genom vissa förebyggande och bekämpande åtgärder mot granbarkborren. Bland sådana torde följande komma i främsta rummet. Barkning av lump och vrak samt uppsökande av redan angripna träd, vilka fällas och barkas, innan barkborren lämnat dem (jfr TRÄGÄRDH 1939). Erfarenheter från Siljansfors försökspark visa, att man med dessa enkla medel avsevärt kan nedbringa risken för grantorka. Sådana åtgärder äro givetvis särskilt påkallade under för granbarkborrens utveckling gynnsamma år, d. v. s. mycket varma och torra somrar (BUTOVITSCH 1938).

Vi ha hittills diskuterat behandlingen av stora bestånd, som ej på en gång böra kalhuggas. Gäller det genomhuggning av ett mindre bestånd, där alternativet är kalhuggning av hela beståndet, överföres risken vid kalhuggningen helt till de omgivande bestånden och blir således beroende av dessas beskaffenhet.

Diskussionen av risken för grantorka är i brist på direkta undersökningar i flera avseenden ofullständig, och det synes önskvärt att, förutom tidigare nämnda bearbetning av vissa observationer vid riksskogstaxeringen, särskilda undersökningar komma till stånd beträffande grantorkans beroende av huggningsstyrkan samt över granbarkborrens ekologi i allmänhet.

Vid såväl utväljandet av bestånd för genomhuggning som huggningens utförande bör stor hänsyn tagas till risken för grantorka. Iakttagelser i samband med rekognosceringsarbetet till denna undersökning samt andra erfarenheter antyda, att risken är störst beträffande överslutna bestånd i de produktivaste skogstyperna (jfr BUTOVITSCH 1938 och 1941). Huggningsstyrkan bör därför modereras i sådana fall, vilket även är motiverat av andra skäl (jfr s. 143). Här erhålles också i regel en betydande reaktion efter måttliga ingrepp. Är emellertid förekomsten av skadade träd stor, bör en ren förnygringshuggning utföras.

Vid genomhuggning i allmänhet av reaktionsvilliga skogstyper kan risken för grantorka i stor utsträckning elimineras genom att först göra en relativt svag huggning och sedan rätt snart — efter ca 5 år — återkomma med ett starkare ingrepp. Metoden förutsätter vid den praktiska tillämpningen goda avsättningsförhållanden och stort virkesförråd samt synes särskilt vara motiverad vid genomhuggning av starkt överslutna bestånd och bestånd i exponerade lägen.

Vi skola även något beröra risken för vindfällning vid den gamla granskogens behandling. Några objektiva undersökningar föreligga ej, men att döma av iakttagelser under fältarbetet till denna undersökning synes beträffande den *friska* granen risken ej vara avsevärt större än under motsvarande förhållanden i tallskogen. Provytorna äro i stor utsträckning belägna i mycket starkt genomhuggna bestånd. Sålunda är grundytans huggningsprocent större än 50 procent för 52 procent av antalet ytor och mera än 70 procent för 15 procent, varför rikliga tillfällen givits till observationer över förekomsten av vindfällning. Även andra erfarenheter gå i samma riktning (jfr SJÖSTRÖM 1934 och KOLMODIN 1937). Inom ramen för den begränsning av huggningsstyrkan, som betingas av risken för grantorka, torde någon särskild hänsyn till vindfällningsrisken ej behöva tagas.

## KAP. XVI. OM GENOMHUGGNINGENS BETYDELSE UR RANSONERINGSSYNPUNKT.

Den gamla granskogens avveckling i Norrland är i stor utsträckning ett realisationsproblem, där ransoneringssynpunkter träda i förgrunden. Som tidigare framhållits äro vi inne i en period av betydande nedgång av tim-



merförråden, vilket medför allvarliga industriella och sociala problem. Här till kommer, att det finns stora arealer av gamla hyggen med otillfredsställande återväxt, vilket medför en obenägenhet att utlägga nya kalhyggen, innan de gamla iståndsatts. Båda dessa synpunkter leda till genomhuggning.

Den omfattning, i vilken genomhuggningen skall bedrivas, är beroende på behovet av virkesförrådets ransonering samt tillgången på lämpliga bestånd. Detta behov torde närmare komma att belysas av 1940-års norrlandsutredning. Och av det föregående har framgått, att de bestånd, som främst komma i fråga, äro ej alltför glesa och skadade bestånd i de reaktionsvilligare skogstyperna. Vi skola här diskutera, vad genomhuggningen i princip betyder som ransoneringsåtgärd betraktad.

Följande schematiska förutsättningar göras. Antag, att vi ha ett gammalt granbestånd, som är 100 hektar stort. Vi tänka oss en avveckling av halva virkesförrådet på två olika sätt. I det ena fallet göres en likformig genomhuggning av hela beståndet, varvid sålunda 50 procent av kubikmassan avverkas. I det andra fallet uttages samma kubikmassa genom utläggande av mindre kalhyggen, exempelvis i form av kulisshyggen, och rensningshuggning av mellanliggande delar. Med trakthuggning avses i det efterföljande denna partiella kalhuggning och rensningshuggning. Rensningshuggningen förutsättes vara en likformig huggning, där 10 procent av kubikmassan avverkas. Beståndet antages vara homogent, och under sådana förhållanden blir den kalhuggna arealen 44,4 procent eller 44,4 ha. Vi skola jämföra dessa båda alternativ med avseende på tillväxten å det kvarvarande beståndet under 15-års perioden efter huggningen.

Skogstyp	Beståndets massatillväxt		Differens	
	Genomhuggning	Trakthuggning	abs.	procent
<i>Dryopteris—Geranium</i> .....	230 m <sup>3</sup>	167 m <sup>3</sup>	+ 63 m <sup>3</sup>	+ 37,9 %
<i>Majanthemum</i> .....	190 »	133 »	+ 57 »	+ 42,4 »
<i>Myrtillus</i> .....	100 »	78 »	+ 22 »	+ 28,5 »
<i>Vaccinium</i> .....	50 »	39 »	+ 11 »	+ 28,5 »

Vid genomhuggningen har en 50-procents huggning företagits å 100 ha och vid trakthuggningen en 10-procentig rensningshuggning å 55,6 ha. Det gäller således närmast att jämföra effekten av två huggningar i samma bestånd men av olika styrka, vilket kan ske med stöd av den föregående bearbetningen (kap. XIV, s. 110). Härvid bortses från någon särskild kantreaktion vid trakthuggningen (jfr PETRINI 1936). Vi antaga, att beståndet före huggningen karakteriseras av de genomsnittliga förhållandena å provytorna i *Dryopteris—Geranium*-typen (jfr tab. 32, s. 134). Den massatillväxt per hektar, som kan förväntas efter 50- och 10-procents huggningarna, framgår av tab.

32 och utgör 2,3 resp. 3,0 m<sup>3</sup> per ha. Den totala tillväxten uppgår sålunda för genomhuggningen till 230 m<sup>3</sup> och för trakthuggningen till 167 m<sup>3</sup> (55,6 × 3,0). Resultatet av en motsvarande kalkyl för de övriga skogstyperna med stöd av tab. 32 återges i sammanställningen å föregående sida.

Med samma virkesförråd har genomhuggningen i detta schematiska exempel givit 29—42 procent större tillväxt än trakt-huggningen. Skogstyperna äro här karakteriserade av ett fåtal provytor (jfr tab. 26, s. 118), vilket torde förklara procenttalens stora variation. Tillväxten är för trakthuggningen något underskattad, emedan vi bortsett från kanträdens reaktion för friställningen mot hygget. Denna extra reaktion torde dock ej avsevärt rubba den ovannämnda jämförelsen. Därvid bör ej heller förbises, att kantreaktionen även har en negativ effekt, som består i en tendens till tjurvedbildning på grund av den ensidiga friställningen (jfr PETERSON och NÄSLUND 1937). För de produktivare skogstyperna är tillväxtskillnaden i absolut mått betydande. Dessa siffror äro emellertid i hög grad beroende på virkesförrådets storlek före huggningen. Och som tidigare framhållits, är skogstypernas genomsnittliga virkesförråd här mycket högt (jfr tab. 32, s. 134). För glesa bestånd blir givetvis skillnaden i absolut tillväxt mindre. Minskas kubikmassan före huggningen med exempelvis 50 procent, minskas den absoluta tillväxtdifferensen med omkring 33 procent (jfr s. 136). Den relativa skillnaden däremot blir oförändrad.

En motsvarande kalkyl har utförts, under förutsättning att 30 procent av kubikmassan avverkas. Härvid göres i det ena fallet en 30-procents genomhuggning, och i det andra kalhugges 22,2 ha och rensningshugges återstående areal. Genomhuggningen gav i detta exempel 10—13 procent högre tillväxt än trakthuggningen.

I vårt schematiska exempel har beståndet antagits vara fullt homogent. Bestånden i naturen äro emellertid mer eller mindre heterogena, och behandlingen bör anpassas härefter. För genomhuggningen medför detta, att huggningen göres starkare i de sämre delarna av beståndet samt svagare i de bättre, och för trakthuggningen en strävan att förlägga hyggena till de sämsta delarna. Med avseende på det kvarvarande beståndets beskaffenhet verkar denna anpassning gynnsammare för genomhuggningen än för trakthuggningen.

Den utförda kalkylen torde därför vara väl ägnad att belysa skillnaden mellan genomhuggning och trakthuggning ur ransoneringssynpunkt. Härvid bortses från kalamitetsrisken, som diskuterats tidigare (jfr s. 138). Med samma kvarvarande förråd ger genomhuggningen betydligt större tillväxt än trakt-huggningen och därmed även bättre räntabilitet å det engagerade virkeskapitalet. Det är emellertid också angeläget, att markens produktionsförmåga utnyttjas i största möjliga grad. Ur denna syn-

punkt böra i första hand virkesrika bestånd bli föremål för genomhuggning. Genomhuggningen möjliggör utan ytterligare ingrepp ett längre överhållande av virkesförrådet och innebär i princip ett framflyttande eller förlängande av föryngringsskedet, vilket motiveras av ett behov att ransonera timmerförrådet. Vid jämförelsen mellan genomhuggning och trakhuggning ha vi därför bortsett från föryngringens tillväxt å kalhyggena, som saknar betydelse för den aktuella ransoneringsringen.

## KAP. XVII. OM GENOMHUGGNINGENS BETYDELSE UR FÖRYNGRINGSSYNPUNKT.

Genomhuggning i här använd bemärkelse avser i främsta rummet att utnyttja det förefintliga beståndets reaktionsförmåga, men vid praktisk stämpling måste hänsyn även tagas till hur beståndet framledes skall föryngras. Denna fråga faller utom ramen för undersökningen, och någon registrering av föryngringens uppträdande på provytorna är ej utförd. Vi skola därför begränsa oss till att mera allmänt diskutera, under vilka förhållanden genomhuggningen synes vara ogynnsam ur föryngringssynpunkt. Det är givetvis av stor betydelse, att huggningen ej får en skadlig inverkan på det framtida föryngringsförloppet.

För de produktivaste skogstyperna, *Geranium*-typen och närstående varianter av *Dryopteris*-typen, infinner sig vid mycket stark utglesning av beståndet en för återväxten besvärande ört- och gräsvegetation. Ur föryngringssynpunkt bör därför beståndets avveckling ske relativt varmsamt. Beträffande övriga skogstyper torde i regel någon motsvarande risk ej föreligga inom ramen för de huggningsstyrkor, som äro aktuella vid genomhuggning.

*Myrtillus*-typen har en svärföryngrad variant, som ej sällan förekommer å högre nivåer över havet och utmärkes för ett mycket tjockt och inaktivt råhumustäck, vars mäktighet vanligen uppgår till omkring 8—12 cm eller i extrema fall mera (*RONGES c-Myrtillus*). Vid studiet av reaktionen redovisades i stort sett denna variant genom variablerna höjden över havet och breddgraden (jfr s. 17). I anslutning till finsk terminologi kalla vi i det efterföljande ovannämnda *Myrtillus*-variant för tjockmosstyp.

Enligt en från flera håll samlad erfarenhet kan denna skogstyp ej inom rimlig tid enbart föryngras med yxans hjälp, även om marken helt kallägges (jfr ENEROTH 1934). Men olika meningar råda om hur föryngringen bäst skall erhållas. Denna fråga lämnas här öppen. Bränning med eller utan efterföljande sådd torde dock ofta vara en välmotiverad åtgärd. Huruvida sådd

skall utföras, är beroende på frötillgången. I höjdlägena äro emellertid fröåren sparsamma och har fröet ofta låg grobarhet.

Genomhuggningen minskar virkesavfallet vid sluthuggningen och därmed även möjligheten till en hård hyggesbränning, vilket särskilt gör sig gällande i dessa ofta virkesfattiga bestånd. För att bränningen i dylika bestånd skall bli av tillräcklig styrka, måste genomhuggningen göras förhållandevis svag, och efter en sådan huggning erhålles i regel ingen eller obetydlig ökning av de enskilda trädens tillväxt under 15-års perioden (jfr s. 76).

Under senare år har förslag väckts att i föryngringssyfte markbereda i det utglesnade beståndet, varvid föryngringen efter hand genom upprepade huggningar skulle givas ökade utvecklingsbetingelser (CARLGREN 1933, SJÖSTRÖM 1934, KOLMODIN 1937). Otvivelaktigt erhålles härigenom en rikare frötillgång, än som kan påräknas vid kalhuggning och besåning från kantträd och fröträd. Men tillräcklig erfarenhet torde ännu ej föreligga, om metoden kan lämna en tillfredsställande återväxt i denna svårföryngrade skogstyp. Enligt föreliggande undersökning synes emellertid på grund av det efter hand starka huggningsingreppet en ej obetydlig ökning av de enskilda trädens tillväxt vara att förvänta.

Vid *Vaccinium*-typens genomhuggning inställer sig med hänsyn till föryngringen en annan fråga. Innan vi övergå här till, erinras om undersökningens begränsning till ren granskog. Denna beståndsform förekommer ej å *Vaccinium*-typen i större omfattning och karakteriseras i typiska fall av begreppet gran på tallmark. Granens utvecklingsmöjligheter variera dock betydligt. Vid *Vaccinium*-skogens föryngring bör en återväxt av övervägande tall eftersträvas. I granbestånd, där insprängd tall ej finns i tillräcklig omfattning för att lämna en god fröträdsställning, torde därför kalhuggning och sådd vara den rationella föryngringsåtgärden. En stark utglesning av beståndet före kalhuggningen kan under gynnsamma föryngringsförhållanden medföra risk för granåterväxt i ej önskvärd omfattning och ur denna synpunkt vara skadlig.

Å andra sidan ger en huggning av måttlig styrka normalt för skogstypen endast en svag, positiv tillväxtreaktion, som huvudsakligen har en konserverande effekt (jfr s. 76). För den rena granskogen å *Vaccinium*-typen har genomhuggningen ej någon positiv betydelse ur skärmföryngringssynpunkt. Önskvärd graninblandning i återväxten torde vanligen erhållas utan särskilda åtgärder.

Av den förda diskussionen har framgått, att en mycket stark genomhuggning synes ha en skadlig inverkan på föryngringsförloppet i följande fall:

1. för de produktivaste skogstyperna, där en för återväxten besvärande ört- och gräsvegetation infinner sig,

2. för *Myrtillus*-typens svårföryngrade variant (tjockmosstypen), där möjligheten till en hård bränning minskas på grund av ringa virkesavfall vid föryngringshuggningen,

3. för *Vaccinium*-typen, där under gynnsamma föryngringsförhållanden en för stor graninblandning i återväxten riskeras.

Det första fallet är ur genomhuggningssynpunkt av mindre betydelse, emedan en påtaglig, positiv reaktion här kan erhållas med måttliga huggningsingrepp. Andra och tredje fallen däremot begränsa i avsevärd grad genomhuggningens lämplighet för dessa skogstyper, emedan måttliga relativa huggningsingrepp medföra obetydlig ökning av de enskilda trädens tillväxt och dessutom ofta lämna ett i absolut mått ringa virkesutbyte på grund av det genomsnittligt låga virkesförrådet.

De skogstyper, som både med hänsyn till reaktionsvilligheten och föryngringsförhållandena främst böra komma i fråga vid den gamla granskogens genomhuggning äro i ordning följande: *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typen samt *Myrtillus*-typens ur föryngringssynpunkt mera gynnsamma variant. Denna ordningsföljd överensstämmer i stort sett med skogstypernas ordning enligt fallande produktionsförmåga. Genomhuggningens beroende av beståndets beskaffenhet har behandlats i det föregående.

En på ovan angivet sätt begränsad och avvägd genomhuggning synes möjliggöra ett tillvaratagande av de förutsättningar till naturlig föryngring, som kunna förefinnas i den gamla granskogen, samtidigt som möjligheten att senare vidtaga erforderliga kulturåtgärder ej äventyras. När tillväxtreaktionen börjar ebba ut, är det tid att taga under övervägande, hur föryngringen bäst skall erhållas, vilket då delvis kan ske med stöd av naturens egna anvisningar.

## KAP. XVIII. SAMMANFATTNING.

Denna undersökning avser att vara till vägledning för bedömningen av den gamla granskogens reaktionsförmåga efter genomhuggning. Undersökningens huvudresultat utgöres av funktionerna (5) och (II), som återfinnas å s. 49 och 103. Med hjälp av dessa funktioner kunna vi ställa en prognos över det enskilda trädets massatillväxt under en 15-års period efter huggningen, då trädets tillstånd vid huggningen, ståndortsförhållandena och huggningsstyrkan äro definierade genom de i funktionerna ingående faktorerna (variablerna). Härefter kan med stöd av det enskilda trädets tillväxt en prognos göras över produktionen per hektar. För viktiga typfall eller gränsfall

vid den gamla granskogens avveckling möjliggöra funktionerna således en beräkning av den tillväxt, som kan förväntas efter en genomhuggning av det aktuella beståndet. Kalkylen utföres härvid för olika i fält markerade alternativ för genomhuggningen. Gången av en sådan beräkning demonstreras i kap. XIV s. 110.

Funktionerna ha härletts genom en korrelationsanalytisk bearbetning av ett omfattande provytmaterial från äldre, i det praktiska skogsbruket utförda huggningar. Vid en nödvändig begränsning av undersökningen har det ansetts motiverat att studera tillväxten under en längre period. Observationsmaterialet omfattar därför endast minst 15 år gamla genomhuggningar. Frågan om i vilken utsträckning och under vilka förhållanden genomhuggning av gammal granskog befordrar uppkomsten av torrgran (s. k. grantorka) och vindfällning kan därför ej besvaras genom föreliggande undersökning. Detta är ett riskmoment, som tillsvidare måste vägas mot riskerna vid andra skötselalternativ såsom kulisshuggning och övriga former av trakt-huggning. En teoretisk diskussion av detta spörsmål genomföres i kap. XV s. 138.

Funktion (5) gäller beräkningen av den relativa årsringsbredden, varmed avses det enskilda trädets genomsnittliga årsringsbredd under en 15-års period efter huggningen, uttryckt i procent av den genomsnittliga årsringsbredden under 10-års perioden före huggningen. Under förutsättning att de båda tillväxtperioderna i klimatavseende äro lika, utgör den relativa årsringsbredden korrigerad för åldersavtagandet ett uttryck för reaktionen efter huggningen. Ju större relativ årsringsbredd, ju större reaktion.

För beräkningen av den relativa årsringsbredden erfordras, att följande karaktärer äro kända, vilka ingå som variabler i funktionen.

Ståndortskaraktärer: skogstypen, höjden över havet och breddgraden.

Trädkaraktärer: trädets diameter vid huggningen, förhållandet mellan trädets diameter och höjd vid huggningen samt årliga diametertillväxtprocenten under 10-års perioden före huggningen.

Huggningsstyrkan: provytans huggningsprocent å grundytan samt cirkelytans huggningsprocent å grundytan.

Funktionen bygger sålunda på observationer, vars uppskattning i ett aktuellt fall ej erbjuder några svårigheter. Cirkelytan avser en yta med trädet som medelpunkt och 5 ms radie (jfr s. 69).

Vid funktionens användning förutsättes, att klimatets betydelse för årsringsutvecklingen under 15-års perioden efter huggningen är lika som under 10-års perioden före densamma, vilket är naturligt, då vi ingenting veta om framtidens klimat (jfr s. 65). Årsringsutvecklingen i orörda bestånd behandlas utförligt i kap. III, s. 22.

Skogstypen införes i funktionen i form av ett indextal, vilket härletts vid den korrelationsanalytiska bearbetningen (s. 57). Vid undersökningen har använts ett skogstypsschema, som omfattar följande skogstyper:

Skogstyp	Index
<i>Geranium</i> -skog . . . . .	456
<i>Dryopteris</i> -skog . . . . .	355
<i>Majanthemum</i> -skog . . . . .	322
<i>Myrtillus</i> -skog . . . . .	204
<i>Vaccinium</i> -skog . . . . .	139
Örtrik sumpskog . . . . .	122
Örtfattig sumpskog . . . . .	63

Skogstypsschemat är begränsat till den gamla norrländska granskogen och har upprättats i anslutning till tidigare arbeten på detta område, varvid sådana typer urskilts, som ha väsentlig betydelse för reaktionen efter genomhuggning (s. 15 och s. 57). Ur ristyperna (t. ex. RONGES *Myrtillus*-typ och fuktiga ristyp) har avskilts en *Majanthemum*-typ, som karakteriseras av förekomsten av ekorrbärsört (*Majanthemum bifolium*). Undersökningen har visat, att *Majanthemum*-typen i reaktionsavseende står mycket närmare *Dryopteris*-typen än *Myrtillus*-typen. I avvaktan på ytterligare erfarenheter har det dock ansetts motiverat att hålla *Majanthemum*- och *Dryopteris*-typerna åtskilda (jfr s. 62).

De i funktionen ingående faktorernas (variablernas) betydelse för den relativa årsringsbredden och därmed även för reaktionen behandlas utförligt i kap. VIII, s. 48. En kort sammanfattning lämnas här, varvid bör observeras, att när vi i det följande tala om de enskilda faktorernas inflytande på den relativa årsringsbredden, sker detta under förutsättning, att de övriga i funktionen ingående faktorerna hållas konstanta.

Det enskilda trädets relativa årsringsbredd stiger (jfr fig. 15—17, s. 54—56):

1) för skogstypen i följande ordning: örtfattig sumpmosskog, örtrik sumpmosskog, *Vaccinium*-skog, *Myrtillus*-skog, *Majanthemum*-skog, *Dryopteris*-skog och *Geranium*-skog. Den produktivare skogstypen är också reaktionsvilligare,

2) med stigande höjd över havet och stigande breddgrad,

3) med stigande förhållande mellan trädets höjd och diameter,

4) med stigande huggningsprocent å såväl provytans som cirkelytans grundyta.

Den relativa årsringsbredden sjunker (jfr fig. 15—17, s. 54—56):

- 1) med stigande årlig diametertillväxtprocent under 10-års perioden före huggningen,
- 2) med stigande diameter.

Beträffande SYLVÉNS förgreningstyper för gran har undersökningen lämnat ett utslag i den riktningen, att kam- och borstgranarna äro överlägsna kvast- och plangranarna med avseende på den relativa årsringsbredden. Den uppskattade skillnaden utgör 4,8 procent, men på grund av det ringa antalet kam- och borstgranar i materialet är denna siffra behäftad med en betydande osäkerhet. Kvast- och plangranarna synas dominera i den gamla norrländska granskogen. Kam- och borstgranarna utgöra sålunda endast 16,3 procent av provträden, varför det ej ansetts motiverat att införa förgreningstypen som en variabel i funktionen (jfr s. 67).

Funktionens samlade innebörd har demonstrerats genom att tillämpa densamma på materialets medelträd för de olika skogstyperna. Den relativa årsringsbredden har beräknats för följande huggningsprocenter å grundytan: 30, 50 och 70 (tab. 15, s. 75).

Vid 30-procents huggningsstyrka ökar huggningen den genomsnittliga årsringsbredden under 15-års perioden efter densamma med ca 19 procent för medelträdet i *Geranium*-typen. Härvid har hänsyn även tagits till åldersavtagandet (jfr s. 76). Medelträden i *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna förhålla sig ungefär lika och ökningen är ca 7—8 procent. För *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna minskar årsringsbredden med resp. ca 3 och 9 procent. Huggningens positiva effekt har således under 15-års perioden ännu ej hunnit motverka den negativa effekten.

Vid 50-procents huggningsstyrka ökar huggningen årsringsbredden i samtliga skogstyper. Ökningen varierar mellan ca 44 procent i *Geranium*-typen och 16 procent i *Vaccinium*-typen. För 70-procents huggningen äro motsvarande siffror resp. 82 och 54 procent.

På grund av undersökningens begränsning till ren granskog omfattar den i materialet representerade *Vaccinium*-typen ej någon extremt torr variant utan motsvarar närmast RONGES *a*- och *b*-*Vaccinium*. För RONGES *c*-*Vaccinium* kan en betydligt sämre reaktion förväntas.

I fig. 19—25, s. 77 återges för skogstyperna några exempel på den observerade årsringsutvecklingen vid brösthöjd efter huggningar av olika styrka.

Beträffande reaktionens början och varaktighet har undersökningen lämnat vissa resultat av intresse. Dessa hänföra sig till de genomsnittliga förhållandena i materialet, varvid särskilt bör observeras, att huggningsprocenten å grundytan i medeltal uppgår till 53 procent. För *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna visar redan tredje årsringen efter huggningen en påtaglig ökning av bredden. För *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna inträder denna ökning under fjärde—femte året. Reaktionen kulmi-



nerar för *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typerna omkring 10 år efter huggningen och för *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna efter omkring 15 år. Och huggningens gynnsamma effekt kan spåras 20—35 år efter densamma.

Den genomsnittliga höstvedsprocenten under 15-års perioden efter huggningen har varit föremål för en statistisk analys i syfte att studera huggningens betydelse för höstvedens utbildning. Härvid har framgått, att höstvedsprocenten är oberoende av huggningen. Höstveden synes således öka i samma proportion som årsringsbredden.

Vi övergå härefter till höjdtillväxten. Av undersökningen har framgått, att den genomsnittliga höjdtillväxten under 15-års perioden efter huggningen för skogstypernas medelträd stiger svagt med stigande huggningsstyrka (jfr tab. 18, s. 99). Höjdtillväxtens ökning inträder först 10—15 år efter huggningen och således betydligt senare än för årsringsbredden. En positiv höjdtillväxtreaktion hinner därför ej avsevärt göra sig gällande under 15-års perioden. För senare perioder synes dock under gynnsamma förhållanden kunna erhållas en betydande tillväxtstegring (jfr kap. XI, s. 95).

Funktion (11) möjliggör en beräkning av formhöjdens årliga tillväxtprocent under 15-års perioden efter huggningen (s. 103). Härvid erfordras, att följande faktorer äro kända: trädets höjd, formhöjd och ålder vid huggningen samt relativa årsringsbredden. Åldern har karakteriserats som antalet årsringar i brösthöjd utanför 2 cm från mären och betecknar sålunda en hushållsålder. Relativa årsringsbredden bestämmes med stöd av funktion (5) och uppskattningen av de övriga faktorerna erbjuder ej några svårigheter. De olika faktorernas betydelse för formhöjdstillväxten diskuteras i kap. XII, s. 102.

En kvantitativ uppfattning om huggningens betydelse för formhöjdenstillväxtprocent erhålles genom att tillämpa funktionen på skogstypernas medelträd (jfr tab. 21, s. 107). En sådan beräkning visar, att formhöjdenstillväxtprocent avtar för skogstypernas medelträd med stigande huggningsstyrka. Detta avtagande är knappt märkbart i *Majanthemum*-, *Myrtillus*- och *Vaccinium*-typerna, men framträder tydligare i *Geranium*- och *Dryopteris*-typerna, där formhöjden vid huggningen är betydligt större än för de övriga skogstyperna. Tillväxtprocentens avtagande med stigande huggningsstyrka ökas resp. minskas för träd med större resp. mindre formhöjd än medelträden.

Huggningen medför normalt en formförsämring. Denna är mycket obetydlig för de lägsta formklasserna men tilltager med stigande formklass och stigande huggningsstyrka (jfr s. 106).

Med stöd av funktionerna (5) och (11) har för skogstypernas medelträd ställts en prognos över massatillväxten under 15-års perioden efter

huggningen vid olika huggningsprocenter å beståndets grundyta (jfr tab. 22, s. 109). Det enskilda trädets massatillväxt stiger med stigande huggningsstyrka. 50-procents huggningen har lämnat 21—24 procent större absolut massatillväxt än 30-procents huggningen. För 70-procents huggningen äro motsvarande siffror 52—60 procent. Tillväxten uppgår till ej obetydliga belopp i de produktivare och reaktionsvilligare skogstyperna: *Geranium*, *Dryopteris* och *Majanthemum*.

Undersökningen har beträffande massaproduktionen per hektar begränsats till en schematisk tillämpning av funktionerna (5) och (11) på 15 provytor. Sedan den pågående riksskogstaxeringen lämnat material till en beskrivning av den gamla granskogens tillstånd i olika skogstyper, är det avsikten att återkomma till denna fråga och tillämpa funktionerna på för granskogens avveckling betydelsefulla typfall.

Med avseende på huggningsformen har undersökningen lämnat följande resultat. Den fördelaktigaste huggningsformen med hänsyn till massatillväxten under 15-års perioden efter huggningen synes variera mellan måttlig huggning ovanifrån och likformig huggning, varvid den förra huggningsformen företrädesvis gäller reaktionsvilligare skogstyper (jfr s. 115).

Beträffande huggningsstyrkan har undersökningen visat, att en ökning av densamma minskar den absoluta massatillväxten per hektar och ökar massatillväxtprocenten. De undersökta huggningsprocenterna äro: 10, 30 och 50. Huggningen är likformig med samma huggningsprocent å stamantal, grundyta och kubikmassa.

Ställas kubikmassa och tillväxt vid 30- och 50-procents huggningarna i förhållande till 10-procents huggningen erhållas följande genomsnittliga relationstal för samtliga skogstyper.

	Vid huggningen kvarvarande kubikmassa	Massatillväxt efter huggningen	
		absolut	procent
30-% huggningen .....	— 22 %	— 13 %	+ 11 %
50-% » .....	— 44 %	— 25 %	+ 31 %

För exempelvis 30-procents huggningen är sålunda den kvarvarande kubikmassan 22 procent lägre än för 10-procents huggningen, under det att den absoluta tillväxten är 13 procent lägre och tillväxtprocenten 11 procent högre. Massatillväxten per hektar har ej minskat avsevärt mer än hälften så mycket som virkesförrådet nedbringats, vilket får tillskrivas den samlade effekten av reaktion och individval (jfr s. 133).

För mera virkesrika bestånd i de reaktionsvilligare skogstyperna (*Gera-*

nium, *Dryopteris* och *Majanthemum*) uppgår massatillväxten per hektar till ej obetydliga belopp (jfr s. 135).

Undersökningen har tills vidare begränsats till massproduktionen. De härledda funktionerna möjliggöra en motsvarande prognos för värdeproduktionen, men det har ansetts lämpligt att uppskjuta denna bearbetning, till dess frekvensen av skador blivit utredd.

Genomhuggningens betydelse ur ransonerings- och föryngringssynpunkter diskuteras i kap. XV och XVI, s. 140 och 143. De skogstyper, som både med hänsyn till reaktionsvilligheten och föryngringsförhållandena i första hand böra bli föremål för genomhuggning äro i ordning följande: *Geranium*-, *Dryopteris*- och *Majanthemum*-typen samt *Myrtillus*-typens ur föryngringssynpunkt mera gynnsamma variant (jfr s. 143). Med avseende på beståndets beskaffenhet böra i främsta rummet mera virkesrika och ej alltför skadade bestånd komma i betraktande.

Frågan om huruvida den förväntade produktionen är försvarlig eller ej beror i hög grad på nödvändigheten av den ransonering av virkesförrådet, som genomhuggningen möjliggör. Vid de avverkningsberäkningar för hela län, som inom den närmaste framtiden torde komma till stånd i samband med 1940-års norrlandsutredning, erfordras en avvägning mellan å ena sidan industriella och sociala önskemål, samt å den andra skogens avkastningsmöjligheter. Beträffande den gamla granskogen torde i detta sammanhang de framlagda funktionerna ha en viktig uppgift att fylla.

### Anförd litteratur.

- BUTOVITSCH, VIKTOR, 1938. Om granbarkborrens massförökning i södra Dalarna. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- 1941. Studier över granbarkborrens massförökning i de av decemberstormen 1931 härjade skogarna i norra Uppland. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 32. Stockholm.
- CAJANDER, A. K., 1909. Ueber Waldtypen. Acta forestalia fennica 1. Helsingfors.
- 1926, The Theory of Forest Types. Acta forestalia fennica 31. Helsingfors.
- CARLGRÉN, MAURITZ, 1933. Om föryngringsåtgärder på råhumusmarker av Myrtillustyp. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- COLLINDER, STEN och ZIMMERMAN, K. G., 1939. Norrlands skogsvårdsförbunds exkursion genom Jämtland och Ångermanland 1939. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- EIDE, ERLING och LANGSAETER, A., 1941. Produktionsundersøkelser i granskog. Medd. fra Det norske skogforsøksvesen, nr 26. Oslo.
- ENEROTH, O., 1931. Om skogstyper och föryngringsförhållanden inom lappmarken. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- 1936. Om skogstyperna och deras praktiska betydelse. Lantbruksakademiens handlingar och tidskrift. Stockholm.
- GRANLUND, ERIK, 1935. Skogstypernas geologiska betingelser. Skogsvårdsför. tidskrift. Stockholm.
- GRANLUND, ERIK och WENNERHOLM, STEN, 1935. Sambandet mellan moräntyper samt bestånds- och skogstyper i Västerbottens lappmarker. Sveriges geologiska undersöknings årsbok 28: 4. Stockholm.

- HEIKINHEIMO, OLLI, 1920. Über die Fichtenformen und ihren forstwirtschaftlichen Wert. Medd. från Forstvetenskapliga försöksanstalten. Helsingfors.
- HELMERT, F. R., 1924. Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Leipzig o. Berlin.
- HESSELMAN, HENRIK, 1937. Om humustäckets beroende av beståndets ålder och sammansättning i den nordsvenska granskogen av blåbärsrik Vacciniumtyp och dess inverkan på skogens föryngring och tillväxt. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 30. Stockholm.
- HOLMBÄCK, BURE, 1932. Föryngringsmöjligheterna i Norrbottens lappmark. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- HOLMGREN, AND., 1914. Blädning och trakhugning i Norrland. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- HOLMGREN, AND. och TÖRNGREN, ERIK, 1932. Studier i den norrländska föryngringsfrågan. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- KALLIN, K. E., 1926. Föryngringsstudier i Norrlands skogar. Stockholm.
- KINNMAN, GUNNO, 1928. Virkets beskaffenhet i Ombergs kulturskogar. Skogsv.-fören. tidskrift. Stockholm.
- KOLMODIN, GUSTAF, 1935. Väderlekens inflytande på tallens diametertillväxt. Skogsvårdsför. tidskrift. Stockholm.
- 1937. Vissa avverkningsformer och föryngringstyper i överåriga barrskogar å Orsa besparingskog inom Kopparbergs och Gävleborgs län. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- LANGSAETER, A., 1941. Om tynning i enaldret gran- och furuskog. Medd. fra Det norske Skogforsøksvesen, nr 27. Oslo.
- MALMSTRÖM, CARL, 1926. The Experimental Forest of Kulbäcksliden and Svartberget in North Sweden. 2. Vegetation. Skogsförsöksanstaltens exkursionsledare XI. Stockholm.
- 1936. Norrlands viktigaste skogstyper. Sveriges Natur. Stockholm.
- MILLS, FREDERIK, C., 1925. Statistical Methods. London.
- NYBLOM, E., 1927. Formförändring hos helt friställda träd. Skogsvårdsfören. tidskrift. Stockholm.
- NÄSLUND, MANFRED, 1934. Om gallringens inflytande på virkets kvalitet. Skogen nr 21. Stockholm.
- 1935. Ett gallringsförsök i stavagranskog. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 28. Stockholm.
- 1936. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. Primärbearbetning. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 22. Stockholm.
- 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 32. Stockholm.
- PETRINI, SVEN, 1936. Om kanträdens reaktion vid friställning och överbeståndets produktion vid skärmföryngring. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 29. Stockholm.
- PETTERSON, HENRIK, 1929. Bonität und Produktion. Verhandlungen des Internationalen Kongresses Forstlicher Versuchsanstalten. Stockholm.
- 1932. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök, en bearbetning och ett program. Skogsvårdsför. tidskrift. Stockholm.
- 1934. Några synpunkter på metodiken vid korrelationsanalys. Skogsvårdsför. tidskrift. Stockholm.
- 1937. Utvecklingsprognoser för skogsbestånd. 1937 års nordiska skogskongress. Exkursion II. Stockholm.
- PETTERSON, HENRIK och NÄSLUND, MANFRED, 1937. 1937 års nordiska skogskongress. Exkursion II. Färdbeskrivning. Stockholm.
- Riksskogstaxeringsnämnden, 1940. Riksskogstaxeringen av Västernorrlands läns skogar år 1938. Skogen nr 2. Stockholm.
- 1941. Riksskogstaxeringen av Ljungans, Indalsälvens och Ångermanälvens flod-områden åren 1938 och 1939. Bilaga till Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- ROMELL, LARS-GUNNAR, 1934. En biologisk teori för mårmbildning och måraktivering. Stockholm.
- 1938. Markreaktionen efter gallringar och dess orsaker. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.

- RONGE, ERIC, 1936. Skogsmarkstyper och beståndsbehandling. Ett försök till populär lokal »skogsvårdskatekes». Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- SJÖSTRÖM, HARALD, 1934. Bidrag till diskussionen om den gamla råhumusgranskogens behandling på marker av Myrtillustyp i övre Norrlands höjdlägen. Norrl. skogsv.-förb. tidskrift. Stockholm.
- SYLVÉN, NILS, 1916. De svenska skogsträden, en skogsbotanisk handbok. I. Barrträden. Stockholm.
- TAMM, OLOF, 1920. Markstudier i det nordsvenska barrskogsområdet. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 17. Stockholm.
- 1931. Studier över jordmånstyper och deras förhållande till markens hydrologi i nordsvenska skogsterrängar. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 26. Stockholm.
- 1934 a. Om mekanisk analys av svenska skogsjordar. Medd. från Statens skogsförsöksanstalt, H. 27. Stockholm.
- 1934 b. En snabbmetod för mineralogisk jordartsgranskning. Skogsvårdsv.-tidskrift. Stockholm.
- 1940. Den nordsvenska skogsmarken. Stockholm.
- TRÄGÅRDH, IVAR, 1939. Sveriges skogsinsekter. Stockholm.
- WHITTAKER and ROBINSON, 1924. The calculus of observations. London.
- ÅNGSTRÖM, ANDERS, 1938 a. Lufttemperatur och temperaturanomalier i Sverige 1901—1930. Medd. från Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt, 7: 2. Stockholm.
- 1938 b. Särskilda anvisningar rörande skogstilldelning vid avstyckning m. m. Bestämning av vegetationstidens längd i Sverige. Lantmäteristyrelsens meddelanden 1938: 1. Stockholm.
- 1939. Sveriges temperaturklimat. Lantbruksakademiens tidskrift. Stockholm.
- Betänkande med förslag till åtgärder för befordrande av produktionen å enskilda skogar i vissa delar av Norrland. Statens offentliga utredningar 1940: 3. Jordbruksdepartementet. Stockholm.
- Förslag till kolonisation å kronoparkerna i Norrland och Dalarna. Statens offentliga utredningar 1922: 22. Jordbruksdepartementet. Stockholm.



# BESTÅNDSBILDER FRÅN PROVYTORNA.

BESTANDSBILDER VON DEN PROBEFLÄCHEN.

*Förklaringar till figurtexterna:*

Skogstyperna definieras å s. 15.

Med brösthöjdsålder förstås antalet årsringar vid brösthöjd.

Huggningsåret avser sista huggningen.

Huggningsprocenten gäller beståndets grundyta.

Över provytorna lämnas en närmare beskrivning i tab. II, s. 186.

*Erläuterungen zu den Figurentexten:*

Die Waldtypen werden auf S. 201 definiert.

Brusthöhenalter = Anzahl Jahresringe bei Brusthöhe.

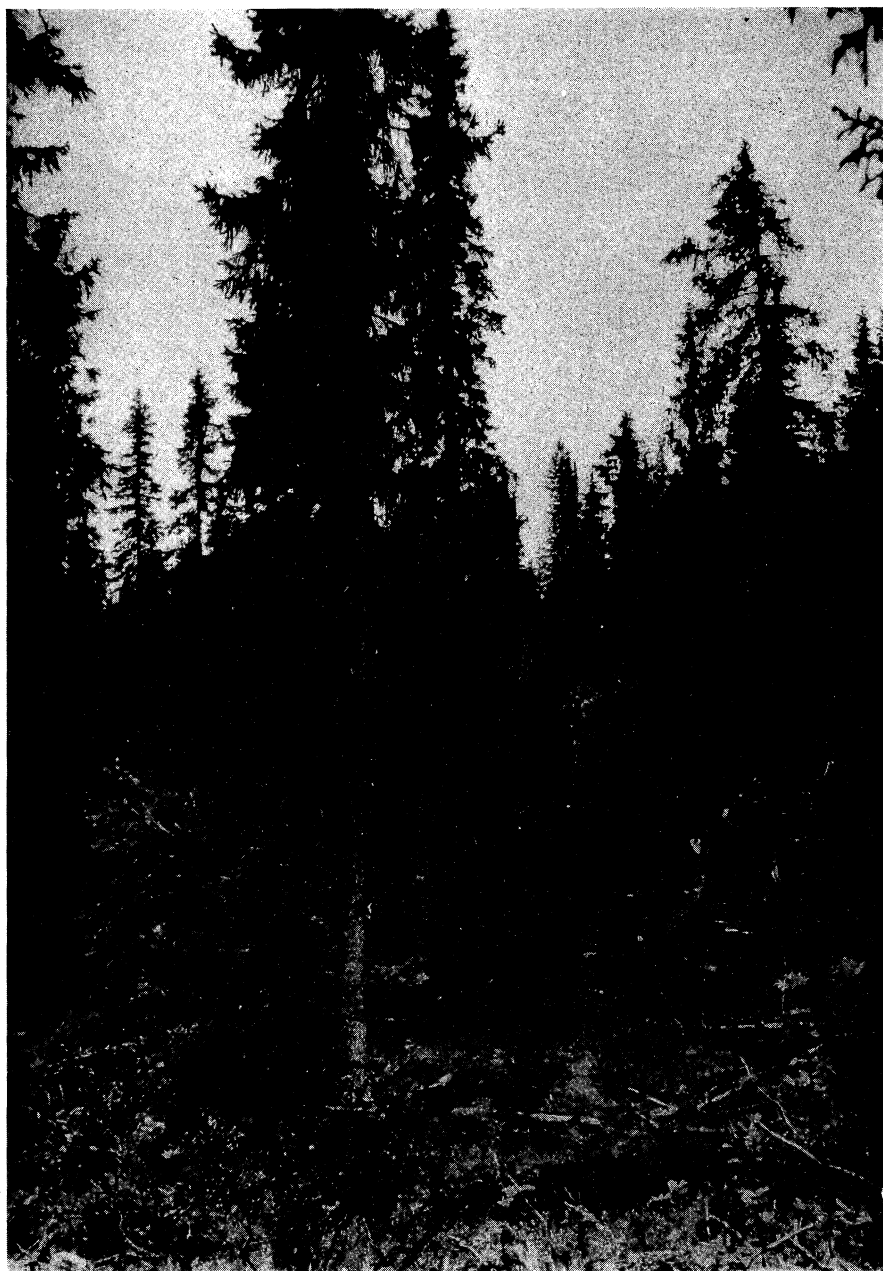
Das Haujungsjaar bezieht sich auf die letzte Haujung.

Das Haujungsprozent gilt für die Grundfläche des Bestandes.

Die Probeflächen sind genauer beschrieben in Tab. II, S. 186.



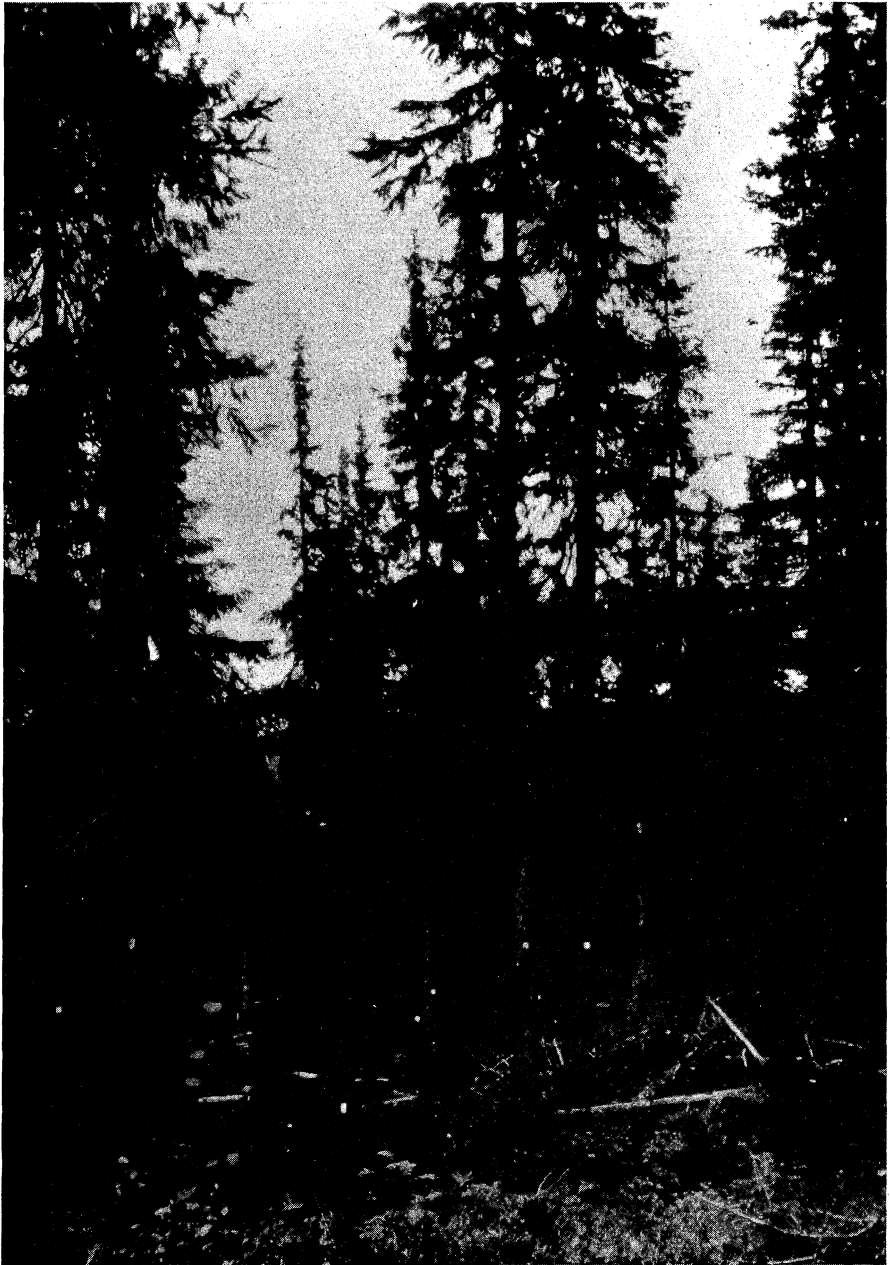




Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

Fig. 48. Provytan 48. — Rönnlidens krp. 522 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Gevaniumskog*. Brösthöjdsålder 1938: 160 år. — Huggningsår: 1926. Huggningsprocent: 70. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 77.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

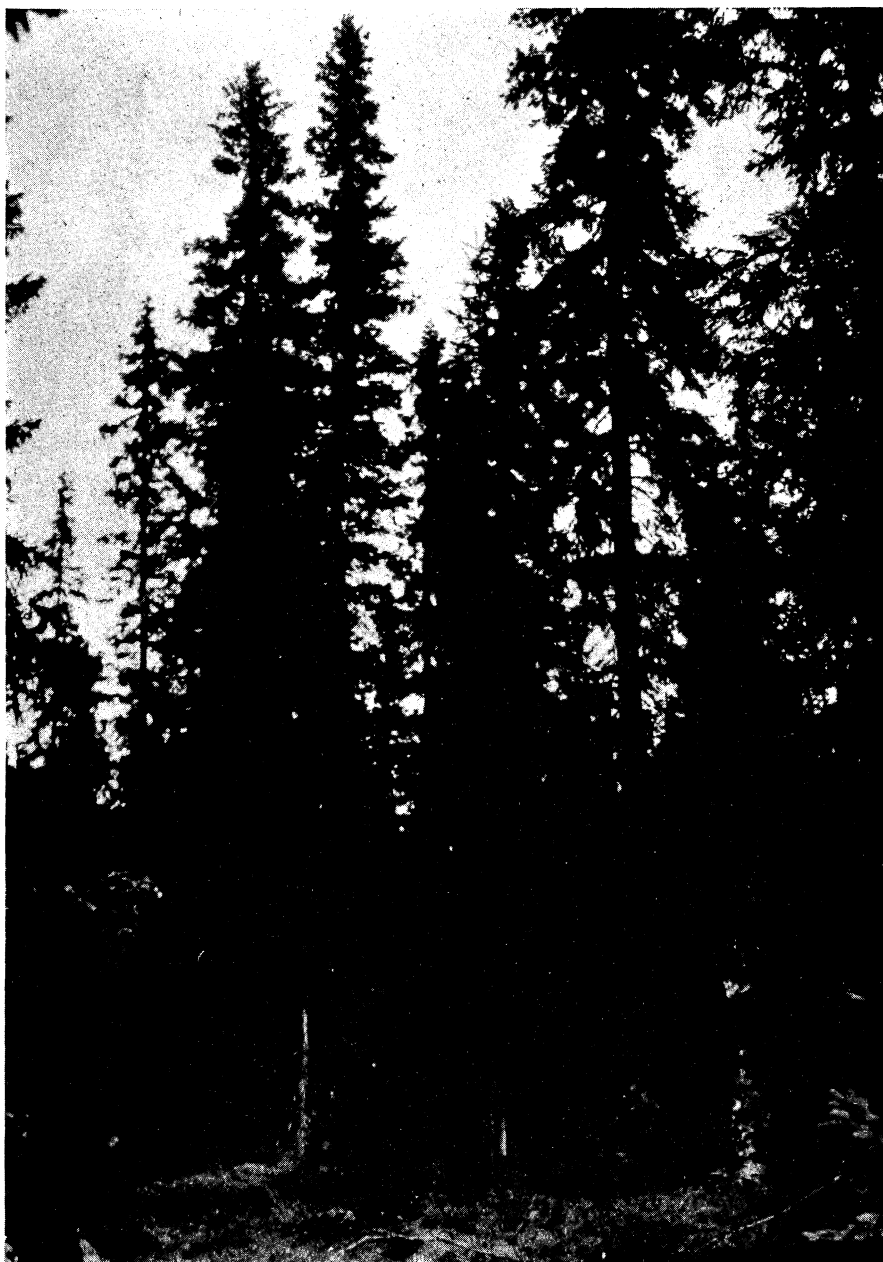
Fig. 49. Provytan 54. — Malmeslidens krp. 396 m ö. h. Norrbottens lappmark. — *Geraniumskog*. Brösthöjdsålder 1938: 254 år. — Huggningsår: 1908. Huggningsprocent: 72. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 77. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1939

Fig. 50. Provytan 130. — Hamra krp. 528 m ö. h. Gävleborgs län. — *Geraniumskog*.  
Brösthöjdsålder 1939: 218 år. — Huggningsår: 1912. Huggningsprocent: 41.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1937.

Fig. 51. Provytan 25. — Torvsjöåns krp. 390 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Dryopteris*skog. Brösthöjdsålder 1937: 109 år. — Orörd skog. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 26.

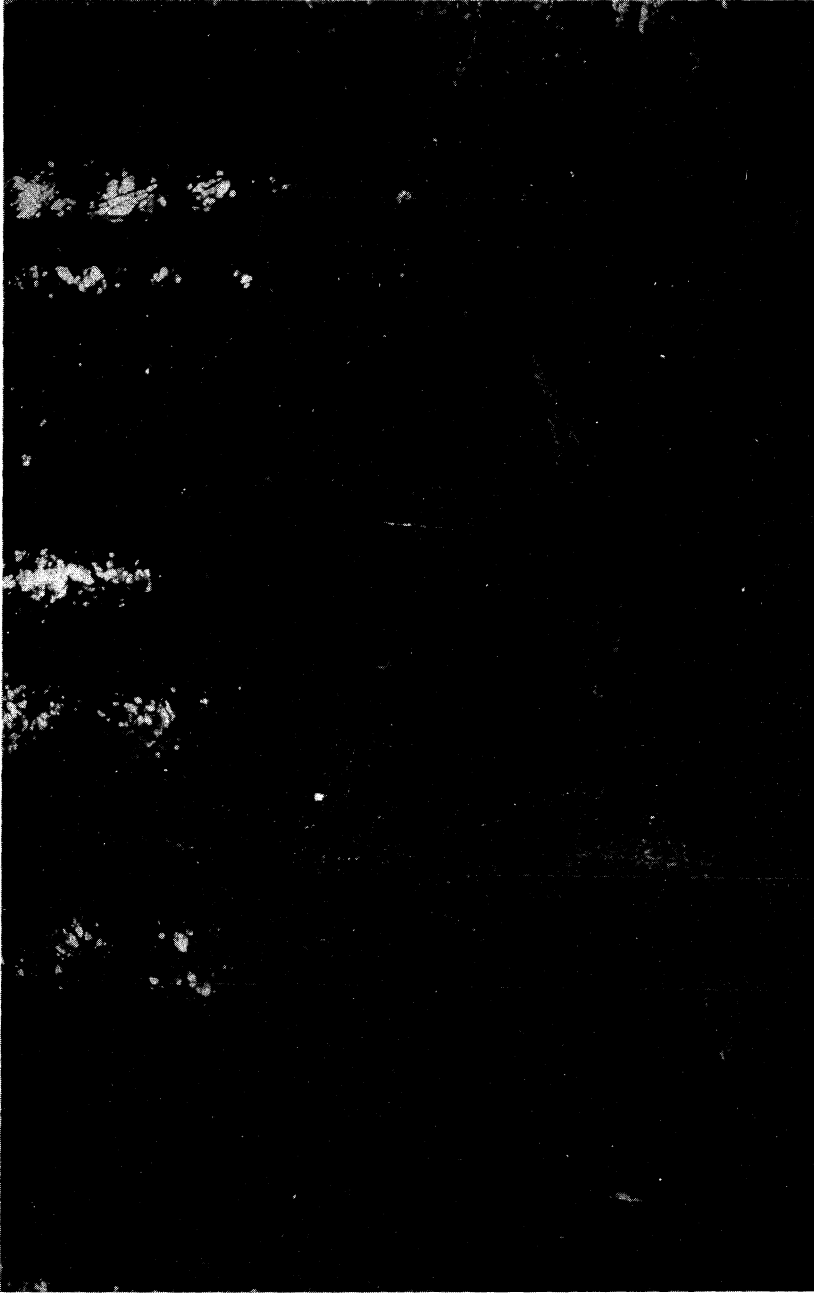
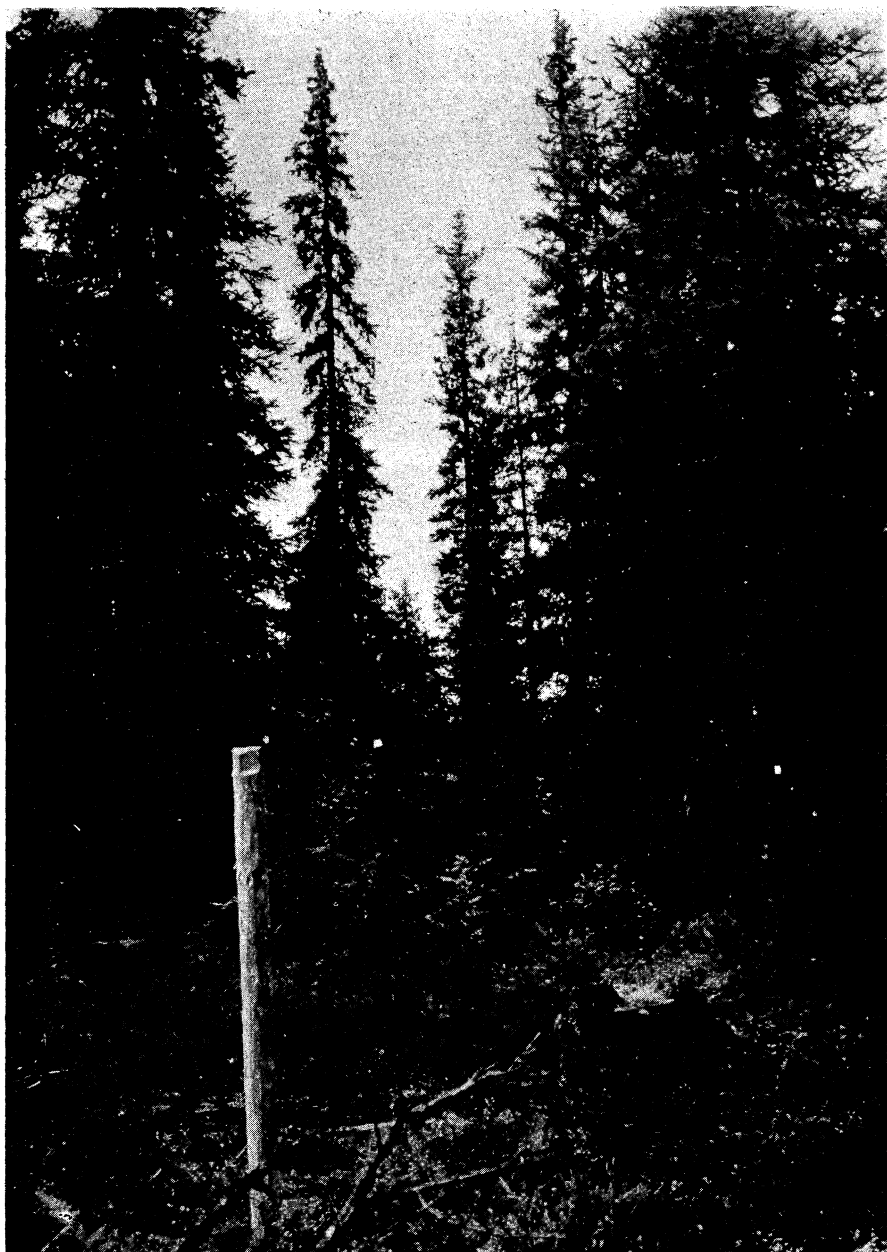


Foto K. SVENSON 1937.

Fig. 52. Provytan 25. — Se texten till fig. 51.

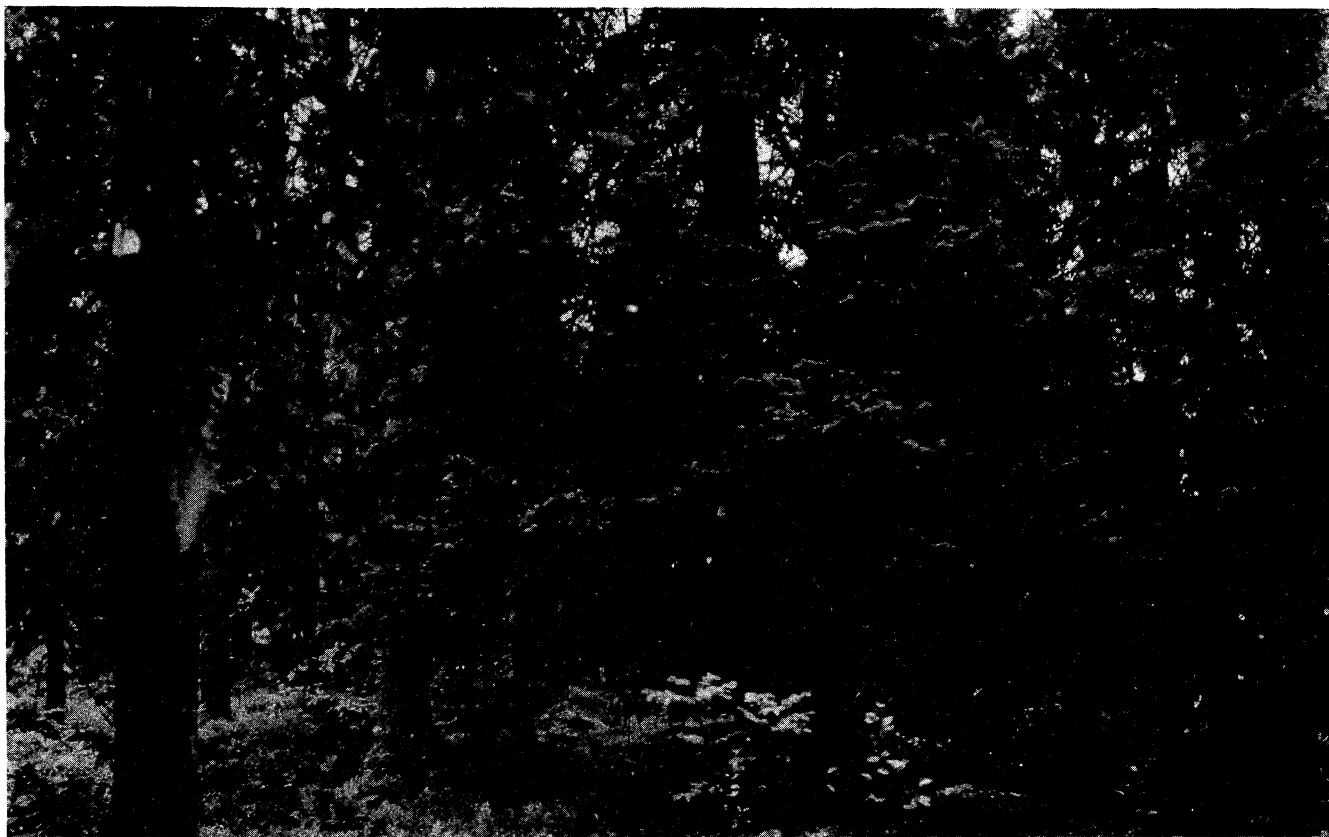
Ur Statens skogsförsöksanst. saml.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1937.

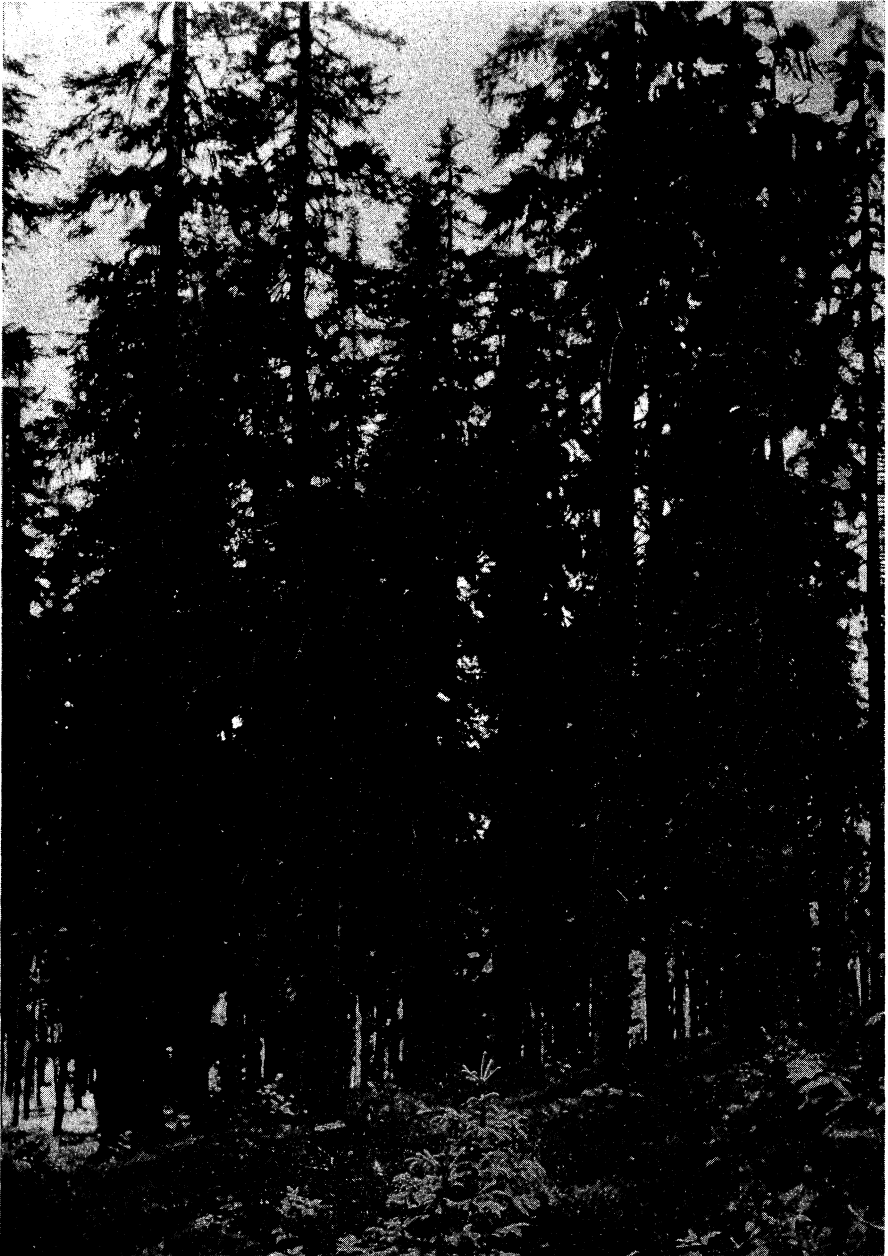
Fig. 53. Provytan 37. — Öräländets krp. 330 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Dryopteris*skog. Brösthöjdsålder 1937: 121 år. — Huggningsår: 1924. Huggningsprocent: 46. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Fig. 54. Provytan 37. — Se texten till fig. 53.

Foto K. SVENSON 1937.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1939.

Fig. 55. Provytan 129. — Hamra krp. 529 m ö. h. Gävleborgs län. — *Dryopteris*skog.  
Brösthöjdsålder 1939: 239 år. — Huggningsår: 1922. Huggningsprocent: 42.





Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1937.

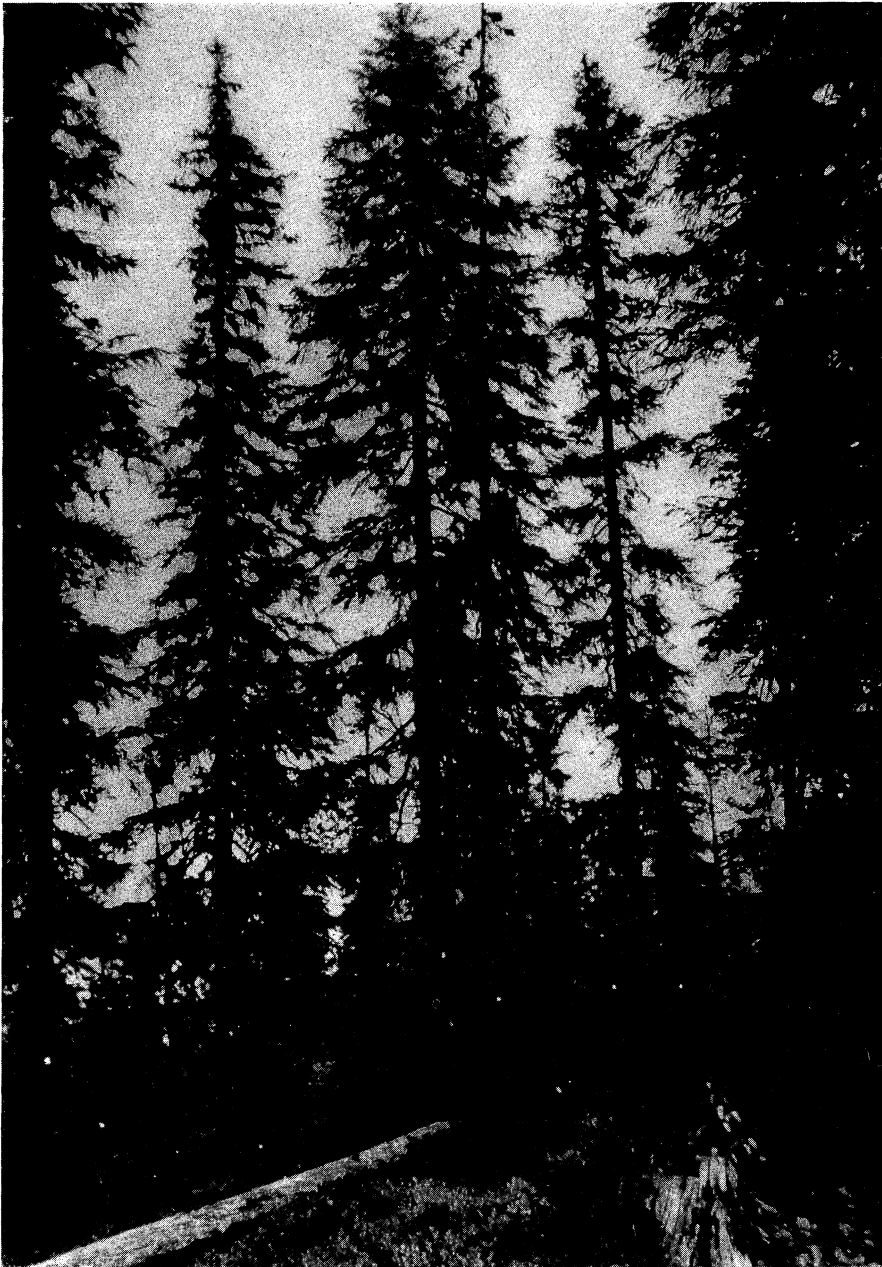
Fig. 56. Provytan 24. — Aronsjöskullarnas krp. 450 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Majanthemumskog*. Brösthöjdsålder 1937: 194 år. — Orörd skog. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 27. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1937.

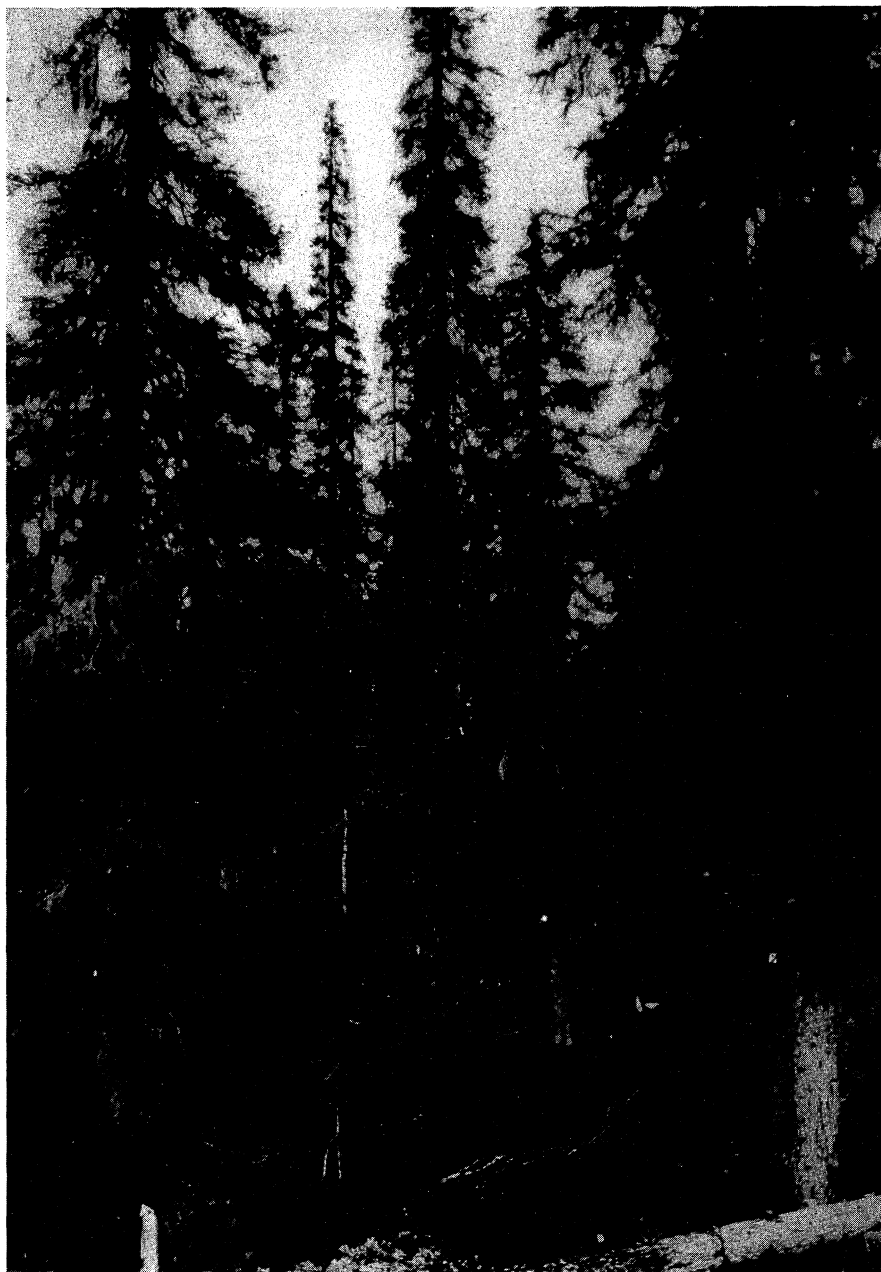
Fig. 57. Provytan 26. — Torvsjöans krp. 380 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Majanthemumskog*. Brösthöjdsålder 1937: 140 år. — Huggningsår: 1921. Huggningsprocent: 36. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 79.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

Fig. 58. Provytan 55. — Malmeslidens krp. 430 m ö. h. Norrbottens lappmark. — *Majanthemumskog*. Brösthöjdsålder 1938: 229 år. — Huggningsår: 1908. Huggningsprocent: 51. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 79. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

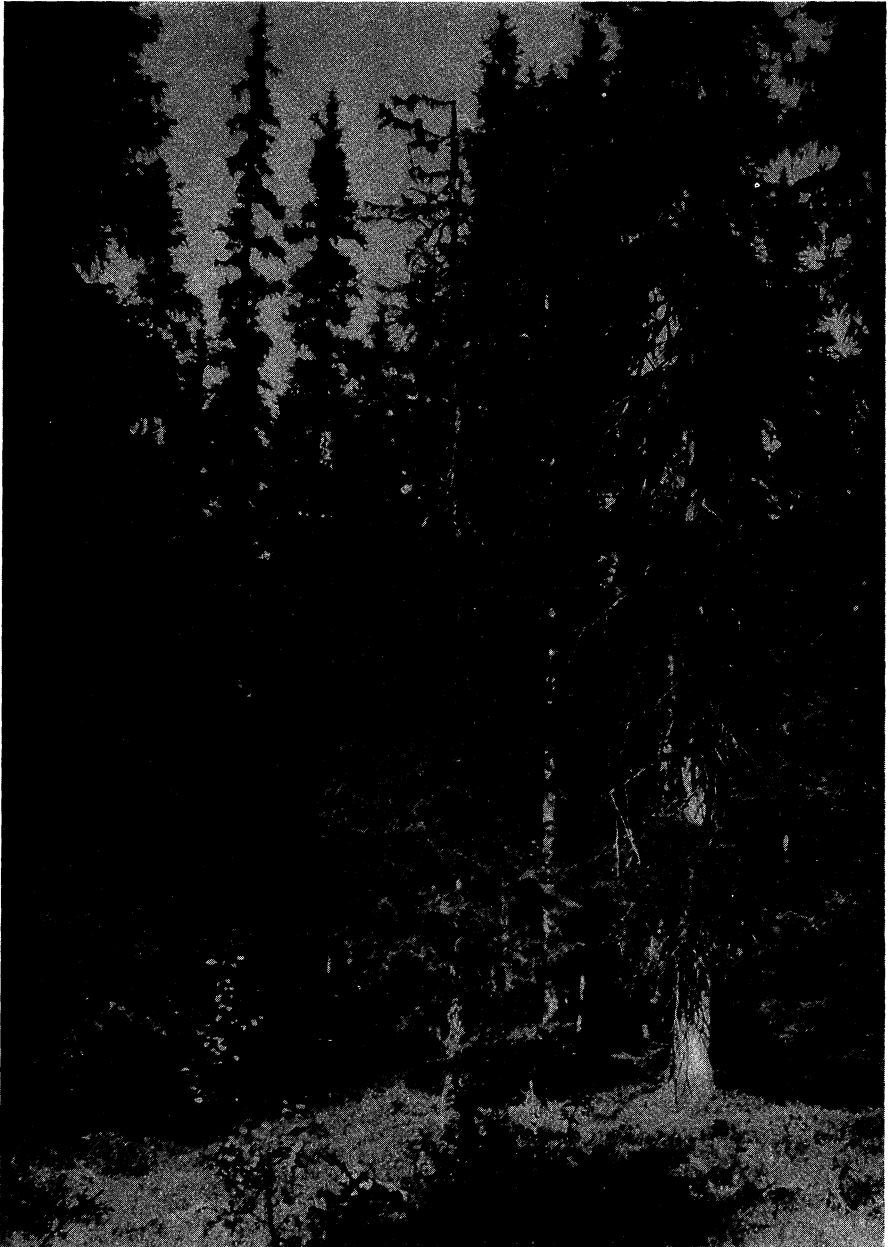
Fig. 59. Provytan 87. — Övertorneå krp. 229 m ö. h. Norrbottens kustland. — *Majanthemumskog*. Brösthöjdsålder 1938: 175 år. — Huggningsår: 1909. Huggningsprocent: 55. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 79. — Det vita märket på träden anger 1,5 m. över mark. På marken synas två vid undersökningen fällda provträd.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

Fig. 60. Provytan 95. — Borgfors krp. 405 m ö. h. Norrbottens kustland. — *Majanthemumskog*. Brösthöjdsålder 1938: 213 år. — Huggningsår: 1919. Huggningsprocent: 68. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 79.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1937.

Fig. 61. Provytan 27. — Rönnlidens krp. 450 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Myrtillusskog*. Brösthöjdsålder 1937: 194 år. — Orörd skog. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 27.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Fig. 62. Provytan 27. — Se texten till fig. 61.

Foto K. SVENSON 1937.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1937.

Fig. 63. Provytan 28. — Rönnlidens krp. 445 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Myrtillusskog*. Brösthöjdsålder 1937: 207 år. — Huggningsår: 1921. Huggningsprocent: 56. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 80.

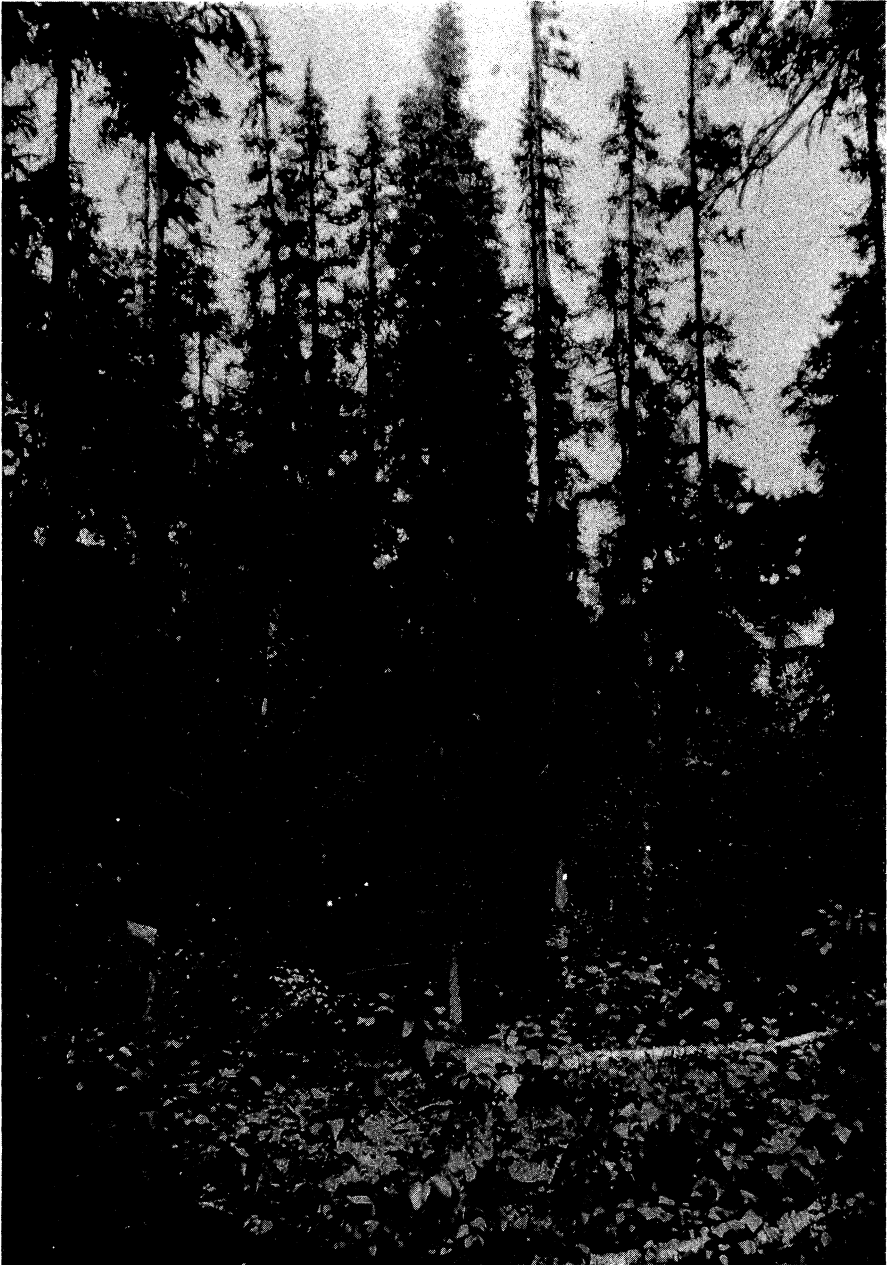




Ur Statens skogsforsökanst. saml.

Foto K. SVENSON 1937.

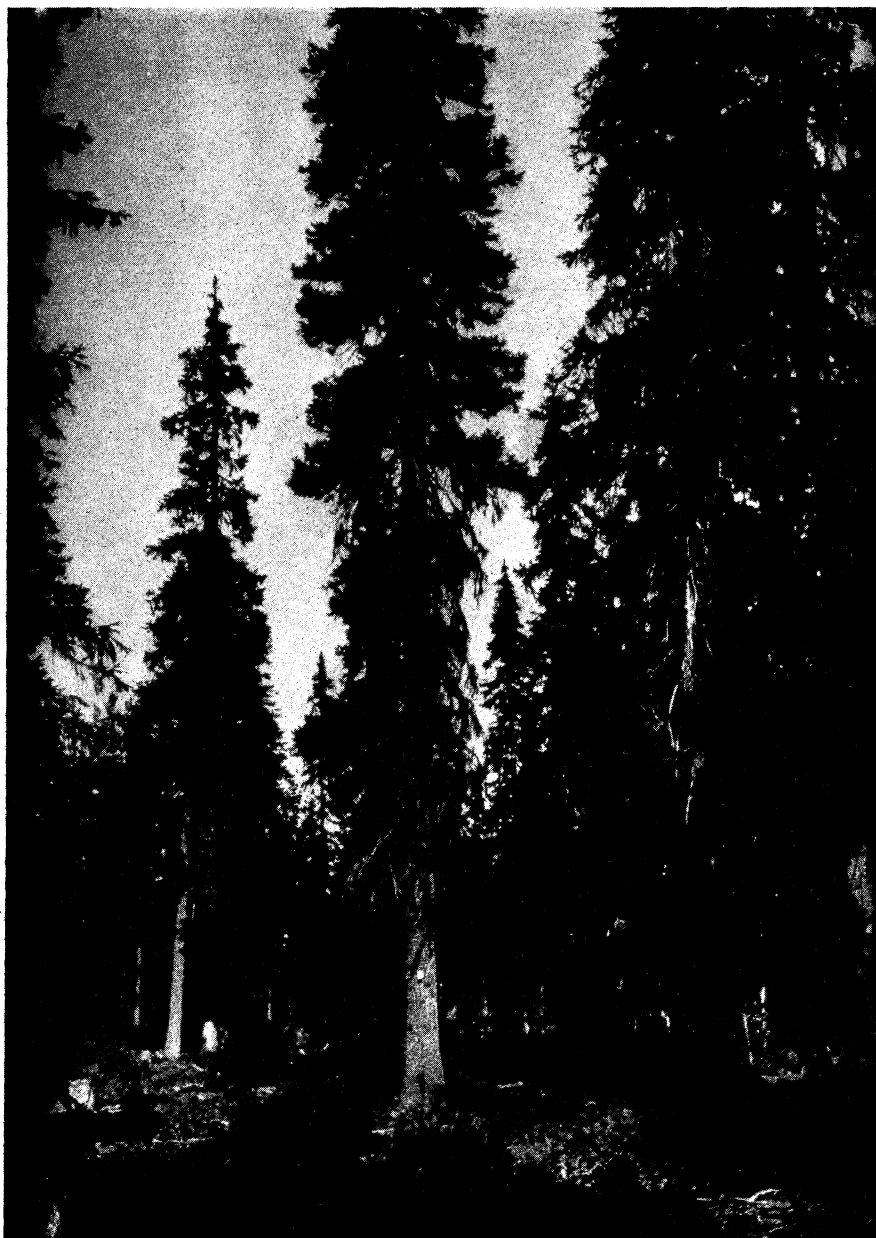
Fig. 64. Provytan 46. — Ävattnet. Hem.-äg. E. Vestman, 128 m ö. h. Västernorrlands län. — *Myrtillusskog*. Brösthöjdsålder 1937: 90 år. — Huggningsår: 1921. Huggningsprocent: 67. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 80. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

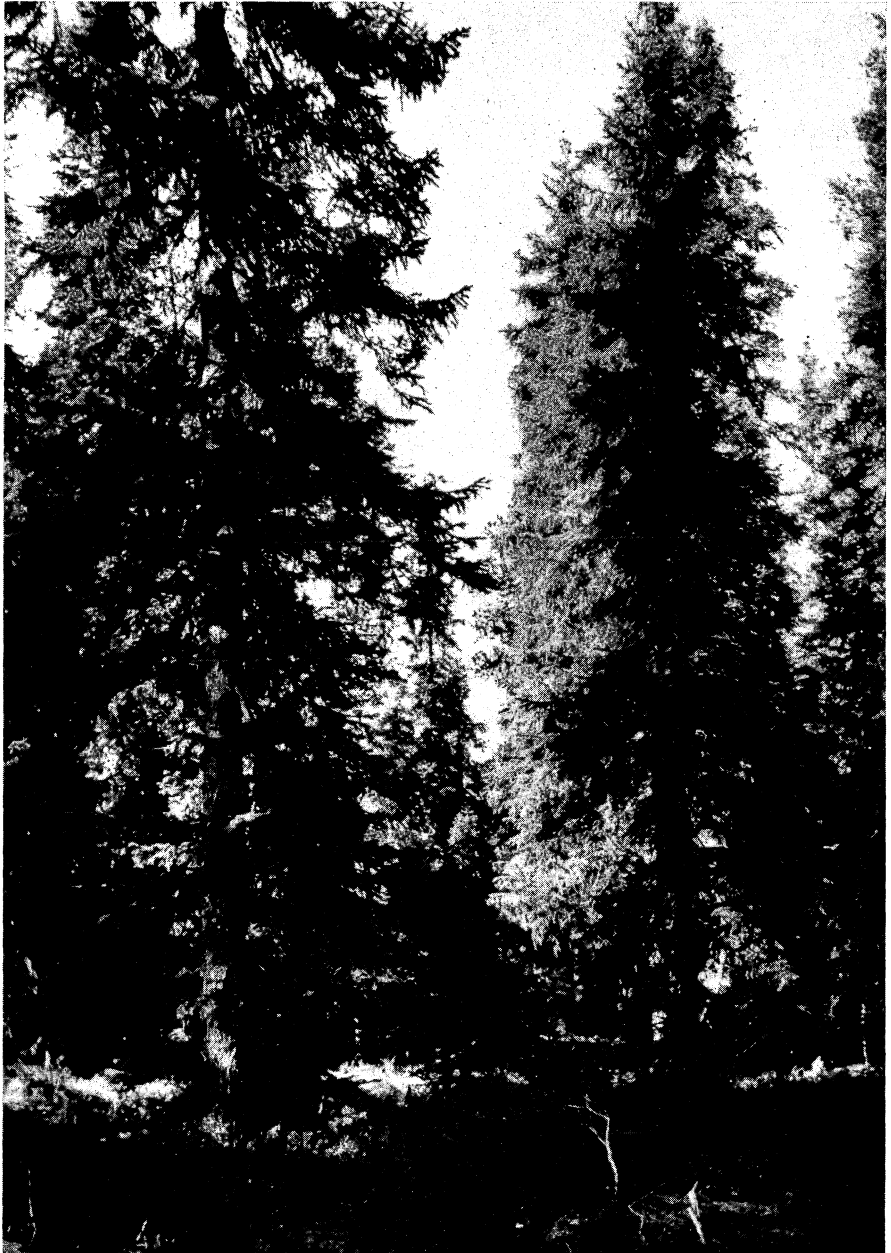
Fig. 65. Provytan 77. — Rissa krp. 256 m ö. h. Norrbottens kustland. — *Myrtillusskog*.  
Brösthöjdsålder 1938: 247 år. — Huggningsår: 1924. Huggningsprocent: 44.  
Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 81. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

Fig. 66. Provytan 81. — V. Limingojärvi krp. 171 m ö. h. Norrbottens kustland. — *Myrtilusskog*. Brösthöjdsålder 1938: 173 år. — Huggningsår: 1913. Huggningsprocent: 58. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 80.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

Fig. 67. Provytan 110. — Hästlidens krp. 358 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Myrtillusskog*. Brösthöjdsålder 1938: 161 år. — Huggningsår: 1912. Huggningsprocent: 76. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 81.

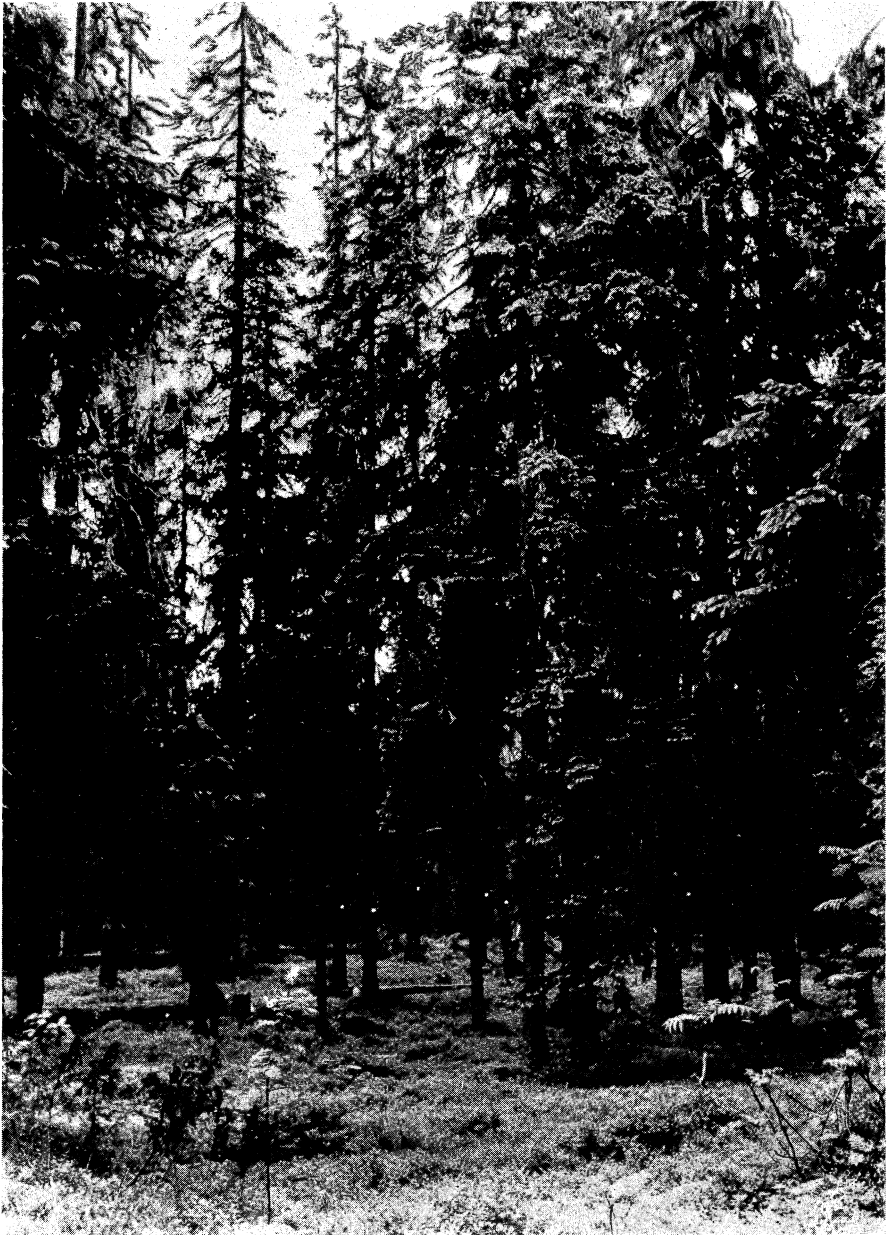


Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

Fig. 68. Provytan 117. — Flakaträsk. Mo och Domsjö A.-B. 425 m ö. h. Västerbottens lappmark. — *Myrtillusskog*. Brösthöjdsålder 1938: 124 år. — Huggningsår: 1912. Huggningsprocent: 73. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 80.

12. Meddel. från Statens Skogsförsöksanstalt. Häfte 33.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1939.

Fig. 69. Provytan 128. — Hamra krp. 532 m ö. h. Gävleborgs län. — *Myrtillusskog*. Brösthöjdsålder 1939: 236 år. — Huggningsår: 1922. Huggningsprocent: 41. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 80. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark. På marken synas tre vid undersökningen fällda provträd.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1938.

Fig. 70. Provytan 52. — Näverlidens krp. 378 m ö. h. Norrbottens lappmark. — *Vacciniumskog*. Brösthöjdsålder 1938: 210 år. — Huggningsår: 1910. Huggningsprocent: 50. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 82. — Det vita märket på träden anger 1,5 m över mark.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto K. SVENSON 1939.

Fig. 71. Provytan 134. — Hamra krp. 526 m ö. h. Gävleborgs län. — Örtrik sumpskog. Brösthöjdsålder 1939: 220 år. — Huggningsår: 1912. Huggningsprocent: 25. Årsringsutvecklingen vid brösthöjd återges å s. 83.



# TABELLER

TABELLEN

Tab. I. Mineraljordens mekaniska sammansättning och basmineralindex.  
Die mechanische Zusammensetzung und Basenmineralindex der Mineralerde.

Prov- yta Probe- fläche	Grov- grus	Fin- grus	Grov- sand	Mel- lan- sand	Grov- mo	Fin- mo	Grov- mjåla	Fin- mjåla	Ler	Fin- jord	Bas- mine- ralin- dex	Red. bas- mine- ralin- dex
	20—6 mm	6—2 mm	2—0,6 mm	0,6— 0,2 mm	0,2— 0,06 mm	0,06— 0,02 mm	0,02— 0,006 mm	0,006— 0,002 mm	< 0,002 mm	< 0,06 mm	Basen- mineral- index	Redu- zierter Basen- mineral- index
N:r	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
2	5,6	10,0	17,1	23,0	13,1	13,1	7,1	5,9	5,1	31,2	15,1	77
3	13,2	12,9	15,6	20,8	9,8	10,5	6,9	4,8	5,5	27,7	18,4	101
4	15,6	12,2	9,9	17,6	14,4	13,7	8,9	3,4	4,3	30,3	15,4	66
5	14,1	13,9	14,7	18,6	14,5	11,9	6,4	3,6	2,3	24,2	14,3	33
6	11,5	8,5	9,4	21,8	16,8	20,7	4,5	4,1	2,7	32,0	12,1	33
7	9,1	11,3	10,1	16,7	12,1	13,6	10,5	8,5	8,1	40,7	18,0	146
8	20,7	17,4	12,6	14,6	9,4	9,0	5,5	3,8	7,0	25,3	33,4	234
9	10,9	14,5	14,8	16,6	16,7	9,8	7,0	3,8	5,9	26,5	14,6	86
10	2,8	3,0	6,3	7,4	14,4	28,3	21,6	7,4	8,8	66,1	24,5	216
11	16,5	8,7	9,1	11,6	14,7	11,9	8,5	6,1	12,9	39,4	22,2	287
12	11,7	11,6	10,6	15,2	13,0	14,3	9,0	6,5	8,1	37,9	31,6	256
13	17,1	13,4	9,3	16,1	14,5	12,5	6,8	3,8	6,5	29,6	31,4	204
14	17,4	15,9	9,3	13,0	13,0	13,0	7,5	6,8	4,1	31,4	35,2	144
15	17,9	12,6	6,5	10,7	8,3	9,9	7,3	6,6	20,2	44,0	40,4	817
16	18,9	17,6	9,6	11,7	13,0	13,1	7,2	4,4	4,5	29,2	41,0	185
17	18,2	15,9	10,5	14,4	13,0	12,8	6,9	4,0	4,3	28,0	36,4	156
18	16,0	16,2	12,7	16,7	15,3	11,5	5,1	2,5	4,0	23,1	35,6	142
19	20,9	17,5	13,9	17,1	14,1	8,4	3,2	1,7	3,2	16,5	38,1	122
20	24,5	18,2	10,3	13,1	11,3	7,2	8,4	3,2	3,8	22,6	39,6	151
21	15,8	13,0	11,2	16,8	21,2	11,3	5,2	2,4	3,1	22,0	37,4	116
22	26,5	15,3	10,6	15,1	12,5	9,8	5,0	2,4	2,8	20,0	36,6	103
23	9,8	9,7	10,2	18,9	18,4	14,1	8,4	6,0	4,5	33,0	25,4	114
24	12,6	11,6	8,0	12,0	12,4	14,6	11,1	8,9	8,8	43,4	37,7	332
25	9,0	6,1	5,3	11,1	17,8	20,8	17,3	8,5	4,1	50,7	24,3	100
26	9,5	10,0	15,7	24,4	13,8	13,1	6,7	3,3	3,5	26,6	33,7	118
27	24,5	16,3	10,7	10,8	11,4	9,8	6,8	4,1	5,6	26,3	48,6	272
28	26,9	18,5	9,6	8,1	12,6	10,4	5,9	3,4	4,6	24,3	47,9	220
29	16,7	18,4	17,5	13,2	17,0	8,3	3,3	2,0	3,6	17,2	48,4	174
30	20,2	15,4	10,6	14,2	11,8	12,9	7,3	3,7	3,9	27,8	42,1	164
31	13,2	13,8	13,2	17,6	16,7	13,8	6,1	2,4	3,2	25,5	48,1	154
32	13,7	11,5	9,6	12,4	17,0	14,7	8,5	5,6	7,0	35,8	44,0	308
33	13,9	9,0	8,8	12,9	14,9	15,3	8,5	6,1	10,6	40,5	45,4	481
34	8,5	12,8	12,5	15,4	13,0	15,0	9,3	6,8	6,7	37,8	21,8	146
35	13,7	10,3	14,1	21,9	17,9	11,2	6,1	2,1	2,7	22,1	19,1	51
36	11,1	8,1	10,9	18,7	15,3	15,6	9,9	5,0	5,4	35,9	21,5	116
37	16,1	14,7	16,2	17,6	12,3	11,6	6,2	3,5	1,8	23,1	13,9	25
38	12,7	10,0	12,4	13,3	17,4	12,9	11,9	4,3	5,1	34,2	19,8	101
39	8,2	5,2	7,6	9,3	24,1	33,0	9,3	2,0	1,3	45,6	9,3	12
40	10,6	11,0	12,2	14,7	18,1	16,5	8,1	4,4	4,4	33,4	16,6	73
41	12,7	10,7	12,5	14,0	17,5	15,2	7,6	3,8	6,0	32,6	19,8	119
42	8,0	12,2	14,4	12,5	20,2	15,5	8,5	5,0	3,7	32,7	14,0	52
43	16,7	15,0	18,0	16,5	14,6	10,0	4,5	2,2	2,5	19,2	8,3	21
44	14,6	8,6	11,4	17,0	18,7	16,1	7,3	3,3	3,0	29,7	9,9	30
45	15,7	11,7	11,4	12,7	16,6	14,0	9,4	5,3	3,2	31,9	8,8	28
46	0	0	0,3	0,8	1,1	5,8	30,0	40,0	22,0	97,8	—	—
47	12,8	10,0	11,7	13,2	19,4	13,5	7,7	4,7	7,0	32,9	43,2	302
48	16,6	11,6	12,3	10,7	17,5	11,8	7,5	4,8	7,2	31,3	42,3	304
49	15,6	12,0	14,3	11,8	18,2	11,3	6,5	4,4	5,9	28,1	41,6	245

Tab. I. Mineraljordens mekaniska sammansättning och basmineralindex.

Die mechanische Zusammensetzung und Basenmineralindex der Mineralerde (forts.).

Prov- yta Probe- fläche	Grov- grus	Fin- grus	Grov- sand	Mel- lan- sand	Grov- mo	Fin- mo	Grov- mjåla	Fin- mjåla	Ler	Fin- jord	Bas- mine- ralin- dex	Red. bas- mine- ralin- dex
	20—6 mm	6—2 mm	2—0,6 mm	0,6— 0,2 mm	0,2— 0,06 mm	0,06— 0,02 mm	0,02— 0,006 mm	0,006— 0,002 mm	< 0,002 mm	< 0,06 mm	Basen- mineral- index	Redu- zierter Basen- mineral- index
N:r	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
50	11,6	12,9	18,3	20,5	19,0	7,7	4,6	2,5	2,9	17,7	8,3	24
51	11,1	9,2	12,9	14,0	22,6	17,1	6,6	3,1	3,4	30,2	11,0	38
52	5,2	10,4	13,5	18,2	17,8	22,1	5,2	4,1	3,5	34,9	7,4	26
53	3,8	4,5	8,5	21,3	31,5	19,3	6,4	2,0	2,7	30,4	14,8	40
54	14,2	9,9	10,7	18,9	19,7	16,1	5,2	2,0	3,3	26,6	18,6	61
55	25,6	10,9	8,3	20,0	16,6	11,0	4,2	1,5	1,9	18,6	16,4	31
56	8,7	10,0	12,5	17,4	19,3	17,3	7,4	3,7	3,7	32,1	15,6	58
57	20,3	17,5	15,1	16,4	13,2	8,1	3,8	2,4	3,2	17,5	13,3	43
58	14,4	15,5	13,1	18,6	15,0	14,4	4,8	1,6	2,6	23,4	15,8	41
59	16,9	10,5	12,4	19,9	14,1	15,5	3,7	3,0	4,0	26,2	14,0	56
60	10,8	9,1	12,4	19,2	18,3	15,1	7,8	3,9	3,4	30,2	13,3	45
61	15,1	14,4	13,3	20,3	12,5	12,5	6,0	2,9	3,0	24,4	12,4	37
62	13,7	11,5	8,6	18,5	14,4	14,6	8,7	5,0	5,0	33,3	15,3	77
63	22,7	21,8	11,7	14,9	11,5	9,2	3,7	2,0	2,5	17,4	14,3	36
64	16,0	16,2	13,1	19,3	12,9	10,8	5,6	2,8	3,3	22,5	11,8	39
65	17,7	13,3	10,6	18,0	13,2	13,8	6,4	3,2	3,8	27,2	16,4	62
66	9,8	12,6	15,2	19,2	16,1	13,8	6,9	2,7	3,7	27,1	11,8	44
67	9,8	6,0	10,2	23,3	20,6	14,7	8,0	3,9	3,5	30,1	22,1	77
68	3,9	5,3	10,2	25,8	20,6	16,8	9,2	4,2	4,0	34,2	19,4	77
69	4,1	6,2	10,0	28,3	17,0	16,3	9,1	4,2	4,8	34,4	19,0	91
70	8,2	10,1	13,9	18,1	19,4	14,2	8,4	4,3	3,4	30,3	16,7	57
71	6,5	6,6	12,5	26,8	21,2	16,7	5,0	1,8	2,9	26,4	15,8	46
72	9,2	11,1	9,7	24,5	14,6	18,6	6,2	2,4	3,7	30,9	22,0	82
73	8,9	9,5	11,3	26,1	17,1	15,7	5,5	3,0	2,9	27,1	23,3	68
74	19,1	20,8	17,5	20,9	8,9	7,0	2,8	1,3	1,7	12,8	32,6	55
75	10,7	13,5	15,4	21,8	17,7	11,3	4,6	2,5	2,5	20,9	28,0	70
76	10,7	14,5	13,4	25,3	14,2	11,4	4,9	2,0	3,6	21,9	25,1	90
77	12,3	12,0	8,9	22,7	21,7	13,8	4,4	1,3	2,9	22,4	23,7	69
78	3,8	7,5	10,0	24,4	21,6	17,5	8,0	3,4	3,8	32,7	23,3	89
79	4,9	5,4	9,9	24,8	22,3	14,0	9,9	3,5	5,3	32,7	18,8	100
80	6,1	9,4	11,5	20,6	16,3	20,2	8,4	3,5	4,0	36,1	15,4	61
81	6,0	14,3	10,4	17,7	17,4	17,9	8,2	4,0	4,1	34,2	14,4	59
82	10,2	11,6	9,9	18,8	20,6	17,0	5,6	2,3	4,0	28,9	15,8	63
83	7,8	7,5	10,3	28,7	21,2	14,8	4,9	1,6	3,2	24,5	11,3	36
84	7,3	5,7	7,8	14,3	26,1	25,0	7,8	3,0	3,0	38,8	12,9	39
85	4,6	9,0	11,0	21,4	23,7	20,1	4,2	1,7	4,3	30,3	15,6	67
86	4,8	5,4	8,5	19,7	24,3	23,5	7,7	3,0	3,1	37,3	13,5	42
87	6,2	5,9	7,6	19,7	21,0	23,4	8,4	3,3	4,5	39,6	18,5	83
88	4,5	5,3	8,9	29,6	26,6	14,0	5,0	2,5	3,6	25,1	18,0	65
89	0,7	3,1	8,6	38,2	31,2	10,5	2,9	2,5	2,3	18,2	16,4	38
90	31,1	20,4	16,2	15,8	4,6	4,7	2,8	1,8	2,6	11,9	23,4	61
91	31,1	26,7	15,7	11,4	3,9	4,8	2,6	1,6	2,2	11,2	27,5	60
92	6,7	8,6	10,6	25,9	12,7	18,5	8,6	4,2	4,2	35,5	19,4	82
93	11,8	9,9	13,1	22,8	13,1	16,0	6,6	3,2	3,5	29,3	10,3	36
94	10,5	10,0	12,5	21,8	15,5	15,7	7,4	3,3	3,3	29,7	10,0	33
95	5,2	5,7	8,1	20,3	14,3	26,0	13,2	5,0	2,2	46,4	11,0	24
96	5,9	5,3	8,3	14,5	15,1	29,8	14,8	4,4	1,9	50,9	11,1	21
97	10,6	7,5	11,1	20,6	14,4	19,5	9,7	3,3	3,3	35,8	11,0	36

Tab. I. Mineraljordens mekaniska sammansättning och basmineralindex.  
Die mechanische Zusammensetzung und Basenmineralindex der Mineralerde (forts.).

Prov- yta Probe- fläche	Grov- grus	Fin- grus	Grov- sand	Mel- lan- sand	Grov- mo	Fin- mo	Grov- mjåla	Fin- mjåla	Ler	Fin- jord	Bas- mine- ralin- dex	Red. bas- mine- ralin- dex
	20—6	6—2	2—0,6	0,6— 0,2	0,2— 0,06	0,06— 0,02	0,02— 0,006	0,006— 0,002	< 0,002	< 0,06	Basen- mineral- index	Redu- zierter Basen- mineral- index
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm		
N:r	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
98	10,8	10,2	11,1	19,3	16,4	17,1	8,7	3,6	2,8	32,2	12,7	36
99	9,5	8,2	9,6	18,6	17,6	19,4	10,1	4,4	2,6	36,5	11,7	30
100	11,6	8,7	10,9	19,8	16,7	17,7	8,9	3,4	2,3	32,3	10,1	23
101	9,7	9,7	12,9	21,4	12,2	16,9	9,5	4,2	3,5	34,1	16,4	58
102	10,6	12,7	14,0	20,9	11,4	14,8	8,4	4,1	3,1	30,4	17,6	54
103	12,5	10,5	11,3	14,6	14,6	15,3	9,3	4,9	7,0	36,5	17,4	122
104	19,9	24,9	31,4	12,4	2,5	2,6	2,9	1,6	1,8	8,9	24,1	43
105	19,3	10,9	17,4	26,5	8,6	7,9	4,3	2,4	2,7	17,3	16,8	45
106	10,6	9,3	11,0	22,9	13,2	15,5	9,2	4,9	3,4	33,0	17,4	59
107	12,4	10,6	11,1	21,0	14,8	16,0	7,7	3,2	3,2	30,1	14,0	45
108	5,7	9,4	11,1	28,4	19,3	15,1	5,6	2,5	2,9	26,1	12,2	35
110	11,0	10,3	12,1	19,5	14,3	18,9	7,4	3,0	3,5	32,8	11,1	39
111	7,6	17,0	37,0	27,3	3,6	2,4	1,5	0,5	3,1	7,5	10,5	33
112	12,3	12,3	13,3	20,0	12,3	17,3	7,3	2,3	2,9	29,8	9,2	27
113	11,6	11,4	13,1	22,3	11,8	18,8	5,9	2,0	3,1	29,8	10,4	32
114	8,8	10,6	14,5	21,6	14,9	13,2	8,5	3,9	4,0	29,6	11,5	46
115	17,0	14,0	10,7	19,2	12,0	15,2	6,1	2,8	3,0	27,1	12,5	37
116	8,5	11,8	13,8	19,0	15,0	16,3	7,5	4,0	4,1	31,9	12,2	50
117	11,4	14,3	12,8	13,9	17,6	16,1	6,5	3,3	4,1	30,0	11,5	47
118	10,0	10,8	10,3	19,1	17,3	14,9	8,4	4,7	4,5	32,5	8,0	36
119	11,7	11,1	14,4	18,7	16,3	12,5	7,1	4,5	3,7	27,8	9,6	35
120	12,5	18,1	16,7	16,2	14,7	10,2	5,4	3,1	3,1	21,8	8,4	26
121	11,4	11,6	13,4	18,9	13,6	14,2	8,4	4,3	4,2	31,1	16,1	67
122	11,9	16,0	15,1	20,3	10,5	10,8	6,6	4,5	4,3	26,2	17,9	77
123	9,7	10,8	10,2	16,7	11,6	18,5	12,6	5,8	4,1	41,0	17,0	70
124	8,8	8,1	9,6	18,9	12,0	19,3	13,1	5,7	4,5	42,6	16,2	73
125	8,6	9,2	11,9	14,3	15,7	17,1	12,3	6,4	4,5	40,3	16,0	72
126	23,6	9,1	9,1	16,6	12,8	12,8	6,3	4,8	4,9	28,8	9,9	48
127	13,0	11,4	12,8	18,5	15,2	14,8	7,2	3,8	3,3	29,1	13,3	44
128	20,8	13,0	9,8	16,6	9,0	12,5	10,2	5,4	2,7	30,8	14,0	38
129	17,8	10,1	11,1	19,0	10,7	12,9	10,7	5,6	2,1	31,3	10,9	23
130	21,6	17,0	14,7	15,5	6,6	9,6	5,9	3,6	5,5	24,6	31,7	174
131	19,1	20,4	17,5	15,4	7,4	8,2	5,3	3,0	3,7	20,2	30,0	111
132	11,9	10,4	14,6	30,4	15,9	8,8	3,8	1,7	2,5	16,8	23,6	59
133	21,0	16,8	15,6	16,1	9,1	10,4	4,9	2,4	3,7	21,4	13,4	50
134	18,1	18,8	16,2	15,8	8,2	10,0	5,3	4,0	3,6	22,9	21,7	78
135	11,7	15,7	14,6	18,6	12,1	13,7	5,7	3,1	4,8	27,3	14,6	70
136	14,0	14,7	13,6	18,7	12,0	13,1	6,3	3,3	4,3	27,0	13,2	57
137	15,6	22,9	10,2	13,2	8,5	10,7	7,9	5,1	5,9	29,6	18,4	109
138	13,9	21,4	12,6	13,7	9,6	10,5	6,5	5,0	6,8	28,8	19,7	134
139	21,0	21,4	20,3	11,7	6,7	6,2	4,1	3,9	4,7	18,9	14,5	68
140	17,8	15,8	15,2	16,3	9,4	13,3	5,9	2,5	3,8	25,5	11,8	45
141	12,4	12,4	10,0	13,3	14,2	15,7	10,5	5,6	5,9	37,7	36,0	212
142	20,9	18,7	12,7	16,7	14,6	5,0	4,3	4,1	3,0	16,4	36,4	109
143	16,3	15,2	15,2	17,9	13,6	10,7	5,1	2,8	3,2	21,8	31,1	100
144	10,3	11,6	15,5	24,2	16,5	12,1	4,0	2,0	2,8	20,9	29,5	83
145	1,9	8,0	30,9	47,1	8,2	1,5	0,9	0,5	1,0	3,9	33,6	34
146	6,7	10,6	12,5	19,0	22,0	17,1	6,7	2,8	2,6	29,2	28,8	75

Tab. I. Mineraljordens mekaniska sammansättning och basmineralindex.  
Die mechanische Zusammensetzung und Basenmineralindex der Mineralerde.

Prov- yta Probe- fläche	Grov- grus	Fin- grus	Grov- sand	Mel- lan- sand	Grov- mo	Fin- mo	Grov- mjåla	Fin- mjåla	Ler	Fin- jord	Bas- mine- ralin- dex	Red. bas- mine- ralin- dex
	20—6 mm	6—2 mm	2—0,6 mm	0,6— 0,2 mm	0,2— 0,06 mm	0,06— 0,02 mm	0,02— 0,006 mm	0,006— 0,002 mm	< 0,002 mm	< 0,06 mm	Basen- mineral- index	Redu- zierter Basen- mineral- index
N:r	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%		
147	2,6	12,2	16,4	8,6	21,4	22,9	10,6	3,1	2,2	38,8	26,2	58
148	2,0	4,5	7,4	16,5	23,3	25,5	11,7	5,2	3,9	46,3	31,0	121
149	6,1	8,3	9,2	16,9	17,9	17,3	11,3	6,4	6,6	41,6	31,8	210
150	6,2	7,7	8,6	13,3	17,5	19,4	11,9	8,7	6,7	46,7	34,0	228
151	15,6	19,9	10,6	13,9	10,8	11,7	6,5	4,2	6,8	29,2	39,0	265
152	25,3	22,8	8,5	10,8	8,8	9,5	5,2	3,3	5,8	23,8	38,3	222
153	14,6	13,6	12,5	17,0	11,2	10,9	7,6	5,9	6,7	31,1	28,4	190
154	1,3	8,3	7,0	13,7	12,0	19,2	13,2	8,8	16,5	57,7	35,9	593
155	19,8	21,7	7,3	9,9	5,4	8,6	8,5	7,4	11,4	35,9	48,2	550
156	19,1	19,9	5,8	12,2	7,2	10,7	8,7	6,6	9,8	35,8	32,9	322
157	20,8	15,9	8,8	9,0	6,1	8,8	8,5	8,8	13,3	39,4	63,7	847

Tab. II. Beskrivning av provytans belägenhet och ståndort

Prov- yta  n:r	B e l ä g e n h e t			Bredd- grad i grader	Höjd över havet i m	Skogs- typs- be- teck- ning  (se s. 15)	Hu- mus- täck- kets	Blek- jor- dens
	L ä n	Revir eller ägare	Skogens namn <sup>1</sup>					
	8	tjocklek i cm	9					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Västernorrlands		Stöde kbh.	62,4	305	2I	5	6
2	»	Trävaruaktiebolaget Svartvik	Lillmörtsjöskogen	62,4	430	3I	8	5
3	»	»	»	62,4	435	3I	7	6
4	»	Junsele	Bergs krp.	64,0	400	4I	7	8
5	»	»	»	64,0	405	2I	7	9
6	»	»	Edsta krp.	63,7	322	2I	9	10
7	»	»	»	63,7	352	2I	8	9
8	»	»	Smedsböle krp.	63,8	230	32	12	—
9	»	»	»	63,8	214	22	15	—
10	»	Kramfors A.B.	Bosundsskogen	64,1	273	3I	6	8
11	»	Kungsgården—Marie- bergs A.B.	Valåskogen	64,2	335	2I	5	6
12	»	»	»	64,1	310	2I	7	9
13	Västerbottens..	Doroteå	Låitavaara krp.	64,5	460	22	8	11
14	» ..	»	»	64,5	465	2I	6	15
15	» ..	»	»	64,5	470	12	8	—
16	» ..	»	»	64,5	475	2I	5	12
17	» ..	»	»	64,5	475	3I	7	14
18	» ..	Kramfors A.B.	Granberget	64,7	505	22	6	13
19	» ..	»	»	64,7	505	22	6	12
20	» ..	»	»	64,7	505	12	5	—
21	» ..	»	»	64,7	500	22	6	14
22	» ..	»	»	64,8	605	22	5	14
23	» ..	Vilhelmina	Aronsjökullarnas krp.	64,7	460	4I	5	6
24	» ..	»	»	64,7	450	3I	5	7
25	» ..	»	Torvsjöåns krp.	64,5	390	2I	7	6
26	» ..	»	»	64,5	380	3I	7	11
27	» ..	Västra Stensele	Rönnlidens krp.	65,2	450	4I	7	9
28	» ..	»	»	65,2	445	4I	8	7
29	» ..	»	»	65,1	435	4I	6	7
30	» ..	»	»	65,3	360	4I	11	11
31	» ..	»	»	65,2	445	3I	6	6
32	» ..	»	»	65,0	515	2I	9	7
33	» ..	»	»	65,1	550	2I	4	6
34	» ..	Hem.-äg. O. Israelsson	Skarvsjö fåbodar	64,9	570	4I	6	8
35	» ..	Holmsunds A.B.	Hem. Granhöjden	64,6	400	3I	5	8
36	» ..	Blåvikens	Säters krp.	64,6	400	3I	6	9
37	» ..	Örå	Örålandets krp.	64,3	330	22	10	—
38	» ..	»	»	64,3	365	32	7	10
39	» ..	Mo och Domsjö A.B.	Flakaträskskogen	64,3	360	5I	5	7
40	» ..	»	Hornmyrskogen	64,4	430	4I	5	8
41	» ..	»	»	64,4	380	22	8	22
42	» ..	Åsele	Almselelandets krp.	64,3	465	52	4	9
43	» ..	Hem.-äg. J. Jonsson	Storlögda hem.-skog	64,1	330	52	6	7

<sup>1</sup> Förkortningar: krp. = kronopark, kbh. = kyrkoherdeboställe.

samt beståndets och provträdens egenskaper.

Sista huggningen år <sup>2</sup>	Beståndet före huggningen		Huggningsprocent		Medeltalsuppgifter för de stående provträden							
	Stamantal	Grundyta under bark m <sup>2</sup>	Stamantal	Grundyta	Brösthöjdsålder	Hushållsålder (se s. 40)	Höjd över mark	Brösthöjdsdiameter under bark	Genomsnittlig årsringbredd		Genomsnittlig höstvedsprocent	
									10 års perioden före huggningen mm	15 års perioden efter huggningen mm	10 års perioden före huggningen %	15 års perioden efter huggningen %
	per hektar				vid huggningen							
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1918	1 854	38,7	0	0	91	72	18,3	19,8	0,70	0,58	15,7	17,7
1918	2 575	20,6	46,4	30,3	61	48	10,3	11,5	0,44	0,46	17,6	18,9
1922	3 773	25,2	0	0	54	44	11,0	12,5	0,54	0,42	15,9	17,2
1917	1 150	12,7	4,3	8,5	80	47	12,4	15,7	0,98	0,77	17,3	18,9
1917	1 958	25,5	3,0	8,9	107	82	13,7	15,8	0,73	0,64	18,8	20,4
1900	1 231	25,4	20,0	65,7	83	57	9,7	11,7	0,73	1,25	16,9	16,8
1900	1 271	33,9	26,2	58,4	131	110	16,0	19,5	0,63	0,82	17,4	19,5
1920	1 775	34,2	27,5	61,6	160	119	14,8	16,9	0,68	0,61	20,6	23,9
1920	1 094	37,8	43,0	68,8	143	90	11,7	13,0	0,79	1,04	17,2	17,7
1923	7 850	24,3	88,5	64,4	69	46	11,0	11,5	0,86	1,37	15,3	19,5
1922	2 000	34,1	0	0	104	86	16,8	16,8	0,47	0,39	17,8	18,2
1924	3 200	36,6	72,7	57,2	102	82	15,8	16,6	0,71	1,17	16,1	19,2
1908	757	18,5	32,5	58,9	106	75	10,2	14,0	0,80	1,04	12,7	15,4
1908	848	16,7	17,0	40,0	123	87	11,8	14,9	0,73	0,83	13,0	14,1
1908	987	31,3	39,4	66,4	136	98	13,9	17,6	0,72	1,07	14,2	18,6
1910	1 067	29,6	14,6	32,8	81	65	14,7	18,2	0,74	0,75	14,6	16,8
1912	667	17,9	28,0	43,2	101	87	15,2	21,5	0,49	0,67	17,0	18,4
1914	1 116	13,6	11,6	36,1	95	66	11,3	16,0	0,81	1,08	14,2	16,2
1914	723	12,6	19,6	49,8	133	87	10,7	15,2	0,52	0,86	16,6	17,5
1914	1 022	30,9	28,0	68,4	94	69	11,1	16,1	0,95	1,48	13,5	15,8
1914	723	13,2	10,5	23,5	92	64	12,1	17,3	0,89	0,85	11,9	15,7
1914	584	31,4	0	0	151	125	14,7	27,4	0,90	1,00	13,2	12,8
1921	2 256	21,1	44,5	50,5	119	95	12,3	14,8	0,38	0,56	17,5	16,0
1921	648	25,5	0	0	178	149	17,8	22,7	0,53	0,46	14,4	15,0
1921	1 634	16,8	0	0	93	78	18,4	22,1	0,98	0,76	15,1	16,4
1921	1 315	26,6	46,2	35,6	124	107	19,6	23,7	0,72	0,77	15,2	16,9
1921	1 309	26,4	0	0	178	147	15,8	17,8	0,34	0,33	19,3	19,4
1921	1 025	20,0	31,8	55,7	191	151	14,3	17,0	0,44	0,61	19,0	18,8
1921	1 002	17,4	39,6	55,2	163	131	13,6	16,5	0,46	0,71	16,9	16,3
1919	1 799	16,8	25,5	47,3	152	105	11,4	11,3	0,35	0,39	17,2	16,6
1923	1 288	22,0	22,4	43,7	156	124	14,1	17,7	0,47	0,73	15,2	17,8
1918	1 005	17,9	0	0	142	104	13,1	18,0	0,77	0,66	12,6	14,4
1918	483	12,5	17,6	56,1	72	47	10,0	14,9	1,12	1,43	12,7	15,0
1900	684	19,9	14,6	36,0	75	62	11,2	18,2	0,94	0,81	10,3	11,4
1922	934	19,5	0	0	145	118	15,8	21,5	0,89	0,77	15,9	18,4
1925	1 107	29,4	49,4	61,0	186	162	14,2	19,1	0,40	0,44	16,3	16,6
1924	1 630	23,0	12,4	45,8	108	78	13,8	16,5	0,76	0,57	16,0	16,3
1922	2 302	19,1	0	0	113	93	15,9	19,7	0,61	0,49	15,1	16,2
1924	2 058	17,5	26,7	52,2	114	85	12,2	14,1	0,62	0,58	15,5	18,2
1913	658	14,6	28,6	41,7	132	89	12,4	18,4	1,07	1,01	12,5	15,0
1913	692	13,6	25,0	81,2	111	88	13,1	17,8	0,74	0,93	14,0	15,3
1913	890	24,1	27,9	55,2	158	130	15,5	18,2	0,35	0,39	16,0	16,1
1924	1 292	21,4	25,8	64,3	95	75	13,2	15,7	0,61	0,48	13,5	16,9

<sup>2</sup> För orörda ytor anges motsvarande år för tillväxtobservationerna.

Tab. II. Beskrivning av provytans belägenhet och ståndort

Prov- yta  n:r	Belägenhet			Bredd- grad i grader	Höjd över havet i m	Skogs- typs- be- teck- ning  (se s. 15)	Hu- mus- täc- kets	Blek- jor- dens
	L ä n	Revir eller ägare	Skogens namn <sup>1</sup>					
	1	2	3				4	5
44	Västernorrlands	Hem.-äg. O. Kallin	Skalmsjö hem.-skog	63,5	290	3I	5	5
45	»	Hem.-äg. E. Vestman	Kalkällriset	63,5	195	2I	8	—
46	»	»	Åvattnet	63,5	128	4I	6	—
47	Västerbottens..	Västra Stensele	Rönnlidens krp.	65,0	522	3I	9	5
48	» ..	»	»	65,0	522	1I	13	4
49	» ..	»	»	65,0	548	12	12	—
50	Norrbottens ...	Södra Arvidsjaurs	Näverlidens krp.	65,4	403	4I	7	8
51	» ...	»	»	65,4	378	4I	4	6
52	» ...	»	»	65,4	378	52	4	7
53	» ...	Malmesjaurs	Malmeslidens krp.	65,9	383	1I	7	7
54	» ...	»	»	65,9	396	1I	11	8
55	» ...	»	»	65,9	430	3I	10	6
56	» ...	Södra Arvidsjaurs	Ledfats krp.	65,5	488	4I	6	11
57	» ...	»	»	65,5	469	2I	10	7
58	» ...	»	»	65,5	488	52	5	9
59	» ...	»	»	65,5	487	2I	11	7
60	» ...	»	»	65,5	473	3I	6	10
61	» ...	»	»	65,5	454	4I	6	13
62	» ...	»	»	65,6	484	4I	7	5
63	» ...	»	Avavikens krp.	65,7	493	2I	9	6
64	» ...	»	»	65,7	530	3I	8	11
65	» ...	»	Krutbergens krp.	65,4	445	3I	5	14
66	» ...	»	»	65,4	452	2I	9	10
67	» ...	Storbackens	Sucksoive krp.	66,6	350	3I	6	7
68	» ...	»	»	66,6	350	3I	6	7
69	» ...	»	»	66,6	357	3I	7	7
70	» ...	Gällivare	Valtio krp.	67,1	253	52	9	10
71	» ...	»	»	67,1	271	52	7	5
72	» ...	Jukkasjärvi	Kurkiovaara krp.	67,5	394	52	6	6
73	» ...	»	»	67,5	398	52	5	6
74	» ...	»	»	67,5	384	52	4	5
75	» ...	»	»	67,5	399	5I	5	5
76	» ...	Tärendö	Rissa krp.	67,4	256	4I	10	8
77	» ...	»	»	67,4	256	4I	9	7
78	» ...	»	»	67,4	295	4I	9	8
79	» ...	»	»	67,4	293	62	16	7
80	» ...	Korpilombolo	V. Limingöjärvi krp.	66,8	169	5I	4	6
81	» ...	»	»	66,8	171	4I	5	8
82	» ...	Tärendö	Rissa krp.	66,9	267	4I	6	6
83	» ...	»	»	66,9	269	52	5	7
84	» ...	»	»	66,9	264	4I	8	6
85	» ...	»	»	66,9	249	42	8	12
86	» ...	»	»	66,9	268	5I	5	6
87	» ...	Torneå	Övertorneå krp.	66,7	229	3I	8	7
88	» ...	»	»	66,7	220	3I	8	7

<sup>1</sup> Förkortningar: krp. = kronopark, kbh. = kyrkoherdeboställe.



samt beståndets och provträdens egenskaper (forts.).

Sista huggningen år <sup>2</sup>	Beståndet före huggningen		Huggningsprocent		Medeltalsuppgifter för de stående provträden							
	Stamantal	Grundyta under bark m <sup>2</sup>	Stamantal	Grundyta	Brösthöjdsålder	Hushållsålder (se s. 40)	Höjd över mark	Brösthöjdsdiameter under bark	Genomsnittlig årsringsbredd		Genomsnittlig höstvedsprocent	
									10 års perioden före huggningen	15 års perioden efter huggningen	10 års perioden före huggningen	15 års perioden efter huggningen
	per hektar				vid huggningen				mm	mm	%	%
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1917	1 706	22,6	22,1	43,1	93	72	12,2	14,5	0,81	0,97	15,5	15,8
1920	2 584	26,8	55,9	60,0	84	63	12,9	14,7	1,04	0,79	12,9	14,1
1920	2 246	22,2	29,7	67,4	73	53	12,8	14,5	0,92	1,10	12,6	16,4
1926	667	15,7	22,9	55,8	130	101	13,1	17,9	0,94	1,42	14,7	16,1
1926	740	22,5	41,1	70,0	148	109	12,0	15,8	0,68	1,33	16,2	18,6
1926	559	23,8	11,5	23,1	134	99	15,3	26,0	1,14	1,32	16,6	15,1
1910	1 509	20,5	0	0	186	161	12,5	14,6	0,26	0,27	19,4	16,4
1910	875	19,9	40,4	62,9	166	135	12,4	15,6	0,38	0,56	16,4	18,9
1910	768	16,0	27,0	50,4	182	157	15,0	17,6	0,34	0,46	19,0	19,0
1908	1 000	23,1	18,4	38,1	215	169	15,6	18,8	0,44	0,66	18,0	21,2
1908	878	25,2	44,9	72,3	224	186	14,1	15,6	0,37	1,16	18,7	14,9
1908	927	25,9	27,1	51,1	199	129	10,9	15,0	0,46	0,65	16,2	18,2
1913	1 418	19,1	18,6	34,5	103	84	13,4	18,3	0,51	0,66	18,1	18,8
1913	1 195	29,6	22,4	61,5	67	51	11,4	16,2	0,98	1,27	11,4	13,3
1913	1 162	23,4	23,3	31,4	164	138	12,8	17,6	0,32	0,32	17,5	19,0
1912	864	18,0	24,1	54,4	126	95	12,9	18,7	0,87	1,51	13,9	13,7
1912	936	19,0	28,9	59,7	101	75	11,7	15,9	0,65	1,03	11,6	13,8
1912	714	11,1	16,7	41,9	121	87	11,4	16,8	0,69	0,84	12,7	15,0
1914	962	27,7	34,1	58,3	166	130	10,8	15,6	0,39	0,47	16,2	17,7
1920	1 074	31,0	35,7	27,6	242	209	17,1	24,7	0,45	0,42	17,8	17,3
1917	808	26,1	0	0	198	159	16,5	21,4	0,49	0,48	16,4	18,3
1912	1 310	25,1	27,6	45,4	74	58	12,5	18,0	0,93	1,11	10,7	13,0
1912	1 357	23,4	36,8	58,4	77	54	11,6	15,2	1,06	1,41	11,5	10,6
1908	779	18,7	8,3	18,1	140	117	13,8	19,5	0,45	0,49	14,8	15,5
1908	433	16,7	26,9	47,8	159	132	12,9	20,3	0,62	0,75	13,3	14,2
1908	1 025	26,5	22,2	29,3	166	142	14,8	20,4	0,41	0,46	13,6	15,3
1925	1 494	15,7	0	0	207	188	15,5	22,5	0,28	0,23	20,4	20,9
1925	571	11,7	34,0	63,8	183	142	14,2	17,8	0,51	0,69	14,2	13,0
1909	409	12,3	19,4	47,9	125	104	12,5	19,2	0,46	0,60	16,1	16,5
1909	660	13,5	6,6	22,1	106	87	13,2	19,7	0,65	0,49	15,7	19,8
1922	552	12,3	20,3	51,8	118	98	13,1	19,1	0,55	0,62	14,6	14,1
1922	500	10,9	18,6	41,9	120	97	13,4	20,9	0,60	0,67	18,1	14,8
1924	1 323	27,1	24,0	45,0	206	167	14,4	16,7	0,34	0,33	17,4	18,1
1924	1 933	37,7	39,1	43,7	233	194	15,8	17,4	0,21	0,23	23,7	21,7
1924	1 732	25,0	15,9	27,0	127	103	13,2	16,7	0,41	0,33	18,9	20,3
1924	1 016	17,3	26,3	37,4	143	117	11,8	16,1	0,38	0,29	19,9	22,8
1913	884	14,9	17,8	53,4	140	110	12,7	15,5	0,45	0,51	18,7	20,3
1913	632	18,6	24,1	58,3	148	119	14,3	18,9	0,42	0,61	22,0	21,1
1915	854	19,5	17,3	42,5	133	108	13,0	18,3	0,41	0,45	19,5	16,9
1915	833	15,5	15,4	49,4	146	120	11,8	16,9	0,36	0,50	18,7	16,4
1915	876	18,0	17,6	31,3	180	151	13,0	17,4	0,26	0,37	23,6	20,0
1915	833	17,4	21,2	50,1	156	118	11,4	16,4	0,53	0,63	14,7	14,5
1915	981	17,9	22,1	63,0	143	115	11,8	16,2	0,36	0,51	17,8	15,6
1909	575	19,5	19,2	55,1	146	120	13,7	19,8	0,48	0,55	21,9	21,9
1923	556	9,7	31,4	42,3	161	135	10,8	15,7	0,40	0,48	23,6	22,1

<sup>2</sup> För orörda ytor anges motsvarande år för tillväxtobservationerna.

Tab. II. Beskrivning av provytans belägenhet och ståndort

Prov- yta  n:r	Belägenhet			Bredd- grad i grader	Höjd över havet i m	Skogs- typs- be- teck- ning  (se s. 15)	Hu- mus- täck- kets	Blek- jords- dens
	L ä n	Revir eller ägare	Skogens namn <sup>1</sup>					
	8	tjocklek i cm	9					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
89	Norrbottens ...	Torneå	Övertorneå krp.	66,7	171	21	6	6
90	» ...	»	»	66,7	182	41	6	8
91	» ...	»	»	66,7	191	41	8	7
92	» ...	»	»	66,7	227	41	7	7
93	» ...	Råneå	Avafors krp.	66,4	267	41	10	11
94	» ...	»	»	66,4	260	41	9	11
95	» ...	Älvsby	Borgfors krp.	65,6	405	31	6	9
96	» ...	»	»	65,6	400	41	7	8
97	» ...	»	»	65,6	403	31	6	9
98	» ...	Vargiså	Ljustråsk krp.	65,8	370	11	9	8
99	» ...	»	»	65,8	398	21	10	9
100	» ...	»	»	65,8	409	12	9	15
101	Västerbottens ..	Jörns	Hundtjärnlidens krp.	65,1	312	31	8	8
102	» ..	»	»	65,1	310	31	7	6
103	» ..	»	»	65,1	310	62	12	10
104	» ..	Norsjö	Rökåhultens krp.	65,0	404	11	5	8
105	» ..	»	»	65,0	405	51	6	8
106	» ..	»	Kvammarlidens krp.	64,9	368	31	7	8
107	» ..	»	»	64,9	375	41	6	9
108	» ..	»	»	64,9	373	62	10	18
109	» ..	Degerfors	Svartbergets försöks- park	64,2	180	21	10	—
110	» ..	Bjurholms	Hästlidens krp.	64,1	358	41	9	8
111	» ..	»	»	64,1	354	41	10	9
112	» ..	»	»	64,1	354	41	9	8
113	» ..	»	»	64,1	357	52	10	8
114	» ..	Mo och Domsjö A.B.	Flakatråskskogen	64,3	423	41	5	8
115	» ..	»	»	64,3	417	32	10	19
116	» ..	»	»	64,3	431	22	8	11
117	» ..	»	»	64,3	425	41	7	9
118	Västernorrlands	Anundsjö	Rödvattnemarkens krp.	63,8	424	31	7	9
119	»	»	»	63,8	423	31	7	9
120	»	»	»	63,8	406	21	8	10
121	»	Junsele	Stuguvattenkälens krp.	63,9	382	21	9	10
122	»	»	»	63,9	384	21	9	10
123	»	Kramfors A.B.	Bosundsskogen	64,0	330	31	11	11
124	»	»	»	64,0	330	31	10	11
125	»	»	»	64,0	330	21	9	9
126	Gefleborgs.....	Hamra	Hamra krp.	61,7	514	32	200	—
127	» .....	»	»	61,7	556	21	8	7
128	» .....	»	»	61,7	532	41	7	6
129	» .....	»	»	61,7	529	21	8	10
130	» .....	»	»	61,8	528	11	9	12
131	» .....	»	»	61,8	534	41	8	10

<sup>1</sup> Förkortningar: krp. = kronopark, kbh. = kyrkoherdeboställe.

samt beståndets och provträdens egenskaper (forts.).

Sista huggningen år <sup>2</sup>	Beståndet före huggningen		Huggningsprocent		Medeltalsuppgifter för de stående provträden							
	Stamantal	Grundyta under bark m <sup>2</sup>	Stamantal	Grundyta	Brösthöjds- ålder	Hushålls- ålder (se s. 40)	Höjd över mark	Brösthöjds- dia- meter under bark	Genomsnittlig årsringsbredd		Genomsnittlig höstvedsprocent	
									10 års perioden före huggningen	15 års perioden efter huggningen	10 års perioden före huggningen	15 års perioden efter huggningen
	per hektar				vid huggningen				huggningen	huggningen	huggningen	huggningen
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1923	527	15,2	48,8	70,4	170	132	11,0	14,0	0,50	0,85	18,6	18,1
1923	714	13,1	19,4	43,5	182	153	12,1	16,6	0,44	0,45	18,6	18,3
1923	800	15,7	36,1	62,6	158	122	12,6	15,9	0,36	0,46	18,7	18,3
1923	1 308	17,3	0	0	183	156	13,0	17,8	0,34	0,30	20,0	23,2
1893	546	12,8	20,3	61,9	121	92	10,3	16,2	0,55	0,53	16,7	17,6
1893	719	13,3	16,2	54,6	125	93	10,4	16,5	0,72	0,66	14,7	16,8
1919	972	24,1	45,2	67,6	194	160	12,9	15,9	0,35	0,57	17,8	19,4
1919	1 221	22,3	0	0	197	166	14,1	18,7	0,36	0,27	15,6	17,2
1919	980	25,6	55,0	71,2	172	135	11,9	16,4	0,43	0,64	14,0	16,2
1911	714	14,2	22,9	53,7	159	122	13,2	17,8	0,40	0,63	17,6	18,9
1911	580	17,2	23,1	70,4	96	60	9,6	13,3	0,64	0,89	16,6	18,7
1911	723	24,5	51,2	86,9	90	65	9,4	12,2	0,74	1,36	13,9	14,5
1918	669	23,3	42,7	68,9	206	160	14,4	19,2	0,54	0,78	17,8	22,5
1918	915	20,5	35,3	73,4	162	119	10,2	14,0	0,56	0,81	15,8	19,0
1918	1 219	21,8	7,8	29,6	188	149	11,8	17,1	0,48	0,44	14,3	15,9
1919	1 044	27,1	68,4	82,0	68	54	9,6	13,9	1,12	1,50	14,4	15,8
1919	776	17,4	59,1	66,2	75	62	13,9	17,7	0,94	0,85	14,6	16,5
1910	702	16,7	37,3	70,2	103	62	10,2	14,8	1,04	1,27	12,1	16,2
1910	873	30,4	18,2	64,9	105	88	14,2	20,1	0,62	0,81	16,0	17,2
1910	1 442	15,7	25,0	69,4	94	64	8,0	12,2	0,87	0,99	12,3	15,0
1918	3 378	36,5	0	0	120	100	15,3	16,3	0,38	0,30	24,1	21,7
1912	897	18,7	30,4	75,6	135	113	12,6	16,8	0,54	0,72	18,6	19,9
1912	1 210	28,4	17,4	34,6	134	109	13,7	17,2	0,38	0,41	19,0	20,6
1912	891	18,7	15,9	45,5	122	98	13,9	16,2	0,45	0,65	19,7	20,2
1912	917	21,0	27,3	64,0	132	99	10,6	14,3	0,51	0,63	16,0	15,4
1912	1 404	17,1	28,0	51,5	103	80	11,5	14,8	0,46	0,53	17,2	17,6
1912	1 018	16,6	31,6	73,6	91	61	8,8	12,9	0,52	0,88	17,1	17,8
1912	993	21,9	28,0	61,6	94	75	13,2	19,8	0,79	0,99	16,0	18,5
1912	1 414	23,2	33,8	73,0	98	78	11,4	14,5	0,56	0,77	14,4	15,9
1924	947	15,1	40,0	62,1	94	73	10,8	14,4	0,65	0,88	16,3	16,6
1924	1 228	20,4	57,1	80,5	86	65	9,2	11,7	0,52	0,85	15,6	15,5
1924	1 593	22,2	50,8	79,1	103	78	10,1	12,3	0,43	0,99	16,8	18,0
1900	909	20,5	19,0	42,9	156	132	12,6	16,1	0,45	0,64	16,6	19,0
1900	809	25,0	48,5	43,5	163	146	16,7	21,2	0,37	0,54	15,0	15,0
1923	21 669	17,0	0	0	65	20	5,0	6,0	0,30	0,20	19,7	19,4
1923	24 669	21,0	89,8	72,1	73	29	5,9	6,5	0,43	0,75	14,3	13,4
1923	25 094	22,5	93,9	82,8	74	34	5,7	6,5	0,38	1,05	18,2	17,1
1922	646	36,7	26,3	54,9	179	128	17,2	23,8	1,15	1,20	18,8	16,9
1923	1 131	44,4	47,4	35,7	182	164	20,9	26,7	0,42	0,36	18,8	20,2
1922	1 435	42,8	51,6	41,3	219	198	18,4	21,9	0,24	0,24	20,9	21,1
1922	1 529	52,9	51,6	41,5	222	202	20,5	24,9	0,32	0,29	19,9	22,5
1912	1 371	39,9	45,8	40,7	191	174	20,2	23,6	0,26	0,34	20,4	20,3
1912	1 964	24,1	0	0	145	118	16,0	20,4	0,38	0,43	17,8	19,4

<sup>2</sup> För orördta ytor anges motsvarande år för tillväxtobservationerna.

Tab. II. Beskrivning av provytans belägenhet och ståndort

Prov- yta  n:r	Belägenhet			Bredd- grad i grader	Höjd över havet i m	Skogs- typs- be- teck- ning  (se s. 15)	Hu- mus- täck- ets	Blek- jor- dens
	Län	Revir eller ägare	Skogens namn <sup>1</sup>					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
132	Gefleborgs.....	Hamra	Hamra krp.	61,8	521	21	8	15
133	» .....	»	»	61,8	523	11	9	15
134	» .....	»	»	61,8	526	61	10	—
135	Jämtlands.....	Skönviks A.B.	Ansjöskogen	62,9	409	61	14	7
136	» .....	»	»	62,9	410	22	13	6
137	» .....	»	Stavre skog	62,8	298	21	8	—
138	» .....	»	»	62,8	302	11	9	—
139	Västernorrlands	Hem.-äg. G. Sillerström	Sillre hem.-skog	62,8	246	31	6	6
140	»	»	»	62,8	266	11	4	6
141	Västerbottens...	Kramfors A.B.	Skansholms byaskog	64,7	347	32	12	8
142	» ...	»	»	64,7	348	31	8	7
143	» ...	»	Latikbergs hem.-skog	64,6	473	41	8	9
144	» ...	»	»	64,6	462	11	7	8
145	» ...	»	»	64,6	451	52	9	8
146	» ...	»	»	64,6	445	42	9	8
147	» ...	»	»	64,6	443	42	9	—
148	» ...	»	Vallsjö skog	64,3	320	32	9	8
149	» ...	»	»	64,3	323	32	14	—
150	» ...	»	»	64,3	321	42	9	—
151	» ...	»	Tjälberget	64,4	493	42	11	12
152	» ...	»	»	64,4	492	42	10	—
153	» ...	»	Stavsjö skog	64,2	354	52	8	9
154	Jämtlands.....	Umfors A.B.	Flodalsbodarna	63,5	434	22	8	—
155	» .....	»	»	63,5	440	31	7	—
156	» .....	»	»	63,5	430	11	7	—
157	» .....	»	Offerdals kbh.	63,4	600	11	5	4

<sup>1</sup> Förkortningar: krp. = kronopark, kbh. = kyrkoherdeboställe.

## Übersetzung des schwedischen

Tab. II. Beschreibung der Lage und des Standorts der

Probe- fläche Nr.	L a g e			Brei- ten- grad	Höhe über dem Meer in m	Bezeich- nung des Wald- typs (s. S. 15)	Humus- decke	Bleich- erde	Die letzte Hauung im Jahre <sup>2)</sup>	Der Bestand vor der Hauung	
	Län	Revier oder Be- sitzer	Name des For- stes <sup>1)</sup>							Stamm- zahl	Grund- fläche ohne Rinde m <sup>2</sup>
										je ha	
			1) krp = Staatswald, kbh = Pfarrhof.								
									2) Für ungerührte Flächen sind entsprechende Zu- wachsbeobachtungen ange- geben.		

samt beståndets och provträdens egenskaper.

Sista huggningen år <sup>2</sup>	Beståndet före huggningen		Huggningsprocent		Medeltalsuppgifter för de stående provträden							
	Stamantal	Grundyta under bark m <sup>2</sup>	Stamantal	Grundyta	Brösthöjdsålder	Hushållsålder (se s. 40)	Höjd över mark	Brösthöjdsdiameter under bark	Genomsnittlig årsringsbredd		Genomsnittlig höstvedsprocent	
									10 års perioden före huggningen	15 års perioden efter huggningen	10 års perioden före huggningen	15 års perioden efter huggningen
	per hektar				vid huggningen				mm	mm	%	%
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1912	1 379	39,7	50,0	40,6	182	164	19,6	22,9	0,22	0,33	19,3	20,8
1912	1 434	32,2	39,0	36,1	177	154	17,8	20,4	0,32	0,38	16,0	17,5
1912	1 195	53,1	34,0	24,6	193	176	22,2	26,7	0,30	0,33	19,0	20,4
1913	1 467	22,0	43,2	60,8	103	81	11,7	15,4	1,08	0,96	18,4	16,6
1913	1 574	31,1	47,4	71,4	101	69	10,1	14,1	1,08	1,10	17,3	17,6
1923	2 355	53,2	53,8	45,0	107	95	20,8	21,7	0,53	0,65	18,4	19,0
1923	1 808	39,7	31,9	26,1	86	75	19,1	22,4	0,91	0,74	18,7	18,9
1924	2 154	37,7	31,4	62,0	101	86	16,2	15,9	0,41	0,75	20,7	24,1
1924	1 743	44,1	44,3	70,6	111	96	16,0	16,7	0,43	1,26	17,9	23,2
1926	1 739	19,0	48,7	44,8	93	73	12,0	14,8	0,65	0,88	17,9	20,2
1926	1 511	22,5	39,5	51,5	94	69	13,9	15,8	0,77	1,28	15,2	16,2
1921	824	22,1	17,2	35,0	105	89	14,6	19,6	0,60	0,53	13,2	14,5
1921	1 485	23,1	16,3	46,4	111	92	15,1	17,8	0,60	0,64	16,9	15,7
1921	1 283	12,2	8,3	36,2	94	69	10,2	13,8	0,55	0,63	15,9	16,2
1921	994	18,4	16,7	55,7	93	74	10,6	13,9	0,72	0,64	18,4	18,5
1921	1 630	14,4	20,0	60,0	95	59	9,6	11,1	0,68	0,75	18,0	19,8
1919	1 494	21,0	63,2	85,4	106	54	8,8	10,8	0,78	1,51	17,0	20,7
1919	1 010	17,9	50,0	57,2	119	89	13,8	15,6	0,58	0,96	18,0	21,6
1919	590	14,7	36,4	53,3	112	92	15,3	19,3	0,60	0,69	17,1	17,5
1906	790	20,3	33,3	71,1	131	97	10,8	17,0	0,69	1,11	11,8	15,0
1906	650	19,0	33,3	58,6	151	123	12,3	17,6	0,41	0,60	15,0	16,0
1913	1 621	15,9	18,1	65,5	127	98	10,9	13,0	0,44	0,59	12,9	15,4
1925	1 701	25,9	56,8	79,7	97	66	10,4	11,9	0,66	1,25	15,6	19,7
1925	4 478	38,5	24,8	43,0	127	96	12,2	13,7	0,39	0,44	13,8	16,2
1925	1 917	28,6	56,5	73,1	157	125	13,8	15,4	0,54	1,06	14,4	18,0
1914	932	41,8	0	70,1	209	184	17,3	28,4	0,58	0,53	14,4	15,7

<sup>2</sup> För orörda ytor anges motsvarande år för tillväxtobservationerna.

Tabellentextes zu der Tabelle II.

Probefläche sowie der Eigenschaften des Bestandes und der Probebäume.

Hauungsprozent		Mittlere Angaben für stehende Probebäume										
		Brusthöhenalter	Betriebsalter	Höhe über dem Boden	Brusthöhen-durchmesser	Durchschnittliche Jahrringsbreite		Durchschnittliches Spätholzprozent				
Stammzahl	Grundfläche	bei der Hauung				Die 10-jährige Periode vor der Hauung	Die 15-jährige Periode nach der Hauung	Die 10-jährige Periode vor der Hauung	Die 15-jährige Periode nach der Hauung			
		Jahre	Jahre	m	cm							

## ZUSAMMENFASSUNG.

### Die Reaktionsfähigkeit des alten norrländischen Fichtenwaldes nach Durchhauung.

#### Einleitung.

Zu den aktuellen Problemen der norrländischen Forstwirtschaft gehört die Abwicklung und Verjüngung des alten Fichtenwaldes. Die Frage umfasst drei Teilprobleme:

1. die Art und Weise der einzelnen Bäume und Bestände, unter verschiedenen Bedingungen auf verschieden ausgeführte Durchhauungen zu reagieren;
2. die Erzielung von Nachwuchs nach derartigen Durchhauungen;
3. die Erzielung von Nachwuchs nach Kahlhieb.

Die vorliegende Untersuchung beschränkt sich auf die erstgenannte Frage und bildet eine der Untersuchungen der Forstlichen Versuchsanstalt über die Probleme der norrländischen Waldpflege.

Bei jeder Abwicklung alten Waldes kehrt ständig die Frage wieder: wie wird dieser Bestand, dieser Baum wachsen, wenn er ungestört fortleben darf, und wie, wenn dieser oder jener Eingriff vorgenommen wird. Auf Grund des Urteils, zu dem man in diesen Fragen kommt, wird dann die Behandlung gewählt, die mit Rücksicht auf das für die Forstwirtschaft aufgestellte Ziel am vorteilhaftesten ist. Grundlegend für diese Wahl ist demnach die Kenntnis von den biologisch als möglich sich bietenden Alternativen.

Bei der Aufstellung eines klaren und zielbewusst zu verfolgenden Programms für die Abwicklung des alten Fichtenwaldes in Norrland spielen ausser rein forst- und betriebswirtschaftlichen Aspekten auch allgemeine Rationierungsgesichtspunkte eine bedeutsame Rolle. Aus den vorläufigen Berichten über die im Gange befindliche Reichswaldabschätzung geht hervor, dass wir bereits in einer Periode beträchtlichen Rückgangs der Holzvorräte stehen, eine Entwicklung, die ernste industrielle und soziale Probleme in sich schliesst. Hierzu kommt, dass grosse Areale von alten Kahlschlagflächen mit unbefriedigender Verjüngung vorhanden sind, so dass eine Abneigung dagegen besteht, neue Kahlschläge anzulegen, bevor die alten instand gesetzt sind. Diese beiden Gesichtspunkte lassen Durchhauungen als die geeignete Massnahme erscheinen.

#### Das Material.

Infolge der rasch vor sich gehenden Abwicklung der alten Fichtenwälder in Norrland muss eine Arbeit, die hier zur Orientierung dienen will, den Charakter einer Schnelluntersuchung erhalten. Die vorliegende Untersuchung gründet sich daher auf ein Studium des Zuwachses nach älteren, im praktischen Forstbetrieb ausgeführten Hauungen.

Es wurden hierzu Bestände gewählt, in denen der letzte Abtrieb vor mindestens 15 Jahren vorgenommen worden war, und die unmittelbar vor diesem Eingriff mindestens 15 Jahre lang ungerührt geblieben waren. Eine weitere Voraussetzung war die, dass das Abtriebsjahr für die letzte Hauung sicher festgestellt werden konnte. Das genannte Hauungsintervall war gewählt worden, um ein Studium der Reaktion nach der letzten Hauung während einer hinreichend langen Periode zu ermöglichen. Aus forstbetrieblichem Gesichtspunkt ist es natürlich von entscheidender Bedeutung, dass eine eventuelle Zuwachssteigerung nach nicht allzu langer Zeit eintritt und hinreichend nachhaltig ist.

Die notwendige Begrenzung der Untersuchung liess es als zweckmässig erscheinen, sie nur reinen Fichtenwald umfassen zu lassen, da die Abwicklung des Mischwaldes jedenfalls geringere Schwierigkeiten darbieten dürfte.

Bei der Einsammlung des Materials wurde darauf gesehen, dass verschiedene Standorte, Bestandstypen, Hauungsgrade und Hauungsformen wohlvertreten waren. In den Beständen wurden etwa 10 Ar grosse Probeflächen angelegt. Es sollte die Wirkung eines bekannten Hauungseingriffs studiert werden, weshalb solche Teile der Bestände vermieden wurden, wo beträchtliche Kalamitäten (Fichtendürre, Windfall usw.) seit der letzten Hauung eingetroffen waren.

Die Untersuchung ist, aus den oben angeführten Gründen, auf mindestens 15 Jahre alte Hauungen beschränkt worden. Die Kalamitäten, die nach einer Hauung auftreten können, kommen in der Regel innerhalb einiger weniger Jahre, weshalb ein Studium dieser Frage in jüngeren Durchhauungen geschehen muss. Es gilt, die Grösse dieser Kalamitätengefahr bei Hauungseingriffen verschiedenen Grades abzuschätzen. Es ist dies eine Untersuchung, die vorteilhaft in Zusammenhang mit einer objektiven Abschätzung ausgeführt wird. Bei der 1941 vorgenommenen Reichswaldabschätzung des Läns Västerbotten und des Küstenbezirks von Norrbotten sind besondere Beobachtungen über das Vorkommen von Fichtendürre angestellt worden. Wir beobachten, nach Bearbeitung der Beobachtungen auf diese Frage zurückzukommen.

In Erwartung dessen muss dieses bei Durchhauung vorhandene Risikomoment gegen die Risiken bei anderen Betriebsalternativen, d. h. verschiedenen Formen von Kahlschlagbetrieb, abgewogen werden.

Über jede Probefläche wurde eine ausführliche Standortbeschreibung aufgesetzt, und behufs Abschätzung des Zustandes des Bestandes und der einzelnen Bäume zur Zeit des Hauungseingriffs und des Zuwachses nach demselben wurden folgende Beobachtungen ausgeführt.

Der noch vorhandene Bestand sowie die Stöcke der bei der letzten Hauung gefällten Bäume wurden gekluppt, wonach 10 Probebäume ausgewählt wurden. Für die Probebäume wurden Durchmesser und Höhe sowie Verzweigungstyp nach SYLVÉN (1916) notiert, ausserdem zwei Bohrspäne in Brusthöhe entnommen. An diesen Spänen wurde die Breite jedes Jahresringes vom 20. Jahre vor der letzten Hauung bis zum Untersuchungsjahre einschliesslich mit genauem Instrument direkt im Felde gemessen. Um in Rechnung ziehen zu können, ob der Probbaum in einem mehr oder weniger dicht bestandenen Teil der Probefläche gestanden hatte, wurden sämtliche Bäume und Stöcke innerhalb einer Kreisfläche mit einem Radius von 5 m und mit dem Baum als Mittelpunkt gezählt. Von den obengenannten Probebäumen wurden sodann 1—3 Stück objektiv ausgewählte Bäume gefällt und durch Bohrungen in verschiedener Höhe über dem Boden und Messen des Gipfeltriebs nach der Hauung genauer analysiert.

Das eingesammelte Material umfasst 157 Probeflächen, auf denen Zuwachsbeobachtungen an 1590 stehenden und 269 gefälltten Probebäumen ausgeführt worden sind.

Von den Probeflächen liegen 50 Prozent in einer Höhe von 400 m und mehr ü. d. M. Das Alter der Probebäume variiert zwischen 60 und 311 Jahren und beträgt im Durchschnitt 173 Jahre. Die durchschnittliche Jahresringbreite während der Zehnjährperiode vor der letzten Hauung variiert für die einzelnen Probebäume zwischen 0,08 und 2,20 mm und beträgt im Mittel 0,60 mm. Das Hauungsprozent ist durchschnittlich für die Grundfläche 53 Prozent.

Eine detaillierte Beschreibung des Untersuchungsmaterials findet sich in den Tabellen I und II auf S. 182—192, und einige Bestandsbilder von den Probeflächen sind auf S. 155 wiedergegeben.

### Hauptzüge der Bearbeitung.

Nach der Primärbearbeitung der Beobachtungen auf den Probeflächen kennen wir den Zuwachs während einer 15-Jährperiode nach einem Hauungseingriff bei einer grossen Anzahl Bäume von verschiedenem Durchmesser und verschiedener Höhe zur Zeit der Haulung sowie verschiedenem Durchmesserzuwachs während der 10-Jährperiode vor der Haulung usw. Diese Bäume stammen aus Beständen verschiedenen Typs und auf verschiedenen Standorten, die mit einer Haulung von verschiedener Form und verschiedenem Grad behandelt worden sind.

Nehmen wir an, wir wollen auf Grund dieser Erfahrungen eine Anweisung in altem Fichtenwald ausführen und stehen vor einem Baum oder einer Baumgruppe. Die Frage ist dann diese: wie wird dieser oder jener Baum sich entwickeln, wenn dieser oder jener Haulungseingriff vorgenommen wird? Es gilt also in erster Linie eine Prognose für den Zuwachs des Einzelbaums während einer 15-Jährperiode nach Haulung zu stellen, wenn der Zustand des Baumes und des Bestandes beim Haulungseingriff, die Standortverhältnisse sowie Form und Grad der Haulung bekannt sind. Es ist klar, dass die betreffende Prognose den Charakter mehrfacher Interpolationen in unserem Erfahrungsmaterial unter Berücksichtigung für die Reaktion bedeutungsvoller Faktoren erhalten muss.

Derartige mehrfache Interpolationen können durch eine korrelationsanalytische Bearbeitung des Beobachtungsmaterials ausgeführt werden. Die Korrelationsanalyse ist ein für die Produktionsforschung unentbehrliches Hilfsmittel, das bei solchen Untersuchungen erstmals von Professor HENRIK PETTERSON angewandt worden ist, dessen Produktionsforschung für die vorliegende Untersuchung richtunggebend gewesen ist (PETTERSON 1932, 1934 und 1937).

Die Korrelationsanalyse bedeutet rein rechnermässig eine Ausgleichung des Materials nach der Methode der kleinsten Quadrate und resultiert in einer mathematischen Funktion, die in unserem Falle eine Berechnung des Zuwachses für jeden beliebigen Baum, der durch die in die Funktion eingehenden Bestimmungen, d. h. die Variablen der Funktion, beschrieben worden ist, ermöglicht.

Durch korrelationsanalytische Bearbeitung des eingesammelten Beobachtungsmaterials sind Funktionen für die Berechnung des Zuwachses des Einzelbaums während der 15-Jährperiode nach der Haulung abgeleitet worden. Hierbei sind verschiedene Funktionen für den Radiuszuwachs, den Formhöhenzuwachs und den Höhenzuwachs deduziert worden. Mit Hilfe der beiden erstgenannten Funktionen ist es dann leicht, den Massenzuwachs des Einzelbaums zu berechnen,



wonach es dann möglich ist, die Produktion pro Hektar bei verschiedenen Arten von Hauungen in alten Fichtenbeständen zu berechnen. Im folgenden behandeln wir zunächst den Zuwachs des Einzelbaums, um uns dann der Produktion pro Hektar zuzuwenden.

Nachstehend geben wir ein Verzeichnis der in dieser Arbeit verwendeten Bezeichnungen nebst Definitionen für in die Korrelationsfunktionen eingehende Baumbestands- und Standortsmerkmale. Eingeklammert sind jeweils benutzte besondere Bezeichnungen oder verkürzte Ausdrücke für diese Faktoren angegeben.

Sämtliche Baummerkmale beziehen sich auf den Einzelbaum und auf den Zustand und den Zuwachs unter Rinde.

- rel. zr* = durchschnittliche Jahresringbreite bei Brusthöhe während der 15-Jahrperiode nach der Hauung, ausgedrückt in Prozenten der durchschnittlichen Jahresringbreite während der 10-Jahrperiode vor der Hauung (relative Jahresringbreite).
- d* = Brusthöhendurchmesser bei der Hauung (Durchmesser).
- h* = Höhe über dem Boden bei der Hauung (Höhe).
- fh* = Formhöhe über Stock bei der Hauung (Formhöhe).
- pd f. g.* = jährlicher Durchmesserzuwachs bei Brusthöhe während der 10-Jahrperiode vor der Durchhauung (f. g.), ausgedrückt in Prozenten des Durchmessers bei der Hauung (Zuwachsprozent des Durchmessers vor der Hauung).
- pd e. g.* = jährlicher Durchmesserzuwachs bei Brusthöhe während der 15-Jahrperiode nach der Durchhauung (e. g.), ausgedrückt in Prozenten des Durchmessers bei der Hauung (Zuwachsprozent des Durchmessers nach der Hauung).
- ph e. g.* = jährlicher Höhenzuwachs während der 15-Jahrperiode nach der Hauung, ausgedrückt in Prozenten der Höhe über Boden bei der Hauung (Zuwachsprozent der Höhe nach der Hauung).
- pfh e. g.* = jährlicher Formhöhenzuwachs über Stock während der 15-Jahrperiode nach der Hauung, ausgedrückt in Prozenten der Formhöhe über Stock bei der Hauung (Zuwachsprozent der Formhöhe nach der Hauung).
- A* = Anzahl Jahresringe bei der Hauung, gerechnet in Brusthöhe, mit Beginn 2 cm vom Mark ab (Alter).
- Gr-%* = Hauungsprozent für die Grundfläche der Probefläche.
- gr-%* = Hauungsprozent für die Grundfläche der Kreisfläche (s. S. 195).
- St-%* = Hauungsprozent für die Stammanzahl der Probefläche.
- st-%* = Hauungsprozent für die Stammanzahl der Kreisfläche.
- H* = Höhe der Probefläche über dem Meer.
- B* = Breitengrad der Probefläche.
- I* = Waldtypindex der Probefläche.

### Die Jahresringbreite des Einzelbaums.

Bei der korrelationsanalytischen Bearbeitung des Durchmesserzuwachses ist die durchschnittliche Jahresringbreite des Einzelbaums bei Brusthöhe während der 15-Jahrperiode nach der Hauung, ausgedrückt in Prozenten der durchschnittlichen Jahresringbreite während der 10-Jahrperiode vor der Hauung, als abhän-

gige Variable betrachtet worden. Diese Prozentzahl wird im folgenden relative Jahresringbreite genannt.

Vorausgesetzt, dass die beiden Zuwachsperioden in klimatischer Hinsicht gleich sind, bildet die relative Jahresringbreite, korrigiert für die Altersabnahme, einen Ausdruck für die Reaktion auf die Hauung.

Als Endergebnis dieser Bearbeitung liegt eine Funktion vor, die es ermöglicht, die wahrscheinliche relative Jahresringbreite nach der Hauung auf Grund gewisser Faktoren (Variablen) zu berechnen, die den Zustand zur Zeit der Hauung sowie den Hauungsgrad angeben. Eine Korrelationsfunktion mit mehreren Variablen wird vorteilhafterweise in Tabellenform dargestellt. Die abgeleitete Funktion (5) hat folgende allgemeine Form:

$$x_1 = b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_4 - - - - b_{10} x_{10} \dots \dots \dots (5)$$

Die Bedeutung der in der Funktion enthaltenen Variablen sowie die Vorzeichen und die Grösse der Regressionskoeffizienten sind aus Tab. 7, S. 49 ersichtlich. Die Tabelle ist so zu lesen, dass die relative Jahresringbreite gleich ist dem Koeffizienten  $b_2$  mal der Variablen  $x_2$ , plus  $b_3$  mal  $x_3$ , plus  $b_4$  mal  $x_4$  usw., wobei alle Koeffizienten ihr jeweiliges Vorzeichen erhalten. Bevor diese Rechenoperationen ausgeführt werden, müssen alle Variablen in den aus der Tabelle ersichtlichen Einheiten ausgedrückt und gegebenenfalls durch Multiplikation mit dem angegebenen Umwandlungsfaktor umgewandelt werden. Betreffs der Bedeutung der in der Variabelerklärung verwendeten Bezeichnungen sei auf die Zusammenstellung S. 197 verwiesen. Wir erläutern durch ein Beispiel die Anwendung der Funktion. Hierbei gehen wir von folgenden Werten für die primären Variablen aus:

$H = 450 \text{ m}$	$pd \text{ f. g.} = 0,19 \%$	$gr\text{-}\% = 37,6 \%$
$B = 65^\circ,15$	$d = 21,0 \text{ cm}$	$Gr\text{-}\% = 46,4 \%$
$I = 204$	$h = 14,1 \text{ m}$	

Die Berechnung der relativen Jahresringbreite auf Grund dieser Angaben erhellt aus Tab. 8, S. 50. In Spalte 2 werden die in die Funktion eingehenden Variablen gebildet, und in Sp. 4 werden diese mit dem betr. Umwandlungsfaktor multipliziert, worauf in Sp. 6 die transformierte Variable mit dem entsprechenden Regressionskoeffizienten multipliziert wird. Die Summe dieser letzteren Produkte ist die berechnete relative Jahresringbreite, die in diesem Beispiel also 126,1 beträgt, d. h. die durchschnittliche Jahresringbreite während der 15-Jahrperiode nach der Hauung ist 126,1 Prozent der durchschnittlichen Jahresringbreite während der 10-Jahrperiode vor der Hauung.

Die Funktion gibt eine Prognose der durchschnittlichen Jahresringbreite des Einzelbaumes während einer 15-Jahrperiode nach der Hauung, wenn die Standortverhältnisse und der Zustand des Baumes zur Zeit der Hauung sowie der Hauungsgrad durch die in die Funktion eingehenden unabhängigen Variablen charakterisiert sind. Diese gründen sich auf Beobachtungen, deren Schätzung in einem aktuellen Falle keine grösseren Schwierigkeiten bietet. Über den Begriff Waldtypindex wird weiter unten (S. 200) eingehender gehandelt. Hier sei nur bemerkt, dass bei der Anwendung der Funktion derjenige Index zu benutzen ist, der dem Waldtyp entspricht, welchem die Probestfläche oder der Bestand zuzurechnen ist.

Bevor wir die Bedeutung der Funktion eingehender diskutieren, wollen wir zusehen, wie es mit ihrer Zuverlässigkeit bestellt ist. Die mittlere Abweichung

der wirklichen von der berechneten relativen Jahresringbreite beim Einzelbaum (die Dispersion der Funktion) beträgt 37,3 %. Diese Ziffer möchte wohl hoch erscheinen. Wir dürfen jedoch nicht vergessen, dass die Funktion eine Prognose des künftigen Zuwachses gibt, und dass die Prognose für den Einzelbaum gilt. Für praktische Zwecke genügt es, die Zuwachssumme für eine grössere Anzahl Bäume in demselben Bestand zu kennen. Um zu sehen, wie weit die Genauigkeit bei der Berechnung des Zuwachses für mehrere Bäume geht, ist folgende Untersuchung angestellt worden. Aus dem Probeflächenmaterial wurden wahllos 50 Probeflächen (jede  $n$ :te Fläche) entnommen. Für jede dieser Flächen wurde mit Hilfe der Funktion der gesamte Grundflächenzuwachs der 10 stehenden Probepflanzen nach der Hauung berechnet, wonach dieser mit dem entsprechenden beobachteten Zuwachs verglichen wurde. Hierbei wurde eine Dispersion von 18,2 % erhalten. Bei der Berechnung der Dispersion wurden die Freiheitsgrade berücksichtigt, die bei der Ableitung des Waldtypindex »verbraucht« worden waren.

Aber auch 10 Bäume müssen als eine kleine Einheit betrachtet werden, weshalb wir versuchen wollen, uns eine Vorstellung von der Genauigkeit bei grösseren Baumanzahlen zu verschaffen. Zu diesem Zweck wurden auf jeder der 50 Probeflächen wahllos bzw. 8, 5 und 2 Bäume ( $n$ :te Bäume) entnommen, worauf der gesamte Grundflächenzuwachs für diese Baumanzahlen nach der Funktion berechnet und mit dem entsprechenden beobachteten Zuwachs verglichen wurde. Die Dispersion betrug bzw. 18,4, 20,7 und 28,3 %; eine graphische Darstellung dieser Verhältnisse bietet Fig. 9, S. 52. Es zeigt sich demnach, dass die Dispersion mit steigender Baumanzahl abnimmt, erst rasch und dann langsam. Was die Form der Beziehung betrifft, so dürfte es wahrscheinlich sein, dass die Kurve eine Hyperbel mit einer Asymptote parallel der  $x$ -Achse ist. Diese Asymptote kann als die Dispersion der Funktion betrachtet werden, nachdem die von der Baumanzahl abhängigen zufälligen Fehler eliminiert worden sind. Die Dispersion wird daher nach der Methode der kleinsten Quadrate mit einer Hyperbel von der Form:

$$y = a + \frac{b}{x}$$
 zu einer Ausgleichungsfunktion ausgeglichen worden. Hierbei wurden folgende Werte für die Konstanten erhalten:  $a = 15,37$  (Asymptote) und  $b = 25,94$ , wenn  $y$  die Dispersion in Prozent und  $x$  die Baumanzahl bedeuten.

Die Ausgleichung ist in Fig. 9, S. 52 wiedergegeben, in welcher die Flügel numerisch bis zu 1 bzw. 20 Bäumen extrapoliert worden sind. Es ist klar, dass gegenüber einer Extrapolation einer Ausgleichung so weniger Punkte, wie es hier der Fall ist, eine gewisse Vorsicht geboten ist. Eine Kontrolle für den linken Flügel der Kurve kann dadurch erhalten werden, dass man für  $x = 1$  die Dispersion der Funktion (37,3 %) einträgt. Es ist leicht einzusehen, dass diese relative Dispersion mit guter Approximation auch für den Grundflächenzuwachs des Einzelbaumes gilt. Dieser Punkt ist bei der numerischen Ausgleichung nicht verwertet worden und gründet sich ausserdem auf das gesamte Probeflächenmaterial, weshalb seine Lage eine gute Kontrolle für die Kurve bildet. Die Figur zeigt, dass die Kurve sehr nahe diesem Punkt verläuft. Der Verlauf der Kurve am rechten Flügel scheint kein grösseres Risiko einer Unterschätzung der Dispersion in sich zu schliessen. Nach der Kurve beträgt die Dispersion für 20 Bäume 16,7 % und sinkt dann nach der Asymptote (15,4 %) hin, die den Grenzwert für eine unendliche Anzahl Bäume darstellt.

Auf Grund dieser Bearbeitung dürfte die Dispersion für den berechneten gesamten Grundflächenzuwachs bei einer grösseren

Anzahl Bäume desselben Bestandes auf etwa 16 Prozent zu schätzen sein. Hieraus geht hervor, dass Funktion (5) für praktische Zwecke wertvolle Aufschlüsse über den künftigen Zuwachs nach Durchhauung in altem Fichtenwald liefern kann. Berücksichtigt man, dass das Material aus einer reichen Mischung von Standorten und Bestandstypen von unwüchsigen Beständen bis zu hochproduktiven Geraniumwäldern besteht, so muss die erhaltene Dispersion als ein gutes Resultat der korrelationsanalytischen Bearbeitung betrachtet werden.

Die obengenannte Dispersion gilt natürlich nur unter solchen Verhältnissen, wie sie in dem Material (der Population) herrschen. Die Funktion ist am zuverlässigsten für die zentralen Teile des Materials. Inbezug auf Grenzfälle ist Vorsicht geboten, und ausserhalb der Grenzen des Materials kann die Funktion keine Aufschlüsse von grösserem Wert liefern.

Es sei besonders darauf hingewiesen, dass schwache Hauungsgrade in dem Material gering vertreten sind, weshalb die Funktion nicht für den Wert 10 untersteigende Hauungsprozente für die Grundfläche verwendet werden darf.

Wir gehen nun zu einer allgemeinen Diskussion der Partialregressionen über. Aus den Prozentwerten der mittleren Fehler ( $\varepsilon$  %) in Tab. 7, S. 49 geht hervor, dass die Regressionskoeffizienten signifikativ grösser als 0 sind. Die positive oder negative Neigung der partiellen Regressionslinien kann daher als mit einem hohen Grad von Wahrscheinlichkeit festgestellt angesehen werden. Die Grösse der Koeffizienten der wichtigsten Variablen ist mit beträchtlicher Genauigkeit bestimmt.

Wir erinnern daran, dass die gegenseitige Grössenordnung der Prozentwerte der mittleren Fehler der Regressionskoeffizienten auch die Reihenfolge angibt, in welcher die Variablen Bedeutung haben für die Bestimmung der relativen Jahresringbreite.

Fig. 15—17, S. 54 illustrieren die Form der Partialregressionen hinsichtlich der primären Variablen. Die Partialregressionen der Funktion sind hier graphisch dargestellt worden, wobei die übrigen unabhängigen Variablen konstant bei ihren Mittelwerten im Material gehalten wurden, wie diese in Tab. 9, S. 53 angegeben sind. Der Mittelwert des Waldtypindex ist 285, hier ist aber mit dem Index des nächstliegenden Waldtyps gerechnet worden, der 322 ist und für *Majanthemumwald* gilt. Die partielle Regression wird ganz einfach dadurch erhalten, dass man in die betr. Funktion die konstanten Werte der übrigen unabhängigen Variablen einsetzt. Beim Studium partieller Regressionen ist zu beachten, dass, wenn die unabhängigen Variablen ausser der aktuellen konstant gehalten werden, die Variation dieser letzteren oft infolge Interkorrelation zwischen dieser Variablen und den konstantgehaltenen Variablen sehr eng begrenzt ist. Die Bedeutung einer Änderung der aktuellen Variablen, wenn die übrigen Variablen konstant gehalten werden, muss oft sorgsam erwogen werden, andernfalls kann es leicht zu Fehldeutungen kommen.

Wir wollen hier über die Herleitung des Waldtypindexes eingehender berichten. Diese ist aus theoretischem Gesichtspunkt von grossem Interesse, da andere nicht direkt messbare Faktoren in gleicher Weise in die Korrelationsrechnung als unabhängige Variablen eingeführt werden können.

Nachdem die korrelationsanalytische Bearbeitung der messbaren Faktoren abgeschlossen und eine Funktion abgeleitet worden war, die sämtliche unabhängige Variablen in Funktion (5) ausser dem Waldtyp enthält, wurde mit Hilfe dieser Funktion für jeden Baum die relative Jahresringbreite berechnet, worauf die

Differenz zwischen beobachtetem und berechnetem Zuwachs bestimmt wurde. Hierdurch wurde offenbar die Wirkung der in die Funktion eingehenden unabhängigen Variablen eliminiert.

Wenn der Waldtyp für die Reaktion von Bedeutung ist, muss dies in den Differenzen zutage treten. So müssen positive Differenzen für einen Waldtyp erhalten werden, der unter sonst gleichen Verhältnissen eine grössere relative Jahresringbreite als die durchschnittliche ergibt, und negative Differenzen im entgegengesetzten Fall. Das Mittel dieser Differenzen für die verschiedenen Waldtypen wurde dann zu einem Waldtypindex umgeformt, der in die Korrelationsanalyse eingeführt wurde. Es wurde so eine neue Funktion erhalten, in die auch der Waldtypindex als Variable eingeht.

Indem man auf diese Weise verschiedene Waldtypenschemata prüft, kann man feststellen, ob der Waldtyp Bedeutung für die Reaktion besitzt, und welche Waldtypeneinteilung am besten die Beziehung zwischen Waldtyp und relativer Jahresringbreite wiedergibt. Die Untersuchung hat als Resultat einer solchen Bearbeitung ein Waldtypenschema ergeben, das folgende Waldtypen umfasst:

<i>Waldtyp</i>	<i>Index</i>
1) <i>Geranium</i> .....	456
2) <i>Dryopteris</i> .....	355
3) <i>Majanthemum</i> .....	322
4) <i>Myrtillus</i> .....	204
5) <i>Vaccinium</i> .....	139
6) <i>Krautreicher Sumpfwald</i> .....	122
7) <i>Krautarmer Sumpfwald</i> .....	63

Das aufgestellte Waldtypenschema gründet sich teils auf das Vorkommen gewisser Leitpflanzen, teils auf die Veränderung der Vegetation bei abnehmendem Bestandsschluss. Das Waldtypenschema ist auf den alten norrländischen Fichtenwald beschränkt und im Anschluss an frühere Arbeiten auf diesem Gebiet aufgestellt worden.

Der Einfluss der einzelnen Faktoren auf die Reaktion erhellt aus den Figuren 15—17, S. 54. Diese wurden dadurch erhalten, dass konstante Werte für alle Faktoren ausser demjenigen, dessen Bedeutung die Figur veranschaulichen soll, in die Funktion eingesetzt wurden. So wurde die Beziehung zwischen Waldtyp und relativer Jahresringbreite dadurch abgeleitet, dass in die Funktion die für das Material geltenden Mittelwerte der übrigen Faktoren eingeführt wurden. Wenn wir im folgenden von der Bedeutung der verschiedenen Faktoren sprechen, so geschieht dies unter der Voraussetzung, dass die übrigen in die Funktion eingehenden Faktoren (Variablen) konstant gehalten werden.

Aus Fig. 15—17, S. 54, geht hervor, dass die relative Jahresringbreite und damit auch die Reaktion für den Waldtyp in folgender Reihenfolge steigt: krautarmer Sumpfwald, krautreicher Sumpfwald, *Vaccinium*-Wald, *Myrtillus*-Wald, *Majanthemum*-Wald, *Dryopteris*-Wald und *Geranium*-Wald. Der *Majanthemum*-Typ unterscheidet sich deutlich vom *Myrtillus*-Typ und steht bezüglich der Reaktion dem *Dryopteris*-Typ näher als dem *Myrtillus*-Typ.

Die relative Jahresringbreite nimmt zu mit zunehmender Höhe ü. d. M. und zunehmendem Breitengrad.

Wenden wir uns dann den Baummerkmalen zu, so zeigt die Figur, dass die relative Jahresringbreite sinkt mit steigendem Durchmesser und mit steigendem Durchmesserzuwachsprozent vor der Hauung. Dagegen nimmt die Reaktion zu, je grösser die Höhe im Verhältnis zum Durchmesser ist.

Die relative Jahresringbreite steigt mit steigendem Hauungsprozent für die Grundfläche der Probefläche wie auch für die Grundfläche der Kreisfläche, d. h. einer Kreisfläche mit dem Baum als Mittelpunkt und 5 m Halbmesser.

Der Waldtyp weist in grossen Zügen den Gesamteffekt des Nährstoffgehalts der Mineralerde, den Wasservorrat, das Humusmaterial und den Humuszustand aus. Die Rolle, die er in der Funktion spielt, besteht teils darin, dass er zusammen mit den übrigen Faktoren die Zuwachseigenschaften und den Zustand des Baumes beschreibt (Bonitätseffekt), teils darin, dass er den Umsetzungsstyp der Humusdecke charakterisiert (Humuseffekt).

Der letztere Effekt bedeutet, dass die Hauung eine Umwandlung der Humusdecke in für die Produktion günstiger Richtung herbeiführt, und dass diese Umwandlung (Aktivierung) rascher und effektiver mit steigendem Waldtypindex erfolgt (vgl. HESSELMAN 1927). Welcher von diesen Effekten — der Bonitätseffekt oder der Humuseffekt — die grösste Bedeutung hat, lässt sich auf Grund der Ergebnisse der Untersuchung nicht sicher entscheiden. Die Korrelationsversuche, die mit verschiedenen Ausdrücken für den Zustand des Bestandes vor der Hauung, Alter des Baumes und Jahresringentwicklung sowie Basenmineralindex und Tongehalt des Bodens, ausgeführt worden sind, scheinen mir die Auffassung zu stützen, dass die Aktivierung der Humusdecke von wesentlicher Bedeutung für die Reaktion ist.

Die Höhe über dem Meer und der Breitengrad charakterisieren in groben Zügen das mittlere Klima des Standorts. Mit zunehmender Meereshöhe und zunehmendem Breitengrad wird das Klima ungünstiger, was in der Hauptsache darin besteht, dass die Vegetationsperiode kürzer und kälter wird. Der Effekt dieser Faktoren dürfte so auszudrücken sein, dass der Hauungsbedarf mit zunehmender Meereshöhe und zunehmendem Breitengrad steigt.

Bei der Anwendung der Funktion wird vorausgesetzt, dass die Bedeutung des Klimas für die Jahresringentwicklung während der 15-Jahrperiode nach der Hauung die gleiche ist wie während der 10-Jahrperiode vor derselben, was am natürlichsten ist, da wir betreffs der künftigen Klimas nichts wissen.

Wir wenden uns nun den Baummerkmalen zu. Bei konstantem Durchmesserzuwachsprozent bedeutet eine Zunahme des Durchmessers auch eine Zunahme der Jahresringbreite vor der Hauung, was eine natürliche Erklärung für den negativen Effekt des Durchmessers liefert. In analoger Weise lässt sich auch der negative Effekt des Zuwachsprozents des Durchmessers erklären. Die schwächeren und weniger wüchsigen Bäume zeigen demnach grössere relative Jahresringbreite als die stärkeren und wüchsigen Bäume.

Der positive Effekt einer grösseren Höhe im Verhältnis zum Durchmesser erklärt sich aus der Formverschlechterung, die nach der Hauung für höhere Formklassen eintritt, worauf wir noch im Zusammenhang mit dem Formhöhenzuwachs zurückkommen werden. Dieser Faktor weist in grossen Zügen auch die frühere Behandlung des Bestandes aus.

Der Hauungseingriff wird in der Funktion durch das Hauungsprozent sowohl der Grundfläche der Probefläche als auch der Grundfläche der Kreisfläche charakterisiert. Das Hauungsprozent für die Kreisfläche ist in die Korrelationsrechnung eingeführt worden, um den Umstand mitzuberücksichtigen, ob der Baum einem undicht oder dicht bestandenen Teil der Probefläche angehört hat. Bei der Anwendung der Funktion auf nach einheitlichen Prinzipien durchhauene gleichmässige Bestände kann das Hauungsprozent für die Kreisfläche dem Hauungsprozent für die Probefläche gleichgesetzt werden.

Für eine nähere Diskussion der Hauungsreaktion ist es zweckmässig, die Hauung durch das Verhältnis zwischen dem abgeholzten und dem verbleibenden Teil der Grundfläche zu charakterisieren. Dieser Quotient kann als ein stark vereinfachter Ausdruck für den vermehrten Boden- und Luftraum betrachtet werden, den die zurückbleibenden Bäume durch die Hauung durchschnittlich pro Grundflächeneinheit erhalten, sowie für die dadurch verursachten Veränderungen des jeweiligen Bodenzustandes, oder kürzer gesagt als ein Ausdruck für das vermehrte Nährstoffangebot pro nach der Hauung noch bestockte Grundflächeneinheit. Dies ist der positive Effekt der Hauung.

Aber das Verhältnis zwischen dem abgeholzten und dem verbleibenden Teil der Grundfläche ist gleichzeitig ein Ausdruck für die schädliche Wirkung der Lichtstellung auf die Bäume, d. h. für den negativen Effekt der Hauung.

Die Beziehung zwischen relativer Jahresringbreite und dem Quotient zwischen abgeholzter und verbleibender Grundfläche bringt daher den Gesamteffekt dieser einander entgegenwirkenden Faktoren zum Ausdruck. Die in den Figuren 15—17, S. 54, wiedergegebene Beziehung zwischen relativer Jahresringbreite und Hauungsprozent kann leicht dahin umgeformt werden, dass sie für das Verhältnis zwischen abgeholzter und verbleibender Grundflächen gilt. Eine solche Transformierung der Beziehung für das Hauungsprozent für die Grundfläche der Kreisfläche zeigt Fig. 18, S. 71. Die Figur setzt, um noch einmal daran zu erinnern, voraus, dass das Hauungsprozent für die Grundfläche der Probefläche konstant bei seinem Mittelwert im Material (46 %) gehalten wird, weshalb der Minimumpunkt den Effekt der Hauung ausserhalb der Kreisfläche ausweist.

Die Figur zeigt, dass der Effekt einer gewissen Zunahme des Quotienten in der Richtung auf einen Wendepunkt bei einem Wert des Quotienten 0,5, entsprechend einem Hauungsprozent 33,3, erst schwach, dann immer stärker steigt, worauf die Steigung abnimmt.

Von grossem Interesse war es, festzustellen, wie SYLVÉNS Verzweigungstypen für Fichte (SYLVÉN 1916) sich bezüglich der Reaktion verhalten, weshalb eine solche Typenbestimmung der Probebäume ausgeführt wurde. Hierbei wurde folgende Verteilung der Probebäume auf die verschiedenen Verzweigungstypen erhalten:

Kammfichte.....	9,3	Prozent
Bürstenfichte.....	7,0	»
Bandfichte.....	1,0	»
Besen- und Planfichte.....	82,7	»
	<hr/>	
	100,0	»

Zahlreiche Übergangsformen zwischen den verschiedenen Verzweigungstypen kamen vor. Besonders häufig waren solche zwischen Besenfichte und Planfichte,

weshalb diese Typen zu einer Gruppe vereinigt wurden. In dieser herrscht der besenfichtenartige Typ vor. Besen- und Planfichte scheinen im alten norrländischen Fichtenwald zu dominieren.

Vereinigen wir auch Kammfichte und Bürstenfichte zu einer Gruppe, so gehören 86 Prozent der Baumanzahl in dieser Gruppe der produktiven und reaktionswilligen *Geranium-Dryopteris-Majanthemum*-Gruppe an, während die entsprechende Ziffer für den Besen- und Plantyp 54 Prozent ist. Bei einem Studium des Produktionsvermögens und der Reaktionswilligkeit der Verzweigungstypen muss daher der Waldtypeinfluss eliminiert werden.

Eine Untersuchung darüber, ob ein Unterschied zwischen den verschiedenen Verzweigungstypen hinsichtlich der relativen Jahresringbreite vorliegt, ist in prinzipiell derselben Weise wie beim Studium des Waldtyps ausgeführt worden. Das Ergebnis der Untersuchung weist darauf hin, dass die Kamm- und Bürstenfichten den Besen- und Planfichten bezüglich der Reaktion auf die Haaung überlegen sind. Der Reaktionsunterschied zwischen Kamm- und Bürstenfichte einerseits und Besen- und Planfichte andererseits beträgt schätzungsweise 4,8 Prozent. Wegen der geringen Anzahl Kamm- und Bürstenfichten im Material (259 St.) ist jedoch diese Ziffer mit einer beträchtlichen Unsicherheit behaftet.

Die Kamm- und Bürstenfichten machen nur 16,3 Prozent der Probebäume aus; es wurde daher nicht für angezeigt erachtet, den Verzweigungstyp als Variable in die Funktion einzuführen. Betont sei, dass die Überlegenheit der Kamm- und Bürstenfichten betreffs der relativen Jahresringbreite nicht ohne nähere Untersuchung als auch für die Produktion pro Hektar geltend betrachtet werden kann.

Hiermit ist die Diskussion der Bedeutung der einzelnen Faktoren für die Reaktion abgeschlossen. Eine mehr kausal betonte Diskussion liegt ausserhalb des Rahmens dieser Abhandlung. Derartige Deutungshypothesen sind auch von untergeordnetem Interesse. Das Wichtigste sind hier die Tatsachen des äusseren Geschehens, wie die Funktion sie abspiegelt. Wir wenden uns nun dem Studium der Gesamtbedeutung der Funktion zu. Dies geschieht durch Anwendung der Funktion unter natürlichen Voraussetzungen.

Der Mittelwert eines jeden der in die Funktion eingehenden Faktoren (Variablen), bezogen auf den Haaungseingriff, wurde für das Material der verschiedenen Waldtypen mit Ausnahme des Sumpftyps, der schwach vertreten ist, berechnet. Hierdurch wurde für jeden Waldtyp ein Durchschnittsbaum erhalten, der also unter für den Waldtyp im Material durchschnittlichen Verhältnissen wächst. Für diese Durchschnittsbäume wurde die relative Jahresringbreite gemäss der Funktion für verschiedene Haaungsprozente der Grundfläche berechnet. Das Resultat ist aus Tab. 15, S. 75, ersichtlich.

Der Unterschied zwischen dem günstigsten und dem ungünstigsten Waldtyp ist hier geringer als in Fig. 15, S. 54, und die Reihenfolge zwischen *Dryopteris* und *Majanthemum* hat sich geändert. In Fig. 15 ist die relative Jahresringbreite um 4 Einheiten grösser für *Dryopteris* als für *Majanthemum*, in Tab. 15 dagegen ist sie um 1 Einheit grösser für *Majanthemum* als für *Dryopteris*.

Um dies zu verstehen, müssen wir uns daran erinnern, dass Fig. 15 die Bedeutung des Waldtyps angibt, wenn alle anderen Faktoren konstant gehalten werden. Tab. 15 dagegen weist den Unterschied aus, der zwischen den verschiedenen Waldtypen vorliegt, wenn auch berücksichtigt wird, dass die Bäume durchschnitt-



lich für die Waldtypen verschiedene Dimensionen und verschiedenen Zuwachs vor der Hauung haben. So haben die Bäume in unserem Material für den *Dryopteris*-Typ grösseren Durchmesser und grösseres Durchmesserzuwachsprozent als für den *Majanthemum*-Typ und sind daher weniger reaktionswillig, woraus sich die umgekehrte Reihenfolge erklärt.

Rücksichtlich des Zustandes der Bäume bei den verschiedenen Waldtypen berichtet die Tabelle über die durchschnittlichen Verhältnisse in dem Material und hat daher nicht denselben generellen Charakter wie die Funktion.

Bevor wir daran gehen, Tab. 15 näher zu diskutieren, sei daran erinnert, dass die relative Jahresringbreite die durchschnittliche Jahresringbreite während der 15-Jahrperiode nach der Hauung in Prozenten der durchschnittlichen Jahresringbreite während der 10-Jahrperiode vor der Hauung bezeichnet.

Die relative berechnete Jahresringbreite schliesst in sich das Ergebnis dreier Effekte:

1. den positiven Effekt der Hauung, der in einem erhöhten Nährstoffangebot und einer günstigen Einwirkung auf die Bäume besteht;
2. den negativen Effekt der Hauung, bestehend in den schädlichen Wirkungen der Lichtstellung auf die Bäume;
3. den negativen Effekt der normalen Abnahme des Jahresringes mit zunehmendem Alter.

Der letztgenannte Effekt ist an 15 ungerührt gelassenen Flächen in altem Fichtenwald studiert worden. Für diese Flächen ist die durchschnittliche Jahresringbreite während der letzten 15-Jahrperiode ausgedrückt worden in Prozenten der Jahresringbreite während der vorhergehenden 10-Jahrperiode. Bei Verteilung des Materials auf zwei Waldtypgruppen erhalten wir folgende Werte der relativen Jahresringbreite:

90 für die *Geranium-Dryopteris-Majanthemum*-Gruppe,

95 » » *Myrtillus-Vaccinium*-Gruppe,

d. h. die Altersabnahme hat 10 bzw. 5 Prozent betragen. Wir betrachteten diese Ziffern als ungefähren Ausdruck für die Altersabnahme und kehren nun zu Tab. 14 zurück.

Für die 30-prozentige Hauung zeigt die Tabelle, dass die Hauung eine Zunahme der Jahresringbreite bei dem Durchschnittsbaum herbeigeführt hat

im *Geranium*-Typ um za.  $109-90=19\%$ ,

» *Dryopteris*-Typ » »  $97-90=7\%$ ,

» *Majanthemum*-Typ » »  $98-90=8\%$ .

Die Durchschnittsbäume im *Dryopteris*- und im *Majanthemum*-Typ verhalten sich also ungefähr gleich.

Die Hauung hat eine Abnahme der Jahresringbreite herbeigeführt

im *Myrtillus*-Typ um za.  $95-92=3\%$ ,

» *Vaccinium*-Typ » »  $95-86=9\%$ .

Für den *Myrtillus*- und besonders für den *Vaccinium*-typ hat demnach der positive Effekt der Hauung noch nicht ihren negativen Effekt aufwiegen können.

Für die 50-prozentige Hauung ist eine Zunahme der Jahresringbreite in sämtlichen Waldtypen erhalten worden. Die Zunahme schwankt zwischen za.  $134-90=44\%$  beim *Geranium*-Typ und  $111-95=16\%$  beim *Vaccinium*-Typ. Für die 70-prozentige Hauung sind die entsprechenden Ziffern  $172-90=82\%$  und  $149-95=54\%$ .

Die Zunahme der Jahresringbreite mit steigendem Hauungsgrad ist prozentuell am grössten beim *Vaccinium*- und beim *Myrtillus*-Typ.

Der berechnete Zuwachs in Tab. 15 bezieht sich auf das mittlere Klima der Periode 1889—1938.

Die Gefahr des Eintreffens von Kalamitäten steigt selbstverständlich mit zunehmendem Hauungsgrad und dürfte besonders bei den produktiveren Waldtypen nicht selten entscheidend sein für die Wahl des Hauungsgrades. Eine wertvolle Erfahrung ist es da, dass eine bedeutende Jahresringzunahme in diesen Waldtypen bei mässigen Hauungseingriffen erhalten werden kann. Hierzu kommt, dass kräftige Hauungen in diesen Typen, besonders im *Geranium*-Typ, eine für die Verjüngung lästige Krautvegetation fördern.

In Fig. 19—25, S. 77—83, sind für die Waldtypen einige Beispiele der beobachteten Jahresringentwicklung bei Brusthöhe nach Hauungen verschiedenen Grades wiedergegeben. Pfeil bei einer Jahreszahl gibt an, dass dieser Jahresring im Jahre nach der Hauung abgesetzt worden ist.

Betreffs des Beginns und der Nachhaltigkeit der Reaktion hat die Untersuchung zu gewissen interessanten Ergebnissen geführt. Diese beziehen sich auf die durchschnittlichen Verhältnisse im Material, wobei besonders zu beachten ist, dass das Hauungsprozent für die Grundfläche im Mittel 53 % beträgt. Für den *Geranium*-, *Dryopteris*- und *Majanthemum*-Typ zeigt schon der dritte Jahresring nach der Hauung eine deutliche Zunahme der Breite. Für den *Myrtillus*- und den *Vaccinium*-Typ tritt diese Zunahme während des fünften Jahres ein. Die Reaktion kulminiert für den *Geranium*-, *Dryopteris*- und *Majanthemum*-Typ etwa 10 Jahre nach der Hauung und für den *Myrtillus*- und *Vaccinium*-Typ nach etwa 15 Jahren. Und der günstige Effekt der Hauung ist noch 20—35 Jahre nach derselben wahrzunehmen.

Der frühere Eintritt und die frühere Kulmination der Reaktion beim *Geranium*-, *Dryopteris*- und *Majanthemum*-Typ dürfte teils darauf beruhen, dass die Aktivierung der Humusdecke dort früher in Gang kommt und intensiver wird, teils eine Folge davon sein, dass die Bäume in besserer Kondition sind und sich rascher das erhöhte Nährstoffangebot zunutze machen können.

Die Kulmination der Reaktion 10—15 Jahre nach der Hauung scheint mit Rücksicht auf die sehr kräftigen Hauungseingriffe nicht lediglich durch die Wirkung vermehrter Dichte des Bestandes und damit zusammenhängende Veränderungen des Humuszustandes erklärt werden zu können, sondern dürfte teilweise als Realisation eines aufgesammelten Humusvorrats zu betrachten sein (vgl. PETERSON 1937).

Das Spätholzprozent des Jahresringes ist ein wertvoller Faktor, wenn es gilt die Einwirkung der Hauung auf die Qualität des Holzes zu studieren. Bei der Jahresringmessung ist daher zwischen Spätholz und Frühjahrsholz unterschieden worden.

Das durchschnittliche Spätholzprozent während der 15-Jahrperiode nach der Hauung ist einer statistischen Analyse unterzogen worden, um die Bedeutung der Hauung für die Ausbildung des spätholzes näher zu studieren. Es hat sich hierbei ergeben, dass das Spätholzprozent von der Hauung unabhängig ist. Das Spätholz scheint demnach in demselben Verhältnis wie die Jahresringbreite zuzunehmen.

**Der Höhenzuwachs des Einzelbaums.**

Der Kubikmassezuwachs ist nachstehend aus dem Durchmesserzuwachs und dem Formhöhenzuwachs abgeleitet worden. Es erschien indessen auch von Interesse, den Höhenzuwachs gesondert zu studieren. Der Höhenzuwachs der gefällten Probebäume (269 St.) nach der Hauung ist daher einer korrelationsanalytischen Bearbeitung unterzogen worden. Unter Höhenzuwachsprozent verstehen wir im folgenden den jährlichen Höhenzuwachs während der 15-Jahrperiode nach der Hauung, ausgedrückt in Prozenten der Höhe zur Zeit des Hauungseingriffs. Bei der Bearbeitung wurde das Höhenzuwachsprozent des Einzelbaums als abhängige Variable betrachtet. Die Untersuchung ergab als Resultat die in Tab. 17, S. 95, wiedergegebene Funktion (11) für die Berechnung des Höhenzuwachsprozents. Die Bedeutung der verwendeten Bezeichnungen ist aus S. 197 zu ersehen. Die Funktion hat die allgemeine Form:

$$x_1 = a + b_2 x_2 + b_3 x_3 \dots\dots\dots$$

Die Dispersion für den Einzelbaum zwischen dem wirklichen und dem berechneten Zuwachsprozent beträgt 34,5 % (die Dispersion der Funktion). Diese Ziffer erscheint auf den ersten Blick hoch. Wir müssen jedoch berücksichtigen, dass die Zuwachsbestimmung den Einzelbaum betrifft. Die Dispersion der beobachteten Zuwachsprozente von ihrem Mittelwert beträgt 74,8 %, die Dispersion ist also durch die Korrelationsfunktion auf mehr als die Hälfte reduziert worden. Für praktische Zwecke genügt es, das durchschnittliche Zuwachsprozent für eine grössere Anzahl Bäume zu kennen, das mit bedeutend grösserer Genauigkeit bestimmt wird, indem eine gewisse Fehlerausgleichung zwischen den Einzelbäumen stattfindet. Da nur 1—3 St. gefällte Probebäume von jeder Probefläche für die Berechnung herangezogen wurden, kann eine entsprechende Untersuchung wie für Funktion (5) nicht angestellt werden. Die bezüglich dieser geführte Diskussion ist indessen prinzipiell auch auf Funktion (11) anwendbar. Für praktische Zwecke dürfte die Funktion von genügender Genauigkeit sein.

Aus den Prozentwerten der mittleren Fehler ( $\epsilon$  %) in Tab. 17 geht hervor, dass die Regressionskoeffizienten signifikativ grösser als 0 sind. Die positive oder negative Neigung bei den partiellen Regressionslinien kann daher als mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit festgestellt angesehen werden.

Die Form der Partialregressionen hinsichtlich der primären Variablen wird durch Fig. 34 und 35, S. 96, veranschaulicht. Die Partialregressionen der Funktion sind hier graphisch wiedergegeben, wobei die übrigen unabhängigen Variablen konstant auf ihren Durchschnittswerten im Material gehalten wurden, welche letztere abgerundet die folgenden sind:

$pd \text{ e.g.} = 0,86 \%$	$h = 14,6 \text{ m}$
$rel. zr = 129 \%$	$A = 115 \text{ Jahre.}$

Was oben betreffs der prinzipiellen Bedeutung des Begriffs Partialregression (S. 200) gesagt worden ist, besitzt natürlich auch hier seine volle Gültigkeit. Aus Fig. 35 und Tab. 17 geht hervor, dass das Alter eine negative Wirkung auf den Höhenzuwachs ausübt. Als bestimmend für das Alter ist hier die Anzahl Jahresringe bei Brusthöhe, mit Beginn 2 cm vom Mark ab, angenommen worden, es bezeichnet demnach ein Betriebsalter. Bei den hier konstantgehaltenen Variablen kann das Alter auch in gewissem Grade einen Bonitätseinfluss ausweisen.

Die Baumhöhe übt gleichfalls eine negative Wirkung auf das Höhenzuwachs-

prozent aus. Die Wirkung ist indessen positiv hinsichtlich des absoluten Höhenzuwachses, was auch natürlich erscheint. Das Zuwachsprozent des Durchmessers nach der Hauung hat einen positiven und die relative Jahresringbreite einen negativen Einfluss auf den Höhenzuwachs. In diesen beiden Faktoren kommt der Einfluss der Hauung auf den Höhenzuwachs zum Ausdruck, und wir wollen die Gesamtwirkung derselben dadurch studieren, dass wir die Funktion auf die früher behandelten Durchschnittsbäume in den verschiedenen Waldtypen (Tab. 14, S. 74) anwenden.

Bei der Verwendung der Funktion (10) für eine Prognose des Höhenzuwachses leiten wir die relative Jahresringbreite mit Hilfe der Funktion (5) ab, wonach wir das Zuwachsprozent des Durchmessers nach der Hauung aus dem Durchmesser bei der Hauung und der Jahresringbreite während der 10-Jahrperiode vor der Hauung berechnen. Höhe und Alter zur Zeit der Hauung werden direkt geschätzt, desgleichen die Variablen in Funktion (5).

Der berechnete Höhenzuwachs der Durchschnittsbäume bei verschiedenen Hauungsprozenten ist aus Tab. 18, S. 99, ersichtlich, wo auch die Höhe und die Mittelwerte des Alters angegeben sind. Aus der Tabelle geht hervor, dass der Höhenzuwachs mit steigendem Hauungsgrad zunimmt, sowie dass die Waldtypen eine schön fallende Reihe bilden. Die 50-prozentige Hauung hat einen um 7—14 % grösseren Höhenzuwachs ergeben als die 30-prozentige Hauung. Für die 70-prozentige Hauung sind die entsprechenden Ziffern 20—38 %. Die relative Zunahme des Zuwachses mit steigendem Hauungsgrad ist am grössten im *Geranium*-Typ und am geringsten im *Vaccinium*-Typ, demnach das entgegengesetzte Verhältnis wie betreffs der Jahresringbreite. Aus dem Folgenden geht hervor, dass die Reaktion bedeutend später für den Höhenzuwachs als für die Jahresringbreite eintritt. Ob der obenerwähnte Unterschied darauf beruht, dass wir hier verschiedene Phasen des Reaktionsverlaufs vergleichen, oder ob er andere Ursachen hat, lässt sich auf Grund dieser Untersuchung nicht entscheiden.

Der berechnete Zuwachs in Tab. 18 bezieht sich auf das mittlere Klima der Periode 1889—1938.

Eine besondere Untersuchung hat gezeigt, dass die Zunahme des Höhenzuwachses erst 10—15 Jahre nach der Hauung, demnach bedeutend später als für die Jahresringbreite, eintritt.

Infolge des späten Eintritts der Zunahme des Höhenzuwachses nach Hauung macht sich dieselbe während der 15-Jahrperiode nicht nennenswert geltend. Für spätere Perioden kann jedoch, wie es scheint, eine beträchtliche Zuwachssteigerung bei den günstigsten Waldtypen erhalten werden.

### Der Formhöhenzuwachs des Einzelbaums.

Unter Zuwachsprozent der Formhöhe verstehen wir im folgenden den jährlichen Formhöhenzuwachs während der 15-Jahrperiode nach der Hauung, ausgedrückt in Prozenten der Formhöhe zur Zeit der Hauung. Die Berechnung des Formhöhenzuwachses der gefällten Probestämme ist oben behandelt worden. Bei der korrelationsanalytischen Bearbeitung ist das Zuwachsprozent der Formhöhe als abhängige Variable betrachtet worden, und als Endresultat liegt Funktion (11) vor. Diese Funktion hat die allgemeine Form:

$$x_1 = a + b_2 x_2 + b_3 x_3 \dots \dots \dots$$

und ist in Tab. 19, S. 103, wiedergegeben. Über die Bedeutung der verwendeten Bezeichnungen siehe S. 197.

Die Dispersion des wirklichen von dem berechneten Zuwachsprozent beträgt 13,5 %. Die Dispersion der beobachteten Zuwachsprozente von ihrem Mittelwert beträgt 18,7 %, die Dispersion ist mithin durch die Korrelationsfunktion erheblich reduziert worden. Wir erinnern daran, dass diese Ziffern sich auf die Bestimmung des Zuwachses des Einzelbaums beziehen. Für praktische Zwecke genügt es jedoch, das durchschnittliche Zuwachsprozent für eine grössere Anzahl Bäume desselben Bestandes zu kennen, das mit beträchtlich grösserer Genauigkeit bestimmt wird. Da nur 1—3 St. gefällte Probebäume von jeder Probefläche für die Berechnung herangezogen wurden, kann eine entsprechende Untersuchung wie für Funktion (5) nicht ausgeführt werden. Die bezüglich dieser geführte Diskussion ist indessen prinzipiell auch auf Funktion (11) anwendbar. Die Funktion scheint für praktische Zwecke eine sehr gute Bestimmung des Zuwachsprozents der Formhöhe zu liefern.

Die Prozentwerte der mittleren Fehler in Tab. 19 zeigen, dass die Regressionskoeffizienten mit beträchtlicher Genauigkeit bestimmt sind.

Die Form der Partialregressionen hinsichtlich der primären Variablen ist aus Fig. 41 und 42, S. 104, ersichtlich, wobei die übrigen unabhängigen Variablen konstant auf ihren Mittelwerten im Material gehalten wurden, welche letztere abgerundet die folgenden sind:

$$\begin{array}{ll} \text{rel. zr} = 129 \% & h = 14,6 \text{ m} \\ fh = 731 \text{ cm} & A = 115 \text{ Jahre.} \end{array}$$

Fig. 41 und 42 zeigen, dass das Zuwachsprozent der Formhöhe mit steigendem Alter (Betriebsalter) abnimmt. Da die Höhe hier konstant gehalten wurde, kann das Alter in gewissem Grade auch einen Bonitätseinfluss ausweisen. Die Höhe übt einen positiven Einfluss auf das Zuwachsprozent aus. Bei konstanter Formhöhe und konstantem Alter bedeutet zunehmende Höhe schlechtere Form und durchschnittlich bessere Bonität.

Die Formhöhe und die relative Jahresringbreite sind ihrem Effekt nach miteinander kombiniert. Das Zuwachsprozent nimmt mit steigender Formhöhe, d. h. bei konstanter Höhe mit steigender Form, ab. Diese Abnahme steigt mit zunehmender relativer Jahresringbreite. Für Formhöhenwerte zwischen 6 und 7 m ist das Zuwachsprozent wenig abhängig von der relativen Jahresringbreite, d. h. von der Hauung (siehe Fig. 42).

Aus Fig. 42 geht hervor, dass das Zuwachsprozent der Formhöhe bei hohen Formhöhenwerten, was bei konstanter Höhe auch gute Form bedeutet, mit steigender relativer Jahresringbreite abnimmt. Bei niedrigen Formhöhenwerten (schlechter Form) steigt das Zuwachsprozent mit zunehmender relativer Jahresringbreite. Bei mittelgrosser Formhöhe ist der Zuwachs unabhängig von der relativen Jahresringbreite. Die stärkere Reaktion hinsichtlich der Jahresringbreite für Bäume mit grosser Höhe im Verhältnis zum Durchmesser (guter Form) erhält hierdurch ihre Erklärung (vgl. S. 202).

Eine Spezialuntersuchung hat gezeigt, dass die Hauung in Regel eine Verschlechterung der Stammform mit sich bringt. Diese Verschlechterung ist sehr unbedeutend für die niedrigsten Formklassen, aber nimmt zu mit zunehmender Formklasse und zunehmender Hauungsstärke.

Eine quantitative Vorstellung von der Bedeutung der Hauung für das Zuwachs-

prozent der Formhöhe erhalten wir dadurch, dass wir die Funktion auf die Durchschnittsbäume der Waldbäume anwenden. Hierbei wurde die relative Jahresringbreite mit Hilfe der Funktion (5) abgeleitet. Das Zuwachsprozent der Formhöhe wurde für verschiedene Hauungsgrade berechnet. Das Resultat ist in Tab. 21, S. 107, wiedergegeben, wo das Prozent für die Formhöhe Mitte der Periode transformiert worden ist (Pressler-Prozent). Die Formhöhe der Durchschnittsbäume zur Zeit der Hauung ( $fh$ ) ist gleichfalls aus derselben Tabelle zu entnehmen.

Die Tabelle zeigt, dass das Zuwachsprozent der Formhöhe für die Durchschnittsbäume der Waldtypen mit steigendem Hauungsgrad abnimmt. Diese Abnahme ist kaum merkbar bei dem *Majanthemum*-, *Myrtillus*- und *Vaccinium*-Typ, tritt aber deutlicher hervor beim *Geranium*- und *Dryopteris*-Typ, bei welchen die Formhöhe zur Zeit der Hauung ( $fh$  in Tab. 21) bedeutend grösser ist als bei den übrigen Waldtypen. Die Abnahme des Zuwachsprozents mit steigendem Hauungsgrad nimmt zu bzw. nimmt ab für Bäume mit grösserer bzw. geringerer Formhöhe als der der Durchschnittsbäume in Tab. 21 (vgl. Fig. 42).

Der berechnete Zuwachs bezieht sich auf das Klima der Periode 1889—1938.

### Der Massenzuwachs des Einzelbaums.

Die Funktionen (5) und (11) ermöglichen eine Prognose des Massenzuwachses des Einzelbaums während einer 15-Jahrperiode nach der Hauung. Das Verfahren hierbei ist folgendes. Aus der relativen Jahresringbreite ( $rel. zr$ ) nach Funktion (5), dem jährlichen Durchmesserzuwachs während der 10-Jahrperiode vor der Hauung sowie dem Durchmesser zur Zeit der Hauung kann das jährliche Zuwachsprozent der Grundfläche ( $pg$ ) leicht bestimmt werden. Das Zuwachsprozent wird zweckmässigerweise als Rabattprozent berechnet. Das jährliche Zuwachsprozent der Formhöhe ( $pfh$ ) erhält man nach Funktion (11) gleichfalls als Rabattprozent.

Die Baummerkmale, die in die Funktionen (5) und (12) eingehen, können an stehenden Bäumen mit Ausnahme der Formhöhe ( $fh$ ) beobachtet werden. Die Formhöhe lässt sich indessen mit genügender Genauigkeit bestimmen mit Hilfe von NÄSLUNDS Formzahlfunktion für Fichte, die eine Kenntnis des Durchmessers und der Höhe des Baumes erfordert (NÄSLUND 1940, Formel 18, S. 99).

Um die Genauigkeit der Berechnung des Kubikmassenzuwachses mit Hilfe der Funktionen (5) und (12) zu prüfen, wurde für jeden dritten Baum (88 St.) der gefällten Probebäume der Massenzuwachs auf die oben angegebene Weise berechnet. Der berechnete Zuwachs wurde dann mit dem beobachteten verglichen, wobei eine Dispersion von 32,9 Prozent erhalten wurde. Für diese Bäume ist die entsprechende Dispersion hinsichtlich des Grundflächenzuwachses 31,3 Prozent, demnach nur unbedeutend geringer als die Dispersion des Massenzuwachses.

Wir erinnern wieder daran, dass die Dispersion für den Zuwachs des Einzelbaums gilt. Für praktische Zwecke genügt es aber, den Zuwachs für eine grössere Anzahl Bäume desselben Bestandes zu kennen, welcher Zuwachs mit bedeutend grösserer Genauigkeit bestimmt wird. Da nur 1—3 St. gefällte Probebäume von jeder Probefläche für die Berechnung herangezogen wurden, lässt sich eine entsprechende Untersuchung wie für Funktion (5) nicht ausführen. Die dabei erhaltene Dispersion bei der Berechnung des Grundflächenzuwachses dürfte, den obenerwähnten Resultaten nach zu urteilen, nur unbedeutend die entsprechende Dispersion für den Massenzuwachs untersteigen. Die Funktionen (5) und (11) scheinen

daher eine für gewisse praktische Erwägungen genügende Prognose des Massenzuwachses nach Durchhauung ermöglichen.

Für die Durchschnittsbäume der Waldtypen ist eine Prognose des Massenzuwachses während der 15-Jahrperiode nach der Hauung aufgestellt worden; das Resultat ist in Tab. 22, S. 109, angegeben.

Die Tabelle zeigt, dass der Massenzuwachs des Einzelbaums mit steigendem Hauungsgrad zunimmt. Die 50-prozentige Hauung hat einen um 21—24 Prozent grösseren absoluten Massenzuwachs geliefert als die 30-prozentige Hauung. Für die 70-prozentige Hauung sind die entsprechenden Ziffern 52—60 Prozent. Die Zunahme ist geringer als für den Grundflächenzuwachs, da der Formhöhenzuwachs in entgegengesetzter Richtung verläuft (vgl. S. 210). Die relative Zunahme des Massenzuwachses mit steigendem Hauungsgrad zeigt wie die der relativen Jahresringbreite eine Tendenz, mit abnehmendem Waldtypindex, d. h. vom *Geranium*-Typ zum *Vaccinium*-Typ hin, zu steigen. Wegen der Verschiedenheit des Formhöhenzuwachses bei den einzelnen Waldtypen (S. 210) ist diese Zunahme bei dem Massenzuwachs weniger markiert. Die Tendenz erhält jedoch eine einfache Erklärung, wenn die Hauungsreaktion teilweise als ein Humuseffekt betrachtet wird, was mit anderen Resultaten in Einklang steht: der ungünstigere Humuszustand verlangt kräftige Eingriffe, damit eine effektive Umwandlung der Humusdecke eintreten soll (vgl. S. 202). Mitgewirkt haben kann hier aber auch, dass die Bäume in den ungünstigeren Waldtypen vielleicht weniger empfindlich für die schädlichen Wirkungen der Hauung sind. In absolutem Mass ist die Zunahme des Massenzuwachses am grössten für die produktiven und reaktionswilligen Waldtypen.

Das Massenzuwachsprozent, das sich auf die Kubikmasse Mitte der Periode bezieht, bildet eine fallende Reihe und weist für die reaktionswilligen Waldtypen nicht unbedeutende Beträge auf. Der *Dryopteris*- und der *Majanthemum*-Typ haben im vorliegenden Material gleiche Zuwachsprozente.

### Die Masseproduktion pro Hektar.

Die Untersuchung betreffs der Masseproduktion pro Hektar wurde auf eine schematische Anwendung der Funktionen (5) und (11) auf 15 Probestellen beschränkt. Wenn die gegenwärtige Reichswaldabschätzung Material für eine Beschreibung des Zustandes des alten Fichtenwaldes in verschiedenen Waldtypen geliefert haben wird, beabsichtigen wir auf diese Frage zurückzukommen und die Funktionen auf für die Abwicklung des Fichtenwaldes bedeutungsvolle Typenfälle anzuwenden.

Die Bearbeitung ist im Prinzip folgendermassen vor sich gegangen. Für jede Fläche wurden verschiedene Hauungen markiert, worauf der Zuwachs der stehengebliebenen Bäume während der künftigen 15-Jahrperiode für die verschiedenen Hauungsfälle mit Hilfe der Funktionen für die relative Jahresringbreite und den Formhöhenzuwachs berechnet wurde. Die Produktion pro Hektar wurde dann durch Summierung der Zuwachsbeträge bei den Einzelbäumen erhalten. Hierdurch konnte die Hauungsform auf jeder Fläche bei konstantem Hauungsprozent für die Grundfläche studiert werden und ebenso der Hauungsgrad bei konstanter Hauungsform, charakterisiert durch die Hauungsprozente der Grundfläche und der Stammanzahl.

Hinsichtlich der Hauungsform hat die Untersuchung folgendes Resultat geliefert. Die für den Massenzuwachs während der 15-Jahrperiode nach

der Hauung günstigste Hauungsform scheint zwischen mässiger Hauung von oben her und gleichmässiger Hauung zu variieren, wobei die erstere Hauungsform vorzugsweise für reaktionswilligere Waldtypen gilt. Unter mässiger Hauung von oben her verstehen wir eine Hauung, bei der das Hauungsprozent der Stammzahl um 20—40 Prozent geringer ist als das Hauungsprozent der Grundfläche. Bei gleichmässiger Hauung sind die Hauungsprozente der Stammzahl und der Grundfläche ungefähr gleich.

Betreffs des Hauungsgrades hat die Untersuchung ergeben, dass eine Steigerung des Hauungsgrades den absoluten Massenzuwachs pro Hektar vermindert und das Massenzuwachsprozent erhöht. Die studierte Hauungsform ist gleichmässige Hauung mit demselben Hauungsprozent sowohl für Stammzahl und Grundfläche wie für Kubikmasse. Die untersuchten Hauungsprozente sind: 10, 30 und 50 %.

Setzt man Kubikmasse und Zuwachs bei der 30- und der 50-prozentigen Hauung in Beziehung zu der 10-prozentigen Hauung, so erhält man folgende durchschnittliche Relationszahlen für sämtliche Waldtypen:

	Nach der Hauung verbleibende Kubikmasse	Massenzuwachs nach der Hauung	
		absolut	Prozent
30-proz. Hauung	— 22 %	— 13 %	+ 11 %
50-proz. »	— 44 %	— 25 %	+ 31 %

Für die 30-prozentige Hauung ist also die verbleibende Kubikmasse 22 % geringer als für die 10-prozentige Hauung, während der absolute Zuwachs 13 % geringer und das Zuwachsprozent 11 % höher ist. Die Minderung des Massenzuwachses pro Hektar hat nicht nennenswert mehr als die Hälfte der Minderung des Holzvorrats betragen, was der Gesamtwirkung von Reaktion und Individuenwahl zuzuschreiben ist.

Setzt man Grundfläche und Zuwachs bei der 30- und der 50-prozentigen Hauung in Beziehung zu der 10-prozentigen Hauung, so erhält man folgende durchschnittliche Relationszahlen für sämtliche Waldtypen:

	Nach der Hauung verbleibende Grundfläche	Grundflächenzuwachs nach der Hauung	
		absolut	Prozent
30-proz. Hauung	— 22 %	— 5 %	+ 20 %
50-proz. »	— 44 %	— 8 %	+ 60 %

Für die 30-prozentige Hauung ist also die verbleibende Grundfläche 22 % geringer als für die 10-prozentige Hauung, während der absolute Zuwachs 5 % geringer und das Zuwachsprozent 20 % höher ist.

Für holzreichere Bestände in den reaktionswilligeren Waldtypen (*Geranium-Dryopteris*- und *Majanthemum*-Typ) weist der Massenzuwachs pro Hektar nicht unbedeutende Beträge auf (vgl. Tab. 32, S. 134).