

# STUDIER ÖVER BARRTRÄDSPLANTANS UTVECKLING I RÅHUMUS

*STUDIEN ÜBER DIE ENTWICKLUNG DER NADELBAUMPFLANZE IN ROHHUMUS*

## I. BETYDELSEN AV KVÄVEMOBILISERINGEN I RÅHUMUSTÄCKET FÖR TALL- OCH GRANPLANTANS FÖRSTA UTVECKLING

(MED TVÅ TAVLOR)

*I. Die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung in der Rohhumusdecke für die erste Entwicklung der  
Kiefern- und Fichtenpflanze  
(Mit zwei Tafeln)*

AV

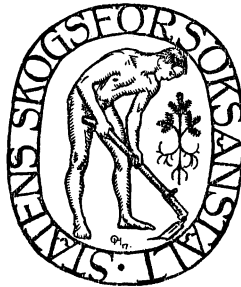
HENRIK HESSELMAN

## II. MYKORRHIZANS UTBILDNING HOS TALLPLANTAN I OLIKA RÅHUMUSFORMER

*II. Die Ausbildung der Mykorrhiza bei der Kiefern-pflanze in verschiedenen Rohhumusformen*

AV

ELIAS MELIN



---

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT  
HÄFTE 23 · N:o 6-7

---

MEDDELANDEN  
FRÅN  
STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 23. 1926—27

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS

**23. HEFT**

REPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY

**N:o 23**

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPÉRIMENTATION  
FORESTIÈRE DE LA SUÈDE

**N:o 23**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR DR HENRIK HESSELMAN

## I N N E H Å L L:

	Sid.
Anmärkning av redaktören .....	II
ENEROTH, O.: Studier över risken vid användning av tallfrö av för orten främmande proveniens .....	I
A study on the risks of using in a particular district pine-seed from other sources .....	59
PETTERSON, HENRIK: Studier över stamformen .....	63
Studien über die Stammform .....	147
TRÄGÅRDH, IVAR: Entomologiska analyser av torkande träd .....	191
Entomological analysis of dying trees .....	213
WIBECK, EDVARD: Vår- eller höstsådd. Redogörelse för jämförande såddförsök, utförda av Statens skogsförsöksanstalt under tidsperioden 1912—1921 .....	217
Spring or autumn sowing .....	286
TIRÉN, LARS: Om barrytans storlek hos tallbestånd .....	295
Über die Grösse der Nadelfläche einiger Kiefernbestände .....	330
HESSELMAN, HENRIK: Studier över barrträdsplantans utveckling i råhumus. I. Betydelsen av kvävemobiliseringen i råhumustacket för tall- och granplantans första utveckling .....	337
Studien über die Entwicklung der Nadelbaumpflanze in Rohhumus. I. Die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung in der Rohhumus- decke für die erste Entwicklung der Kiefern- und Fichtenpflanze .....	412
MELIN, ELIAS: Studier över barrträdsplantans utveckling i råhu- mus. II. Mykorrhizans utbildning hos tallplantan i olika råhumus- former .....	433
Studien über die Entwicklung der Nadelbaumpflanze in Rohhumus. II. Die Ausbildung der Mykorrhiza bei der Kiefern-pflanze in ver- schiedenen Rohhumusformen .....	487
JONSON, TOR: Stamformsproblemet. Några synpunkter och siffror till dess belysning .....	495
Das Schaftformproblem. Einige Gesichtspunkte und Ziffern zu seiner Beleuchtung .....	581
Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under femårsperioden 1922—1926 jämte förslag till arbets- program. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchs- anstalt Schwedens während der Periode 1922—1926; Account of the Work at the Swedish Institute of Experimental Forestry in the Period 1922—1926.)	
I. Gemensamma angelägenheter (Gemeinsame Angelegen- heiten: Common Topics) av HENRIK HESSELMAN .....	587
II. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON .....	590
III. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN .....	597

	Sid.
IV. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH.....	607
V. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland; Division for Afforestation in Norrland) av EDVARD WIBECK .....	613
<b>Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1926.</b> (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1926; Report on the Work of the Swedish Institute of Experimental Forestry).	
Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN .....	626
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETTERSON .....	626
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN	634
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH.....	635
IV. Avdelningen för föryngringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland; Division for Afforestation problems in Norrland) av EDVARD WIBECK .....	636

#### Anmärkning av redaktören:

Då i föreliggande häfte av Skogsförsöksanstaltens Meddelanden förekommer en avhandling av professor HENRIK PETTERSON, som behandlar stamformsproblemet från delvis nya synpunkter och som i vissa punkter kritiserar den hos oss mest i praktiken använda metoden för stamformsuppskattningar, har jag, för att få frågan allsidigt belyst, öppnat Skogsförsöksanstaltens Meddelanden även för en avhandling om stamformsproblemet av professor TOR JONSON, som hittills mer än någon annan svensk forskare arbetat med denna fråga.

HENRIK HESSELMAN.



## STUDIER ÖVER BARRTRÄDSPLANTANS UTVECKLING I RÅHUMUS.

### I. BETYDELSEN AV KVÄVEMOBILISERINGEN I RÅHUMUSTÄCKET FÖR TALL- OCH GRANPLANTANS FÖRSTA UTVECKLING.

#### Företal.

För att vidare söka bidra till lösandet av den mycket viktiga frågan angående föryngringens beroende av marktillståndet, framförallt humustäckets beskaffenhet, började jag våren 1922 en serie kulturförsök av tall- och granplantor i olika slag av humus. Då jag på hösten samma år gjorde den iakttagelsen, att tallrötternas mykorrhizor voro mycket olika i olika humusförsök, vände jag mig till min vän docenten E. MELIN med en förfrågan, om han ville närmare undersöka mykorrhizornas beskaffenhet hos försöksplantorna. Med största beredvillighet tillmötesgick han min anhållan. Den för råhumusproblemet mycket viktiga frågan angående samlivet mellan barrträdsrötterna och svampfloran i olika humusformer kom därigenom att läggas i bästa möjliga händer. Som resultat av de gjorda undersökningarna framläggas här tvenne med varandra nära förbundna avhandlingar, den ena behandlande de undersökta humusformerna och sambandet mellan kvävemobiliseringen och plantutvecklingen, den andra innehållande en ingående redogörelse för mykorrhizornas utbildning hos försöksplantorna. Den första avhandlingen är författad av undertecknad, den senare av docenten MELIN.

Vid utförandet av de tidsödande och omfattande undersökningarna har jag haft en högt skattad hjälp av tjänstemännen vid den naturvetenskapliga avdelningen. Assistenterna, docenterna CARL MALMSTRÖM och LARS-GUNNAR ROMELL ha hjälpt mig med planteringen, de färdiga plantornas upptagande och preparering, den senare även med deras fotografering. Kemistbiträdena, fil. kand. GURLI LAURENTZ, fil. kand. KARIN KNUTSON, f. BUSCH och fru KERSTIN VON FRIEDRICHS, f. BRANDTING ha nedlagt ett mycket omsorgsfullt och noggrant arbete på nitrat- och am-

moniakbestämningar i jorden samt på plantornas vattning och skötsel. Fröken KARIN LAGERHEIM åter har preparerat de färdiga plantorna och utfört samtliga de mätningar, som gjorts för att beskriva plantornas olika utveckling. Fröken ELLEN HOGNER har ritat de kurvor som illustrera försöken, fröken M. ÖSTLIND har efter anvisningar av aktuarien J. ÖSTLIND utfört de sannolikhetsberäkningar, som ingå i tabellerna. Färska humusprov ha från förut överenskomna platser insamlats av kronojägare L. ENGLUND, Fagerheden å Norra Piteå revir, skogsmästare OSCAR HENRIKSSON, Kulbäcksliden—Svartbergets försökspark samt faktor OSCAR VIKMAN, Sjulsåsen.

Till dessa mina medhjälpare, liksom till docenten MELIN, vill jag framföra mitt hjärtligaste tack.

Experimentalfältet 7 maj 1927.

HENRIK HESSELMAN.

---

## Inledning.

I en avhandling om våra skogsföryngringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens föryngring (HESSELMAN 1917 a) sökte jag visa att råhumuskvävets mobilisering, i synnerhet i form av salpeter, vore av stor betydelse för föryngringen. Tallplantorna utveckla sig kraftigare och snabbare på mark, där humuskvävet nitrifieras, än på platser där denna process ej äger rum. Skogens föryngring gynnas genom nitrifikationen, då kraftiga barrträdsplanter i regel ha större utvecklingsmöjligheter än svaga. Denna uppfattning grundades i huvudsak på observationer i naturen samt på analyser på laboratoriet, i mindre grad på direkta experiment. Då föryngringens beroende av marktillståndet såväl i teoretiskt som i praktiskt hänseende är av stor betydelse, syntes det mig vara av vikt att ytterligare söka utreda denna fråga. Det kunde ju mycket väl tänkas att salpeterbildningen direkt hade mindre betydelse, men att den utgjorde uttryck för andra gynnsamma föryngringsfaktorer. Vidare var det svårt att vid observationerna i naturen säkert bedöma den roll, som andra faktorer kunna spela, t. ex. fuktighetstillgången i marken. En riklig fuktighetstillgång gynnar i regeln föryngringen men också kvävemobiliseringen, och det är många gånger svårt att utan direkta experiment avgöra, om en ringa tillgång på fuktighet direkt influerar på plantans utveckling eller mera indirekt genom att hämma humuskvävets mobilisering. Särskilt denna senare fråga har delvis berörts av AALTONEN (1919) och HALDEN (1926).

Emellertid framhöll jag tydligt i min avhandling, att humuskvävets nitrifikation ingalunda vore en nödvändig, men väl en gynnsam omständighet för skogens föryngring. Sedan jag diskuterat en del faktorer, som gynnsamt påverka humuskvävets nitrifikation, och påvisat en tydlig parallellism mellan dessa faktorer och dem, som underlätta föryngringen, yttrar jag ordagrant följande (HESSELMAN 1917 a, H. 13—14, sid. 1,000): »Emellertid måste man dock hålla fast vid att humuskvävets nitri-



fikation ej är någon nödvändig förutsättning för barrskogens föryngring. Det är en gynnsam faktor.<sup>1</sup> Annars skulle vi ej kunna förklara en del fenomen i våra barrskogars utveckling, t. ex. talens så småningom skeende utveckling på de kalhuggna tallhedarna eller granens invandring i de mossrika tallskogarna. Men humuskvävets nitrifikation har ett så gynnsamt inflytande, är av en sådan betydelse, att en diskussion av våra skogsföryngringsåtgärder med denna synpunkt såsom den ledande må avsluta denna avhandling.» Även i den på engelska avfattade resumén har jag låtit fullständigt återgiva detta uttryck och t. o. m. i förstärkt form (resumén sid. CXVI). Även på andra ställen i den svenska och engelska texten (sid. 987, 1018 och sid. CXII, CXIII) har jag framhållit samma sak liksom hela min framställning är inriktad på att framhålla att nitrifikationen är en gynnsam faktor, som påskyndar de unga plantornas utveckling, men ej någon nödvändig förutsättning. Det är därför med verklig förvåning, som jag finner att den finske forskaren AALTONEN i ett nyligen utgivet arbete (1926) karakteriserar min uppfattning så att skogens föryngring helt och hållet beror av salpeter i skogsmarken och att den överhuvudtaget endast är möjlig på mark, där salpeter finnes av naturen eller framkallas genom skogliga åtgärder. Han återger nämligen min uppfattning på följande sätt (AALTONEN 1926, sid. 8): »Hesselman hegt die Meinung, dass die Verjüngung des Waldes ganz und gar vom Vorkommen von Salpeter im Waldboden abhängig ist. Sie ist nur auf Böden möglich, wo Salpeter entweder von der Natur aus oder als eine Folge von waldbaulichen Massnahmen vorhanden ist und gelingt um so besser, je kräftiger die Nitrifikation ist.» Ett sådant uttalande har av mig aldrig gjorts och kunde ej heller ha gjorts, då det uppenbart strider mot min egen uppfattning och min egen erfarenhet. AALTONEN har därför i sin framställning på ett mycket vilseledande sätt återgivit mina åsikter och resultatet av mina undersökningar.

Innan jag ingår på en redogörelse för mina experiment och deras anordnande torde det vara lämpligt att på grundval av de under förra året publicerade humusstudierna framhålla de olika sätt varpå ett humustäcke i barrskogen reagerar vid ökat ljustillträde till marken.

## KAP. I. Ljusets inflytande på kvävemobiliseringen i humustäcket.

I min avhandling av 1917 (1917 a) framhöll jag att i vissa fall enbart det ökade ljustillträdet kunde framkalla en livlig nitrifikation i marken, medan

<sup>1</sup> Spärrat även i originalet.

i andra fall dessutom erfordrades vissa åtgärder såsom markens avsvedning eller bearbetning.

Det sätt varpå barrskogens sura, mer eller mindre råhumusartade humustäcke reagerar vid ökat ljustillträde beror såväl av klimatet som av humustäckets egen beskaffenhet. Ser man saken i stort kan man säga, att humustäcket reagerar snabbare, ju varmare klimatet är; den långsamma föryngringen i nordligare trakter och i höjdlägen har även sin orsak i humustäckets långsamma eller svaga reaktion vid ökat ljustillträde. Detta kommer bl. a. till synes i KALLINS senaste undersökningar över föryngringen i Norrlands skogar (1926). Men även klimatets humiditet spelar med all sannolikhet en roll. Jag har förut påpekat, att i ett så fuktigt och nederbördsrikt klimat som i de övre delarna av Schwarzwald blåbärsriset ernår en frodig utveckling på hyggena och att i illa genomhuggna bestånd råhumustäcket lätt blir mycket mäktigt (1926). I södra Sverige ha vi en märklig växtgeografisk gränslinje gående i nordsydlig riktning i västra Småland (STERNER 1922, HÅRD AV SEGERSTAD 1924). Väster om denna gränslinje utmärkes florán av sådana växter med atlantisk utbredning som *Erica tetralix*, *Gentiana pneumonanthe*, *Narthecium ossifragum*, *Funcus squarrosus*, vilka öster om gränslinjen saknas eller äro sparsamt förekommande. Under de resor, som jag under de senare åren haft tillfälle att göra i dessa trakter, har det synts mig som om denna gränslinje även motsvarade olikheter i råhumustäckets reaktion vid ökat ljustillträde. Öster om gränslinjen inträder lättare en snabbare omsättning eller en förvandling än väster om densamma. Möjligen bör man i samband härmed sätta ljunghedarnas uppträdande; deras utbredning sammanfaller i stort sett med de atlantiska arternas. Det vore säkerligen en ganska tacksam och intressant uppgift att närmare söka utreda sambandet mellan klimatet, humustäckets reaktion vid ökat ljustillträde samt skogens föryngring. Ett sådant studium skulle säkerligen vara ägnat att bringa reda och klarhet i diskussionen om användbarheten av olika skogsbruksmetoder. Det är, som jag förut framhållit (HESSELMAN 1926), utan tvivel en brist i den skogsvetenskapliga diskussionen om olika skogsvårdsåtgärder, att man allt för litet beaktat att effekten av en viss åtgärd i hög grad är beroende av de yttre faktorerna, bland vilka klimatet spelar den ej minst viktiga rollen. I denna diskussion bör man också komma ihåg, att samspelet mellan olika markfaktorer kan gestalta sig olika under skilda klimatiska betingelser, så att en faktor, som under vissa förhållanden har stor betydelse, under andra är av mindre vikt. Denna uppfattning står i bästa överensstämmelse med den form, som minimilagen så småningom antagit (HESSELMAN 1926, sid. 369; se även ROMELL 1926). Det är därför icke uteslutet, utan tvärtom mycket möj-

ligt, att en livlig kvävemobilisering på föryngringsytorna i andra områden har mindre betydelse, än vad den med all sannolikhet äger i Norrlands och östra Sveriges skogar, där mina undersökningar hittills i huvudsak varit förlagda.

Men även om klimatet spelar en viktig roll, har humustäckets egen beskaffenhet en mycket stor betydelse. Under samma klimatiska förhållanden övergå olika humusformer olika lätt i ett nitrificerande stadium. Detta kan ganska väl belysas genom vissa laboratorieundersökningar. Det sura, mer eller mindre råhumusartade humuslagret bildar vid lagring under tre månader och under gynnsammaste fuktighets- och temperatur-betingelser endast ammoniak. Såsom medel att framkalla nitrifikation kunna nämnas infektion eller ympning med en nitrificerande jord (hyggesjord), kalkning eller slutligen kalkning i förening med jordympning. Genom enbart jordympning framkallas i vissa humusformer en så livlig salpeterbildning, att den bildade salpetermängden motsvarar ej blott ympjordens egen salpeterbildande förmåga utan den är så stor, att man måste antaga att även den övriga delen av jorden bringats i livlig nitrifikation. Hos andra råhumusformer åter motsvarar jordblandningens salpeterbildning den för ympning använda jordmängden; man kan då antaga att ympjorden i jordblandningen fortsätter att nitrificera utan att bringa den övriga jordmassan i nitrifikation. Slutligen finns det humusformer, där man genom tillförande av nitrificerande ympjord ej erhåller någon som helst nitrifikation; den tillförda ympjordens salpeterbildande förmåga blir då genom inblandningen helt undertryckt. Alla dessa tre slag av råhumusformer äro skildrade i min förut omnämnda avhandling om barrskogens humustäcke (HESSELMAN 1926). Granskar man närmare de olika råhumusformernas reaktion vid ökat ljustillträde, visar det sig, att råhumusformer, som genom ympning bringas i nitrifikation, lätt och snabbt på hyggen eller t. o. m. på smärre föryngringsytor övergå i ett nitrificerande stadium. Dylika råhumusformer utmärka bl. a. våra lättföryngrade skogar. Råhumusformer, som nedtrycka ympjordens salpeterbildning till ett minimum, övergå på hyggen endast långsamt i ett nitrificerande stadium. Dylika råhumustäcken utmärka våra långsamt föryngrade norrländska granskogar. Skogar med ett råhumustäcke, som väl tillåter en fortsatt nitrifikation i ympjorden men ej själv övergår i ett nitrificerande stadium, intaga med hänsyn till föryngringslättighet en mellanställning mellan de nämnda typerna.

Erfarenheten pekar sålunda därhän, att man genom en relativt enkel laboratorieundersökning skall kunna förutsäga ett humustäckes reaktions-sätt vid ökat ljustillträde och sålunda belysa markens mottaglighet för föryngring. Bland de faktorer, som påverka humustäckets reaktionsför-

måga vid ökat ljusstillträde spelar halten av basiska buffertämnen en stor roll; att döma av mina undersökningar (HESSELMAN 1926, sid. 316—317) intager härvid den assimilerbara kalken ett viktigt rum. Halten av buffertämnen, däribland även kalkhalten, regleras emellertid i viss mån av skogens beskaffenhet, såsom dess sammansättning, ålder och slutenhet, varför markens mottaglighet för föryngring i hög grad kommer att bero av beståndets förutgående behandling. En djupare insikt i dessa frågor skall därför så småningom klargöra för oss, hur man på lämpligaste sätt skall söka befordra den naturliga föryngringen, vilken i längden alltid torde förbli både den billigaste och säkraste. Men ett nödvändigt led i dessa strävanden bildar undersökningen av plantans beroende av humustäckets beskaffenhet. Det är i samband med dessa strävanden, som den föreliggande undersökningen har sin egentliga betydelse.

## KAP. II. Försökens anordnande.

För att på ett ojävaktigt sätt utröna betydelsen av humusens beskaffenhet för tall- eller granplantans första utveckling fordras att plantorna i alla andra avseenden än med hänsyn till humusens beskaffenhet komma under samma utvecklingsvillkor. Försöksplantorna måste ha samma tillgång på ljus, fuktighet, värme; de yttre villkoren få ej skilja sig från varandra annat än i avseende på den humus, i vilken plantornas rötter utvecklas. Genom att plantorna utsattes till lika stort antal i likstora krukor, som placerades i ett växthus av A. MÖLLERS modell, vars utseende framgår av fig. 1, kunde detta mål nås. Plantorna uppdrogos ur frö, som utlades att gro på ren, fuktig sand under god tillgång på ljus. När hjärtbladen lämnat fröskalet och innan ännu lillroten grenat sig, omplanterades plantorna i lerkrukor, som voro fyllda med  $\frac{1}{3}$  humus av det slag, som skulle undersökas, och  $\frac{2}{3}$  sand. Krukorna voro i alla försök genom urval så likstora som möjligt, hade en rymd av 4,7 l., i några serier 3,0 l.; i varje kruka utsattes sex plantor. Från tiden för utplanteringen till vinterns inbrott vattnades krukorna med destillerat vatten i noga avmätta kvantiteter, så att varje kruka erhöi lika mycket vatten. Den för varje gång använda vattenmängden växlade något beroende på väderleken. Under varma, klara och blåsiga dagar användes större mängd än vid mulet och fuktigt väder. Normgivande för vattningen var att jorden i krukorna skulle hållas väl genomfuktad. Med hänsyn till vattentillgång uppdrogos plantorna under optimala förhållanden. Det samma torde kunna sägas om ljuset. Växthuset ligger med sin längdaxel i söder och norr och är från intet håll beskuggat. Den



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av O. TAMM.

Fig. 1. Växthuset, Vinterbild.

Das Vegetationshaus, Winterbild.

beskuggning av plantorna, som åstadkoms genom växthusets järnkonstruktion, är minimal. Genom att växthusets tak är uppdelat i tre etager med mellanliggande galler, medan gavlarna endast bestå av järntrådgaller (se fig. 1) är väl sörjt för ständig luftväxling. Under varma, klara dagar med stillastående luft blev dock temperaturen i växthuset högre än i fria luften. När vintern började med stark kyla, övertäcktes krukorna i växthuset med ett litet brädtak för att hindra plantorna från att torka under klara, kalla solsken dagar. Plantorna övervintrade utan några förluster och krukorna fröso ej heller sönder.

I försöksserierna ingingo i regel humusprov, som förut voro väl undersökta. För att emellertid närmare pröva sambandet mellan försöksplantornas utveckling och kvävemobiliseringen uttogos, när plantorna upptogos och undersöktes, jordprov ur de olika krukorna. Jordproven undersöktes omedelbart på sitt innehåll av ammoniak- och salpeterkväve samt genom tre månaders lagring på sin förmåga att bilda ammoniak och salpeterkväve. Den senare bestämningen har lagts till grund för undersökningen angående plantornas beroende av kvävemobiliseringen.

Efter dessa uppgifter om försökens anordnande övergår jag till en redogörelse för de olika försöksserierna.

## KAP. III. Försöksserierna.

Försöksserie A. Humusprov från Fagerheden i Norra Piteå revir.

I denna serie, som är den äldsta, ingå fyra olika humusprov, nämligen:

I) humus från öppna svårföryngrade partier i tallheden vid Fagerheden (se HESSELMAN 1910, 1917b),

II) humus från föryngringsgrupp under äldre tall i tallheden vid Fagerheden (se HESSELMAN 1910, 1917b),

III) humus från äldre, lavbehängd och trögväxande granskog av *Dryopteris*-typ å avdelningens försöksfält vid Rokliden (se HESSELMAN 1926),

IV) humus från kalhygge, uppkommet 1908 vid kalavverkning av en del av granskogen å Roklidens försöksfält (se HESSELMAN 1926).

Humusprov från dessa platser ha varit föremål för ingående undersökningar, som publicerats i mitt arbete om barrskogens humustäcke, där tab. 94 och 95 innehålla närmare uppgifter om desamma. Av dessa framgår att humusproven n:r I i allmänhet ha en svag ammoniakbildningsförmåga och att den hos proven n:r II är något större. Proven n:r III ha i förmultningsskiktet en rätt stark ammoniakbildningsförmåga, medan i humusämneskiktet denna förmåga är svag. Hos ingen av dessa tre prov finns någon nitrifikation och mottagligheten för infektion är ingen eller svag. Nitrificerande ympjord har ingen eller svag effekt; ympjordens egen nitrifikation blir helt undertryckt eller starkt förminskad. I samtliga prov är  $p_H$  omkring 4,0. Humusproven från hygget visa en ganska livlig ammoniakbildning, svag nitrifikation och en utpräglad mottaglighet för infektion. Ympjorden framkallar en livlig nitrifikation. I genomsnitt äro såväl  $p_H$  som halten assimilerbar kalk större i hyggeshumusproven än i de övriga. Det avverkade beståndet var av samma eller sämre beskaffenhet än skogen, där proven n:r III togos (se HESSELMAN 1926, sid. 478—485). All anledning finnes därför att antaga, att humustäcket i det avverkade beståndet i huvudsak varit av samma beskaffenhet som i det ännu kvarstående och att olikheterna mellan de båda proven framkallats genom så småningom skeende förändringar på kalhygget.

Då man möjligen kunde förmoda, att en del humusformers ogynnsamma inverkan på plantorna vore av toxisk art och att dessa giftämnen skulle kunna lösas av vatten, ingick i serien också en del försök, avsedda att belysa denna fråga. Humusproven extraherades i färskt

tillstånd<sup>1</sup> med vatten, i det en liter humus (nedskakat i måttet utan vidare packning) utrördes i ett cylindriskt glaskärl med  $3\frac{1}{2}$  liter destillerat vatten eller längre fram på sommaren 2 liter vatten. Blandningen fick stå under natten. På morgonen filtrerades blandningen genom Buchnertratt utan filtrerpapper; filtratet användes sedan omedelbart vid krukornas vattning.

Med de ovannämnda humusproven anställdes tvenne försöksserier, Serie A 1 och Serie A 2, av vilka den förra är fullständigast.

#### Försöksserie A 1.

För försöket användes tallfrö från Rätans revir, Ytterhogdals bevakningstrakt av 1920—1921 års skörd, gröningsprocent var 92, 1,000-kornsvikt 5,24 gr. Fröet tillhör n:r 22 i norrlandsavdelningens försöks-serie. Fröet såddes i krukor med ren sand i slutet av maj månad 1922, plantorna omskolades i krukor med sand och humus den  $\frac{20}{6}$  1922, vilka utsattes i växthuset den  $\frac{26}{6}$  1922.

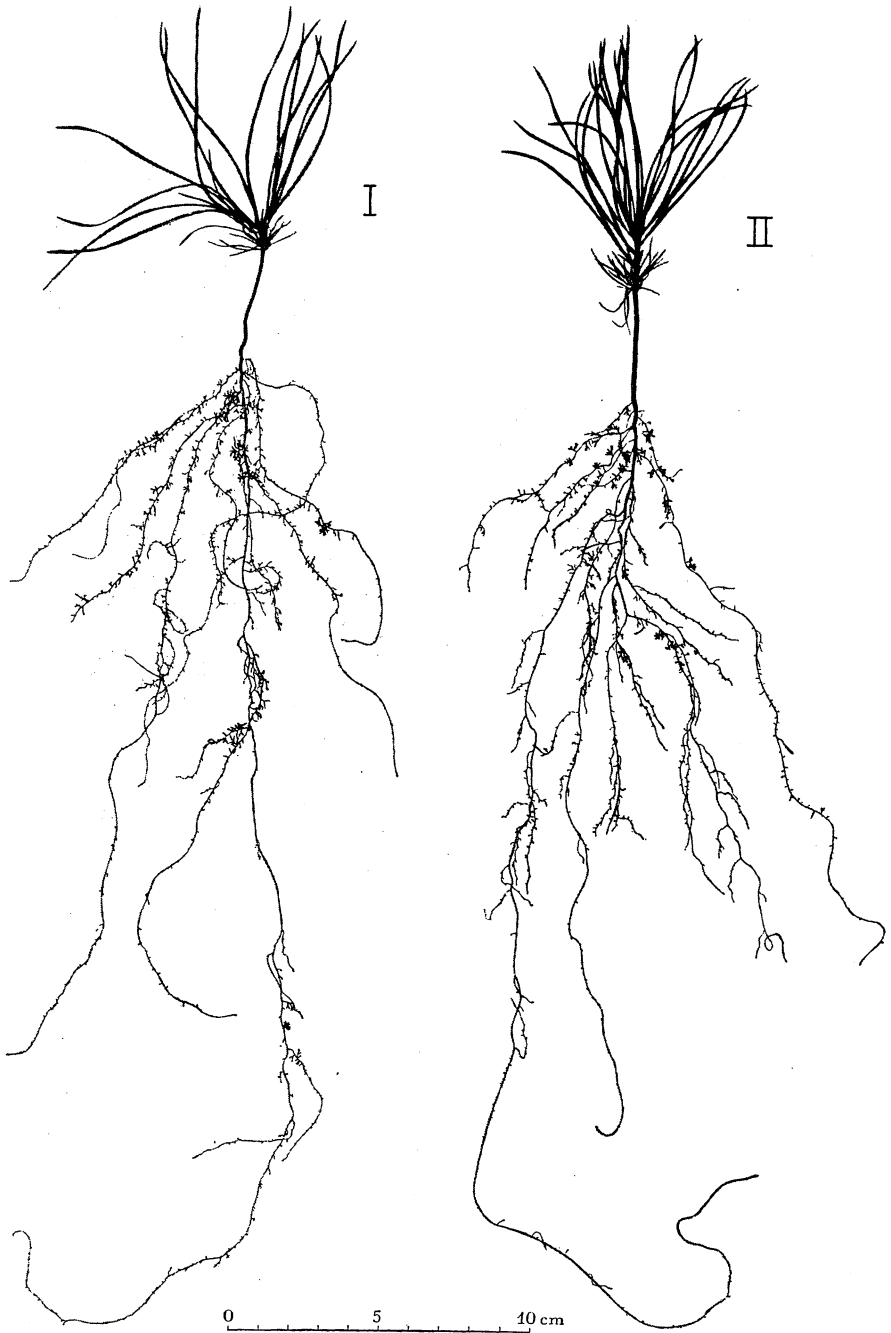
I serie A 1 ingå försök med de fyra, förut omnämnda humusproven och efter följande schema.

- a. Plantorna uppdragas i krukor med  $\frac{1}{3}$  humus och  $\frac{2}{3}$  ren sand. Krukorna vattnas med rent destillerat vatten.
- b. Plantorna uppdragas i krukor med  $\frac{1}{3}$  humus och  $\frac{2}{3}$  ren sand. Krukorna vattnas med extrakt av den humus-sort, som finnes i krukan.
- c. Plantorna uppdragas i ren sand och vattnas med extrakt av humus.

I var och en av dessa tre serier ingå de fyra olika humusproven och då varje serie omfattar fem krukor, omfattar serien i sin helhet 60 krukor. Som ett komplement till försöket funnos en del försök med tallplantor i ren sand, vilka vattnades med destillerat vatten.

Under sommaren vattnades krukorna dagligen med 100—200 g rent destillerat vatten eller i serierna b och c med humusextrakt. Under samma dag fingo samtliga krukor lika mycket vätska. Vätskemängden växlade däremot olika dagar med hänsyn till väderleken. Till en början märktes föga skillnad mellan plantorna i de olika serierna; på hösten 1922 hade de emellertid det utseende, som visas på planscherna n:r I och II. De plantor, som uppdragits i krukor med humus n:r IV, voro vida kraftigare än de övriga, de hade bredare och mörkare färgade barr samt en kraftigare och mera framträdande spetsknopp och ett kraftigare utvecklat rotsystem än de övriga. De stodo i en klass för sig. Av

<sup>1</sup> Genom kronojägare ENGLUND's försorg insändes för detta ändamål var tionde dag färskta humusprov till anstalten.



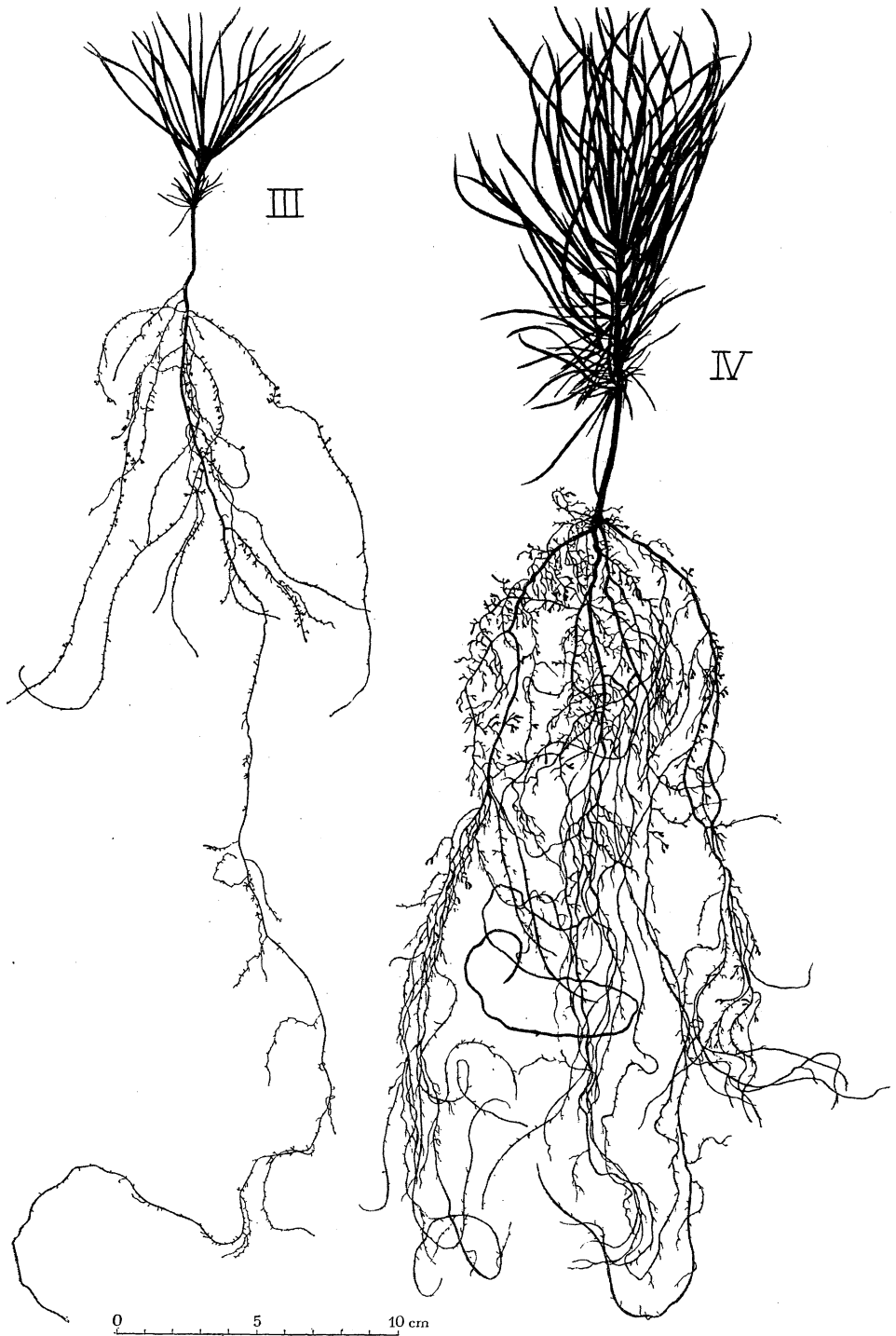
Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

EKBLOM delin.

Fig. 2. Försöksserien A<sub>1</sub> a. Tvååriga tallplantor, uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med destillerat vatten. I. Humus från öppet parti i tallhed. II. Humus från trädgrupp å tallhed.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> a. Zweijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen von Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begossen mit destilliertem Wasser. I. Humus von einer offenen Fläche der Kiefernheide. II. Humus aus einer Verjüngungsgruppe der Kiefernheide.



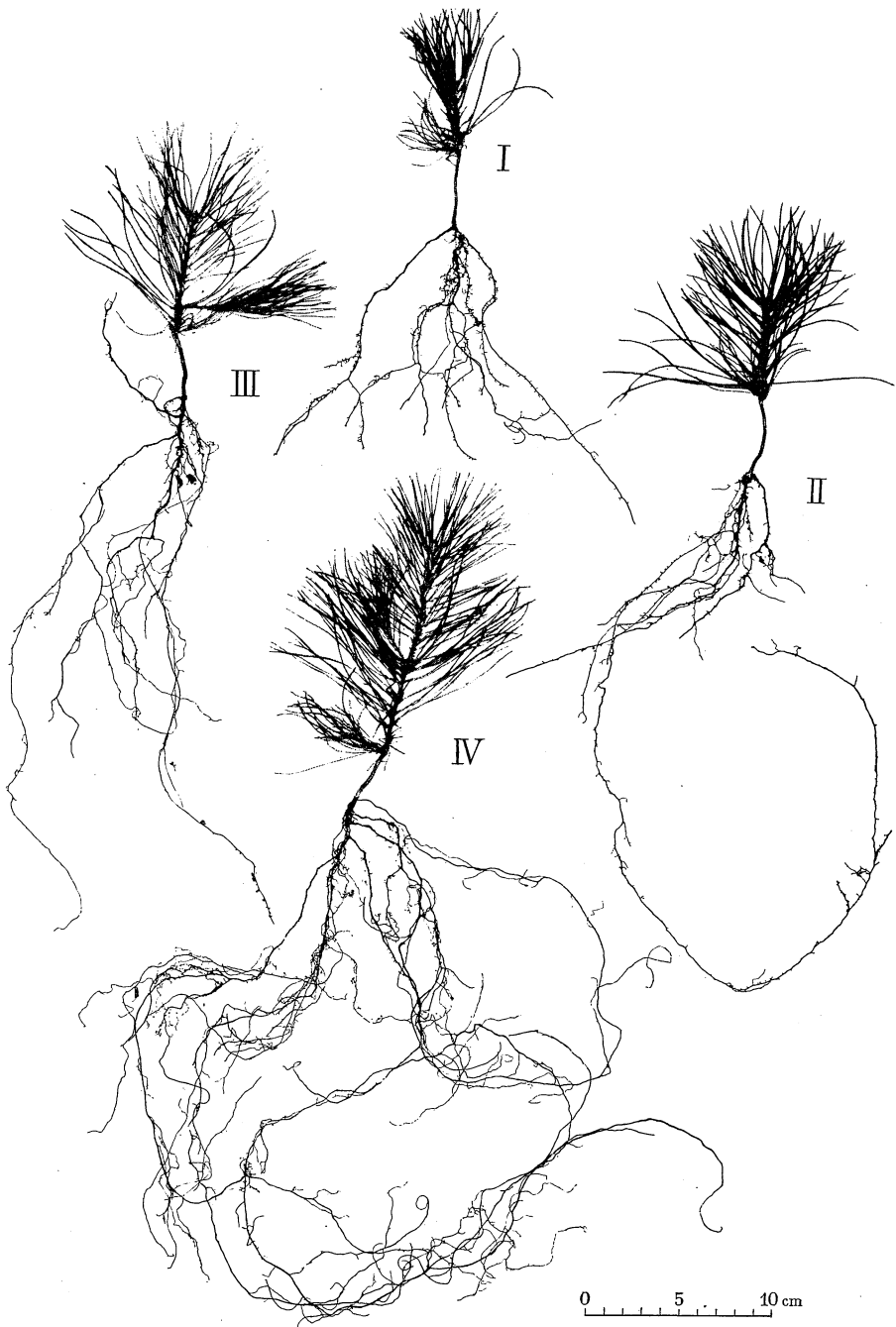


Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

EKBLOM delin.

Fig. 3. Försöksserien A<sub>1</sub> a. Tvååriga tallplantor, uppdragna i olika humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med destillerat vatten. III. Humus från gammal, lavbehängd granskog av *Dryopteris*-typ. IV. Humus från fjortonårigt hygge i gammal lavbehängd granskog.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> a. Zweijährige Kiefernplanzen, aufgezogen in verschiedenen Humusformen von Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begiessen mit destilliertem Wasser. III. Humus aus einem alten, flechtenbewachsenen Fichtenwald von *Dryopteris*-Typ. IV. Humus von einer Kahlhiebfäche in demselben Waldtyp.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 4. Försöksserien A<sub>1</sub> a. Treåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med destillerat vatten. I. Humus från öppet parti i tallhed. II. Humus från trädgrupp på tallhed. III. Humus från gammal, lavbehängd granskog av *Dryopteris*-typ. IV. Humus från hygge i gammal, lavbehängd granskog. Se vidare tab. 1 och fig. 2 och 3.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> a. Dreijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen von Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begiessen mit destilliertem Wasser. I. Humus von einer offenen Fläche der Kiefernhede. II. Humus aus einer Verjüngungsgruppe der Kiefernhede. III. Humus aus einem alten, flechtenbewachsenen Fichtenwald von *Dryopteris*-Typ. IV. Humus von einer Kahlhiebfläche in demselben Waldtyp.

plantorna, som uppdragits i humus n:r IV, voro de som vattnats med extrakt något kraftigare än de som vattnats med enbart destillerat vatten. De plantor, som uppdragits i övriga humusformer, skilde sig ännu föga från varandra och voro ej stort bättre än sådana plantor, som uppdragits i ren sand och vattnats med destillerat vatten. Dessa plantor hade också mera av den röda höstfärgen än plantorna i humus n:r IV. I försöksserien  $A_1 c$ , omfattande plantor i sand, vattnad med extrakt, utmärkte sig de, som vattnats med extrakt av humus n:r IV, genom kraftigare växt och ett bättre rotsystem än de övriga. Då jag för försökets vidare utveckling ej kunde för undersökning använda mer än en kruka i varje serie, kan jag ej här närmare ingå på statistisk redogörelse för skillnaderna mellan första årets plantor i de olika försöken.

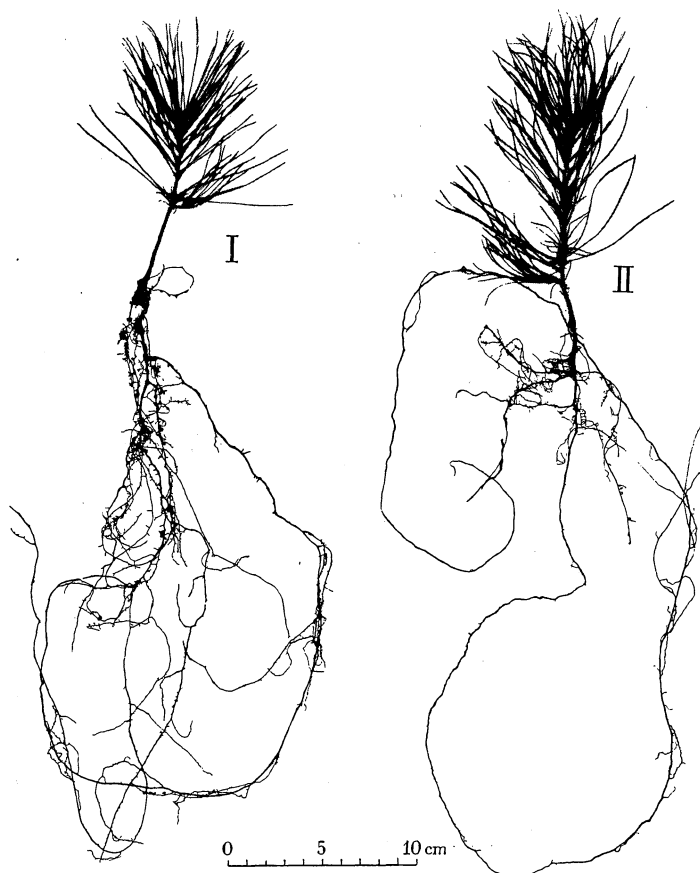
Följande sommar blevo skillnaderna mellan plantorna i olika humusformer mer utpräglade, vilket ganska väl belyses av de i fig. 2 och 3 avbildade typexemplaren. Plantorna i humusform n:r I (humus från öppet parti i tallheden) äro fortfarande de klenast utvecklade. Andra årets skott äro helt korta och bilda tillsammans med de långa barren en tofs i spetsen på plantorna. Plantorna n:r II och III (humusform under tallgrupp på heden och från gammal lavbehängd granskog) hava ett tydligt utvecklat, ehuru kort, andra årsskott. Skillnaden mellan dessa plantor är obetydlig, de höra till samma storleksklass. Av en helt annan typ är plantan i humusform IV; den skiljer sig väsentligt från de övriga såväl genom årsskottets längd och barrparens antal som genom ett kraftigt utvecklat rotsystem.

Hösten 1924, då plantorna hade genomlevat tre vegetationsperioder, avbröts försöksserien  $A_1$  (se fig. 4). Samtliga plantor upptogos ur krukorna, undersöktes noga, varvid skotten mättes, barren räknades och mättes. Jorden i krukorna undersöktes i avseende på sitt innehåll av ammoniakkväve och salpeterkväve, varjämte dess kvävemobiliseringsförmåga undersöktes genom tre månaders lagring. Då liknande undersökningar utförts med jorden i vissa krukor höstarna 1922 och 1923, erhöles på detta sätt en viss kännedom om kvävemobiliseringen i krukorna åren 1922—1924. Närmare data härom finner man i tab. 6. Då försöksserierna  $A_1 a$  (vattning med destillerat vatten) och  $A_1 b$  (vattning med humusextrakt) ha givit överensstämmande och föga skiljaktiga resultat, behandlas de här samtidigt (se vidare tab. 1—3 och fig. 4—6).

Vattning med humusextrakt har föga påverkat plantornas längdtillväxt, skillnaderna äro så små, att de i samtliga fall äro mindre än medelfelen (se tab. 3), i tre fall, humusproven I, II och IV, är utslaget positivt, i ett fall, humusprov III, negativt. Då skillnaderna äro små och medelfelen stora kan ingen annan slutsats dragas av försöket, än att vattning

med humusextrakt ej haft någon påvisbar inverkan på plantor, som uppdragas i humus och sand.

I bägge försöksserierna tillhöra plantorna i humusform n:r IV (humus från kalhygge) en särskild storleksklass, som i höjd vida överträffar de



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

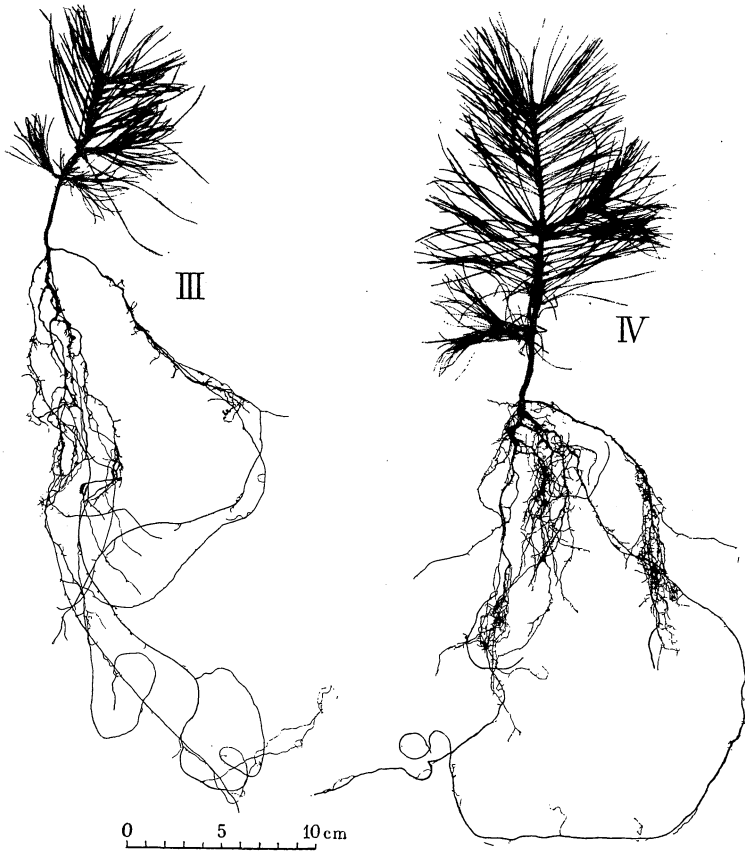
Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 5. Försöksserien A<sub>1</sub> b. Treåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med extrakt av resp. humusformer. I—II se fig. 4. Se vidare tab. 2 och fig. 6.

Versuchsreihe, A<sub>1</sub> b. Dreijährige Kiefernplanzen, aufgezogen in Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begiessen mit Humusextrakt. I—II siehe Fig. 4.

andra. Skillnaderna ligga långt utanför de gränser, som angivas av tre ggr medelfelet och måste därför anses såsom säkra. Detsamma gäller i allmänhet om barrparens antal. Däremot är skillnaden i barrens längd växlande, 1923 års barr äro hos dessa plantor ofta kortare än hos de andra plantorna, ibland gäller detta även 1924 års barr. Till frågan

om barren återkommer jag emellertid längre fram. Bland de övriga plantorna äro de i humusform I minst, ehuru skillnaderna gentemot de andra ej äro så stora och i intet fall tre ggr större än medelfelet. Plantorna i humusformer II och III skilja sig föga från varandra. I avseende



Ur Statens skogsforsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 6. Försöksserien A<sub>1</sub> b. Treåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med extrakt av resp. humusformer. III—IV se fig. 4. Se vidare tab. 2 och fig. 5.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> b. Dreijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begiessen mit Humusextrakt. III—IV siehe Fig. 4.

på barrparens antal och barrlängden äro olikheterna mellan plantorna i humusformerna I—III mindre framträdande.

Resultatet av försöksserierna A<sub>1</sub> a och A<sub>1</sub> b blir sålunda, att den humusform, som på hygget övergått i ett mera rikt kvävemobiliserande stadium och som där blivit mottagligt för infektion med ympjord, alstrar plantor av ett helt annat utseende än de övriga humusformerna, bland

vilka den humus, som bildas på tallhedarnas öppna, svårförnygrade partier visar sig vara den mest ogynnsamma, medan de andra intaga en mellanställning. En jämförelse mellan plantornas höjdtutveckling och kvävemobiliseringen i de olika humusformerna visar i båda försöksserierna en synnerligen vacker parallellism, som närmare belyses i tab. 1 c och tab. 2 c och framförallt genom kurvorna i fig. 7 och 8. Sambandet är nästan lineärt, vare sig man räknar med enbart salpeterkväve eller med summan av salpeter- och ammoniakkväve. I dessa kurvor är emellertid att märka att i försöksserien A<sub>1</sub>a kvävemobiliseringen är bedömd genom

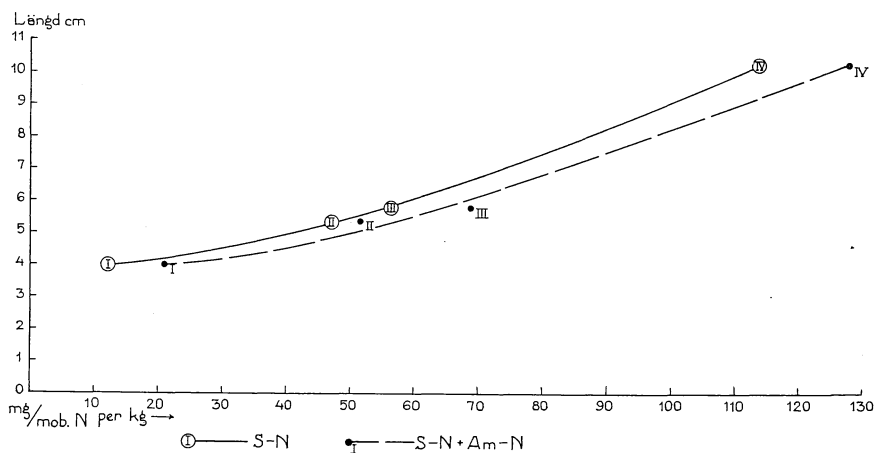


Fig. 7. Försöksserie A<sub>1</sub>a. Sambandet mellan årsskottens höjdtillväxt 1923 och 1924 och kvävemobiliseringen, bedömd genom lagringsprov åren 1922, 1923 och 1924. I—IV se fig. 4. Se vidare tab. 1 c.

Versuchsreihe A<sub>1</sub>a. Beziehung zwischen Höhenzuwachs der Jahressprosse 1923 und 1924 und Stickstoffmobilisierung berechnet nach Lagerungsproben in den Jahren 1922, 1923 und 1924. I—IV siehe Fig. 4.

den såsom lagringsprov funna summan för åren 1922—1924, medan i serien A<sub>1</sub>b den endast är bedömd såsom samma summa för åren 1922 och 1924. Endast för humusprov IV föreligga nämligen analyser även för 1923. Jämförelsen avser ju ej några exakta, utan endast relativa mått, varför denna inkonsekvens har mindre betydelse (se även tab. 6).

Återstår sålunda att redogöra för resultatet i försöksserien A<sub>1</sub>c, d. v. s. plantor uppdragna i ren sand och vattnade med humusextrakt. En granskning av tab. 4 visar att humusextraktet ej kunnat ersätta humusblandning, plantorna äro mycket klena i jämförelse med den i serierna A<sub>1</sub>a och A<sub>1</sub>b. I serien A<sub>1</sub>c äro plantorna vattnade med extrakt av humusform I mindre än de övriga, som vattnats med extrakt av humusformerna II, III eller IV. Dessa skilja sig emellertid föga från varandra.

Över de tvååriga plantornas utseende i denna serie ger fig. 9 en föreställning, där typexemplar för humusform I och IV äro avbildade.

Ehuru försöksserierna  $A_1 a$  och  $A_1 b$  gävo ett överensstämmande resultat syntes det mig vara av vikt att upprepa försöket. Nya humusprov insamlades våren 1923 och blandades med sand på samma sätt och i samma proportioner som året förut. Försöksserien blev dock mera enkel och omfattade, förutom den längre fram omtalade serien, där plantorna vattnades med en svag lösning av ammoniumnitrat, endast plantor, som uppdrogos i en blandning av sand och humus och som

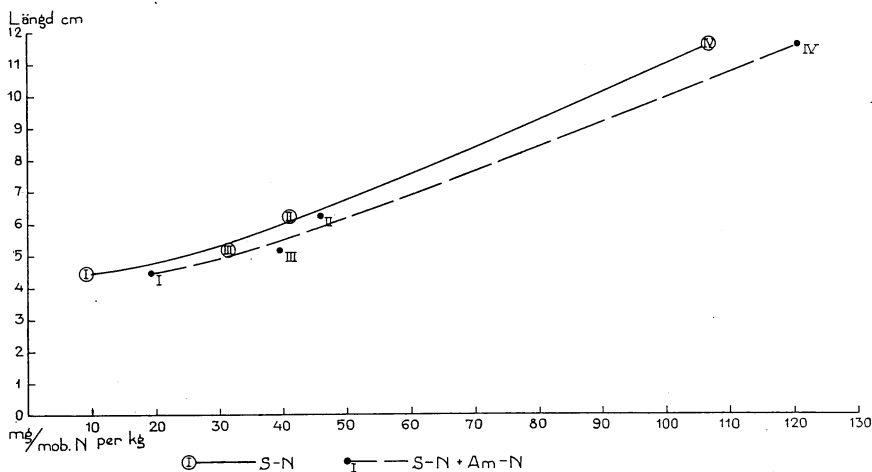
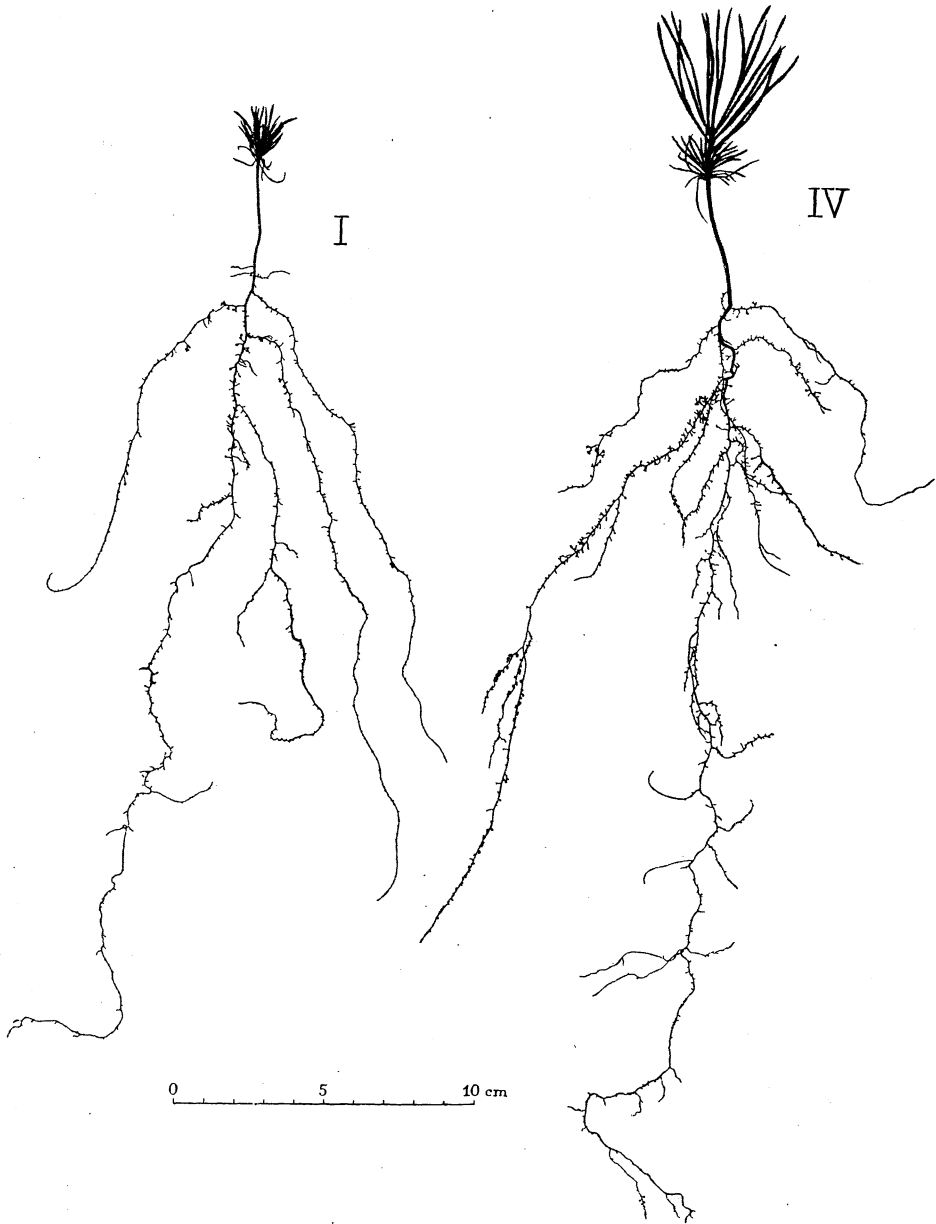


Fig. 8. Försöksserie  $A_1 b$ . Sambandet mellan årsskottens längdtillväxt (1923 och 1924) samt kvävemobiliseringen, bedömd genom lagringsprov åren 1922 och 1924. I—IV se fig. 4. Se vidare tab. 2 c.

Versuchsreihe  $A_1 b$ . Beziehung zwischen Höhenwachstum der Jahressprosse 1923 und 1924 und die Stickstoffmobilisierung nach Lagerungsproben in den Jahren 1922 und 1924. I—IV siehe Fig. 4.

vattnades med destillerat vatten. Försöksserien har nummerats  $A_2 a$ . För plantuppdragningen användes samma slags frö som året förut. Plantorna omskolades i försökskrukorna den 18 juni 1923 och fingo utveckla sig i växthuset till hösten 1924, då försöket avbröts. Resultatet återfinnes i tab. 5. Det är huvudsakligen detsamma som i föregående försöksserie; plantor, som uppdragits i hyggeshumus, tillhöra en storleksklass för sig. Skillnaden i medellängd mellan dessa plantor och de övriga är betydande och vida större än tre ggr medelfelet. Plantorna uppdragna i humus från de öppna partierna i tallheden äro de sämsta, skillnaden mellan dessa och de övriga är stor och ligger likaledes utanför tre ggr medelfelet. Plantorna, som uppdragits i råhumus från gammal gran-skog eller i humus under trädgrupp på hed, äro tämligen likstora, skillnaden är ej stor och av medelfelet storleksordning (se vidare tab. 5 b).



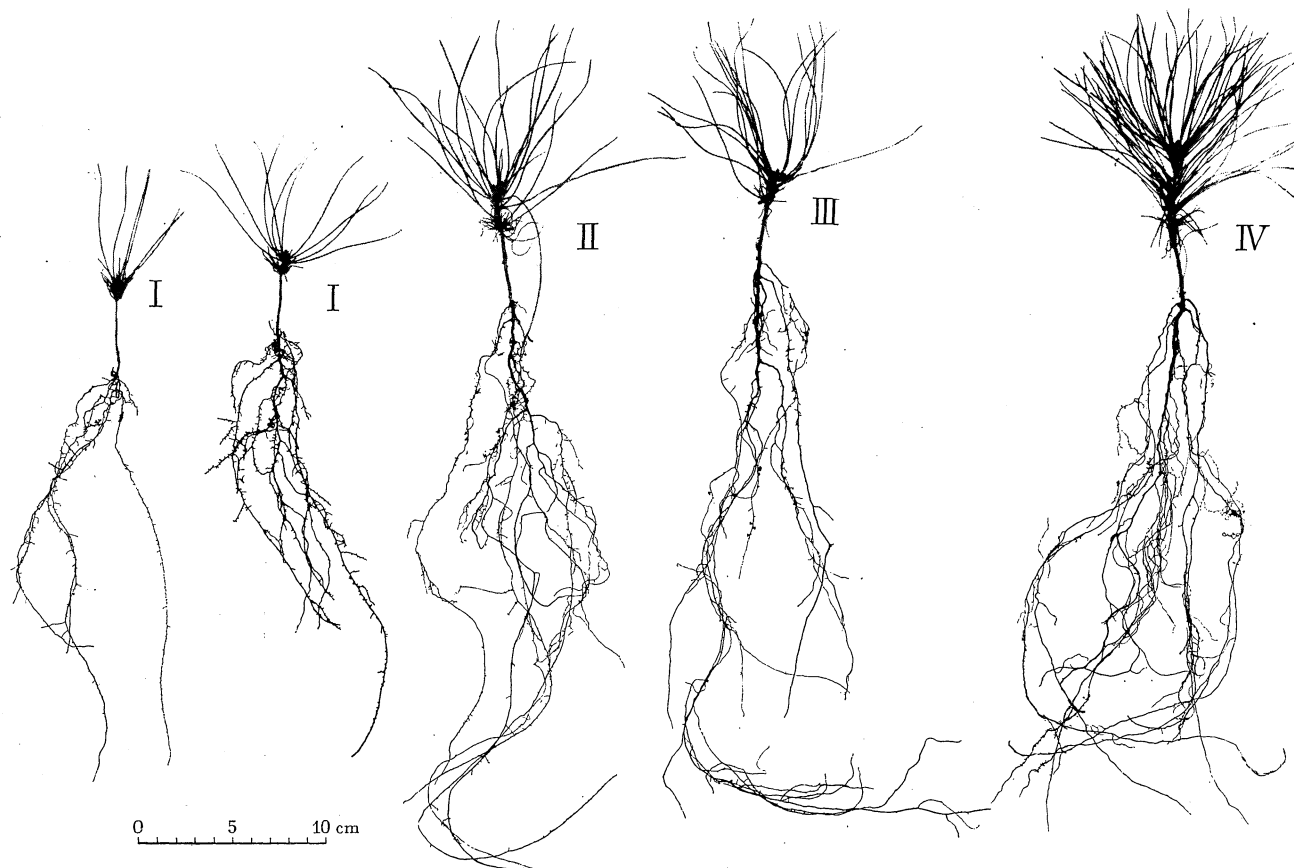
Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

EKBLOM delin.

Fig. 9. Försöksserien A<sub>1</sub> c. Tvååriga tallplantor, uppdragna i ren sand och vattnade med extrakt av humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. I. Extrakt av humus från öppet parti i tallhed. IV. Extrakt av humus från fjortonårigt hygge i gammal granskog. Se vidare tab. 4.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> c. Zweijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in reinem Sand und begossen mit Humusextrakt von Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. I. Extrakt aus Humus von einer offenen Fläche der Kiefernhede. IV. Extrakt aus Humus von einer Kahlhiebsfläche.





Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. RONELL.

Fig. 10. Försöksserien A<sub>2</sub>. Tvååriga tallplantor hösten 1924 uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. I. Humus från öppet parti i tallhed. II. Humus från trädgrupp på tallhed. III. Humus från gammal, lavbehängd granskog av *Dryopteris*-typ. IV. Humus från hygge i gammal, lavbehängd granskog. Se vidare tab. 5a.

Versuchsreihe A<sub>2</sub> a. Zweijährige Kiefernpflanzen Herbst, 1924 aufgezogen in Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. I. Humus von einer offenen Fläche der Kiefernhede. II. Humus aus einer Verjüngungsgruppe der Kiefernhede. III. Humus aus einem alten, flechtenbewachsenen Fichtenwald von *Dryopteris*-Typ. IV. Humus von einer Kahlhieblfläche in demselben Waldtyp.

I avseende på barrparens antal finnas samma skillnader mellan plantorna som med hänsyn till skottlängden, medan barrlängderna förete en större variation (se vidare tab. 5 b). Även i denna serie framträder ett mycket nära samband mellan kvävemobilisering och plantornas längdtillväxt, såsom visas i tab. 5 c och fig. 11 och 12. Sambandet är så starkt, att det t. o. m. gäller de enskilda krukorna med humusform n:r IV. Sambandet mellan

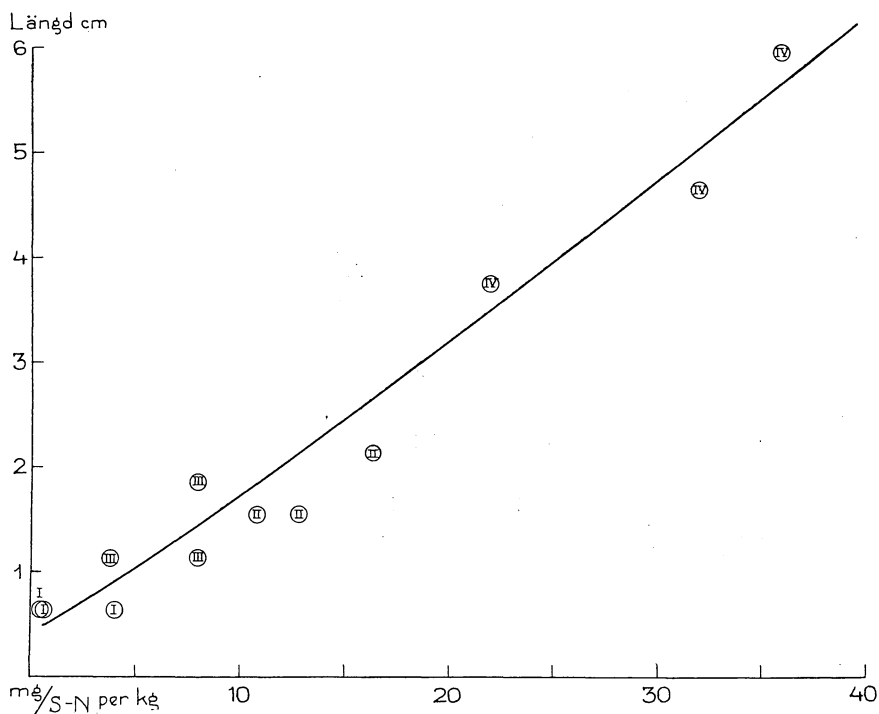


Fig. 11. Försöksserie A<sub>2</sub> a. Sambandet mellan årsskottets längd 1924 och salpeterbildningen, bedömd genom lagringsprov år 1924. I—IV se fig. 10. Se vidare tab. 5 c. Versuchsreihe A<sub>2</sub>a. Beziehung zwischen Höhenzuwachs der Jahressprosse 1924 und der Nitrifikation, berechnet nach Lagerungsproben 1924. I—IV siehe Fig. 10.

höjdtillväxt och salpeterkväve är starkare än samma samband med summan av salpeter- och ammoniakkväve. Kvävemobiliseringen är bedömd genom lagringsprov 1924:

Resultatet av dessa tvenne försöksserier är mycket upplysande med hänsyn till villkoren för plantornas första utveckling. Det visar sig, att trots lika utvecklingsvillkor i övrigt, såsom med hänsyn till temperaturen, ljus- och vattentillgången och det ursprungliga rotutrymmet, plantorna förete en mycket olika utveckling, beroende på arten av den humus, med vilken sanden i krukorna uppblandats. En undersökning av kvävemobiliseringen i försökskrukorna visar, att plantornas höjdtillväxt står i

mycket god relation till intensiteten av denna process. De öppna partierna av tallheden, där den naturliga föryngringen går mycket långsamt, i det plantorna bliva små och svaga, ha den sämsta humusen. Råhumustäcket i den gamla granskogen eller under tallgrupperna på heden ha ungefär likvärda egenskaper. Det 14—15-åriga granskogshygget, som företer en mycket vacker föryngring med tall och björk, visar sig där-

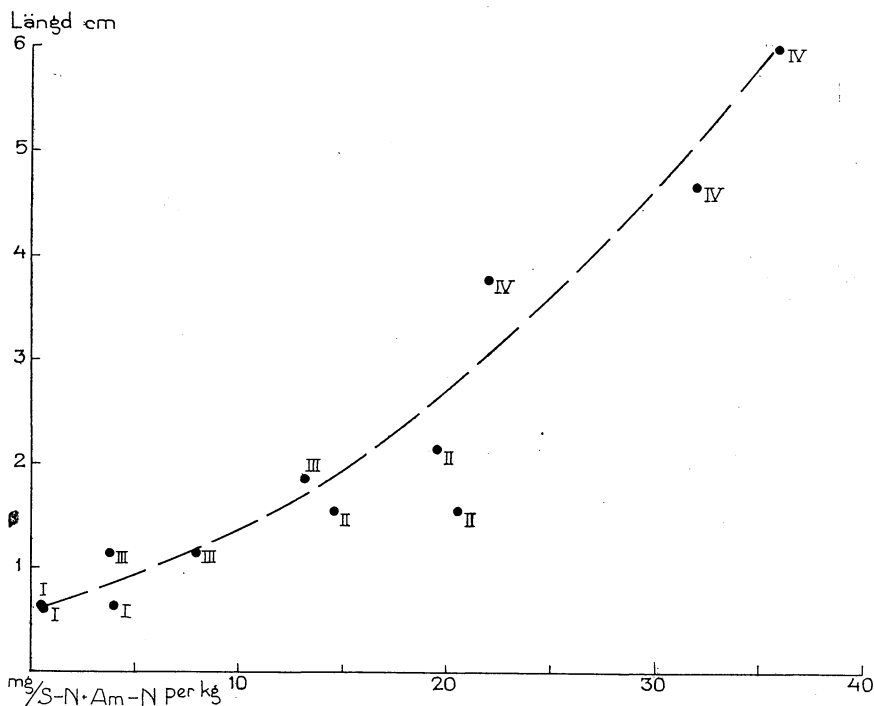


Fig. 12. Försöksserie A<sub>2</sub> a. Sambandet mellan årsskottets höjdtillväxt 1924 och kvävemobiliseringen, bedömd genom lagringsprov år 1924. I—IV se fig. 10. Se vidare tab. 5 c. Versuchsreihe A<sub>2</sub> a. Beziehung zwischen Höhenzuwachs der Jahressprosse 1924 und der Stickstoffmobilisierung, berechnet nach Lagerungsproben im Jahr 1924. I—IV siehe Fig. 10.

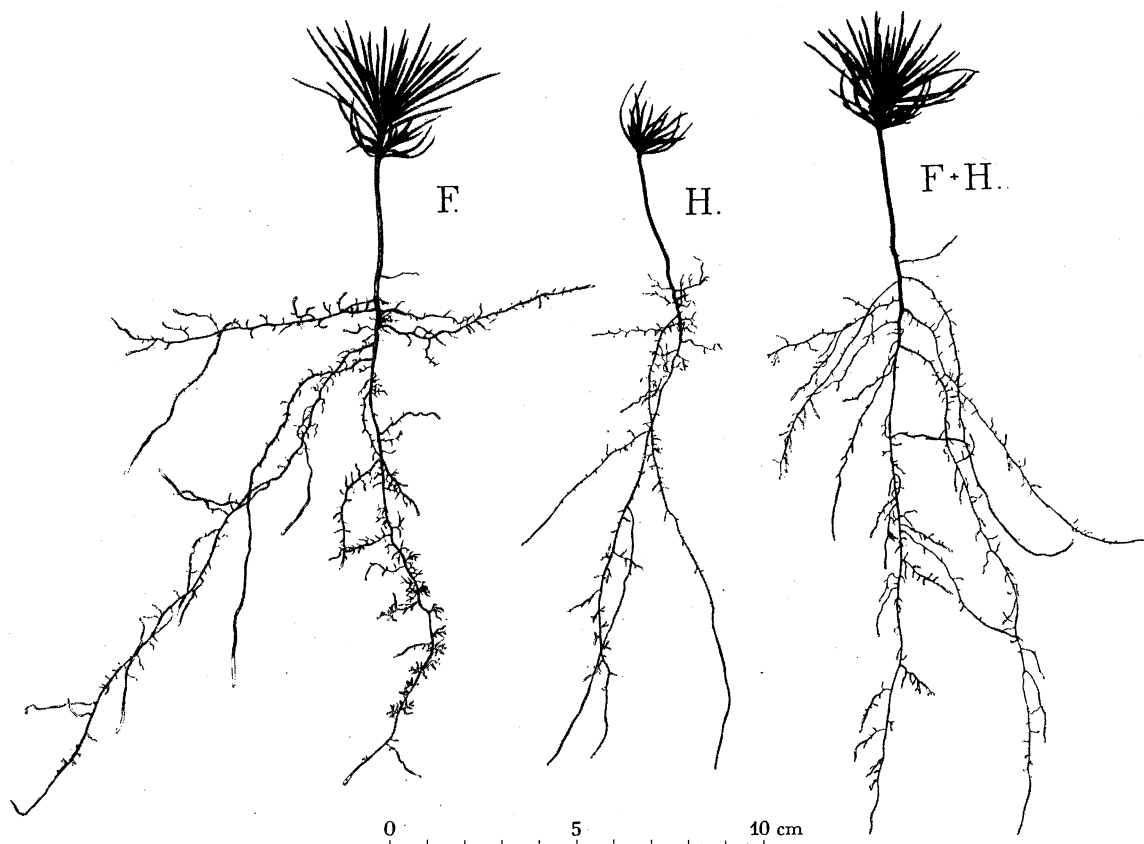
emot ha den humus, som är mest gynnsam för plantornas utveckling. Plantor uppdragna i en blandning av sand och hyggeshumus tillhöra en högre, från de övriga plantorna i försöksserierna starkt avskild storleksklass. Då man har all anledning att antaga, att den humus, som fanns i granskogen vid dess avverkning 1908, var av samma beskaffenhet som i det ännu slutna gamla beståndet, där råhumus hämtats för dessa försök, framgår, att det ursprungliga råhumustäcket genomgått djupgående förändringar. Dessa förändringar gå bland annat ut över kvävemobiliseringsförmågan och äro av en mycket gynnsam inverkan på plantornas utveckling. Försöken visa därför att hyggets vackra för-

yngring är att tillskriva ej blott den bättre ljustillgången utan kanske i främsta rummet det förbättrade humustillståndet. Då jag haft tillfälle att följa utvecklingen å detta hygge, vill jag framhålla, att den gynnsamma humusförändringen endast inträtt så småningom.

Den omvandling, som humustäcket på hygget genomgått, synes mig även kunna bedömas genom de förändringar under försöksåren 1922—1924, som kvävemobiliseringen företer i de olika försöken. Dessa belysas närmare i tab. 6. Av denna framgår, att i samtliga humusformer iakttoogs under första försöksåret en ej obetydlig kvävemobilisering, som dock var minst hos humusform I (öppna fältet på tallheden) och störst hos humusform IV (kalhygget i gammal granskog). Hos humusformerna I—III iakttoogs sedermera ett snabbt sjunkande i kvävemobiliseringsförmågan, så att den år 1924 endast når ett mycket lågt värde. Hos humusform IV sjunker kvävemobiliseringen visserligen något år 1923, men höjer sig återigen år 1924 eller kvarbliver på en hög nivå. Detta synes mig tyda på mycket viktiga skillnader i de olika humusformernas kvävemobilisering. I de egentliga råhumusformerna I—III synes finnas en viss mängd kväve, som genom inblandning i sand snabbt mobiliseras, varefter kvävemobiliseringen upphör. Hos den mullartat omvandlade humusformen IV är kvävemobiliseringen uthållig, kanske beroende på en i marken försiggående assimilation av fritt luftkväve. Frågan har ett mycket stort intresse såväl i teoretiskt som ej minst i praktiskt hänseende och är väl värd en närmare undersökning.

#### Försöksserie B. Humusprov från barrblandskog, Glindran, Jönåkers häradsallmänning, Södermanland.

Denna försöksserie avser att belysa plantutvecklingen i en råhumus, som snabbt reagerar vid ökat ljustillträde genom att övergå i ett nitrificerande stadium. Som förut framhållits (kap. I, sid. 342), utmärkas dylika råhumustäcken genom sin mottaglighet för infektion, inblandning med ympjord framkallar i hela jordmassan en livlig nitrifikation. Är den uppfattningen riktig, att den livliga kvävemobilisering och den större känslighet för infektion med nitrificerande ympjord, som ofta utmärker en kalytas humustäcke, är en viktig betingelse för tallplantans snabba utveckling, så bör ett dylikt hastigt reagerande humustäcke utan att genomgå några förvandlingar på ett hygge, ge upphov till vackra och kraftiga plantor. För att pröva denna fråga användes humusprov från ett av mig ofta undersökt barrblandbestånd vid Glindran, Björkviks socken i Södermanland, och beläget inom Jönåkers häradsallmänning (se HESSELMAN 1926, sid. 397—399).

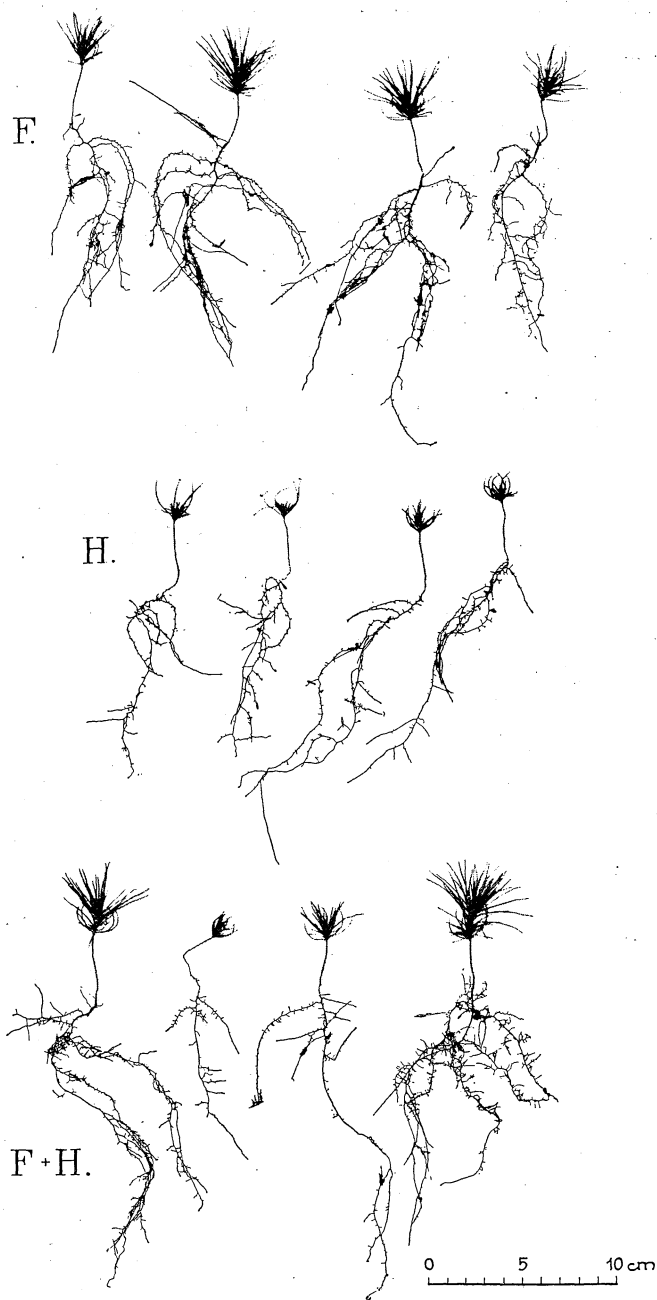


Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

EKBLOM delin.

Fig. 13. Försöksserien B. Ettåriga tallplantor, uppdragna i humus från slutet barrblandbestånd i Jönåkers häradssallmanning vid Glindran i Björkviks socken, Södermanland. F. Förmultningsskiktet. H. Humusämneskiktet. F + H. Skiktet blandade. Se vidare tab. 7 a. Versuchsreihe B. Einjährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humus aus einem gut geschlossenen Nadelmischbestand im Gemeinewald Jönåker, Björkvik, Södermanland. F. Vermoderungsschicht. H. Humusstoffschicht. F + H. Die beiden Schichten gemischt.

Vid insamlingen av de vid försöken använda humusproven, som ombesörjdes av assistenten vid avdelningen, docenten CARL MALMSTRÖM, skildes mellan förmultnings- och humusämneskikten. I det förra är, såsom jag visat (HESSELMAN 1926, sid. 317—324), kvävet lättare mobiliserbart och nitrificerbart än i det senare. För uppdragningen av tallplantorna användes samma sorts frö som i föregående serier, nämligen tallfrö från Rätans revir och av 1920—21 års skörd. — Plantorna omskolades den  $\frac{18}{6}$  1923 i krukor, som voro fyllda med  $\frac{1}{3}$  humus och  $\frac{2}{3}$  sand, och utsattes efter några dagar i växthuset, där flertalet fingo utveckla sig till hösten 1924. Resultaten bekräftade till fullo de slutsatser, som kunde dragas av försöksserien A<sub>1</sub>. De plantor, som uppdrogos i humus ur förmultningsskiktet, blevo i alla avseenden kraftigare än de, som uppdrogos i humus ur humusämneskiktet. De fingo redan första året talrikare, större, kraftigare och mörkare färgade barr, även rotsystemet blev vida kraftigare. Med hänsyn till sin utveckling överensstämde de närmast med de första årets plantor i serie A, som uppdrogos i humus från hygge. De plantor, som uppdrogos i en blandning av förmultnings- och humusämneskikten, intogo en mellanställning mellan de övriga (se vidare fig. 13 och 14). Följande sommar voro 1924 års årsskott kraftigare hos plantorna i förmultningsskiktet än hos dem, som uppdrogos i humusämneskiktet. Skillnaden är betydande och större än tre ggr medelfelet. Även sådana plantor, som uppdragits i humus från båda skikten, överträffade dem, som uppdragits enbart i humusämneskiktet, skillnaden är dock mindre och ungefär två ggr medelfelet. Däremot är skillnaden mellan plantorna i förmultningsskiktet och sådana, som uppdragits i blandad humus, obetydlig och mindre än medelfelet (se tab. 7 b). Vad barrparen beträffar, förhålla de sig ungefär som skottens längd, medan barren hos plantorna i H-skiktet äro de längsta. Till denna senare fråga återkommer jag längre fram. Denna försöksserie visar sålunda att ett humustäcke, som är mottagligt för infektion genom ympjord och som vid ökat ljustillträde snabbt övergår i ett nitrifikationsstadium, omedelbart och utan att genomgå sådana förändringar, som försiggå på ett hygge eller en föryngringsyta, alstrar kraftiga plantor jämförliga med dem, som erhållas i god hyggeshumus. Vidare visar det sig, att i ett sådant humustäcke förmultningsskiktet med sin livligare kvävemobilisering ger upphov till bättre plantor än humusämneskiktet. Sambandet mellan plantans höjdtillväxt och kvävemobiliseringen i försökskärnen är dock i detta försök mera invecklat. Som tab. 7 c visar, kommer under första året i avseende på kvävemobiliseringens intensitet F-skiktet i första, blandningen av F- och H-skikten i andra och H-skiktet i tredje rummet. Andra året däremot, då kvävemobiliseringen är mindre livlig, kommer



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 14. Försöksserien B. Ettåriga tallplantor, uppdragna i humus från slutet barrblandbestånd i Jönåkers häradsallmänning vid Glindran, Björkviks sn, Södermanland. F. Förmultningsskikt. H. Humusämneskikt. F + H. Skikten blandade.

Versuchsreihe B. Einjährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humus aus einem geschlossenen Nadelmischwald im Gemeindefeld Jönåker, Björkvik, Södermanland. F. Vermoderungsschicht. H. Humusstoffschicht. F + H. Die beiden Schichten gemischt.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

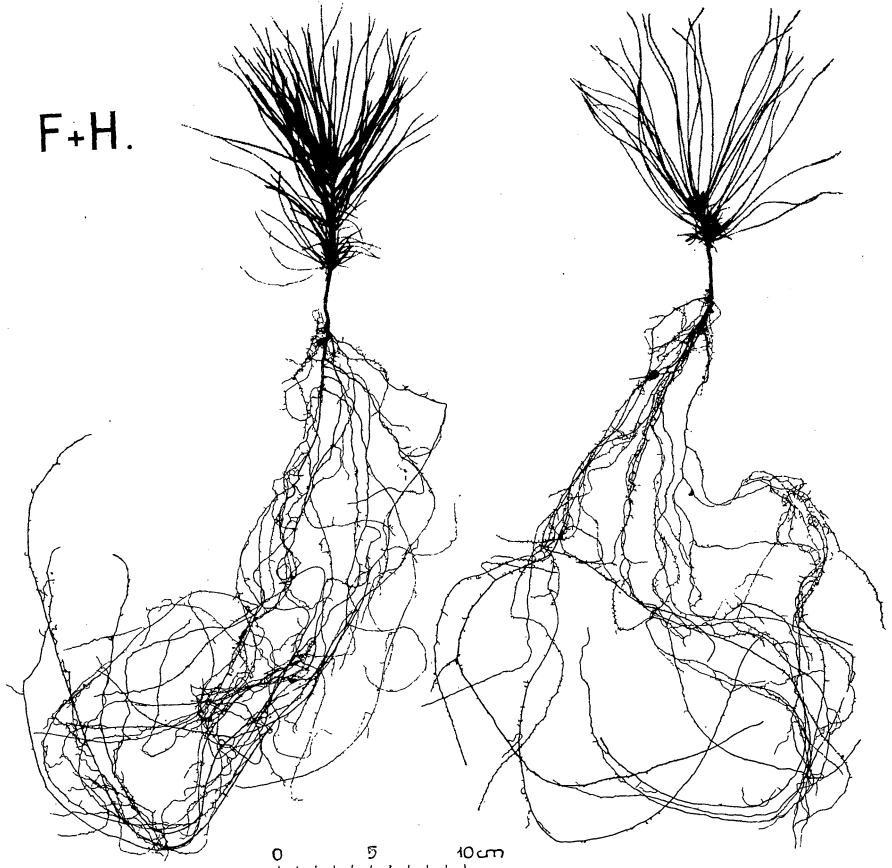
Fig. 15. Försöksserien B. Tvååriga tallplantor, uppdragna i humus från slutet barrblandbestånd i Jönäkers häradsallmanning vid Glindran i Björkviks sn. F. Förmultningskikt. H. Humusämneskikt. Se vidare tab. 7.

Versuchsreihe B. Zweijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humus aus einem gut geschlossenen Nadelmischwald, Gemeinewald Jönäker, Björkvik. Södermanland. F. Vermoderungsschicht. H. Humusstoffschicht.

Foto L.-G. ROMELL.



H-skiktet i första, F-skiktet i andra och blandningen av de båda skikten i tredje rummet. Årsskottens längd stå i överensstämmelse med kväve-mobiliseringen under första året, vilket är fullt förklarligt med hänsyn till att årsskottslängden är beroende av näringsbetingelserna under föregående år (HESSELMAN 1904, MÖLLER 1908).



Ur Statens skogsforsökanst. saml.

L.-G. ROMELL.

Fig. 16. Försöksserien B. Tvååriga tallplantor, uppdragna i humus från barrblandbestånd i Jönåkers häradsallmänning vid Glindran, Björkviks sn, Södermanland. F+H. Förmultnings- och humusämneskikten blandade. Se vidare tab. 7.

Versuchsreihe B. Zweijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humus aus einem gut geschlossenen Nadelmischwald im Gemeinewald Jönåker, Björkvik, Södermanland. F+H. Vermoderungs- und Humusstoffschicht gemischt.

Försöksserie C. Humusformer från Jämtlands fjälltrakter.  
Björkinblandningens betydelse.

I min avhandling över barrskogens humustäcke har jag framhållit, att humustäckets halt av basiska buffertämnen gynnar kvävemobiliseringen

och att den även förhöjer humustäckets reaktionskänslighet för ökat ljusstillträde. Halten av basiska buffertämnen i barrskogens humustäcke stiger genom inblandning av björk, vars löv är rikare på dylika ämnen än barrträdsbarren. Det vore därför att vänta att en humus, som bildats under inflytande av björklöv, skulle visa sig ge upphov till kraftigare plantor än en humus, som huvudsakligen bildats av barrträds- och

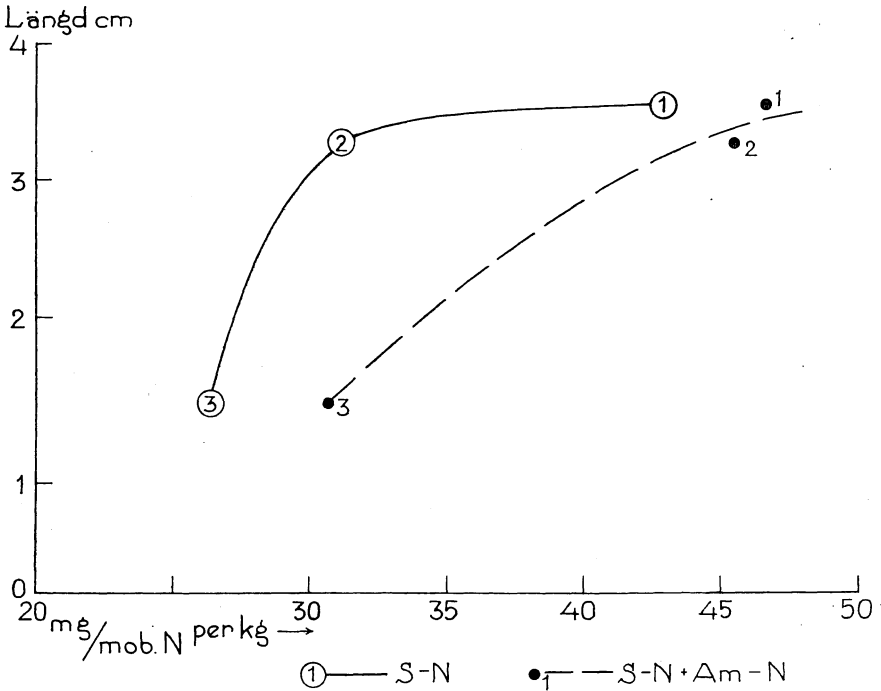


Fig. 17. Försöksserien B. Sambandet mellan årsskottets höjdtillväxt 1924 och kvävemobiliseringen, beräknad genom lagringsprov 1924. 1 Förmultningsskikt, 2 förmultnings- och humusämneskikt blandade, 3 humusämneskikt. Se vidare 7 c.  
 Versuchsreihe B. Beziehung zwischen Höhenwachstum der Jahressprosse 1924 und Stickstoffmobilisierung, berechnet durch Lagerungsprobe 1923. 1 Vermoderungsschicht, 2 Vermoderungs- und Humusstoffschicht gemischt, 3 Humusstoffschicht.

bärrisavfall. Humus med björkinblandning kunde väntas komma i en kraftigare kvävemobilisering än humus av mera rent barrursprung. För att pröva denna fråga använde jag i mina försök bl. a. fyra humusformer från Jämtlands fjälltrakter, insamlade mellan Sjulsåsen och Dunnervattnet i Frostvikens och Hotagens socknar, nämligen:

I. Fjällbjörkskog med insprängd gran vid Dunnervattnet. Öppen plats bevuxen med bärris, mossor, lavar och svagt växtlig gran.

II. Samma skog och omedelbart invid samma plats som n:r I, men under en björk. Invid björken vacker gran.

III. Medelålders björkgranskog ovan Småtjärnarna mellan Dunnervattnet och Sjulsåsen.

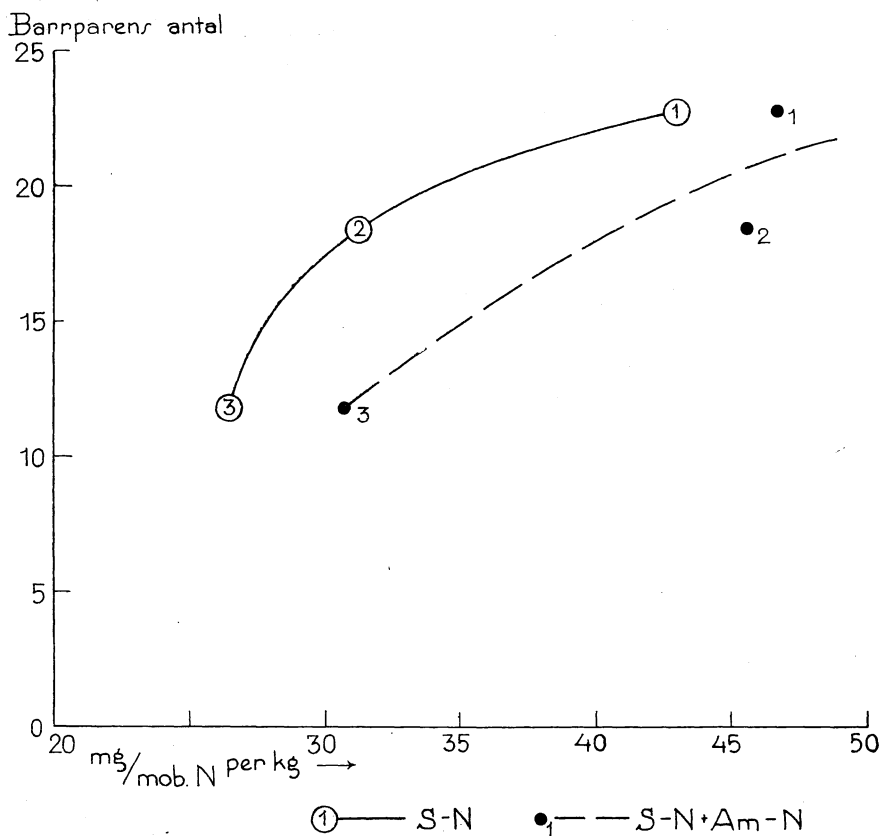


Fig. 18. Försöksserien B. Sambandet mellan barrparens antal på 1924 års skott och kvävemobiliseringen, beräknad genom lagringsprov 1923. 1 Förmultningsskikt, 2 Förmultnings- och humusämneskikt, 3 Humusämneskikt. Se vidare tab. 7 c. Versuchsreihe B. Beziehung zwischen Zahl der Nadelpaare des Jahresprosses 1924 und Stickstoffmobilisierung, berechnet durch Lagerung 1923. 1 Vermoderungsschicht, 2 Vermoderungs- und Humusstoffschicht gemischt, 3 Humusstoffschicht.

IV. Äldre, rent granbestånd med tjock råhumus och för-yngring invid lågor, nära n:r III.

Angående insamlingsplats hänvisas för övrigt till min avhandling 1926, sid. 453—454. Reaktionstal, halt av assimilerbar kalk och glödförlust hos proven hade följande värden.

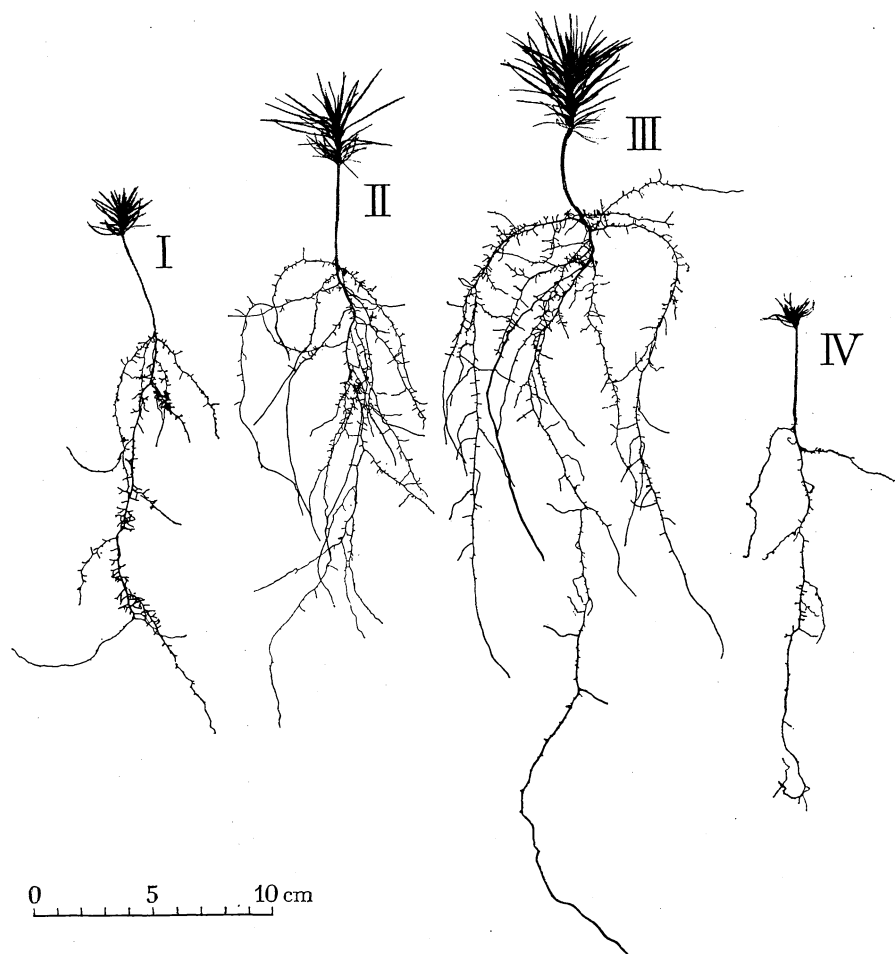
	I	II	III	IV
P <sub>H</sub> .....	4,1	4,7	5,3	4,3
CaO <sub>ass</sub> dir. ....	0,49	0,79	0,77	0,50
» omr. ....	0,59	0,92	1,03	0,60
Glödförlust .....	90,2	85,9	74,8	82,9

Vid elektrometrisk titrering (HESSELMAN 1926, sid. 276—277) visa sig proven II och III jämförelsevis rika på basiska och fattiga på sura buffertämnen, medan proven I och IV äro fattiga på basiska och något rikare på sura.

För försöken användes samma tallfröprov från Rätans revir och skördeåret 1920—21 som i föregående serier. Granfröet var från Gästriklands revir, Laxbäckens bevakningstrakt, hade skördats hösten 1921 och ägde 70 % grobarhet. Fröet såddes i mitten av maj 1925, plantorna omskolades i krukor med humusinblandning den 15 och 16 juni och utsattes efter några dagar i växthuset. För varje enskilt försök användes tvenne krukor med sex plantor i varje, varför försöksserien omfattar 16 krukor med inalles 96 plantor. Plantornas storlek och utseende hösten 1925 framgår av fig. 19—20 och tab. 8.

De humusformer, som bildats under inflytande av björk, ha alstrat kraftigare plantor än de humusformer, som uppkommit enbart av bärris, granbarr och mossor. Av särskilt intresse är att jämföra med varandra plantorna från humusformerna I och II. Dessa humusformer äro insamlade på platser några meter från varandra och äro i hög grad ägnade att belysa björklövets inverkan på humustäcket. Här kan ej vara tal om någon skillnad i geologiskt underlag eller några andra faktorer. Såväl tallen som granen äro vackrare i humusform II än i humusform I. På de öppna platserna i denna fjällbjörkgranskog hade revirförvaltningen år 1913 låtit bearbeta marken i gropar om en kvadratfot. I dessa funnos rätt talrika granplantor, men dessa voro små och svagt utvecklade. Granplantorna äro avbildade i KALLINS avhandling om Norrlandsskogarnas föryngring (1926, sid. 93), resultatet står i god överensstämmelse med utslaget av detta försök.

Bland de fyra använda humusformerna har råhumustäcket i den gamla granskogen givit det sämsta resultatet. Avgjort bättre resultat i avseende på tall men ej, eller mycket osäkert, i avseende på gran har lämnats av humustäcket på den öppna platsen i fjällgranbjörksgogen. Humusformerna, uppkomna under björkens inflytande, ha lämnat avgjort bättre resultat än de båda övriga, och detta såväl med hänsyn till tall- som granplantorna. Av humusformerna, uppkomna under björk, har humusprovet från björkgranskogen med hänsyn till tallplantornas utveckling



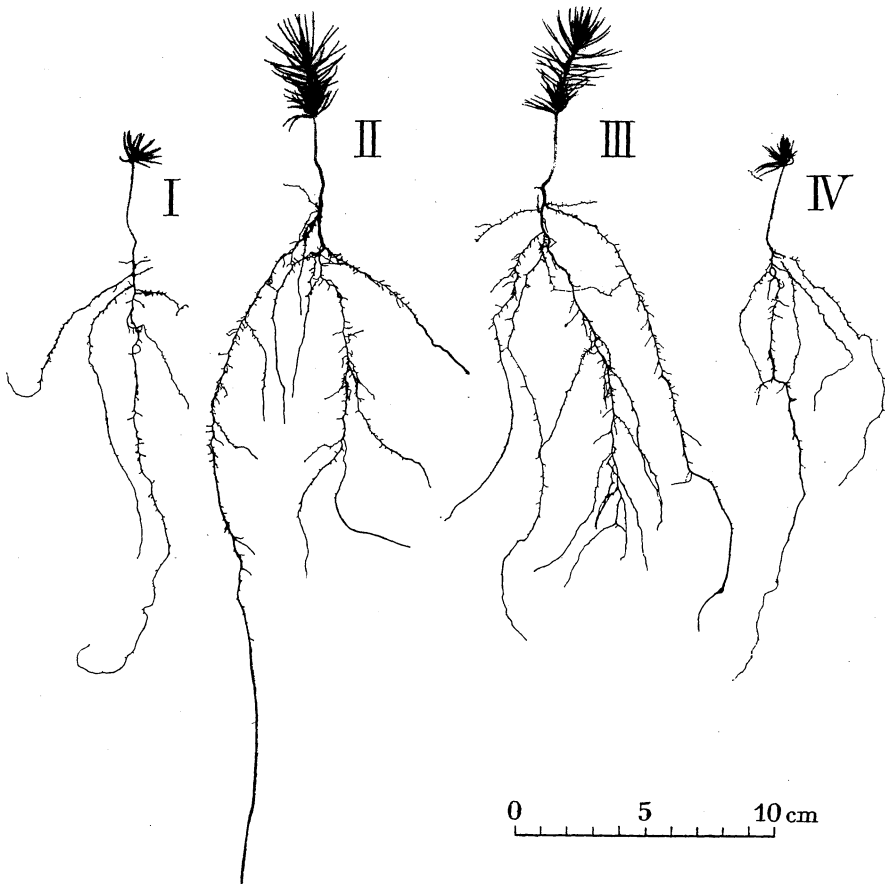
Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 19. Försöksserien C. Ettåriga tallplantor, uppdragna i humusformer, bildade med eller utan björk i beståndet. Jämtland mellan Sjulsåsen och Dunnervattnet. I. Humus från Dunnervattnet. Öppet parti i granbjörkskog, bevuxet med gran, bärris, mossor och lavar. II. Humus, insamlad under fjällbjörk invid plats för nr I. III. Björkblandad granskog vid Småtjärnarna mellan Sjulsåsen och Dunnervattnet. IV. Äldre ren, råhumusbesvärad granskog vid Småtjärnarna mellan Sjulsåsen och Dunnervattnet. Se vidare tab. 8 a och 8 b.

Versuchsreihe C. Einjährige Kiefernplanzen, aufgezogen in Humusformen, gesammelt in Beständen mit oder ohne Birke. Jämtland zwischen Sjulsåsen und Dunnervattnet. I. Humus aus Dunnervattnet. Kahle Fläche im alpinen Fichtenbirkenwald, bewachsen mit schlechtwüchsigen Fichten, Beerenkräutern, Moosen und Flechten. II. Humus, gesammelt unter einer Birke, gleich neben dem Platz für Humus I. III. Birken-Fichtenwald bei Småtjärnarna zwischen Sjulsåsen und Dunnervattnet. IV. Älterer Fichtenwald mit Rohhumus zwischen Sjulsåsen und Dunnervattnet.

visat sig överlägsen den humus, som insamlats under ensamstående björkskogsgrupp, medan granplantorna knappast förete någon skillnad. Med hänsyn till barrantal och barmängd förhålla sig plantorna i de olika försöksserierna ungefär som med hänsyn till årsskottets längd.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 20. Försöksserien C. Ettåriga granplantor, uppdragna i humusformer, bildade med eller utan björk i beståndet. Jämtland mellan Sjulsåsen och Dunnervattnet. I—IV se fig. 19. Se vidare tab. 8 a och 8 b.

Versuchsreihe C. Einjährige Fichtenpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus Fichtenbeständen mit oder ohne Birke. Jämtland zwischen Sjulsaßen und Dunnervattnet. I—IV siehe Fig. 19.

I denna försöksserie är kvävemobiliseringen ovanligt livlig. Vid försökets avbrytande på senhösten 1925 funnos i krukorna med humusformerna II och III (bildade genom inblandning av björklöv) avsevärda mängder salpeter och under lagringstiden nådde salpetermängderna mycket höga belopp eller i den bästa humusformen ända till närmare

168 mg pr kg. Då kvävemobiliseringen även i de humusformer, som utvecklats utan inblandning av björk, var ganska livlig ehuru avsevärt mindre än i de andra, hade det utan tvivel varit av intresse att följa utvecklingen även under ett par följande år. Emellertid planerades för sommaren 1926 en alldeles ny försöksserie, varför denna försöksserie liksom den följande fick avbrytas senhösten 1925. Möjligt och kanske även sannolikt är emellertid, att den iakttagna kvävemobiliseringen är att jämnställa med den, som första året iaktogs i flera prov i försöksserierna A<sub>1</sub>a och A<sub>1</sub>b, men som snart sjönk till ett minimum (se vidare sid. 359 och tab. 6).

#### Försöksserie D. Humusformer från olika bestånd inom Kulbäckslidens försökspark.

Liksom föregående försöksserie omfattar även denna endast ett års försök och kan därför ej bli lika upplysande som försöksserien A. Men då i denna ingå sju olika humusformer, som behandlats på olika sätt, erbjuder den dock åtskilligt av intresse, isynnerhet med hänsyn till den inverkan, som tillförsel av kalk eller infektionsjord kan utöva på plantans utveckling under första året. För detta försök användes plantor, uppdragna ur samma fröprov som i serie C och behandlade på samma sätt som dessa.

Under vintern 1924—1925 hade humusprov från de platser på Kulbäcksliden, varifrån humusprov våren 1925 togos för denna försöksserie, närmare undersökts. Härvid hade studerats den inverkan, som infektion med ympjord, kalkning eller båda dessa åtgärder i förening utöva på kvävet mobilisering. Samtidigt bestämdes reaktionstalen. Med ledning av dessa försök tillsattes till vissa av de humusprov, som användes i försöksserien, så mycket CaCO<sub>3</sub>, att jorden skulle bli ungefär neutral. Någon full överensstämmelse mellan de kalkade provens reaktionstal nåddes dock ej. Orsaken är kanske att söka däri, att de under vintern 1924—1925 undersökta proven ej voro fullt identiska med dem, som användes i försöksserien D, kanske ock i att behandlingen av proven — vintern 1924—1925 lagringsprov, sommaren 1925 sandblandad humus i krukor — var så olikartad. Alltnog — i de kalkade proven visade sig reaktionstalen växla från 5,7 till 6,9. Nedanstående översikt innehåller en redogörelse för de använda humusproven, deras beskaffenhet och behandling.

I. Kulbäcksliden, Storliden. Gammal, oväxtlig, lavbehängd granskog av *Vaccinium*-typ. Kalkning och ympjord ha ringa inverkan på kvävemobiliseringen, se härom närmare HESSELMAN 1926, sid. 347—356 och fig. 44.

- a. 5 l sand + 2,5 l humus, motsvarande 255 g humus torkad vid 100° C.
- b. 5 l sand + c:a 2,5 l humus + 25 g ympjord vid 100° C.
- c. 5 l sand + 2,5 l humus + 10,2 g CaCO<sub>3</sub>, motsvarande 4 g CaCO<sub>3</sub> till 100 g vid 100° C.
- d. 5 l sand + c:a 2,5 l humus + 25 g ympjord + 10,2 g CaCO<sub>3</sub>.

II. Kulbäcksliden. Bränd holme i Degerö stormyr. C:a 90-årig, björkblandad granskog av Vaccinium-typ. Kalkning och infektion med ympjord ha en stark inverkan på kvävemobiliseringen. En livlig nitrifikation framkallas enbart av kalkning eller ympjord. Se vidare HESSELMAN 1926, sid. 347—356 och fig. 45.

- a. 5 l sand + 2,5 l humus, motsvarande 403 g vid 100° C.
- b. 5 l sand + c:a 2,5 l humus, motsvarande 363 g vid 100° C + 40 g ympjord vid 100° C.
- c. 5 l sand + 2,5 l humus + 6,5 g CaCO<sub>3</sub>, motsvarande 1,6 pr 100 g humusprov.
- d. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov, motsvarande 363 g vid 100° C + 40 g ympjord + 6,5 g CaCO<sub>3</sub>.

III. Kulbäcksliden. Bränd holme i Degerö stormyr. C:a 90-årig granskog av Vaccinium-typ utan björk. Kalkning och ympjord ha en kraftig inverkan på kvävemobiliseringen. Se härom HESSELMAN 1926, sid. 347—359 och fig. 46.

- a. 5 l sand + 2,5 l humus, motsvarande 408 g vid 100° g C.
- b. 5 l sand + c:a 2,5 l humus, motsvarande 367 g vid 100° C. + 40,8 g ympjord vid 100° C.
- c. 5 l sand + 2,5 l humus + 16,3 g CaCO<sub>3</sub>, motsvarande 4,0 g CaCO<sub>3</sub> till 100 g humus.
- d. 5 l sand + c:a 2,5 l humus + 40,8 g ympjord + 16,3 g CaCO<sub>3</sub>.

IV. Kulbäcksliden. Gammalt hygge å Stormyrtjälen. Inverkan av kalkning och ympjord på kvävemobilisering ej särskilt undersökt.

- a. 5 l sand + 2,5 l humusprov, motsvarande 407 g vid 100° C.
- b. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov, motsvarande 366 g humusprov vid 100° C. + 41 g ympjord.
- c. 5 l sand + 2,5 l humusprov + 16,3 g CaCO<sub>3</sub>, motsvarande 4 g till 100 g humusprov.
- d. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov + 41 g ympjord + 16,3 g CaCO<sub>3</sub>.

V. Kulbäcksliden. Gammal, ännu växtlig granskog av Dryopteris-typ. Föryngring av svagt växande granplantor. Enligt försök vintern 1924—1925 framkallar infektion med ympjord utan kalk ingen eller mycket svag nitrifikation, med kalk svagare effekt än i proven II och III, men starkare än i prov I. Kalkning utan ympjord framkallar i större doser, 4 g CaCO<sub>3</sub> pr 100 g humusprov (beräknad som



torrvikt vid 100° C.), tydlig nitrifikation, dock mycket svagare än i II och III.

- a. 5 l sand + 2,5 l humusprov, motsvarande 377 g vid 100° C.
- b. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov + 38 g ympjord.
- c. 5 l sand + 2,5 l humusprov + 9 g CaCO<sub>3</sub>, motsvarande 2,4 g till 100 g humusprov vid 100° C.
- d. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov + 38 g ympjord + 9 g CaCO<sub>3</sub>.

#### VI. Kulbäcksliden. Flakatjälen. Granskog av *Geranium*-typ.

Då i *Geranium*-skogen å Flakatjälen humustäcket växlar mycket starkt och de vid försöket använda proven ej särskilt undersökts, kan något bestämt ej sägas om deras kvävemobilisering. De torde tillhöra den typ, som visar en svag nitrifikation, men är känslig för infektion genom ympjord.

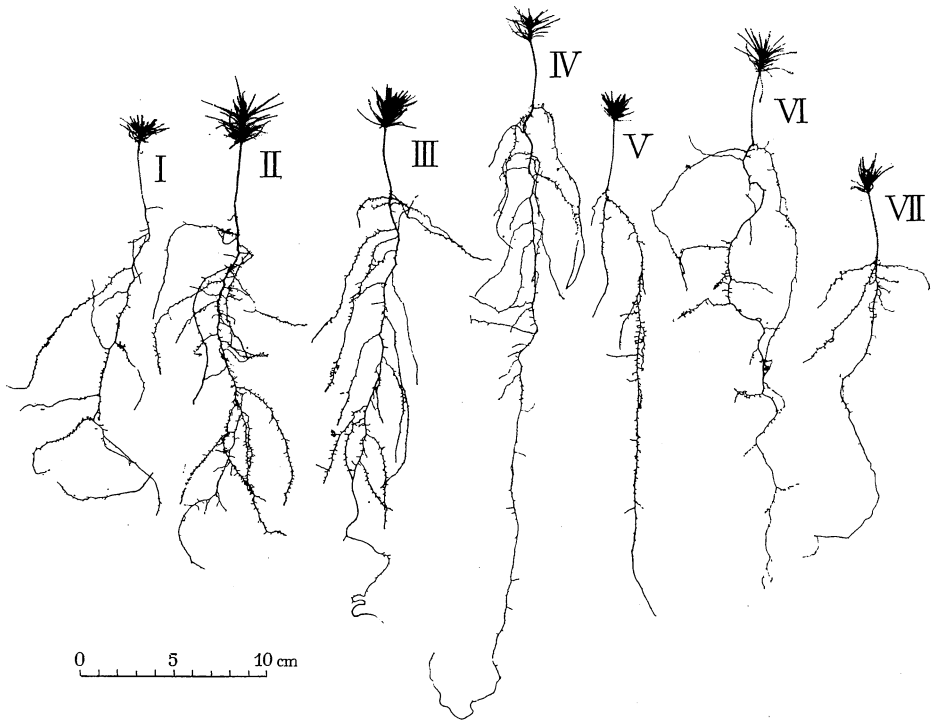
- a. 5 l sand + 2,5 l humusprov, motsvarande 154 g vid 100° C.
- b. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov + 15 g ympjord.
- c. 5 l sand + 2,5 l humusprov + 6,2 g CaCO<sub>3</sub>, motsvarande 4 g till 100 g humusprov.
- d. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov + 15 g ympjord + 6,2 g CaCO<sub>3</sub>.

VII. Kulbäcksliden. Multnat virke ur en gammal granstam från äldre granskog av *Dryopteris*-typ. Mycket svag kvävemobilisering. Kalkning enbart eller i förening med ympjord framkallar ingen eller mycket svag nitrifikation.

- a. 5 l sand + 2,5 l humusprov, motsvarande 198 g vid 100° C.
- b. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov + 20 g ympjord.
- c. 5 l sand + 2,5 l humusprov + 7,9 g CaCO<sub>3</sub>, motsvarande 4 g till 100 g humusprov.
- d. 5 l sand + c:a 2,5 l humusprov + 20 g ympjord + 7,9 g CaCO<sub>3</sub>.

De mått, som belysa de ettåriga plantornas utveckling hösten 1925, återfinnas i tab. 9 a—c. Av denna framgår att humusform n:r II, hämtad från den björkblandade granskogen å den brända holmen i Degerö stormyr, alstrat de största plantorna, närmast komma humusformerna från den rena granskogen å samma holme samt från hygget. Fjärde rummet intages av den örtrika granskogen å Flakatjälen. Humusformerna från den gamla lavbehängda granskogen samt från äldre granskog av *Dryopteris*-typ hava jämte multnat virke ur gammal låga lämnat de sämsta plantorna. Skulle man ha kunnat taga hänsyn till plantornas färg, hade plantorna i det gamla virket kommit i den lägsta klassen. Kalkning, infektion med ympjord eller båda dessa åtgärder i förening ha föga inverkat på plantornas höjdtveckling. Endast humusformerna från björkblandad granskog samt från gammal granskog av *Dryopteris*-

typ ha i det avseendet givit några mer tydliga utslag. Sambandet mellan kvävemobilisering och plantutveckling är i denna försöksserie mindre sträng än i föregående försök, men att ett sådant samband existe-



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

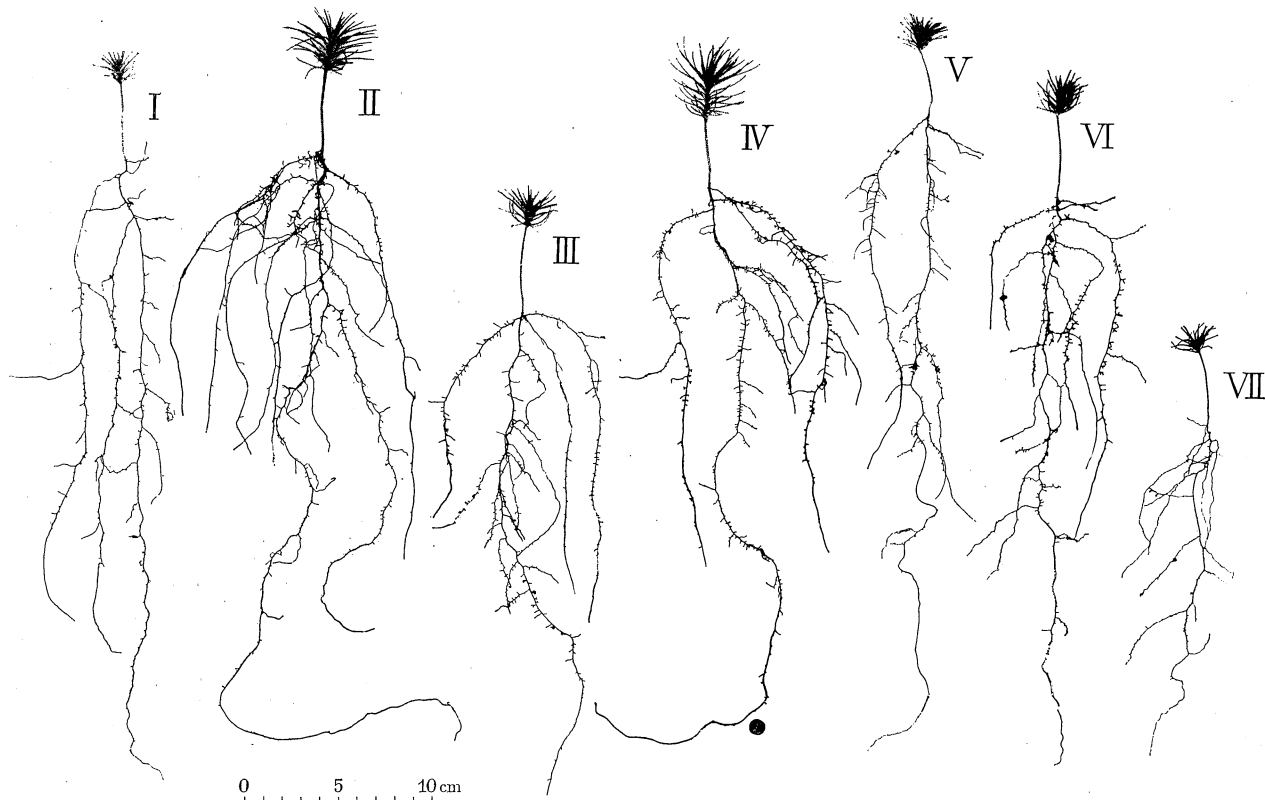
Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 21. Försöksserie Da. Ettåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från försöksparken Kulbäcksliden, Västerbottens län.

I. Gammal, c:a 250-årig lavbehängd granskog av *Vaccinium*-typ. Storliden. II. Björkblandad granskog av *Vaccinium*-typ, c:a 90 årig. Uppkommen efter brand. Holme i Degerö stormyr vid Kätaåsen. III. Granskog av *Vaccinium*-typ, c:a 90-årig. Uppkommen efter brand. Holme i Degerö stormyr vid Kätaåsen. IV. Hygge i granskog av *Vaccinium*-typ. Stormyr tjälen. V. Granskog, äldre, av *Dryopteris*-typ, norr om Storlidsmyren. VI. Granskog av *Geranium*-typ. Norra slutningen av Flakatjälen. VII. Multnat virke ur lågor i gammal granskog av *Dryopteris*-typ norr om Storlidsmyren. Se vidare tab. 9 a--c.

Versuchsreihe D. a. Einjährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus der Versuchsforst Kulbäcksliden-Svartberget. I. Alter flechtenbewachsener Fichtenbestand von *Vaccinium*-Typ. Storliden. II. Birkengemischter Fichtenbestand von *Vaccinium*-Typ, za. 90-jährig, entstanden nach einem Waldbrand. Insel in Degerö Stormyr. III. Fichtenbestand von *Vaccinium*-Typ. Entstanden nach einem Waldbrand, za. 90-jährig. Insel in Degerö Stormyr. IV. Kahlhieblfläche im Fichtenwald von *Vaccinium*-Typ. Stormyr tjälen. V. Alter Fichtenwald von *Dryopteris*-Typ. Storlidsmyren. VI. Alter Fichtenwald von *Geranium*-Typ. Flakatjälen. VII. Vermodertes Holz aus einem alten Fichtenwald. Storlidsmyren.

rar framgår dock ganska väl av fig. 25 och 26 och tab. 9 d. I denna tabell (se även figurerna 25 och 26) är det endast trenne försök, som visa någon större avvikelse, nämligen V a (humus ur gammal granskog av *Dryopteris*-typ) och III a (humus ur ren, c:a 90-årig granskog av *Vacci-*

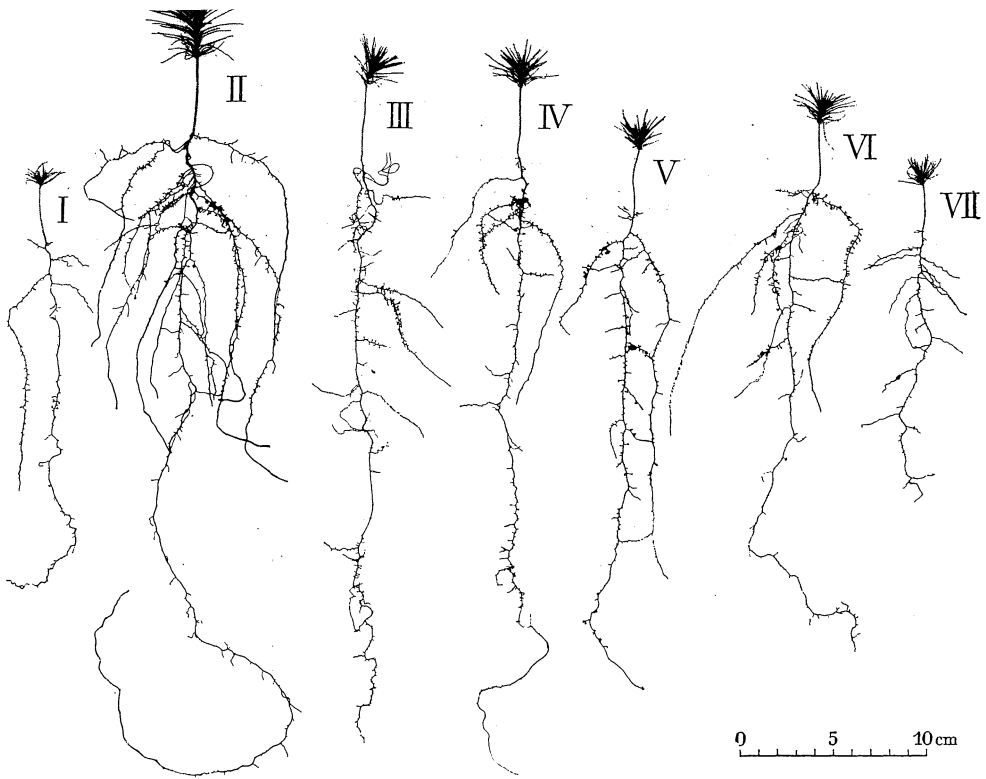


Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELI.

Fig. 22. Försöksserien D b. Ettåriga tallplantor, uppdagna i humusformer från försöksparken Kulbäcksliden, Västerbottens län. Humus blandad med nitrificerande ympjord. I—VII se fig. 21. Se vidare tab. 9 a—c.

Versuchsreihe D b. Einjährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus der Versuchsforst Kulbäcksliden. Humus geimpft mit nitrifizierendem Humus. I—IV siehe Fig. 21.

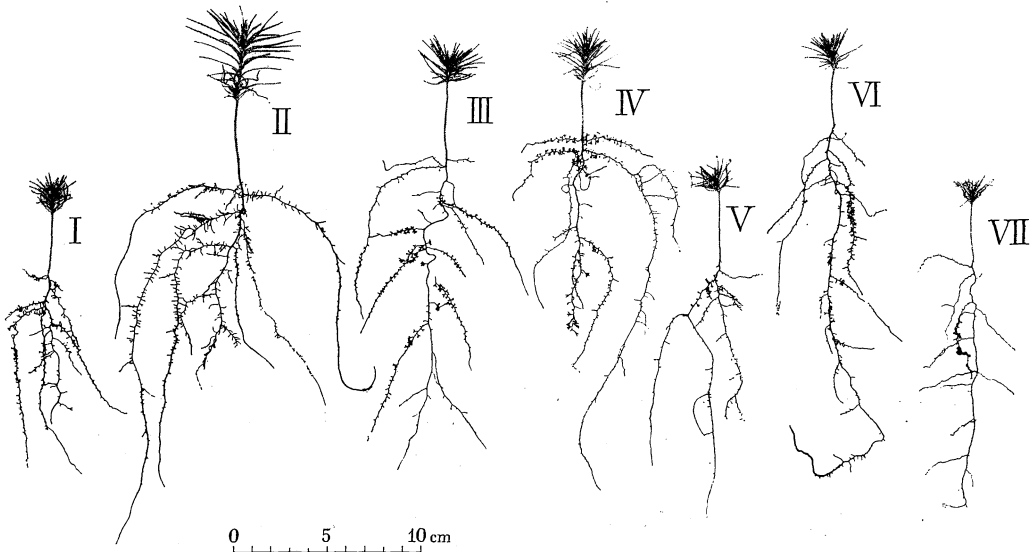


Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 23. Försöksserien D c. Ettåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från försöksparken Kulbäcksliden i Västerbottens län. Humus med kalk. I—VII se fig. 21. Se vidare tab. 9 a—c.

Versuchsreihe D c. Einjährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus der Versuchsforsst Kulbäcksliden. Gekalkter Humus. I—VII siehe Fig. 21.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 24. Försöksserien D d. Ettåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från försöksparken Kulbäcksliden i Västerbottens län. Humus med kalk och blandad med nitrificerande ympjord. I—VII se fig. 21. Se vidare tab. 9 a—c.

Versuchsreihe D d. Einjährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus der Versuchsforsst Kulbäcksliden. Humus gekalkt und geimpft. I—VII siehe Fig. 21.

*nium*-typ), vilka avvika i negativ riktning, samt IV c (humus med kalk från hygge), vilken avviker i positiv riktning. Bildar man emellertid såsom i nedanstående översikt medeltal för höjd, barrantal och barrlängd

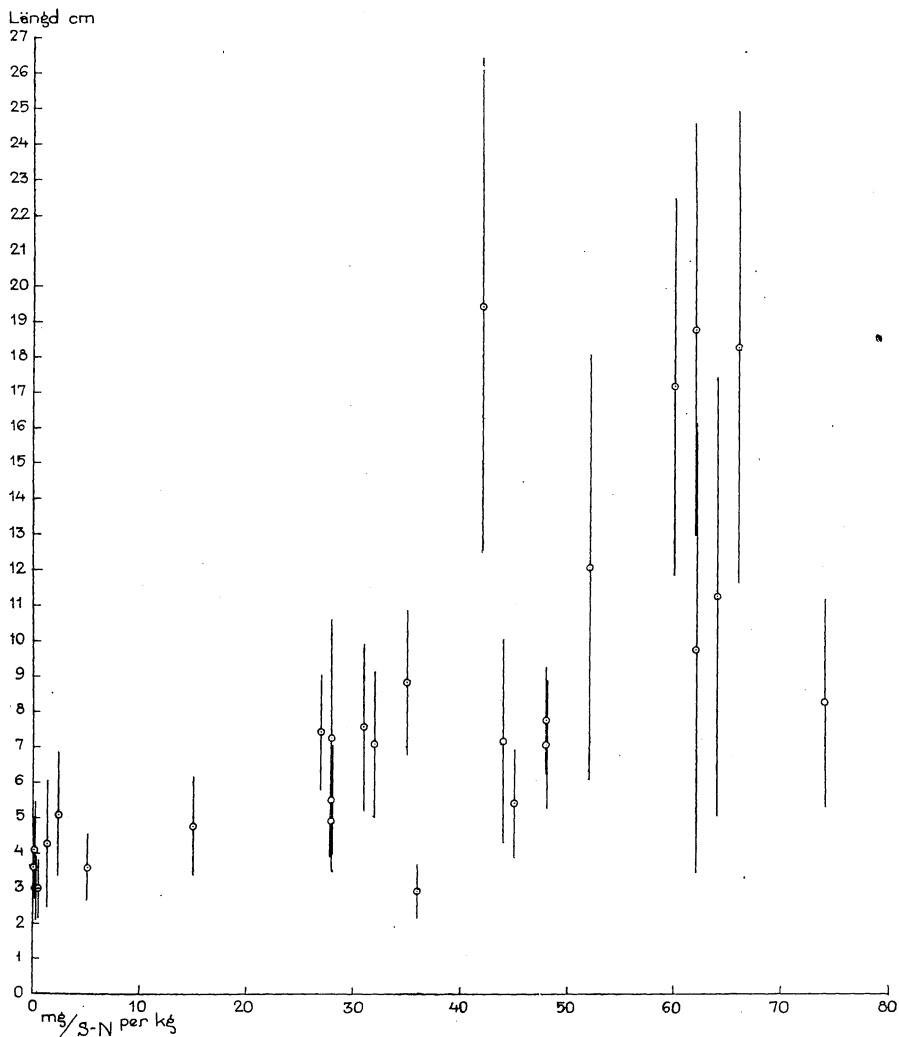


Fig. 25. Försöksserie D. Sambandet mellan skottens längd och nitrifikationen. De fina strecken ange tre ggr medelfelsets storlek. Se vidare tab. 9 b.

Versuchsreihe D. Beziehung zwischen Länge der Sprosse und der Nitrifikation. Die feinen Linien geben die dreifache Grösse des Mittelfehlers an.

för samtliga försök med en och samma humusform, finner man ett ganska vackert samband mellan plantutvecklingen och kvävemobiliseringen. Parallellismen mellan plantorna och nitratbildningen i jorden är påfallande,

endast hyggesjorden avviker från den allmänna gången, i det den trots mindre livlig nitrifikation alstrar kraftigare plantor än humusformen från den rena granskogen å den brända holmen. I ettårs-försöken är, synes

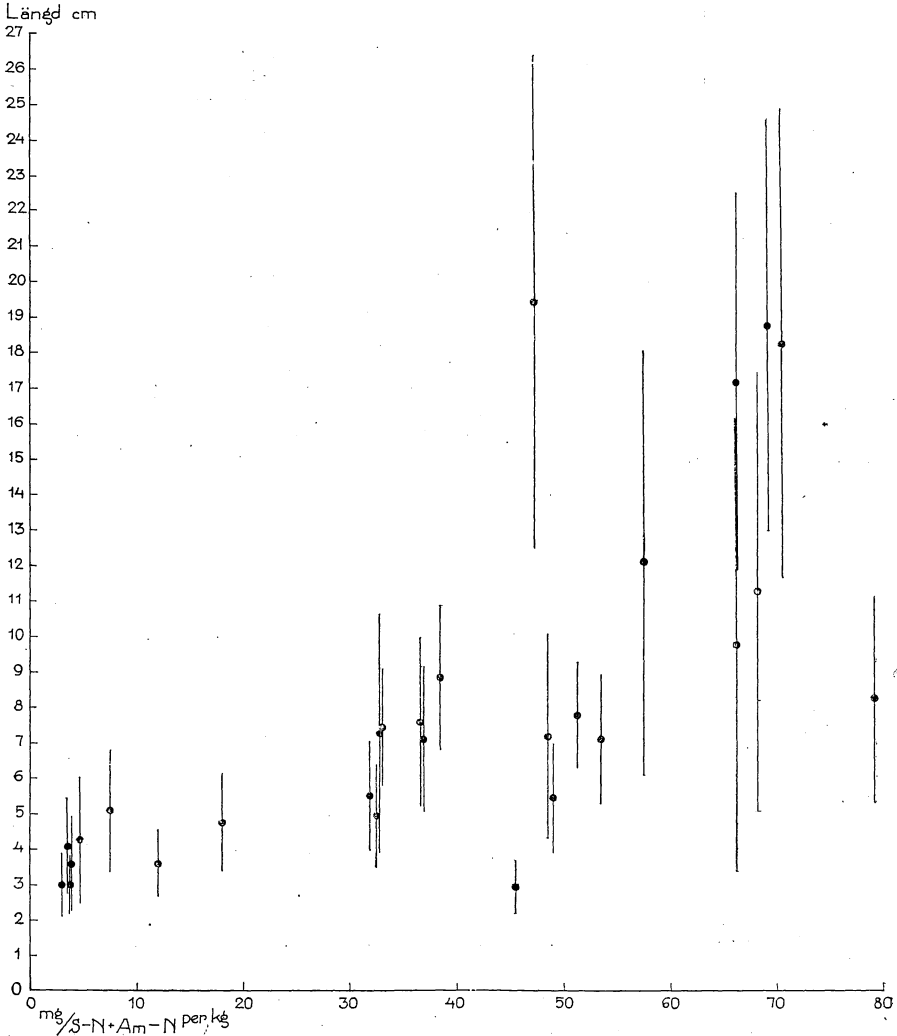


Fig. 26. Försöksserie D. Sambandet mellan skottens längd och kvävemobiliseringen. De fina strecken ange tre ggr medelfelets storlek. Se vidare tab. 9 c.  
 Versuchsreihe D. Beziehung zwischen Länge der Sprosse und Stickstoffmobilisierung. Die feinen Linien geben die dreifache Grösse des Mittelfehlers an.

det, sambandet mellan nitrifikation och plantutveckling mindre sträng, vilket torde sammanhänga med, att även ganska dålig råhumus innehåller en del kväve som lätt nitrifieras (se även tab. 6).

## Kulbäcksliden 1925.

Sambandet mellan plantutvecklingen och nitrifikationen i jorden. Tall, enårig.  
Beziehung zwischen Entwicklung der Pflanzen und Nitrifikation im Boden. Kiefer, einjährig.

Längd Länge cm	Barrantal Anzahl der Nadeln	Barrlängd Nadellänge cm	S-N mg per kg	Nr
0,35	26,1	1,28	0,2	VII
0,45	23,0	1,21	9,2	I
0,45	28,0	1,34	31,0	V
0,76	33,3	1,53	33,8	VI
0,86	36,6	1,41	58,5	III
1,15	39,9	1,65	41,5	IV
1,71	54,3	1,84	60,0	II

Med humusformerna från den gamla lavbehängda granskogen och från björkblandade granskogen å brända holmen samt med multnat virke gjordes även försök att uppdraga granplantor. Resultatet är ungefär detsamma som med tallen. Den björkblandade granskogens humus alstrar de vackraste plantorna och överensstämmelsen med kvävemobiliseringen är ganska god.

## Kulbäcksliden 1925.

Sambandet mellan plantutvecklingen och nitrifikationen i jorden. Gran, enårig.  
Beziehung zwischen Entwicklung der Pflanzen und Nitrifikation im Boden. Fichte einjährig.

Längd Länge cm	Barrantal Anzahl der Nadeln	Barrlängd Nadellänge cm	S-N mg per kg	Nr
0,47	32,4	1,00	2,3	I
0,49	32,9	1,05	0,1	VII
0,85	40,8	1,08	53,5	III

## KAP. IV. Skottens längdtillväxt och reaktionstalet.

I de skildrade försöken har påvisats en i de flesta fall vacker överensstämmelse mellan plantornas höjdtutveckling och kvävemobiliseringen, framförallt nitratbildningen i krukjorden, bedömd genom lagringsprov. Emellertid kunde det tänkas att nitratbildningen mera vore utslag för en annan egenskap hos jorden, nämligen reaktionstalet, och att detta hade utslagsgivande betydelse. För att undersöka denna fråga, ha de observationer, som kunna belysa denna fråga, sammanställts i tab. 10 och resultaten återgivits i fig. 27—29. Ett studium av tabellerna och figurerna ger vid handen, att höjdtillväxten är oberoende av reaktionstalets väx-

lingar inom det variationsområde, som förekommit i dessa försök. Endast i den mån som reaktionstalet gynnsamt påverkat nitrifikationen, har man kunnat spåra ett gynnsamt inflytande på plantornas höjdtillväxt. Det är därför av ett särskilt intresse att närmare undersöka arten av

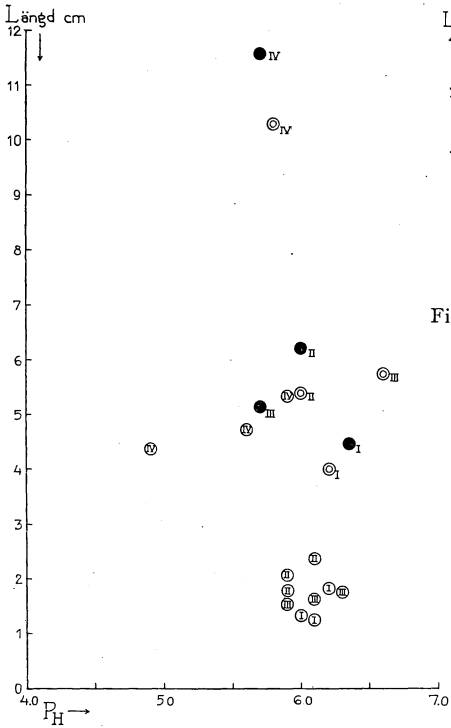


Fig. 27. Sambandet mellan skottens höjdtillväxt och jordens reaktionstal.  
 ○ Försöksserie A<sub>2</sub>a  
 ⊙ » » A<sub>1</sub>a  
 ● » » A<sub>1</sub>b  
 Beziehung zwischen Höhenzuwachs der Sprosse und Reaktionszahl des Bodens. Versuchsreihen A<sub>2</sub> a, A<sub>1</sub> a, A<sub>1</sub> b.

Tab. 10.

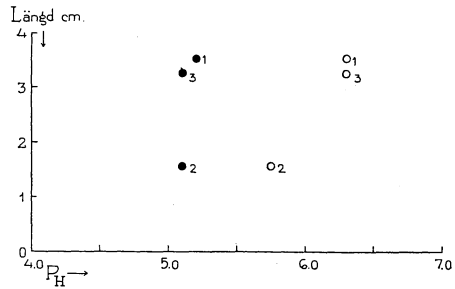


Fig. 28. Sambandet mellan skottens höjdtillväxt och jordens reaktionstal. Försöksserie B.  
 ● reaktionstal 1923.  
 ○ » » 1924.

Beziehung zwischen Höhenzuwachs der Sprosse und Reaktionszahl des Bodens. Versuchsreihe B.

Tab. 10.

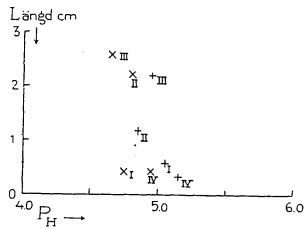


Fig. 29. Sambandet mellan reaktionstal och skottens längd. Försöksserie C.  
 × Gran, Fichte  
 + Tall, Kiefer.  
 Beziehung zwischen Höhenzuwachs der Sprosse und Reaktionszahl des Bodens. Versuchsreihe C.

Tab. 10.

det samband, som synes existera mellan humuskvävet nitrifikation och plantans utveckling. Denna fråga behandlas i följande kapitel.

## KAP. V. Inverkan av ammoniumnitrat på tallplantornas utveckling.

Ehuru de försök, som i det föregående refererats, mycket starkt tala för att det är humuskvävet mobilisering, framförallt i form av salpeter, som är den avgörande faktorn för plantornas utveckling, kunde det dock



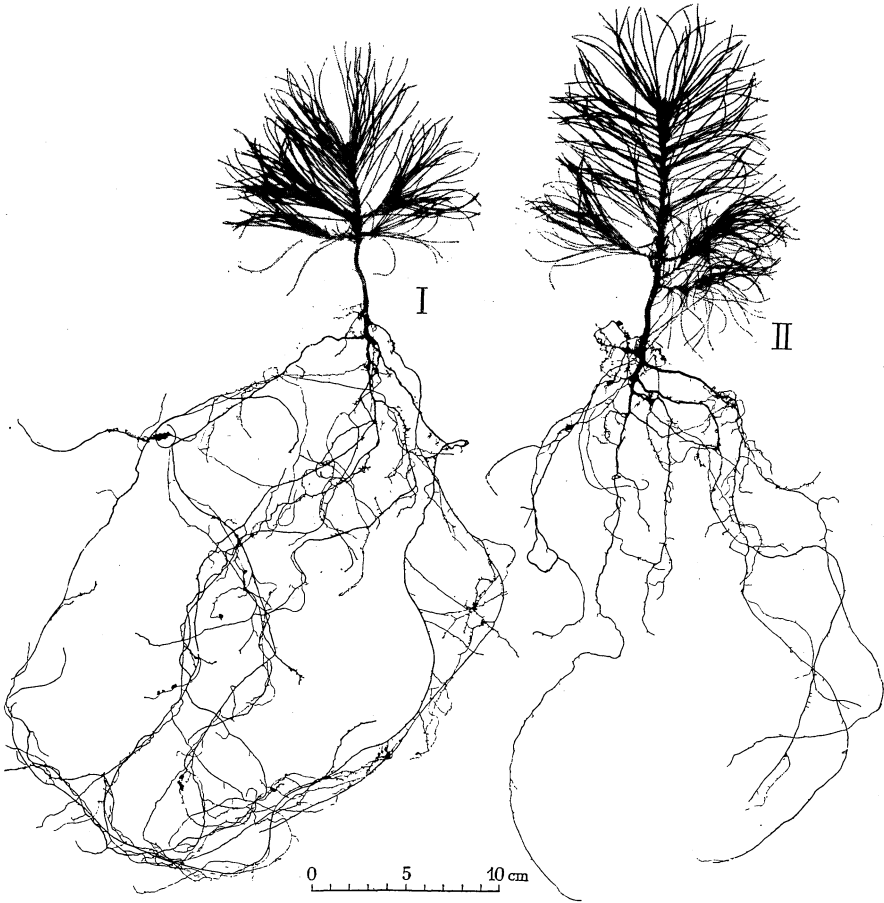
tänkas, att nitrifikationen vore ett uttryck för andra gynnsamma faktorer, men att den i och för sig själv spelade en mindre viktig roll. För att närmare undersöka denna fråga anordnades en särskild serie försök, där plantorna tillfördes lättlösligt kväve i form av ammoniumnitrat. Detta tillgick så att vissa krukor i försöksserien en gång i veckan vattnades med en svag lösning av ammoniumnitrat, som ej innehåller andra, för växten värdefulla beståndsdelar än kväve. För att komma förhållandena i den nitrificerande jorden så nära som möjligt, hade man kanske helst bort vattna med ammoniumnitratlösning varje dag, men med en ännu svagare lösning. För varje försöksserie redogöres emellertid för den mängd kväve som tillförts och dess storlek i förhållande till den kvävemängd, som mobiliseras av humusjorden. Vidare detaljer diskuteras i samband med redogörelsen för de särskilda försöken.

#### Försöksserie A<sub>1</sub> + nitrat.

För denna försöksserie utvaldes en serie krukor ur försöksserien A<sub>1</sub> a, sålunda krukor med humusformer från Fagerheden, vattnade med destillerat vatten. Försöket började våren 1923, plantorna hade sålunda sommaren 1922 utvecklat sig i krukorna utan någon extra kvävetillförsel. Från och med den 26/5 1923 vattnades krukorna i denna serie en gång i veckan med en lösning av 4 g ammoniumnitrat per liter. Härigenom tillfördes varje kruka i försöksserien under tiden 26/5—6/10 1923 217 mg kväve i form av ammoniumnitrat, under tiden 26/5—1/9 1923 175 mg. Följande år började vattningen med ammoniumnitratlösning den 3 maj, men med en svagare lösning eller 2 g ammoniumnitrat per liter. Under sommaren 1924 till försökets avbrytande i september och oktober tillfördes krukorna 126—154 mg kväve, under tiden 3 maj—1 september 126 mg kväve.

Vid bedömandet av dessa försök (fig. 30 och 31), för vilka redogöres i tab. 11 måste hänsyn tagas till villkoren för skott- och barrutvecklingen hos tallen. Av mina undersökningar över den inverkan (HESSELMAN 1904), som utövades av somrarna 1901—1903 på tallens tillväxt, framgick att skottens längd och barrparens antal berodde på den föregående vegetationsperiodens beskaffenhet, medan barrlängden mera berodde på årets väderlek. Till överensstämmande resultat kom MÖLLER (1908) vid sina försök över humustillförselns inverkan på tallplantorna. Plantor, som ena året varit rotade i humusblandad sand, men året därpå i ren sand, utvecklade kraftiga årsskott men korta barr, medan plantor, som första året uppdragits i sand, men följande år omplanterats i humusblandad sand, utvecklade korta årsskott med långa barr. Nitratvattning under somma-

ren 1923 bör därför visa sin verkan i avseende på barren samma år, men i avseende på skottlängden först följande år. Detta visar sig också däri, såsom tab. 11 anger, att sommaren 1923, då nitratvattningen började,



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

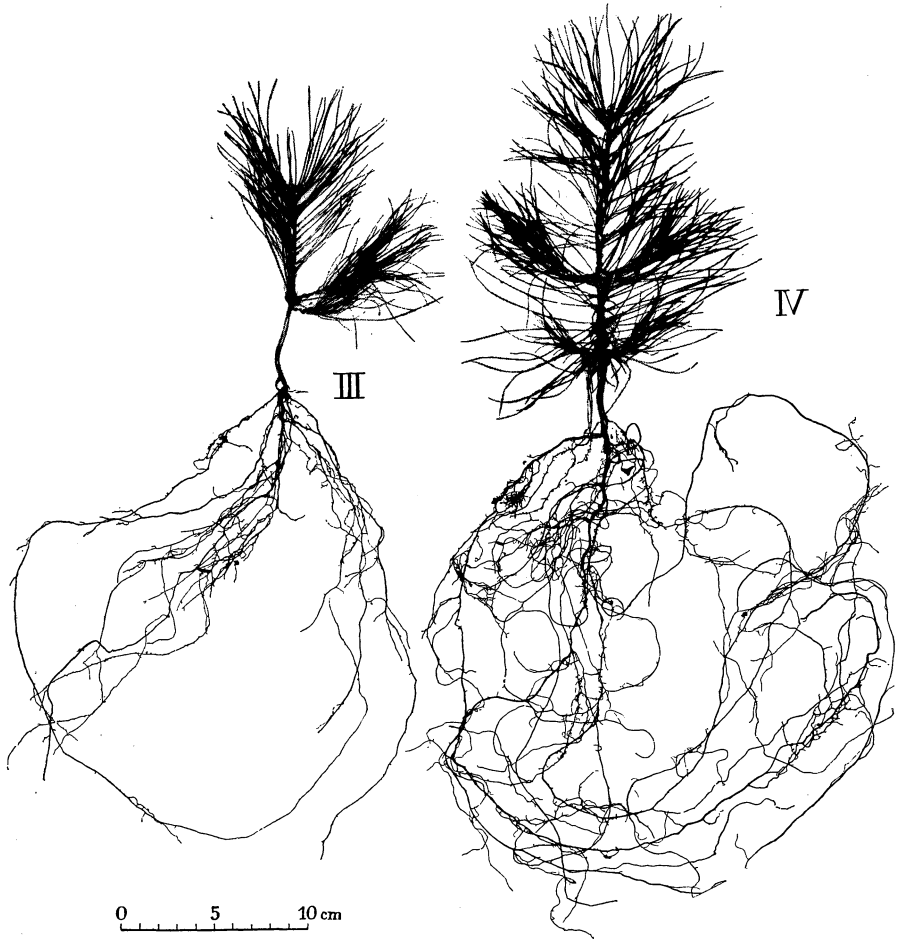
Foto L.-G. ROMELL.

Fig 30. Försöksserien A<sub>1</sub>a + nitrat. Treåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med destillerat vatten samt 1923 och 1924 ammoniumnitratlösning. I. Humus från öppet parti i tallhed. II. Humus från trädgrupp på tallhed. Se vidare tab. 11 och fig. 4 och 31.

Versuchsreihe A<sub>1</sub>a + Nitrat. Dreijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begiessen mit destilliertem Wasser und in den Sommern 1923 und 1924 mit einer Lösung von Ammoniumnitrat. I. Humus von einer offenen Fläche einer Kiefernheide. II. Humus von einer Verjüngungsgruppe einer Kiefernheide.

ingen egentlig skillnad finnes i avseende på årsskottlängden mellan plantorna i serien A<sub>1</sub>a och i serien A<sub>1</sub>a + nitrat. De iakttagna skillnaderna äro små med hänsyn till medelfelens storlek. Följande år, hösten 1924, framträder emellertid inverkan av nitratvattningen. I alla fyra humus-

försöken äro skotten i de nitratvattnade krukorna längre än i dem, som endast erhållit destillerat vatten; skillnaderna äro betydande och så stora i jämförelse med medelfelen, att de kunna anses såsom säkra. Även i



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 31. Försöksserien A<sub>1</sub> a + nitrat. Treåriga tallplantor uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Se vidare fig. 30. III. Humus från gammal, lavbehängd granskog av *Dryopteris*-typ. IV. Humus från hygge i gammal, lavbehängd granskog. Se vidare tab. 11 och fig. 4 och 30.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> a + Nitrat. Dreijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Siehe weiter Fig. 30. III. Humus aus einem alten, flechtenbewachsenen Fichtenwald von *Dryopteris*-Typ. IV. Humus von einer Kahliebfläche in demselben Fichtenwald.

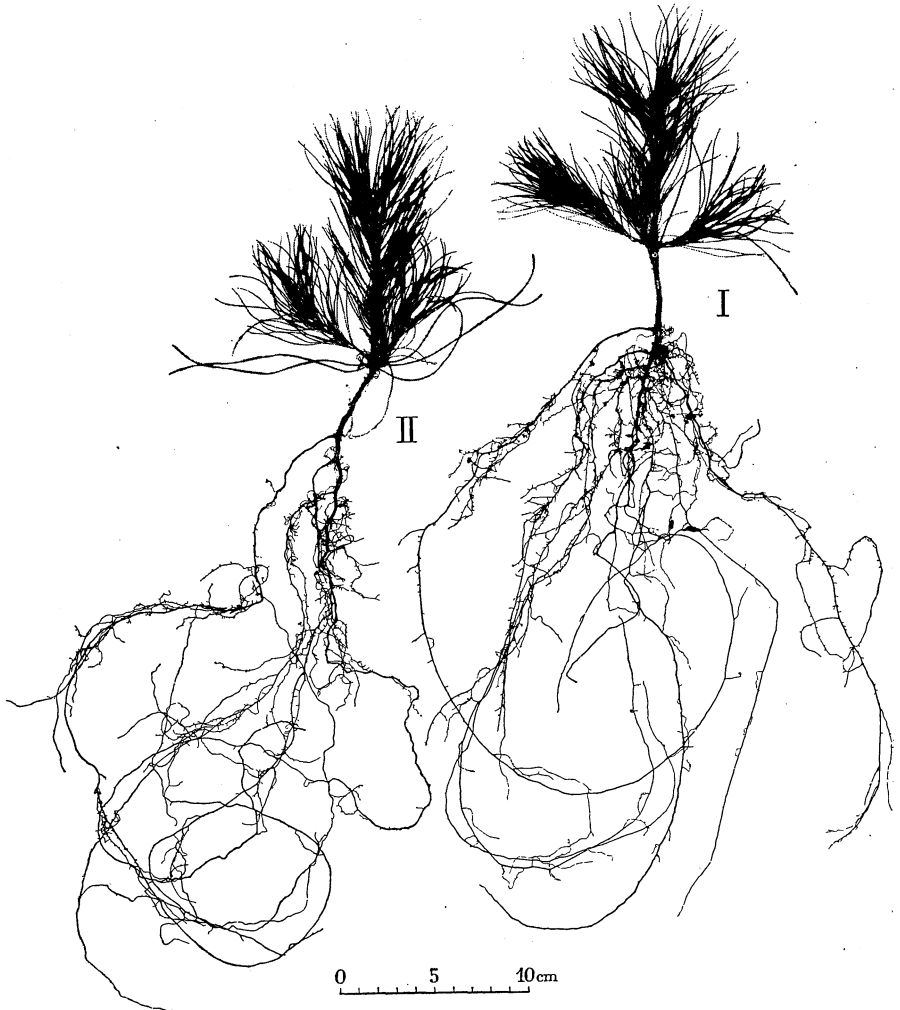
den humusform, hyggesjorden, som visar den livligaste kvävemobiliseringen, är utslaget positivt. Årskottet för år 1924 är längre i den nitratvattnade krukorna än i den, som endast erhållit destillerat vatten.

Olikheterna mellan plantorna i de olika humusformerna ha emellertid icke upphävts och endast i ett fall (humusform II, föryngringsgrupp å tallhed) ha genom nitratförsel erhållits längre skott än i humusformen med den livligaste kvävemobiliseringen (hyggesjord). Skillnaden uppgår dock endast till  $0,95 \text{ cm} \pm 0,94$ , varför någon olikhet knappast kan anses konstaterad. Vad barren beträffa, äro de sommaren 1923 längre i de nitratvattnade krukorna än i motsvarande krukor med endast destillerat vatten; medelfelen äro dock så stora, att skillnaderna ej äro säkra. Följande sommar föreligger med hänsyn till barrlängden ingen eller obetydlig skillnad mellan serierna  $A_{1a}$  och  $A_{1a} + \text{nitrat}$ ; plantorna i humusform I göra dock därifrån ett undantag, deras barr äro vida längre och skillnaden är större än 3 ggr medelfelet. Barrparens antal växlar i de båda serierna,  $A_{1a} + \text{nitrat}$  och  $A_{1a}$ , på samma sätt som skottlängderna, men skillnaderna äro ej särdeles säkra, då medelfelen äro ganska stora.

#### Försöksserie $A_{1b} + \text{nitrat}$ .

Detta försök skiljer sig från det föregående endast däri, att krukorna vattnats med humusextrakt i stället för med destillerat vatten. Nitratvattningen har försiggått på samma sätt och med samma mängder som i serien  $A_{1a} + \text{nitrat}$ . Resultatet av detta försök är i huvudsak det samma som i det föregående (se även fig. 32 och 33). Årskotten för år 1923 (se tab. 12) skilja sig i de nitratvattnade krukorna föga från dem, som utvecklats i motsvarande krukor, vattnade med humusextrakt. Följande sommar visar sig emellertid nitratvattningens inverkan; på hösten 1924 äro årskotten i de nitratvattnade krukorna vida längre än i motsvarande krukor, som enbart vattnats med humusextrakt. Största skillnaden visa plantorna i humusform II (humus från föryngringsgrupp å tallhed), minsta skillnaden plantorna i humusform III (råhumus från gammal granskog). Skillnaderna mellan plantor i olika humusformer ha ej upphävts. Största reaktionen gent emot nitratvattningen visa plantorna i humusform II; 1924 års skott äro här längre än samma års skott hos plantor i den humusform, som har den livligaste kvävemobiliseringen. Skillnaden är  $2,20 \text{ cm} \pm 0,88$ , varför den torde få anses som ganska säker. Vad barrns längd och barrparens antal beträffar, förhålla sig plantorna i denna serie ungefär på samma sätt som plantorna i  $A_{1a} + \text{nitrat}$  förhålla sig till dem i  $A_{1a}$ . Barren äro i serien  $A_{1b} + \text{nitrat}$  år 1923 längre än i serien  $A_{1b}$ ; medelfelen äro dock så stora, att skillnaderna ej kunna anses säkra. Följande år äro barren hos plantorna i humusform IV (hyggesjord) kortare, men hos de övriga plantorna längre i serien  $A_{1b} + \text{nitrat}$  än i  $A_{1b}$ , särskilt gäller detta plantorna i humusform III. Barrparens antal är sommaren

1923 i serien A<sub>1</sub>b + nitrat lägre men följande sommar högre än i serien A<sub>1</sub>b. I det senare fallet göra plantorna i humusform III ett undantag, varjämte medelfelen i de flesta fall äro ganska stora.



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

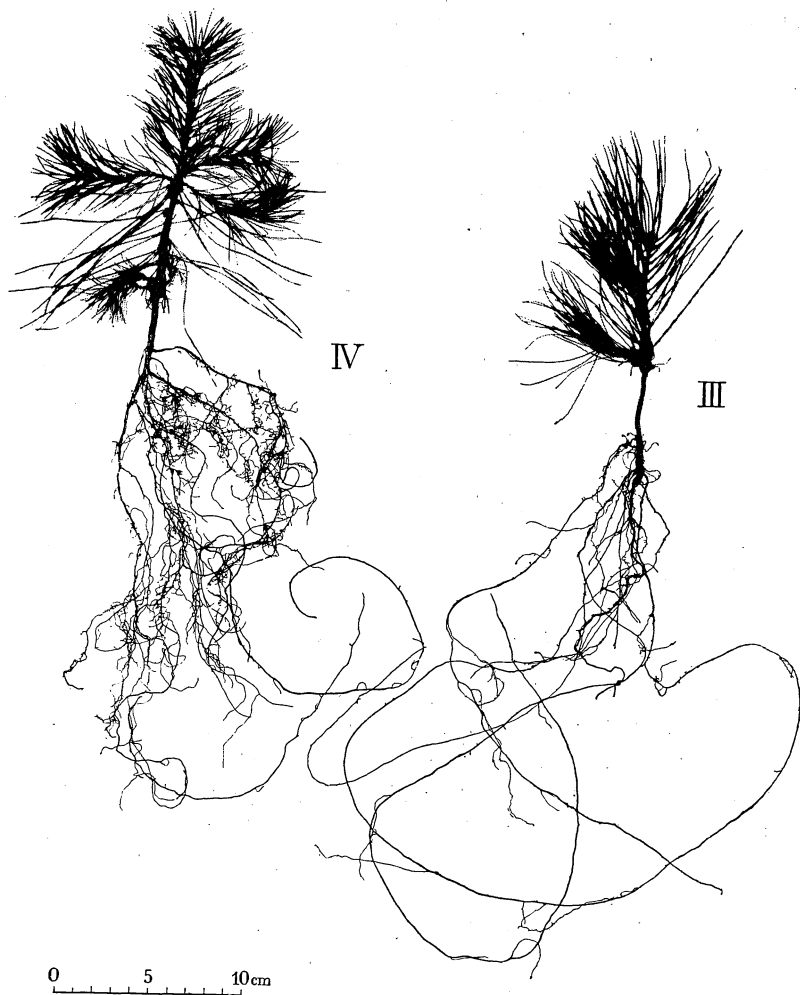
Foto L.-G. ROMÉLL.

Fig. 32. Försöksserien A<sub>1</sub> b + nitrat. Treåriga tallplanter, uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med extrakt av resp. humusformer samt 1923 och 1924 ammoniumnitratlösning. I—II se fig. 30. Se vidare tab. 12 och fig. 5, 6 och 33.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> b + Nitrat. Dreijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begossen mit Humusextrakt und in den Sommern 1923 und 1924 ausserdem mit Ammoniumnitratlösung. I—II siehe Fig. 30.

Försöksserie A<sub>1</sub>c + nitrat.

Denna serie omfattar plantor, som uppdragits i ren sand och som vattnats med humusextrakt och med nitrat. Nitratvattningen började



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto L.-G. ROMELL.

Fig. 33. Försöksserien A<sub>1</sub>b + nitrat. Treåriga tallplantor, uppdragna i humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. III—IV se fig. 31. Se vidare tab. 12 och fig. 5, 6 o. 32. Versuchsreihe A<sub>1</sub>b + Nitrat. Dreijährige Kiefernpflanzen, aufgezogen in Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Siehe weiter Fig. 32. III—IV Siehe Fig. 31.

samtidigt med den i serierna A<sub>1</sub>a + nitrat och A<sub>1</sub>b + nitrat och har försiggått på samma sätt och med samma mängder som i dessa serier. Hösten 1923 visar nitratvattningen ingen inverkan på skottlängden, skot-

ten i nitratvattnade krukor visa föga skillnad från skotten i motsvarande krukor utan nitrat (tab. 13). Barrens längd har emellertid kraftigt påverkats. De äro från dubbelt ända till tre ggr så långa i de nitratvattnade krukorna som i dem, som endast vattnats med humusextrakt. Följande sommar, 1924, visar nitratvattningen sin inverkan på skottens längd (tab. 13); på hösten äro de vida större i de nitratvattnade krukorna än i dem, som endast vattnats med humusextrakt. Skillnaderna äro betydande och i de flesta fall vida större än tre ggr medelfelet. Vattningen med humusextrakt och ammoniumnitratlösningen kan dock ej fullt ersätta humusinblandningen i krukorna. Plantornas års-skott bliva 1924 i krukor med enbart humusinblandning längre än i motsvarande krukor med sand, vattnade med humusextrakt och nitrat. Plantorna i humusformerna III och IV i serie A<sub>1c</sub> + nitrat hava dock hösten 1924 längre skott än plantorna i humusform I i serien A<sub>1b</sub>. Vattning med humusextrakt och nitratlösning synas därför kunna påverka plantorna åtminstone lika mycket som inblandning av sämre humusformer. Trots den tydliga inverkan, som nitratvattningen utövat på plantornas utveckling i denna försöksserie framträder dock tydligt den inverkan, som olika humusextrakt utöva. Planter, vattnade med nitrat och extrakt av humusform IV, äro sålunda vida större än planter, vattnade med nitrat och extrakt av humusform I.

#### Försöksserie A<sub>2a</sub> + nitrat.

Denna försöksserie skiljer sig från serien A<sub>2a</sub> därigenom, att plantorna redan första året vattnades med ammoniumnitratlösning förutom med destillerat vatten. Då plantorna planterades våren 1923 och försöket avbröts hösten 1924 innefattar sålunda försöket tvååriga planter, som under hela sin utveckling erhållit ammoniumnitrat. Resultatet återfinnes i tab. 14. Nitratvattningen har icke upphävt den inverkan, som de olika humusformerna utöva på plantorna, de förete i huvudsak samma olikheter som i försöksserien A<sub>2a</sub>. Skillnaderna mellan plantorna i serien A<sub>2a</sub> + nitrat och i serien A<sub>2a</sub> äro mindre än i serierna A<sub>1a</sub> och A<sub>1b</sub> med och utan nitrat. Endast plantorna i humusform I förete så stora skillnader med hänsyn till skottens längd, att de ligga utanför de gränser, som anges av tre ggr medelfelet.

#### Försöksserien B + nitrat.

I denna försöksserie ingå endast tvååriga planter, som under hela utvecklingen vattnats med en lösning av ammoniumnitrat förutom med destillerat vatten. Den använda humusformen härstammar från ett växt-

kraftigt barrblandbestånd i Jönåkers häradsallmänning och försök ha gjorts med såväl förmultnings- och humusämneskikten, som med en blandning av båda. Vid en jämförelse mellan plantorna i serie B + nitrat och serie B visar sig resultatet av nitratvattningen vara mera osäkert (tab. 15). Plantor i förmultningsskiktet ha i nitratserien blivit kortare än utan nitrat, i humusämneskiktet lika långa, men i blandning av båda skikten längre. Liksom i serien  $A_{2a}$  är inverkan av nitratvattningen mera osäker än i serierna  $A_{1a}$  + nitrat och i  $A_{1b}$  + nitrat.

Försöken med nitratvattning synas mig i viss mån kunna belysa kvävet inverkan på barrlängden. Första året med nitratvattning, då skotten ännu voro korta, blevo barren långa och påverkades tydligen starkt av nitratillförseln. Följande år, då skottens längd och barrparens antal påverkats av nitratvattningen, bliva barren föga längre eller t. o. m. kortare än i motsvarande krukor utan nitrat. Kvävet inverkan på barrlängden synes därför bero av skottlängden och barrparens antal, vilket skulle kunna förklara en del företeelser hos de undersökta plantorna t. ex. att plantorna i humusform IV (hyggeshumus) i försöksserien A stundom ha kortare barr än de svagare plantorna i humusformerna II och III.

För att rätt kunna bedöma inverkan av ammoniumnitratvattningen på plantornas utveckling lämnas här nedan en jämförelse mellan kvävemobiliseringen i den bästa krukjorden och den genom ammoniumnitrat tillförda kvävemängden. I serierna  $A_{1a}$  och  $A_{1b}$  jämföres den tillförda kvävemängden med kvävemobiliseringen i humusform IV, således i humusformen med den livligaste kvävemobiliseringen. Denna jämförelse gestaltar sig som nedanstående tablå visar.

	Tillfört kväve under 3 månader	Mob. kväve under 3 månader i humusform IV			
		S—N	$A_{1a}$ Am. N+S—N	$A_{1b}$ S—N	Am. N+S—N
1923.....	161 mg	69 mg	90 mg	114 mg	144,2 mg
1924.....	91 »	120 »	138,2 »	132 »	141,5 »

I försöksserien  $A_2$  jämföres likaledes den tillförda kvävemängden 1924 med kvävemobiliseringen i humusform IV samma år.

	Tillfört kväve under 3 månader	Mob. kväve under 3 månader	
		S—N	Am. N+S—N
1924 .....	91 mg	110 mg	110 mg

I försöksserien B, humus från Jönåkersbestånd, jämföres den tillförda kvävemängden med kvävemobiliseringen i förmultningsskiktet.

	Tillfört kväve under 3 månader	Mob. kväve under 3 månader	
		S—N	Am. N+S—N
1923.....	140 mg	163,4 mg	177,4 mg
1924.....	91 »	63,3 »	87,6 »



Denna jämförelse mellan genom ammoniumnitratvattning tillfört och genom mobilisering tillgängliggjort kväve får icke pressas för hårt. Den tillförda kvävemängden är exakt angiven, den för varje gång tillförda mängden lösning antecknades noga; beräkningen av den genom mobilisering frigjorda kvävemängden grundar sig däremot på lagringsprovets utslag och undersökning av den i krukan befintliga jordens vikt. Det ligger i sakens natur att en sådan beräkning skall bli mera osäker. Någon fullständig överensstämmelse mellan lagringsprovets kvävemobilisering och krukjordens är ju ej att vänta. Med hänsyn härtill lönar det sig ej att i detalj diskutera olikheterna mellan tillfört och mobiliserat kväve, man kan endast säga att den tillförda kvävemängden under år 1923 ungefär motsvarade vad som mobiliserades i den bästa humusformen i varje serie. Skulle man emellertid endast ta hänsyn till nitratkvävet, skulle den bästa humusjorden ha lämnat mera. Följande sommar, 1924, är kvävetillförseln mindre än som motsvaras av kvävemobiliseringen i den bästa jorden. Den genom ammoniumnitratlösning tillförda kvävemängden motsvarar sålunda ej fullt den, som mobiliseras i den bästa humusformen i varje serie. Härtill kommer att nitratvattningen blott skett en gång i veckan, medan kvävet ständigt, men sakta mobiliseras i humusjorden. Kväveupptagningen måste säkerligen gestalta sig mycket olika, om kvävet lämnas i form av en svag, med regelbundna mellanrum tillförd lösning eller i form av en sakta, men ständigt flödande källa från nitrificerande humus. De gjorda försöken kunna därför icke fullt besvara frågan om de olika humusformernas värde för tall- och granplantorna enbart ligger i kvävemobiliseringsförmågan eller om även andra faktorer äro verksamma. Den mycket vackra överensstämmelsen mellan plantornas höjdtutveckling och kvävemobiliseringen jämte det förhållandet, att plantorna i många serier tydligt reagerat gent emot ammoniumnitratlösningen talar emellertid starkt för att kvävemobiliseringen i humustäcket har en mycket väsentlig betydelse. Å andra sidan visa de svaga resultaten i försöksserierna  $A_{2a}$  + nitrat, att även andra faktorer kunna vara verksamma. Härför talar också att i försöksserierna med nitrat olikheter mellan olika humusformer ej kunnat upphävas och att t. ex. plantorna i humusform I i serierna  $A_{1a}$  och  $A_{1b}$  trots ammoniumnitratillförsel alltjämt äro svaga. En andra mycket viktig faktor, som påverkar plantornas utveckling, är därför utan tvivel mykorrhizans olika utbildning i olika humusformer. Redan de första försöken hösten 1922 visade en mycket påfallande olikhet mellan plantorna i humusformerna I, II, III och IV i avseende på rötternas utbildning. Plantorna i humusform IV hade kraftiga rötter med väl utvecklade mykorrhizor, i humusform I däremot svaga rötter med till synes dåliga mykorrhizor. Docenten MELIN har närmare behandlat denna fråga i förut omnämnd avhandling (MELIN 1927).

## KAP. VI. Återblick och diskussion av resultaten.

Den utförda, experimentellt lagda undersökningen har på ett vackert sätt bekräftat mina förut gjorda erfarenheter att nitratbildningen i ett humustäcke befrämjar föryngringen och är av stor betydelse för plantornas kraftiga och sunda utveckling. De vunna resultaten torde lämpligen kunna sammanfattas på följande sätt:

1) Råhumusformer, som vid ökat ljustillträde snabbt övergå i ett nitrificerande stadium, ge upphov till vackra, kraftiga plantor med ett väl utvecklat rotsystem, försett med talrika, väl utbildade mykorrhizor.

2) I ett och samma råhumustäcke alstrar förmultningsskiktet, utmärkt av livligare kvävemobilisering med lättare nitrificerbart kväve, vackrare och kraftigare plantor än humusämneskiktet. Även rötterna bliva i denna humus kraftigare och få vackrare mykorrhizor.

3) Råhumusformer, som genom infektion med ympjord kunna bringas i livlig nitrifikation, alstra kraftiga plantor med väl utvecklade rötter.

4) Råhumusformer, som ej påverkas av nitrificerande ympjord eller där ympjordens egen nitrifikationsförmåga blir helt undertryckt, alstra svaga plantor med dåligt utvecklade mykorrhizor.

5) Råhumus, som bildats i gammal granskog och som alstrar jämförelsevis svaga plantor, kan genom att på ett hygge omvandlas under solens inverkan, få sådana egenskaper att plantorna bliva kraftiga med kraftiga, mykorrhizaförande rötter.

6) Råhumus, som bildats under inverkan av multnande björklöv, alstrar kraftigare plantor än råhumus, som under för övrigt lika förhållanden uppstått i ren granskog.

7) Gammalt multnat virke har i försöken visat sig alstra svaga plantor med dåliga mykorrhizor.

8) Mellan plantornas skottutveckling och kvävemobiliseringen, framförallt nitrifikationen i jorden, förefinnes ett mycket tydligt samband. Plantutvecklingen synes emellertid ej bero endast av kvävemobiliseringen, utan även av mykorrhizautvecklingen, som gestaltar sig olika i olika humusformer.

Dessa resultat synas mig vara ägnade att skänka en djupare förståelse av våra föryngringsproblem samt ge direktiv för sådana åtgärder, som kunna underlätta beståndens föryngring. Även en del äldre erfarenheter angående föryngringssvårigheter framstå i ett klarare ljus än förut.

I anslutning till mina tidigare undersökningar visa försöken, att skogens föryngring och plantornas utveckling mycket nära måste sammanhånga med kvävemobiliseringen och framförallt nitrifikationen i humustäcket. Sådana egenskaper hos olika humustäcken, som kunna influera på vattenhushållningen, frönas groning och plantrötternas förmåga att nedtränga i mineraljorden, äro i försöken utjämnade. I dessa avseenden liksom med hänsyn till ljus och värme befunno sig försöksplantorna under samma yttre betingelser. Då plantorna ändock företett stora olikheter i avseende på sin utveckling och då skottens längd visat sig stå i nära relation till kvävemobiliseringen, framförallt nitratbildningen i jorden, måste denna vara av en stor betydelse för plantutvecklingen. Härtill kommer då rötternas samliv med humustäckets svampflora, som i olika humusformer gestaltar sig olika och som möjligen påverkas av nitratbildningen. Då försöksplantorna dessutom sinsemellan förete olikheter, som överensstämma med plantutvecklingen och föryngringsmöjligheterna på de platser, där humusproven insamlats, måste icke blott i försöken, utan ock i naturen kvävemobiliseringen, framförallt i form av nitrat, spela en mycket viktig roll för föryngringen. Frågan synes mig blott vara om nitrifikationens intensitet spelar samma roll i naturen som i försöken. I lagringsproven med humus från hygget å Rokliden var salpeterbildningen svag, men kvävet lätt nitrificerbart, då infektion med ympjord hade stor effekt. Denna fråga beröres av mig längre fram.

Den experimentella undersökningen har sålunda i huvudsak bekräftat de resultat, som jag kommit till genom jämförande fält- och markstudier och som framlades i min avhandling 1917. Emellertid äro villkoren för en nitrifikation i humustäcket mycket olika i olika bestånd, varjämte betydelsen av kvävemobiliseringen ej under alla förhållanden torde vara lika stor.

Den olika lätthet, varmed nitrifikationen eller en livligare kvävemobilisering inträffar, ger en djupare förståelse av den växlande betydelsen av en viss mognadstid hos hygget eller föryngringsytan. Det är ju en gammal erfarenhet hos oss, som på senare tid vunnit alltmera beaktande, att en sådd eller plantering på ett fårskt hygge har mindre utsikter att lyckas än om samma hygge en längre tid fått ligga och mogna. Betydelsen härav framgår noggsamt av dessa försök. I försöksserierna A<sub>1a</sub>, A<sub>1b</sub> och A<sub>2a</sub> blevo plantorna i humustäcket från den gamla lavbehängda granskogen vida sämre än plantorna i hyggesjorden. De senare voro i alla avseenden kraftigare och bättre och hade väl utvecklade mykorrhizor, medan plantrötterna i humus från den gamla granskogen i stor utsträckning voro angripna av svampar bildande pseudo-mykorrhizor. Det bestånd, som avverkades vid hyggets upptagande 1908,

var avsevärt sämre än det ännu kvarlevande, varifrån humus togs för dessa försök. All sannolikhet talar därför för att humustäcket i det kvarvarande och i det avverkade beståndet ursprungligen varit av samma, dåliga beskaffenhet. »Mognaden» innebär därför en mycket betydelsefull omvandling av humustäckets beskaffenhet i den gamla granskogen, gående ut på en höjning och omvandling av kvävemobiliseringsförmågan samt en förändring i mikrofloras sammansättning eller tallrötternas samliv med svampfloran. Många iakttagelser tyda emellertid på att de nya egenskaper, som humustäcket får genom »mognaden», en längre tid bibehållas och spela en stor roll för beståndets utveckling. Såsom stöd för denna uppfattning kunna anföras resultaten med humus ur 90-årig granskog av *Vaccinium*-typ med eller utan björk på Kulbäckslidens försökspark. Plantorna i humus från dessa bestånd blevo jämte plantorna i humus från hygge de största i försöksserien D. Särskilt vackra blevo plantorna i humus från björkblandat granbestånd, ytterligt dåliga i humus från äldre lavbehängd granskog av *Vaccinium*-typ. Liknande skillnader företedde rötterna; i humus från 90-årig granskog plantor med vackra mykorrhizor och kraftiga rötter, i humus från äldre, lavbehängd granskog plantor med klenare rötter och i övervägande mängd pseudomykorrhizor. Kvävemobiliseringsförmågan var hos humus i den yngre skogen mycket stor, hos humus från den gamla däremot obetydlig (jfr HESSELMAN 1926). De omnämnda granbestånden hade uppstått efter brand, men denna framkallar hos humustäcket enligt mina undersökningar samma omvandling som upptagandet av ett hygge, ehuru omvandlingen försiggår snabbare och kanske också blir mera djupgående. Dessa iakttagelser få sin bästa förklaring genom antagandet, att under beståndsutvecklingen endast så småningom de förändringar inträda i humustäcket, som medföra ett försvårande av kvävemobiliseringen och en omvandling av mikrofloran eller träd-rötternas samliv med markens mikroflora. I min avhandling av 1926 har jag sökt sätta denna omvandling i samband med ett avtagande av de basiska buffertämnen. Genom den gynnsamma omvandlingen på hygget eller genom markens avsvedning ökas halten av dylika ämnen, vilket i sin tur framkallar en revolution i den utveckling, som så småningom inträtt i humustäcket i bestånden.

Är den åsikten riktig, att betydelsen av hyggets mognad ligger i en ökad kvävemobilisering och en omvandling av humustäckets mikroflora, böra sådana bestånd omedelbart kunna föryngras, vars humustäcke utan mognadstid kan omföras i nitrifikation och som redan äger en mikroflora av den beskaffenhet att äkta mykorrhizor bildas. En bekräftelse på denna uppfattning finner man i det omtalade Jönåkersbeståndet. I mina försök med humus från detta bestånd blevo de plantor, som uppdrogos i förmultnings-

skiktets humus, kraftiga och vackra med kraftiga, rikt mykorrhizaförsedda rötter. Med hänsyn till storlek och allmän utveckling stodo dessa plantor fullt ut i samma klass som de som uppdrogos i hyggeshumus i försöksserierna A<sub>1a</sub>, A<sub>1b</sub> och A<sub>2a</sub>. Det omtalade Jönåkersbeståndet hör till de mera lättföryngrade. Även i jämförelsevis små luckor omvandlas humustäcket i gynnsam riktning, tall- och granplantor infinna sig i stort antal och utveckla sig kraftigt. Skogen låter med lätthet föryngra sig genom blädning.

Stå de flesta av försöksresultaten i god överensstämmelse med allmän erfarenhet angående skogarnas föryngring, så är det dock ett resultat, som synes bestämt avvika, nämligen inverkan av gammalt multnat virke. Plantorna i dessa försök blevo avgjort dåliga och hörde i försöksserien D till de allra sämsta. Ändock finner man som bekant granplantorna huvudsakligen kring och på multnande virke i de gamla råhumusbesvärade granskogarna och i mina år 1917 (HESSELMAN 1917b, sid. 1257—1258) publicerade försök angående tallhedarnas föryngring kunde jag påvisa det multnande virkets gynnsamma inverkan på tallplantans utveckling å tallhed. Denna gynnsamma inverkan stod dock i förbindelse med en rätt livlig nitrifikation, medan i försöksserien D virket nedsatt eller helt nedtryckt nitrifikationen i krukorna. Förklaringen till denna motsägelse torde ligga i det multnande virkets växlande beskaffenhet. Några undersökningar utförda här vid anstalten av docenten H. GLÖMME från lantbrukshögskolan i Ås, Norge, visade sålunda stora skillnader i reaktionstalet mellan den mer fullständigt multnade, mullartade destruktionsprodukten och den som ännu bibehåller sin vedstruktur. Den senare var vida surare än den förra. Med intresse kan man motse docent GLÖMMES vidare undersökningar i denna fråga. I mina försök ingår emellertid tills vidare endast multnat virke av det senare slaget, ej den mullartade destruktionsprodukten, som torde spela den viktigaste rollen för plantutvecklingen å lågor. Kommande försök måste därför få belysa skillnaden mellan mina försöksresultat och förhållandena i naturen.

Emellertid är det sannolikt, att nitratbildningen icke alltid spelar den roll, som mina undersökningar visa. Dessa ha ju mest varit förlagda till östra eller nordöstra Sverige med dess något kontinentala klimat, som på föryngringsytor ofta framkallar en livlig kvävemobilisering. Dessutom synes nitratbildningen på något egendomligt sätt vara förbunden med en omvandling av mikrofloran i det gamla beståndets humustäcke. Kanske nitrifikationens roll huvudsakligen är den att den påverkar mikrofloran eller hjälper tall- och granplantorna att bilda lämpliga mykorrhizor. Man skulle i så fall kunna förstå, att även en svag nitrifikation kan vara av stort inflytande. Dess förnämsta betydelse skulle man då ha

att söka vid föryngringen av äldre barrbestånd, där humustäcket redan nått en viss mäktighet och där mikrofloran i marken erhållit en för de unga plantorna ogynnsam sammansättning. Härför talar i viss mån den omständigheten, att vid tallskogens utvandring å våra ljunghedar i sydvästra Sverige nitrifikationen ej synes spela samma roll som vid föryngringen av äldre barrskogsbestånd. Närmare undersökningar häröver komma emellertid att upptagas under den närmaste framtiden.

Vidare bör man, som jag förut flera gånger betonat, komma ihåg att humuskvävets nitrifikation ej är någon nödvändig faktor. Skogen föryngras även utan nitrifikation men då i regel långsammare, med större svårighet och med ifrån början svagare plantor. Nitrifikationen av humuskvävet har dock en så gynnsam inverkan, att sådana åtgärder, som kunna befördra densamma, alltid böra beaktas av den praktiska skogsvården, i det dylika åtgärder böra leda till en snabbare föryngring och en högre växtlighet hos de så bildade barrskogsbestånden. Kvävemobiliseringen och humuskvävets nitrifikation äro faktorer av en sådan art att de ingalunda kunna negligeras, även om andra faktorer spela sin stora roll för föryngringen.

Betydelsen av de försök, som jag refererat i denna avhandling, synes mig ligga icke blott i den förståelse av föryngringsfrågorna, som de lett till, utan även i den framtida möjligheten att på ett mera exakt sätt kunna bedöma vissa föryngringsproblem och i det hänseendet på grund av laboratorieundersökningar ge direktiv åt den praktiska skogsmannen. Jag vill här nämna några exempel på dylika frågor, som genom en vidare utbildning av den använda metoden böra kunna erhålla en annan behandling än vad för närvarande är fallet.

I första rummet vill jag då nämna ett mera rationellt bedömande av huruvida ett hygge har uppnått den för en kulturs utveckling gynnsamma mognadsgraden eller ej. I de fall, där man tar hänsyn till denna faktor, sker väl bedömningen efter en allmän erfarenhet, som så småningom har förvärvats, men säkert torde vara, att många kulturer i vårt land misslyckats och ännu misslyckas på grund av att hygget ej ernått erforderlig mognad. Stora möjligheter synas mig finnas för att man genom experiment och naturstudier skall kunna nå därhän att på rent experimentell, laboratiemässig väg kunna bedöma en sådan fråga. Genom undersökning av kvävet mobiliserbarhet och genom att medelst plantkulturer bedöma mikrofloras sammansättning eller plantans samliv med svamparna i humustäcket bör en sådan fråga kunna avgöras. Kan tekniken drivas så långt, att den ger ett säkert utslag, kunna stora kulturkostnader inbesparas. Jag tänker härvid särskilt på Norrlands skogsvidder med dess svårföryngrade gamla granskogar.

En annan fråga, som säkerligen är vida svårare men dock bör kunna lösas är den om föryngringsytans storlek för erhållande av naturlig föryngring.

De här framlagda försöken liksom de undersökningar, som jag publicerade 1917, visa att det finnes ett visst samband mellan humustäckets reaktionskänslighet och storleken av den yta, som behöves upptagas för föryngring. På reaktionskänslig mark kan föryngringsytan göras mindre än på reaktionströg. Humustäckets reaktionskänslighet gentemot ökat ljusstillträde kan emellertid experimentellt bedömas t. ex. genom att pröva dess förhållande vid infektion med ympjord. Undersökningen kan utföras rent laboratoriemässigt och för ringa kostnad. Skulle man genom fortsatta studier kunna utfinna ett samband mellan reaktionskänsligheten och den lämpliga föryngringsytans storlek, skulle man kunna driva markstudierna därhän, att man på grund av enkla humusanalyser kunde ge direktiv för själva föryngringshuggningen. Frågan är svår, men synes mig ingalunda omöjlig att lösa, många av mina erfarenheter från försöksfälten vid Fagerheden, Siljansfors försökspark och Jönåkers häradsallmänning äro ganska uppmuntrande. Tydligt är emellertid att härför fordras ett mycket flitigt och ingående experimentellt arbete i förening med noggranna observationer i naturen. Möjligt är också att man på samma väg skall kunna lösa frågan om ett humustäcke är av den beskaffenhet, att marken bör svedjas eller om det på ett kalhygge utan en sådan åtgärd snart uppnår lämplig mognad.

Ett av målen för en rationell markvård synes mig vara att sköta bestånden så, att sådana dåliga råhumustäcken, som nu flerstädes göra oss stora bekymmer vid gamla granskogars föryngring, ej längre må uppstå. När det gäller Norrland och framförallt dess i klimatiskt hänseende mera ogynnsamt belägna delar är detta naturligtvis icke så lätt, men åtskilligt bör kunna göras. I min avhandling av 1926 (HESSELMAN 1926, sid. 370—378) har jag talat om björkens och andra lövträds betydelse i detta hänseende. Lövträdens förna är mer rik på basiska buffertämnen än barrträdens, humustäckets halt av dylika höjes, vilket gynnsamt påverkar kvävemobiliseringen och kvävet's nitrificerbarhet. De här refererade försöken gå i samma riktning och bestyrka till fullo mina där gjorda uttalanden. I försöksserierna C och D voro de plantor, som uppdragits i humus, som bildats under inflytande av björk, vida kraftigare än plantorna i ren barrskogshumus. Skillnaderna mellan plantornas utveckling stod i god relation till nitrifikationens intensitet. Hur länge björken kan hindra en ogynnsam förvandling av humustäcket är däremot en annan fråga. Som jag förut framhållit (HESSELMAN 1926) synes mig mycket tala för att trädets gynnsamma inverkan ej upphör med

dess försvinnande i beståndet. Även denna fråga bör kunna studeras genom att undersöka plantutvecklingen i humus från bestånd av olika ålder och olika utvecklingshistoria. I och med beståndens tilltagande ålder brukar föryngringen i viss mån försvåras; vår praktiska erfarenhet går i den riktningen och samma är fallet med resultaten i försöksserien D med humusformer från olika bestånd på Kulbäcksliden. Humusprov från även så gynnsamma skogstyper som *Dryopteris*- och *Geranium*-typerna gävo mindre kraftiga plantor än humus från c:a 90 årig granskog av *Vaccinium*-typ. Men bestånden, tillhörande de första typerna, hade en ålder av c:a 250 år och denna omständighet tycks här haft en mycket stor betydelse. Denna fråga sammanhänger på det närmaste med omloppstidens inverkan på marken. De långa omloppstiderna synas överhuvud ha en tendens att menligt inverka på marktillståndet. I vissa delar av Tyskland har man av denna anledning gått in för att sänka omloppstiden och fråga är om vi icke måste göra detsamma även i Norrland. I den mån som det ogynnsamma marktillståndet förorsakas av en för tall- och granplantornas rötter ogynnsam mikroflora av svampar bör denna fråga kunna analyseras genom att i respektive humusformer uppdraga plantor och undersöka deras rötter. En vidare utveckling av denna undersökningsteknik skall säkerligen kunna bidra till lösningen av många i samband med en rationell markvård stående frågor.

De experimentella undersökningarna över tall- och granplantans utveckling i olika slag av råhumus liksom också mina förra året publicerade undersökningar över barrskogens humustäcke visa att den rationella markvården måste gå särskilda vägar på sådana marker, som på grund av klimatet podsolerats och där av samma orsaker humustäcket blir råhumusartat. Det öppna, för solen blottade hygget har där ett helt annat inflytande på marken än när man har att göra med brunjorden och dess mulltäcke. Kan detta på kalhygget förstöras och marken degenereras, så kan däremot råhumustäcket bli sundare. Förut har jag påvisat, att på kalhygget kvävemobiliseringen ökas och ändras till sin art. Här har nu påvisats betydelsen av denna ökning för barrträdplantornas utveckling. Men icke blott kvävemobiliseringen ändras, plantornas samliv med de i humustäcket levande svamphyferna ändras i en gynnsam riktning. De anförda undersökningarna tala dessutom för att de gynnsamma förändringar, som råhumustäcket undergått, en avsevärd tid skola kvarstå i beståndet. De nordiska lövträden, björk, asp, al etc. spela en roll genom att konservera det goda humustillståndet. Men liksom markvården gestaltar sig olika på olika marktyper och under olika klimat, måste den också varieras med hänsyn till de olika skogstyperna. Exempel härpå hoppas jag så småningom kunna lämna från våra försöksparker.



Tab. 1 a. Försöksserie  $A_1 a$ . Humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir, vattning med destillerat vatten. Tall, planterad 1922.

(I—IV se fig. 4.)

Versuchsreihe  $A_1 a$ . Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begiessen mit destilliertem Wasser. Kiefernpflanzen, gepflanzt 1922.

(I—IV siehe Fig. 4.)

	Längd 1923—1924 Länge	Årskott 1923 Jahresspross			Årskott 1924 Jahresspross		
		Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
		I	4,00 ± 0,46	0,93 ± 0,10	4,33 ± 0,42	6,53 ± 0,43	3,07 ± 0,39
II	5,38 ± 0,65	1,18 ± 0,11	6,33 ± 0,88	9,17 ± 0,26	4,20 ± 0,55	29,00 ± 5,46	6,23 ± 0,33
III	5,73 ± 0,46	1,40 ± 0,18	7,67 ± 1,58	7,45 ± 0,41	4,33 ± 0,43	26,67 ± 2,57	6,35 ± 0,51
IV	10,28 ± 0,56	4,15 ± 0,18	19,67 ± 0,98	7,18 ± 0,37	6,13 ± 0,52	48,00 ± 4,34	5,18 ± 0,27

Tab. 1 b. Försöksserien  $A_1 a$ . Skillnader mellan tallplantorna hösten 1924 i avseende på de två sista årskottens medellängd, barrparens antal och barrrens längd.

Versuchsreihe  $A_1 a$ . Differenzen zwischen den Kiefernpflanzen Herbst 1924 in Bezug auf Mittellänge der zwei letzten Jahressprosse, Anzahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln.

	Längd Länge	Barrpar cm Nadelpaare		Barrlängd cm Nadellänge	
		1923	1924	1923	1924
		II—I .....	1,38 ± 0,80	2,00 ± 0,98	4,15 ± 6,14
III—II .....	0,36 ± 0,80	1,33 ± 1,81	—2,33 ± 6,04	—1,72 ± 0,48	0,13 ± 0,61
III—I .....	1,73 ± 0,65	3,33 ± 1,64	2,17 ± 3,81	0,92 ± 0,60	2,18 ± 0,55
IV—I .....	6,29 ± 0,72	15,34 ± 1,07	23,50 ± 5,17	0,65 ± 0,57	1,02 ± 0,33
IV—II .....	4,90 ± 0,76	13,34 ± 1,32	19,00 ± 6,97	—1,98 ± 0,45	—1,04 ± 0,42
IV—III .....	4,55 ± 0,72	12,00 ± 1,86	21,33 ± 5,04	—0,27 ± 0,55	—1,17 ± 0,57

Tab. 1 c. Försöksserien  $A_1 a$ . De två sista årskottens längd hösten 1924 och kväve-mobiliseringen.

Versuchsreihe  $A_1 a$ . Die Länge der zwei letzten Jahressprosse im Herbst 1924 und die Stickstoffmobilisierung.

	Längd cm Länge	S — N mg per kg	S—N + Am—N mg per kg
I .....	4,00	12,1	21,0
II .....	5,38	47,1	51,7
III .....	5,73	56,5	68,8
IV .....	10,28	113,7	127,8

Tab. 2 a. Försöksserien A<sub>1</sub> b. Humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med humusextrakt. Tall, planterad 1922.

(I—IV se fig. 5—6.)

Versuchsreihe A<sub>1</sub> b. Humusformen aus Fagerheden. Revier Norra Piteå. Begiessen mit Humusextrakt. Kiefernpflanzen, gepflanzt 1922.

(I—IV siehe Fig. 5—6.)

	Längd 1923—1924 Länge	Årskott 1923 Jahresspross			Årskott 1924 Jahresspross		
		Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
I	4,46 ± 0,50	0,77 ± 0,10	3,40 ± 0,48	7,58 ± 0,43	3,69 ± 0,47	23,33 ± 1,73	4,88 ± 0,22
II	6,20 ± 0,61	1,08 ± 0,10	3,78 ± 0,33	8,53 ± 0,55	5,13 ± 0,55	36,00 ± 3,82	4,73 ± 0,24
III	5,14 ± 0,48	1,13 ± 0,12	4,20 ± 0,85	6,75 ± 0,51	4,02 ± 0,41	24,92 ± 2,48	5,52 ± 0,36
IV	11,57 ± 0,81	5,93 ± 0,36	29,33 ± 1,50	6,30 ± 0,34	5,63 ± 0,62	50,67 ± 3,92	5,78 ± 0,34

Tab. 2 b. Försöksserien A<sub>1</sub> b. Skillnader i avseende på de två sista årskottens längd, barrparans antal och barrlängd hösten 1924.

Versuchsreihe A<sub>1</sub> b. Differenzen zwischen den Kiefernpflanzen in Bezug auf Länge der zwei letzten Jahressprosse, Anzahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln im Herbst 1924.

	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare		Barrlängd cm Nadellänge	
		1923	1924	1923	1924
II—I	1,74 ± 0,79	0,38 ± 0,58	12,67 ± 4,19	+0,95 ± 0,70	-0,16 ± 0,33
III—II	-1,06 ± 0,78	0,42 ± 0,91	11,08 ± 4,55	-1,78 ± 0,75	0,79 ± 0,43
III—I	0,68 ± 0,69	0,80 ± 0,98	1,59 ± 3,02	-0,83 ± 0,67	0,63 ± 0,42
IV—I	7,11 ± 0,95	25,93 ± 1,58	27,34 ± 4,28	-1,28 ± 0,54	0,90 ± 0,41
IV—II	5,37 ± 1,01	25,55 ± 1,54	14,67 ± 5,47	-2,23 ± 0,64	1,06 ± 0,42
IV—III	6,43 ± 0,94	25,13 ± 1,73	25,75 ± 4,63	-0,45 ± 0,61	0,27 ± 0,50

Tab. 2 c. Försöksserien A<sub>1</sub> b. De två sista årskottens längd hösten 1924 och kvävemobiliseringen.

Die Länge der zwei letzten Jahressprosse im Herbst 1924 und die Stickstoffmobilisierung.

	Längd cm Länge	S—N mg per kg	S—N + Am—N mg per kg
I	4,45	9,1	19,4
II	6,20	41,1	40,1
III	5,15	31,7	39,6
IV	11,56	106,8	120,6

Tab. 3. Skillnader i längd mellan plantorna i försöksserien A<sub>1</sub> a och samma slags plantor i serien A<sub>1</sub> b, belysande inverkan av vattning med humusextrakt.

Differenzen in Bezug auf Länge der zwei letzten Jahressprosse zwischen den Pflanzen in den Versuchsreihen A<sub>1</sub> a und A<sub>1</sub> b, beleuchtend die Einwirkung von Begiessen mit Humusextrakt.

I	0,46 ± 0,68
II	0,83 ± 0,90
III	-0,60 ± 0,66
IV	0,29 ± 0,98

Tab. 4. Försöksserie  $A_1 c$ . Humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Ren sand vattnad med humusextrakt. Tall, planterad 1922.

(I–IV se tab. 1.)

Versuchsreihe  $A_1 c$ . Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Kiefernpflanzen in reinem Sand. Begiessen mit Humusextrakt. Pflanzen, gepflanzt 1922.

(I–IV siehe Tab. 1.)

	Längd 1923–1924 Länge	Årsskott 1923 Jahresspross			Årsskott 1924 Jahresspross		
		Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
		I	0,75 ± 0,09	0,37 ± 0,03	5,17 ± 0,91	1,72 ± 0,30	0,38 ± 0,06
II	1,96 ± 0,25	0,75 ± 0,11	6,33 ± 0,51	3,24 ± 0,38	1,21 ± 0,17	11,33 ± 1,44	5,08 ± 0,22
III	1,37 ± 0,12	0,75 ± 0,07	6,25 ± 0,39	3,02 ± 0,31	0,62 ± 0,08	7,75 ± 1,25	5,71 ± 0,37
IV	1,62 ± 0,37	0,77 ± 0,16	6,83 ± 0,75	3,33 ± 0,35	0,85 ± 0,22	9,33 ± 1,91	4,22 ± 0,35

Tab. 5 a. Försöksserie  $A_2 a$ . Humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Vattning med destillerat vatten. Tall, planterad 1923.

(I–IV se tab. 1.)

Versuchsreihe  $A_2 a$ . Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Begiessen mit destilliertem Wasser. Kiefernpflanzen, gepflanzt 1923.

(I–IV siehe Tab. 1.)

	Kruka Topf	Årsskott 1924 Jahressprosse			
		Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge	
		I	1	0,62 ± 0,08	4,83 ± 0,48
		2	0,63 ± 0,18	4,33 ± 0,88	8,97 ± 0,64
		3	0,63 ± 0,09	3,75 ± 0,25	5,30 ± 0,98
	Medeltal Mittelzahl	—	0,62 ± 0,06	4,39 ± 0,31	7,66 ± 0,56
II	I	2,13 ± 0,81	6,83 ± 0,48	9,37 ± 0,62	
	2	1,55 ± 0,15	7,33 ± 0,72	9,82 ± 0,98	
	3	1,55 ± 0,13	6,83 ± 1,01	8,82 ± 0,93	
	Medeltal Mittelzahl	—	1,74 ± 0,27	7,00 ± 0,42	9,33 ± 0,48
III	I	1,13 ± 0,13	6,17 ± 0,75	10,28 ± 0,53	
	2	1,12 ± 0,18	6,83 ± 1,08	9,10 ± 0,94	
	3	1,85 ± 0,50	8,83 ± 2,54	10,87 ± 0,32	
	Medeltal Mittelzahl	—	1,37 ± 0,19	7,28 ± 0,94	10,08 ± 0,40
IV	I	3,76 ± 0,55	20,20 ± 2,08	10,42 ± 0,88	
	2	4,63 ± 0,48	28,00 ± 2,13	7,43 ± 0,79	
	3	5,95 ± 0,46	37,00 ± 1,88	6,85 ± 0,24	
	Medeltal Mittelzahl	—	4,84 ± 0,35	28,88 ± 2,02	8,11 ± 0,53

Tab. 5 b. Försöksserien  $A_2 a$ . Skillnader mellan plantorna i avseende på årsskottens längd 1924, barrparens antal och barrrens längd.

Versuchsreihe  $A_2 a$ . Unterschiede in Bezug auf Länge der Jahressprosse 1924, Anzahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln.

	Höjd cm	Barrparen antal	Barrlängd cm
	Länge	Nadelpaare	Nadellänge
II—I .....	1,12 ± 0,28	2,62 ± 0,52	1,67 ± 0,74
III—II .....	— 0,38 ± 0,33	0,28 ± 1,03	0,75 ± 0,62
III—I .....	0,77 ± 0,20	2,89 ± 0,99	2,42 ± 0,69
IV—I .....	4,22 ± 0,35	24,50 ± 2,04	0,44 ± 0,77
IV—II .....	3,10 ± 0,44	21,88 ± 2,06	— 1,23 ± 0,71
IV—III .....	3,47 ± 0,40	21,60 ± 2,22	— 1,98 ± 0,66

Tab. 5 c. Försöksserien  $A_2 a$ . Årsskottens medellängd hösten 1924 och kvävemobiliseringen.

Versuchsreihe  $A_2 a$ . Mittellänge der Jahressprosse 1924 und die Stickstoffmobilisierung in den Töpfen.

Humusformer	Kruka Topf	Längd cm Länge	S—N mg pr kg	Am—N+S—N mg per kg
I .....	1	1,32	0,6	0,6
	2	1,25	0,5	0,5
	3	1,82	4,0	4,0
II .....	1	1,78	16,4	19,6
	2	2,06	10,8	14,6
	3	2,37	12,8	20,6
III .....	1	1,53	8,0	8,0
	2	1,75	3,8	3,8
	3	1,62	8,2	13,2
IV .....	1	4,37	22,0	22,0
	2	4,73	32,0	32,0
	3	5,33	36,0	36,0

Tab. 6. Kvävemobiliseringen i försökskärnen försöksserierna  $A_1 a$  och  $A_1 b$  åren 1922—1924, bedömd genom lagringsprov.

Stickstoffmobilisering in den Töpfen in den Versuchsreihen  $A_1 a$  und  $A_1 b$  in den Jahren 1922—24, beurteilt durch Lagerungsproben.

	År Jahr	$P_H$	Am—N mg pr kg	S — N mg pr kg	Am—N+S—N mg pr kg
Försöksserie $A_1 a$ . Vattning med destillerat vatten. Versuchsreihe $A_1 a$ . Begiessen mit destilliertem Wasser.					
I .....	1922	—	4,2	6,7	10,9
	1923	5,5	4,7	5,0	9,7
	1924	6,2	0	0,4	0,4

Tab. 6 (forts.).

	År Jahr	PH	Am—N mg pr kg	S—N mg pr kg	Am—N+S—N mg pr kg
II .....	1922	—	2,1	33,7	35,8
	1923	5,7	2,5	13,2	15,7
	1924	6,0	0	0,2	0,2
III .....	1922	—	4,4	27,3	31,7
	1923	5,8	7,9	20,4	28,3
	1924	6,6	0	8,8	8,8
IV .....	1922	—	4,0	47,3	51,3
	1923	5,4	3,7	26,4	30,1
	1924	5,8	6,4	40,0	46,4
Försöksserie <i>A<sub>1</sub> b</i> . Vatning med humusextrakt. Versuchsreihe <i>A<sub>1</sub> b</i> . Begiessen mit Humusextrakt.					
I .....	1922	—	9,2	8,7	19,7
	1924	6,3	1,1	0,4	1,5
II .....	1922	—	4,3	40,8	45,1
	1924	6,0	0,7	0,3	1,0
III .....	1922	—	7,9	30,9	38,8
	1924	5,7	0	0,8	0,8
IV .....	1922	—	10,6	62,8	73,4
	1923	5,4	10,5	38,0	48,5
	1924	5,7	3,2	44,0	47,2

Tab. 7 a. Försöksserie *B*. Humus från Jönäkers häradsallmänning. Förmultnings- och humusämneskikten. Tall planterad 1923.

Versuchsreihe *B*. Humus aus Glindran, Gemeindegwald Jönäker. F Vermoderungsschicht, H Humusstoffschicht. Kiefernplanzen, gepflanzt 1923.

	Årskott 1924 Jahresspross		
	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
	F-skikt .....	3,53 ± 0,31	22,75 ± 1,78
H-skikt .....	1,57 ± 0,27	11,75 ± 1,05	10,07 ± 0,59
F + H-skikt .....	3,26 ± 0,78	19,30 ± 3,36	9,37 ± 0,54

Tab. 7 b. Försöksserie *B*. Skillnader mellan plantorna med avseende på längd, barr-antal och barrlängd (1924 års årskott).

Unterschied zwischen den Pflanzen in Bezug auf Länge, Anzahl der Nadelpaare und der Nadellänge. Jahresspross 1924.

Humusformer	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
F—H .....	1,97 ± 0,41	11,00 ± 2,06	— 2,18 ± 0,73
(F+H)—H .....	1,69 ± 0,82	7,55 ± 3,72	— 0,70 ± 0,80
F—(F+H) .....	0,47 ± 0,84	3,45 ± 3,80	— 1,48 ± 0,69

Tab. 7 c. Försöksserie B. Tallplantornas medellängd (1924 års årsskott) och kvävemobiliseringen.

Beziehung zwischen Länge der Jahressprosse 1924 und Stickstoffmobilisierung.

	Längd cm Länge	S — N mg per kg		Sm — N + S — N mg pr kg	
		1923	1924	1923	1924
	F .....	3,53	43,0	16,4	46,7
H .....	1,57	26,4	22,0	30,7	24,3
F + H .....	3,26	31,2	15,0	45,6	18,3

Tab. 8 a. Försöksserie C. Humusformer från Jämtland. Granbestånd med eller utan björk. Planterade 1925.

(I—IV se fig. 18.)

Versuchsreihe C. Humusformen aus Jämtland, gesammelt in Fichtenbeständen mit oder ohne Birke. Nadelpflanzen gepflanzt 1925.

(I—IV siehe Fig. 18.)

Humusformer	Årsskott 1925 Jahresspross		
	Längd cm Länge	Barrantal Anzahl der Nadeln	Barrlängd cm Nadellänge
Tall. Kiefer.			
I .....	0,58 ± 0,06	26,67 ± 2,45	1,44 ± 0,06
II .....	1,19 ± 0,17	43,00 ± 6,00	1,86 ± 0,16
III .....	2,20 ± 0,15	57,00 ± 3,37	2,18 ± 0,10
IV .....	0,33 ± 0,02	16,67 ± 1,22	1,21 ± 0,04
Gran. Fichte.			
I .....	0,43 ± 0,04	31,25 ± 2,24	1,07 ± 0,03
II .....	2,22 ± 0,31	67,75 ± 7,43	1,21 ± 0,06
III .....	2,56 ± 0,34	69,00 ± 10,22	1,30 ± 0,05
IV .....	0,43 ± 0,06	30,75 ± 2,52	0,99 ± 0,05

Tab. 8 b. Försöksserie C. Skillnader mellan plantorna i avseende på längd, barrantal och barrlängd.

Versuchsreihe C. Unterschiede der Pflanzen in Bezug auf Höhe des Jahressprosses, Anzahl und Länge der Nadeln.

Humusformer	Längd cm Länge	Barrantal Anzahl der Nadeln	Barrlängd cm Nadellänge
Tall. Kiefer.			
I—IV .....	0,26 ± 0,06	10,00 ± 2,74	0,23 ± 0,07
II—I .....	0,61 ± 0,18	16,33 ± 6,48	0,42 ± 0,17
III—II .....	1,01 ± 0,23	14,00 ± 6,87	0,33 ± 0,19
III—I .....	1,62 ± 0,16	20,33 ± 4,16	0,74 ± 0,12
III—IV .....	1,88 ± 0,15	40,33 ± 3,58	0,98 ± 0,11

Tab. 8 b (forts.).

Humusformer	Längd cm Länge	Barrantal Anzahl der Nadeln	Barrlängd cm Nadellänge
Gran. Fichte.			
I—IV .....	0 ± 0,07	0,50 ± 3,37	0,08 ± 0,06
II—I .....	1,79 ± 0,31	36,50 ± 7,76	0,14 ± 0,07
III—II .....	0,34 ± 0,46	1,25 ± 12,64	0,09 ± 0,08
III—I .....	2,13 ± 0,34	37,75 ± 10,5	0,23 ± 0,06
III—IV .....	2,13 ± 0,35	39,25 ± 10,2	0,31 ± 0,07

Tab. 8 c. Försöksserie C. Sambandet mellan plantornas utveckling och kvävemobiliseringen.

Versuchsreihe C. Beziehung zwischen Entwicklung der Pflanzen und Stickstoffmobilisierung.

Humusformer	Längd cm Länge	Barrantal Anzahl der Nadeln	Barrlängd cm Nadellänge	S—N mg pr kg	A—N+S—N mg pr kg
Tall. Kiefer.					
IV .....	0,33	16,7	1,2	(0,2) 29,2	44,2
I .....	0,58	26,7	1,4	(0,3) 61,2	97,2
II .....	1,19	43,0	1,9	(28,5) 145,0	150,4
III .....	2,20	57,0	2,2	(36,0) 167,5	172,1
Gran. Fichte.					
IV .....	0,43	30,8	1,00	(0,2) 20,2	38,2
I .....	0,43	31,3	1,10	(0,2) 57,5	71,3
II .....	2,22	67,8	1,20	(40,5) 110,0	114,6
III .....	2,56	69,0	1,30	(54,0) 140,0	145,9

Siffrorna inom parentes ange mängden salpeterkväve före lagringstidens början.

Die Ziffern in Klammern geben die S—N-Menge vor Beginn der Lagerungszeit an.

Tab. 9 b. Försöksserien D. Undersökning över inverkan av infektion (b), kalk (c) samt kalk och infektion (d) på plantornas höjd.

Versuchsreihe D. Einwirkung von Impfung (b), Kalk (c) und Kalk + Impfung (d) auf die Höhe der Pflanzen.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
b—a	0,15 ± 0,07	0,67 ± 0,28	0,05 ± 0,11	0,23 ± 0,22	0,20 ± 0,05	0,04 ± 0,13	0,00 ± 0,04
c—a	0,04 ± 0,08	0,51 ± 0,27	0,30 ± 0,21	0,97 ± 0,32	0,25 ± 0,06	0,01 ± 0,15	0,11 ± 0,05
d—a	0,08 ± 0,08	0,62 ± 0,30	0,12 ± 0,12	0,09 ± 0,22	0,18 ± 0,05	0,01 ± 0,12	0,06 ± 0,05

Tab. 9 a. Försöksserie D. Humusformer från Kulbäcksliden. I—VII se fig. 21. a utan kalk och infektion, b infektion genom ympjord, c kalktillsats, d kalk och infektion med ympjord. Tallplantor planterade 1925.

Versuchsreihe D. Humusproben aus Versuchsforst Kulbäcksliden. I—VII siehe Fig. 21. a ohne Kalk und Impfung, b Impfung, c Kalk, d Kalk und Impfung.

Humusformer	Årskott 1925		
	Jahresspröss		
	Längd cm Länge	Barrantal Anzahl der Nadeln	Barrlängd cm Nadellänge
I. a .....	0,51 ± 0,06	23,55 ± 2,11	1,39 ± 0,08
b .....	0,36 ± 0,03	18,75 ± 1,18	1,06 ± 0,04
c .....	0,55 ± 0,05	26,08 ± 2,14	1,29 ± 0,06
d .....	0,43 ± 0,06	23,08 ± 1,99	1,13 ± 0,05
II. a .....	1,21 ± 0,20	40,00 ± 4,71	1,56 ± 0,12
b .....	1,88 ± 0,19	57,50 ± 5,85	1,86 ± 0,06
c .....	1,72 ± 0,18	56,83 ± 4,92	1,83 ± 0,11
d .....	1,83 ± 0,22	52,42 ± 3,70	1,68 ± 0,08
III. a .....	0,83 ± 0,10	34,83 ± 2,88	1,41 ± 0,63
b .....	0,78 ± 0,05	34,25 ± 1,93	1,38 ± 0,03
c .....	1,13 ± 0,21	40,50 ± 5,76	1,44 ± 0,11
d .....	0,71 ± 0,06	36,92 ± 2,57	1,45 ± 0,05
IV. a .....	0,98 ± 0,21	35,00 ± 3,08	1,32 ± 0,12
b .....	0,74 ± 0,06	32,17 ± 2,84	1,60 ± 0,10
c .....	1,94 ± 0,23	60,17 ± 5,68	2,07 ± 0,10
d .....	0,88 ± 0,07	33,82 ± 2,09	1,59 ± 0,34
V. a .....	0,29 ± 0,03	21,42 ± 1,22	1,10 ± 0,03
b .....	0,49 ± 0,05	27,25 ± 1,97	1,39 ± 0,07
c .....	0,54 ± 0,05	27,58 ± 3,07	1,46 ± 0,08
d .....	0,47 ± 0,05	26,00 ± 2,01	1,37 ± 0,07
VI. a .....	0,72 ± 0,10	30,33 ± 2,54	1,41 ± 0,09
b .....	0,76 ± 0,08	34,92 ± 2,51	1,58 ± 0,04
c .....	0,73 ± 0,11	33,17 ± 3,63	1,53 ± 0,06
d .....	0,71 ± 0,07	34,67 ± 2,91	1,55 ± 0,03
VII. a .....	0,30 ± 0,03	25,08 ± 1,10	1,27 ± 0,04
b .....	0,30 ± 0,03	25,00 ± 0,99	1,19 ± 0,04
c .....	0,41 ± 0,05	28,67 ± 1,42	1,32 ± 0,05
d .....	0,36 ± 0,05	25,83 ± 1,34	1,24 ± 0,03

Tab. 9 c. Försöksserien D. Skillnader i längd mellan plantorna i humusform I och övriga humusformer.

Unterschiede in Höhe zwischen den Pflanzen in Humusform I und denen in den übrigen Humusformen.

	II—I	III—I	IV—I	V—I	VI—I	VII—I
a	0,70 ± 0,21	0,32 ± 0,12	0,47 ± 0,22	- 0,22 ± 0,06	0,21 ± 0,11	- 0,21 ± 0,06
b	1,52 ± 0,22	0,42 ± 0,06	0,38 ± 0,20	0,13 ± 0,05	0,40 ± 0,09	- 0,06 ± 0,06
c	1,20 ± 0,18	0,58 ± 0,21	1,39 ± 0,24	- 0,01 ± 0,07	0,18 ± 0,12	0,14 ± 0,07
d	1,32 ± 0,23	0,28 ± 0,09	0,46 ± 0,29	0,05 ± 0,08	0,28 ± 0,09	0,07 ± 0,07



Tab. 9 d. Försöksserie D. Kvävemobiliseringen i lagringsproven.  
Versuchsreihe D. Stickstoffmobilisierung in den Lagerungsproben.

	pH		S—N	Am—N+S—N		pH		S—N	Am—N+S—N
	1	2	mg pr kg	mg pr kg		1	2	mg pr kg	mg pr kg
I a	4,75	5,55	2,4	5,2	V a	4,80	5,50	36	45,5
I b	4,75	4,90	28	31,9	V b	5,25	6,30	45	49,0
I c	5,95	6,00	5,2	10,2	V c	6,15	6,90	28	32,2
I d	6,10	6,80	1,3	4,8	V d	6,25	7,10?	15	17,9
II a	4,70	5,45	52	57,5	VI a	4,95	—	44	48,6
II b	4,85	5,60	60	66,2	VI b	5,35	—	28	32,9
II c	5,70	6,30	62	69,2	VI c	6,10	—	31	30,2
II d	6,05	6,80	66	70,6	VI d	6,10	—	32	37,0
III a	5,05	—	74	79,3	VII a	4,90	6,00	0,3	3,8
III b	4,70	5,35	64	68,1	VII b	5,55	6,20	0,2	3,7
III c	6,60	6,95	48	51,3	VII c	6,45	7,00	0,2	3,0
III d	5,95	7,65?	48	53,5	VII d	6,90	7,15	0,1	3,9
IV a	4,95	7,00?	62	66,2					
IV b	4,85	—	42	47,4					
IV c	6,70	7,90?	27	33,1					
IV d	6,90	—	35	38,5					

1 vid lagringstidens början, 2 vid lagringstidens slut.

1 zu Beginn der Lagerungszeit, 2 am Ende der Lagerungszeit.

Tab. 10. Plantornas höjdtillväxt och jordens reaktionstal.  
Länge der Sprosse und Reaktionszahl des Bodens.

	Skottens längd cm Länge der Sprosse	pH			Skottens längd cm Länge der Sprosse	pH	
		1923	1924			1923	1924
	Försöksserie A <sub>1</sub> a.				Försöksserie A <sub>1</sub> b.		
I .....	4,00	5,5	6,2	I .....	4,46	—	6,35
II .....	5,38	5,7	6,0	II .....	6,20	—	6,00
III .....	5,73	5,8	6,6	III .....	5,14	—	5,7
IV .....	10,28	5,4	5,8	IV .....	11,57	—	5,7

Försöksserie A<sub>2</sub> a.

	Skottens längd cm Länge der Sprosse	pH 1924		Skottens längd cm Länge der Sprosse	pH 1924
I 1.....	1,32	6,00	III 1.....	1,53	5,9
2.....	1,25	6,1	2.....	1,75	6,3
3.....	1,82	6,2	3.....	1,62	6,1
II 1.....	1,78	5,9	IV 1.....	4,37	4,9
2.....	2,06	5,9	2.....	4,73	5,6
3.....	2,37	6,1	3.....	5,33	5,9

Försöksserie B.

	Skottens längd cm Länge der Sprosse	PH	
		1923	1924
F .....	3,53	5,2	6,3
H .....	1,75	5,1	5,8
F + H .....	3,26	5,1	6,3

Försöksserie C.

Skottens längd cm Länge der Sprosse	PH	Skottens längd cm Länge der Sprosse	PH
Tall. Kiefer.		Gran. Fichte.	
0,33	5,2	0,43	5,0
0,58	5,1	0,43	4,8
1,19	4,9	2,22	4,8
2,20	5,0	2,56	4,7

Tab. 11 a. Försöksserie  $A_1 a + \text{nitrat}$ . Humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Plantor vattnade 1923 och 1924 med en lösning av ammoniumnitrat.

Versuchsreihe  $A_1 a + \text{Nitrat}$ . Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Kiefernpflanzen, gepflanzt 1922 und 1923—1924 bewässert mit einer Lösung von Ammoniumnitrat.

	Årskott 1923			Årskott 1924			
	Längd 1923—1924 Länge	Jahresspross			Jahresspross		
		Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
I	5,83 ± 0,56	0,85 ± 0,09	3,50 ± 0,81	7,72 ± 0,49	4,98 ± 0,51	28,67 ± 3,07	6,80 ± 0,36
II	8,50 ± 0,91	1,42 ± 0,15	2,50 ± 1,50	9,25 ± 1,25	7,08 ± 0,79	49,00 ± 8,49	5,92 ± 0,55
III	6,63 ± 0,76	0,90 ± 0,15	4,00 ± 0,58	9,23 ± 0,51	5,73 ± 0,65	36,33 ± 4,89	5,95 ± 0,59
IV	13,77 ± 1,51	4,98 ± 0,60	22,67 ± 2,39	8,20 ± 0,36	8,78 ± 0,95	58,00 ± 0,46	5,60 ± 0,24

Tab. 11 b. Försöksserie  $A_1 a + \text{nitrat}$ . Skillnader mellan plantorna i avseende på höjd barrparens antal och barrrens längd.

Versuchsreihe  $A_1 a + \text{Nitrat}$ . Unterschiede zwischen den Pflanzen in Bezug auf Länge der Sprosse, Anzahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln.

	Höjd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm, Nadellänge
II—I .....	2,27 ± 1,07	- 1,00 ± 1,70	20,33 ± 9,03
III—II .....	- 1,87 ± 1,10	1,50 ± 1,61	- 12,67 ± 9,80
III—I .....	0,80 ± 0,94	0,50 ± 0,99	7,66 ± 5,77
IV—I .....	7,94 ± 1,60	19,17 ± 2,52	29,33 ± 3,10
IV—II .....	5,27 ± 1,77	20,17 ± 2,82	9,00 ± 8,50
IV—III .....	7,14 ± 1,69	18,67 ± 2,46	21,67 ± 4,91

Tab. 11 c. Skillnader med hänsyn till skottens längd, barrparens antal och barrrens längd mellan plantorna i serien  $A_1 a$  + nitrat och motsvarande plantor i serien  $A_1 a$ .

Unterschiede in Bezug auf Länge der Sprosse, Zahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln zwischen den Pflanzen in Versuchsreihe  $A_1 a$  + Nitrat und entsprechenden Pflanzen in der Reihe  $A_1 a$ .

	1923			1924		
	Höjd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge	Höjd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
I .....	0,08 ± 1,33	-0,83 ± 0,91	1,19 ± 0,65	1,92 ± 0,64	4,13 ± 4,16	2,63 ± 0,41
II .....	0,24 ± 0,19	-3,83 ± 1,75	0,08 ± 1,28	2,88 ± 0,96	20,00 ± 10,09	-0,31 ± 0,64
III .....	0,50 ± 0,24	-3,67 ± 1,69	1,78 ± 0,65	1,40 ± 0,78	9,66 ± 5,51	-0,40 ± 0,78
IV .....	0,83 ± 0,63	3,00 ± 2,58	1,02 ± 0,51	2,65 ± 1,08	10,00 ± 4,36	+0,42 ± 0,36

Tab. 12 a. Försöksserien  $A_1 b$  + nitrat. Humusformen från Fagerheden, Norra Piteå revir. Försök som i  $A_1 b$ , men plantorna åren 1923 och 1924 vattnade med en lösning av ammoniumnitrat.

Versuchsreihe  $A_1 b$  + Nitrat. Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Versuch wie in der Reihe  $A_1 b$ , aber die Pflanzen 1923 und 1924 begossen mit Ammoniumnitrat.

	Längd 1923—1924 Länge	Årsskott 1923 Jahresspross			Årsskott 1924 Jahresspross		
		Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
I	6,08 ± 0,84	0,82 ± 0,05	1,50 ± 0,50	9,70 ± 1,70	5,27 ± 0,79	37,83 ± 4,27	5,55 ± 0,28
II	8,80 ± 0,69	0,97 ± 0,18	2,00 ± 0,58	10,43 ± 1,20	7,83 ± 0,63	47,50 ± 5,77	5,57 ± 0,43
III	5,20 ± 0,92	0,96 ± 0,12	2,00 ± 0,58	7,03 ± 0,71	4,24 ± 0,85	21,60 ± 4,86	7,12 ± 0,46
IV	13,48 ± 1,97	5,58 ± 0,95	25,60 ± 7,49	7,74 ± 0,72	7,90 ± 1,29	69,40 ± 7,46	3,54 ± 0,14

Tab. 12 b. Försöksserien  $A_1 b$  + nitrat. Skillnader mellan plantorna i avseende på höjd, barrparens antal och barrrens längd.

Versuchsreihe  $A_1 b$  + Nitrat. Unterschiede zwischen den Pflanzen in Bezug auf Länge der Nadeln, Anzahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln,

	Höjd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
II—I .....	1,72 ± 1,09	0,50 ± 0,76	9,67 ± 7,18
III—II .....	-3,60 ± 1,15	0,00 ± 0,82	-25,90 ± 7,55
III—I .....	-0,88 ± 2,14	0,50 ± 0,76	-16,23 ± 6,47
IV—I .....	7,40 ± 2,14	24,10 ± 7,50	31,67 ± 8,60
IV—II .....	4,68 ± 2,08	23,60 ± 7,51	21,90 ± 9,43
IV—III .....	8,28 ± 2,17	23,60 ± 7,51	47,80 ± 8,91

[71] KVÄVEMOBILISERINGEN O. BARRTRÄDSPLANT: S UTVECKL. 407

Tab. 12 c. Skillnader med hänsyn till skottens längd, barrparens antal och barrrens längd mellan plantorna i försöksserien  $A_1 b$  + nitrat och motsvarande plantor i försöksserien  $A_1 b$ .

Unterschiede in Bezug auf Länge der Sprosse, Zahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln zwischen den Pflanzen in der Versuchsreihe  $A_1 b$  + Nitrat und entsprechenden Pflanzen in der Versuchsserie  $A_1 b$ .

	1923			1924		
	Höjd cm	Barrpar antal	Barrlängd cm	Höjd cm	Barrpar antal	Barrlängd cm
	Länge	Nadelpaare	Nadellänge	Länge	Nadelpaare	Nadellänge
I .....	0,05 ± 0,11	-1,90 ± 0,69	2,12 ± 1,75	1,58 ± 0,92	14,50 ± 4,61	0,67 ± 0,36
II .....	0,11 ± 0,20	-1,78 ± 0,66	1,90 ± 1,33	2,71 ± 0,84	11,50 ± 6,92	0,84 ± 0,49
III .....	0,17 ± 0,17	-2,20 ± 1,03	0,28 ± 0,88	0,22 ± 0,94	-3,32 ± 5,46	1,60 ± 0,58
IV .....	0,35 ± 1,01	-3,73 ± 7,63	1,44 ± 0,79	2,27 ± 1,43	18,67 ± 8,42	-2,24 ± 0,37

Tab. 13 a. Försöksserien  $A_1 c$  + nitrat. Humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Ren sand, vattnad med humusextrakt och åren 1923 och 1924 med ammoniumnitrat. Tall, planterad 1922.

Versuchsreihe  $A_1 c$  + Nitrat. Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Reiner Sand, begossen mit Humusextrakt und in den Jahren 1923 und 1924 mit Ammoniumnitrat. Kiefernpflanzen, gepflanzt 1922.

	Längd 1923—1924 Länge	Årsskott 1923 Jahresspross			Årsskott 1924 Jahresspross		
		Längd cm	Barrpar antal	Barrlängd cm	Längd cm	Barrpar antal	Barrlängd cm
		Länge	Nadelpaare	Nadellänge	Länge	Nadelpaare	Nadellänge
I	2,44 ± 0,54	0,72 ± 0,09	5,00 ± 1,00	3,45 ± 0,85	1,72 ± 0,50	14,00 ± 3,03	5,16 ± 0,32
II	4,15 ± 0,40	0,72 ± 0,06	5,20 ± 0,97	6,62 ± 0,51	3,43 ± 0,36	22,17 ± 1,92	5,58 ± 0,45
III	4,77 ± 0,27	0,83 ± 0,15	5,50 ± 0,85	9,42 ± 0,86	3,93 ± 0,22	28,50 ± 2,29	5,73 ± 0,48
IV	5,12 ± 0,93	1,07 ± 0,21	4,83 ± 0,87	7,55 ± 0,67	4,05 ± 0,74	30,83 ± 3,45	4,98 ± 0,57

Tab. 13 b. Skillnader med hänsyn till skottens längd, barrparens antal och barrrens längd mellan plantorna i försöksserien  $A_1 c$  + nitrat och motsvarande plantor i försöksserien  $A_1 c$ .

Unterschiede in Bezug auf Länge der Sprosse, Zahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln zwischen den Pflanzen in der Versuchsreihe  $A_1 c$  + Nitrat und entsprechenden Pflanzen in der Versuchsreihe  $A_1 c$ .

	1923			1924		
	Längd cm	Barrpar antal	Barrlängd cm	Längd cm	Barrpar antal	Barrlängd cm
	Länge	Nadelpaare	Nadellänge	Länge	Nadelpaare	Nadellänge
I .....	0,35 ± 0,09	-0,17 ± 1,35	1,73 ± 0,90	1,34 ± 0,50	9,00 ± 3,13	0,41 ± 0,76
II .....	-0,03 ± 0,12	-1,13 ± 1,00	3,38 ± 0,55	2,23 ± 0,39	10,84 ± 2,37	0,08 ± 0,51
III .....	0,08 ± 0,17	-0,75 ± 0,93	6,40 ± 1,02	3,32 ± 0,28	20,75 ± 2,61	0,02 ± 0,61
IV .....	0,30 ± 0,26	-2,00 ± 1,15	4,22 ± 0,76	3,20 ± 0,77	21,50 ± 3,94	0,76 ± 0,67

Tab. 14 a. Försöksserien  $A_2$  a+nitrat. Humusformer från Fagerheden, Norra Piteå revir. Tallplantor, planterade 1923, vattning med ammoniumnitrat 1923 och 1924. Versuchsreihe  $A_2$  a+Nitrat. Humusformen aus Fagerheden, Revier Norra Piteå. Kiefern-pflanzen, gepflanzt 1923, begossen mit Ammoniumnitratlösung 1923 und 1924.

	Kruka Topf	Årskott 1924 Jahresspross		
		Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
		I .....	1 2 3	1,32 ± 0,17 1,25 ± 0,24 1,82 ± 0,21
Medeltal Mittel		1,46 ± 0,13	9,06 ± 0,50	9,13 ± 0,38
II .....	1 2 3	1,78 ± 0,34 2,06 ± 0,34 2,37 ± 0,29	11,00 ± 1,44 12,20 ± 1,50 11,00 ± 1,10	10,87 ± 0,52 11,78 ± 0,61 10,32 ± 0,40
Medeltal Mittel		2,07 ± 0,19	11,35 ± 0,74	10,94 ± 0,31
III .....	1 2 3	1,53 ± 0,12 1,75 ± 0,18 1,62 ± 0,11	7,67 ± 0,88 8,33 ± 1,06 10,17 ± 0,54	11,40 ± 0,32 11,45 ± 0,42 11,30 ± 0,44
Medeltal Mittel		1,63 ± 0,08	8,72 ± 0,53	11,38 ± 0,22
IV .....	1 2 3	4,37 ± 0,37 4,73 ± 0,91 5,33 ± 0,68	21,67 ± 3,01 20,17 ± 3,07 27,00 ± 2,71	9,92 ± 0,16 10,37 ± 0,51 9,33 ± 0,19
Medeltal Mittel		4,81 ± 0,39	22,94 ± 1,74	9,87 ± 0,21

Tab. 14 b. Försöksserien  $A_2$  a+nitrat. Skillnader mellan plantorna i avseende på höjd, barrparens antal och barrens antal.

Versuchsreihe  $A_2$  a+Nitrat. Unterschiede zwischen den Pflanzen in Bezug auf Länge der Sprosse, Zahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln.

	Längd cm Länge	Barrpar antal Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
II—I .....	0,61 ± 0,23	2,30 ± 0,89	1,81 ± 0,50
III—II .....	— 0,44 ± 0,20	2,63 ± 0,90	0,44 ± 0,38
III—I .....	0,17 ± 0,15	0,33 ± 0,73	2,25 ± 0,44
IV—I .....	3,35 ± 0,41	13,88 ± 1,82	0,74 ± 0,44
IV—II .....	2,74 ± 0,43	11,59 ± 1,89	1,07 ± 0,38
IV—III .....	3,18 ± 0,39	14,23 ± 1,82	1,51 ± 0,30

Tab. 14 c. Skillnader med hänsyn till årsskottens längd 1924 mellan plantorna i försöksserien  $A_2$  a+nitrat och motsvarande plantor i försöksserien  $A_2$  a.

Unterschiede in Bezug auf Länge der Jahressprosse 1924 zwischen den Pflanzen in der Versuchsreihe  $A_2$  a+Nitrat und entsprechenden Pflanzen in der Versuchsreihe  $A_2$  a.

I .....	0,84 ± 0,14
II .....	0,33 ± 0,33
III .....	0,27 ± 0,21
IV .....	0,03 ± 0,52

Tab. 15 a. Försöksserien B+nitrat. Humus från Jönåkers häradsallmänning. Förmultnings- och humusämneskikt. Tall planterad 1923. Vattning med ammoniumnitrat 1923 och 1924.

Versuchsreihe B+Nitrat. Humus aus Gemeindewald Jönåker. Vermoderungs- (F) und Humusstoffschicht (H). Kiefernpflanzen, gepflanzt 1923. Begiessen mit Ammoniumnitratlösung 1923 und 1924.

	Årskott 1924		
	Jahresspross		
	Längd cm Länge	Barrpar Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
F-skikt .....	2,49 ± 0,24	19,67 ± 1,47	8,13 ± 0,50
H-skikt .....	1,63 ± 0,25	13,45 ± 1,33	10,35 ± 0,37
F + H-skikt .....	4,14 ± 0,49	25,18 ± 2,09	9,54 ± 0,31

Tab. 15 b. Försöksserien B+nitrat. Skillnader mellan plantorna i avseende på höjd, barrparens antal och barrrens längd.

Versuchsreihe B+Nitrat. Unterschiede zwischen den Pflanzen in Bezug auf Länge der Sprosse, Zahl der Nadelpaare und Länge der Nadeln.

Humusformer	Längd cm Länge	Barrpar Nadelpaare	Barrlängd cm Nadellänge
F—H .....	0,87 ± 0,34	6,22 ± 1,97	2,22 ± 0,63
(F + H)—H .....	2,81 ± 0,55	11,73 ± 2,47	— 0,81 ± 0,48
F—(F + H) .....	— 1,94 ± 0,54	— 5,51 ± 2,55	— 1,40 ± 0,58

Tab. 15 c. Skillnaden mellan skottens längd i försöksserien B+nitrat och motsvarande plantor i försöksserien B.

Unterschiede in Bezug auf Länge der Sprosse 1924 zwischen den Pflanzen in der Versuchsreihe B+Nitrat und entsprechenden Pflanzen in der Versuchsreihe B.

F .....	— 1,04 ± 0,39
H .....	0,06 ± 0,37
F + H .....	1,18 ± 0,92

## ANFÖRD LITTERATUR.

- AALTONEN, V. T., 1919, Kangasmetsien luonnollisesta uudistumisesta Suomen Lapissa. I. (Über die natürliche Verjüngung der Heidewälder im Finnischen Lappland. I.) — Communicationes ex instituto quæstionum forestalium Finlandiæ editæ I. Helsinki.
- 1926, Über die Umsetzungen der Stickstoffverbindungen im Waldboden. (The Decomposition of Nitrogenous Compounds in Woodland Soils.) — Communicationes ex instituto quæstionum forestalium Finlandiæ editæ 10. Helsinki.
- HALDEN, B. E., 1926, Studier över skogsbeståndens inverkan på markfuktighetens fördelning hos skilda jordarter. — Skogsvårdsföreningens Tidskrift 24, Stockholm.
- HESSELMAN, H., 1904, Om tallens höjdtillväxt och skottbildning somrarna 1900—1903. (Über den Höhenzuwachs und die Sprossbildung der Kiefer in den Sommern 1900—1903.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 1. Stockholm.
- 1910, Studier öfver de norrländska tallhedarnas förnygringsvillkor. I. (Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden. I.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 7. Stockholm.
- 1917 a, Om våra skogsförnygringsåtgärders inverkan på salpeterbildningen i marken och dess betydelse för barrskogens förnygring. (On the Effect of our Regeneration Measures on the Formation of Salpeter in the ground and its Importance in the Regeneration of coniferous Forests.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 13—14. Stockholm.
- 1917 b, Studier öfver de norrländska tallhedarnas förnygringsvillkor. II. (Studien über die Verjüngungsbedingungen der norrländischen Kiefernheiden. II.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 13—14. Stockholm.
- 1926, Studier över barrskogens humustäcke, dess egenskaper och beroende av skogsvården. (Studien über die Humusdecke des Nadelwaldes, ihre Eigenschaften und deren Abhängigkeit vom Waldbau.) — Medd. fr. Statens Skogsförs.-anst. 22. Stockholm.
- HÅRD AV SEGERSTAD, F., 1924, Sydsvenska florans växtgeografiska huvudgrupper. (Deutsche Zusammenfassung.) — Malmö.
- KALLIN, K. E., 1926, Förnygringsstudier i Norrlands skogar utförda under åren 1922—1924. Stockholm.
- MÖLLER, A., 1908, Die Nutzbarmachung des Rohhumus (Trockentorf) bei Kiefernkulturen. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 40.
- 1912, Ein neues Vegetationshaus und seine praktische Erprobung. — Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen 40.
- ROMELL, L.-G., 1926, Das Zusammenwirken der Produktionsfaktoren. — Jahrb. f. wiss. Bot. 65.
- STERNER, R., 1922, The continental element in the flora of south Sweden. — Geografiska Annaler 1922, H. 3—4. Stockholm.

### Förklaring till tavlorna I och II.

Ettåriga tallplantor. Försöksserierna A<sub>1a</sub>, A<sub>1b</sub> och A<sub>1c</sub>.

- A<sub>v</sub>-planta i hyggeshumus (IV), vattning med destillerat vatten.  
A<sub>e</sub>-planta i humus IV, vattning med extrakt av humus IV.  
A<sub>s</sub>-planta i ren sand, vattning med extrakt av humus IV.  
B<sub>v</sub>-planta i råhumus från gammal granskog (III), vattning med destillerat vatten.  
B<sub>e</sub>-planta i råhumus III, vattning med extrakt av råhumus III.  
B<sub>s</sub>-planta i ren sand, vattning med extrakt av råhumus III.  
C<sub>v</sub>-planta i råhumus från tallgrupp i tallhed (II), vattning med destillerat vatten.  
C<sub>e</sub>-planta i råhumus II, vattning med extrakt av råhumus II.

- C<sub>s</sub>-planta i ren sand, vattning med extrakt av råhumus II.  
D<sub>v</sub>-planta i råhumus från kalfält i tallhed (I), vattning med destillerat vatten.  
D<sub>e</sub>-planta i råhumus I, vattning med extrakt av råhumus I.  
D<sub>s</sub>-planta i ren sand, vattning med extrakt av råhumus I.

---

### Tafelerklärung I und II.

Einjährige Kiefernpflanzen. Versuchsreihen A<sub>1a</sub>, A<sub>1b</sub> und A<sub>1c</sub>.

- A<sub>v</sub>-Pflanze in Humus der Kahlhiebfläche (IV), Begiessen mit destilliertem Wasser.  
A<sub>e</sub>-Pflanze in Humus IV, Begiessen mit Extrakt von Humus IV.  
A<sub>s</sub>-Pflanze in reinem Sande, Begiessen mit Extrakt von Humus IV.  
B<sub>v</sub>-Pflanze in Rohhumus aus altem Fichtenwalde (III), Begiessen mit destilliertem Wasser.  
B<sub>e</sub>-Pflanze in Rohhumus III, Begiessen mit Extrakt von Rohhumus III.  
B<sub>s</sub>-Pflanze in reinem Sande, Begiessen mit Extrakt von Rohhumus III.  
C<sub>v</sub>-Pflanze in Rohhumus aus Verjüngungsgruppe der Kiefernheide (II), Begiessen mit destilliertem Wasser.  
C<sub>e</sub>-Pflanze in Rohhumus II, Begiessen mit Extrakt von Rohhumus II.  
C<sub>s</sub>-Pflanze in reinem Sande, Begiessen mit Extrakt von Rohhumus II.  
D<sub>v</sub>-Pflanze in Rohhumus von einer Kahlfäche der Kiefernheide (I), Begiessen mit destilliertem Wasser.  
D<sub>e</sub>-Pflanze in Rohhumus I, Begiessen mit Extrakt von Rohhumus I.  
D<sub>s</sub>-Pflanze in reinem Sande, Begiessen mit Extrakt von Rohhumus I.



## RESÜMEE

### STUDIEN ÜBER DIE ENTWICKLUNG DER NADELBAUM- PFLANZE IN ROHHUMUS.

#### **I. Die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung in der Rohhumus- decke für die erste Entwicklung der Kiefern- und Fichten- pflanze.**

##### Vorwort.

Um die sehr wichtige Frage nach der Abhängigkeit der Verjüngung von dem Bodenzustande, vor allem der Beschaffenheit der Humusdecke, weiter zu fördern, begann ich im Frühling 1922 eine Reihe Kulturversuche mit Kiefern- und Fichtenpflanzen in verschiedenen Arten von Humus. Da ich im Herbst desselben Jahres die Beobachtung machte, dass die Mykorrhizen der Kiefernurzeln sehr verschieden in verschiedenen Humusversuchen waren, wandte ich mich an meinen Freund, Privatdozent MELIN mit der Anfrage, ob er die Beschaffenheit der Mykorrhizen bei den Versuchspflanzen näher untersuchen wolle. Mit grösster Bereitwilligkeit kam er meiner Bitte entgegen. Die sachkundige Behandlung der für das Rohhumusproblem äusserst wichtigen Frage betreffs des Zusammenlebens der Nadelbaumwurzeln mit der Pilzflora in verschiedenen Humusformen war so in denkbar bester Weise sichergestellt. Als Resultat der angestellten Untersuchungen werden hier zwei miteinander eng verbundene Abhandlungen vorgelegt, die eine die untersuchten Humusformen und den Zusammenhang zwischen der Stickstoffmobilisierung und der Pflanzenentwicklung behandelnd, die andere einen eingehenden Bericht über die Ausbildung der Mykorrhizen bei den Versuchspflanzen enthaltend. Die erstere Abhandlung ist von mir, die letztere von Privatdozent MELIN verfasst.

##### Einleitung.

In einer Abhandlung über die Einwirkung unserer Waldverjüngungsmassnahmen auf die Salpeterbildung im Boden und deren Bedeutung für die Verjüngung des Nadelwaldes (HESSELMAN 1917 a) versuchte ich zu zeigen, dass die Mobilisierung des Rohhumusstickstoffs, besonders in der Form von Salpeter, von grosser Bedeutung für die Verjüngung sei. Die Kiefernpflanzen entwickeln sich kräftiger und schneller auf einem Boden, in welchem der Humusstickstoff nitrifiziert wird, als an Stellen, wo dieser Prozess nicht stattfindet. Die Verjüngung des Waldes wird durch die Nitrifikation begünstigt, da kräftige Nadelbaumpflanzen der Regel nach grössere Entwicklungsmöglichkeiten haben als schwache. Diese Auffassung gründete sich der Hauptsache nach auf Beobachtungen in der Natur sowie auf Analysen im Laboratorium, in geringerem Grade auf direkten Experimenten. Da die Abhängigkeit der Verjüngung vom Bodenzustand sowohl in theoretischer wie in praktischer Hinsicht von grosser Bedeutung ist, so erschien es mir wichtig, diese Frage

noch weiter zu untersuchen. Im Frühling 1922 wurden daher eine Reihe Versuche begonnen, die in den Sommern 1923—1925 fortgesetzt wurden, und über die in der vorliegenden Abhandlung näher berichtet wird.

Indessen betonte ich deutlich in meiner Abhandlung (1917 a), dass die Nitrifikation des Humusstickstoffs keineswegs ein notwendiger, wohl aber ein günstiger Umstand für die Verjüngung des Waldes sei. Nachdem ich einige Faktoren, die die Nitrifikation des Humusstickstoffs günstig beeinflussen, diskutiert und einen deutlichen Parallelismus zwischen diesen Faktoren und denen, die die Verjüngung erleichtern, nachgewiesen habe, sage ich wörtlich (HESSELMAN 1917 a, H. 13—14, S. 1000): »Indessen muss man doch daran festhalten, dass die Nitrifikation des Humusstickstoffs keine notwendige Voraussetzung für die Verjüngung des Nadelwaldes ist. Sie ist ein günstiger Faktor.<sup>1</sup> Sonst würden wir gewisse Erscheinungen in der Entwicklung unserer Nadelwälder nicht erklären können, z. B. die allmählich vor sich gehende Entwicklung der Kiefer auf den kahl abgetriebenen Kiefernheiden oder die Einwanderung der Fichte in die moosreichen Kiefernwälder. Aber die Nitrifikation des Humusstickstoffs hat einen so günstigen Einfluss, ist von einer solchen Bedeutung, dass eine Diskussion unserer Waldverjüngungsmassnahmen eben von diesem Gesichtspunkt aus die vorliegende Abhandlung abschliessen möge.« Auch in dem englisch abgefassten Resümee habe ich diese Bemerkung vollständig wiedergeben lassen und sogar in verstärkter Form (Resümee S. CXVI). Meine ganze Darstellung geht darauf aus, hervorzuheben, dass die Nitrifikation ein günstiger Faktor ist, der die Entwicklung der jungen Pflanzen beschleunigt, nicht aber eine notwendige Voraussetzung bildet. Mit wirklichem Erstaunen finde ich daher, dass der finnische Forscher AALTONEN in einer neulich erschienenen Arbeit (1926) meine Auffassung dahin charakterisiert, dass die Verjüngung des Waldes vollständig von Salpeter im Waldboden abhängen und dass sie überhaupt nur auf Böden möglich sein sollte, wo Salpeter von Natur vorhanden ist oder durch waldbauliche Massnahmen hervorgerufen wird. Er stellt nämlich meine Auffassung folgendermassen dar (AALTONEN 1926, S. 8): »Hesselman hegt die Meinung, dass die Verjüngung des Waldes ganz und gar vom Vorkommen von Salpeter im Waldboden abhängig ist. Sie ist nur auf Böden möglich, wo Salpeter entweder von der Natur aus oder als eine Folge von waldbaulichen Massnahmen vorhanden ist und gelingt um so besser, je kräftiger die Nitrifikation ist.« Etwas derartiges ist nie von mir geäussert worden und konnte es auch nicht, da es offenbar meiner eigenen Auffassung und meiner eigenen Erfahrung widerstreitet. AALTONEN hat somit in seiner Darstellung in durchaus irreführender Weise meine Ansichten und das Resultat meiner Untersuchungen wiedergegeben.

#### KAP. I. Der Einfluss des Lichtes auf die Stickstoffmobilisierung in der Humusdecke.

In meiner Abhandlung von 1917 (1917 a) betonte ich, dass in gewissen Fällen lediglich der vermehrte Lichtzutritt eine lebhaftere Nitrifikation im Boden hervorrufen könnte, während in anderen Fällen ausserdem gewisse Massnahmen, wie Abbrennen oder Bearbeitung des Bodens, erforderlich wären.

<sup>1</sup> Auch im Original gesperrt.

Die Art, wie die saure, mehr oder weniger rohumusartige Humusdecke des Nadelwaldes auf vermehrten Lichtzutritt reagiert, hängt sowohl von dem Klima wie von der eigenen Beschaffenheit der Humusdecke ab. Im grossen Ganzen kann man sagen, dass die Humusdecke um so schneller reagiert, je wärmer das Klima ist; die langsame Verjüngung in nördlicheren Gegenden und in höheren Lagen hat mit ihre Ursache in der langsamen oder schwachen Reaktion auf vermehrten Lichtzutritt. Auch die Humidität des Klimas spielt wahrscheinlich dadurch eine Rolle, dass sie diese Reaktion herabsetzt.

Unter denselben klimatischen Verhältnissen gehen jedoch verschiedene Humusformen verschieden leicht in ein nitrifizierendes Stadium über. Dies lässt sich ziemlich gut durch gewisse Laboratoriumsuntersuchungen beleuchten. Die saure, mehr oder weniger rohumusartige Humusschicht bildet bei drei Monate langer Lagerung und unter günstigsten Feuchtigkeits- und Temperaturbedingungen nur Ammoniak. Als Mittel, Nitrifikation hervorzurufen, können genannt werden Infektion oder Impfung mit einer nitrifizierenden Erde (Erde von einer Kahlschlagfläche), Kalkung oder schliesslich Kalkung im Verein mit Erdimpfung. Durch blosse Erdimpfung wird in gewissen Humusformen eine so lebhaft Salpeterbildung hervorgerufen, dass die gebildete Salpetermenge nicht nur dem eigenen salpeterbildenden Vermögen der Impferde entspricht, sondern so gross ist, dass man annehmen muss, dass auch der übrige Teil der Erde in lebhaft Nitrifikation gebracht worden ist. Bei anderen Rohhumusformen wieder entspricht die Salpeterbildung der Erdmischung der zur Impfung angewandten Erdmenge; man kann dann annehmen, dass die Impferde in der Erdmischung zu nitrifizieren fortfährt, ohne die übrige Erdmasse in Nitrifikation zu bringen. Schliesslich finden sich Humusformen, bei denen man durch Zusatz nitrifizierender Impferde überhaupt keine Nitrifikation erhält; das salpeterbildende Vermögen der zugeführten Impferde wird da durch die Beimischung ganz unterdrückt. Alle diese drei Arten von Rohhumusformen sind in meiner obenerwähnten Abhandlung über die Humusdecke des Nadelwaldes (HESSELMAN 1926) geschildert. Prüft man die Reaktion der verschiedenen Rohhumusformen auf vermehrten Lichtzutritt näher, so zeigt es sich, dass Rohhumusformen, die durch Impfung in Nitrifikation gebracht werden, leicht und rasch auf Kahlschlagflächen oder sogar auf kleineren Verjüngungsflächen in ein nitrifizierendes Stadium übergehen. Derartige Rohhumusformen zeichnen u. a. unsere leicht sich verjüngenden Wälder aus. Rohhumusformen, die die Salpeterbildung der Impferde auf ein Minimum herabdrücken, gehen auf Kahlschlagflächen nicht oder nur langsam in ein nitrifizierendes Stadium über. Derartige Rohhumusdecken zeichnen unsere langsam sich verjüngenden norrländischen Fichtenwälder aus. Wälder mit einer Rohhumusdecke, die zwar eine fortgesetzte Nitrifikation in der Impferde zulässt, aber nicht selbst in ein nitrifizierendes Stadium übergeht, nehmen rücksichtlich der Verjüngungsleichtigkeit eine Zwischenstellung zwischen den genannten Typen ein.

## KAP. II. Anordnung der Versuche.

Um in einwandfreier Weise die Bedeutung der Beschaffenheit des Humus für die erste Entwicklung der Kiefern- oder Fichtenpflanzé festzustellen, ist es erforderlich, dass die Pflanzen in allen anderen Hinsichten als bezüglich der Beschaffenheit des Humus unter dieselben Entwicklungsbedingungen kommen.

Die Versuchspflanzen müssen Licht, Feuchtigkeit, Wärme in derselben Menge erhalten, die äusseren Bedingungen dürfen sich voneinander nicht anders als bezüglich des Humus unterscheiden, in welchem die Wurzeln der Pflanzen sich entwickeln. Dieses Ziel konnte dadurch erreicht werden, dass die Pflanzen in gleichgrosser Anzahl in gleichgrossen Töpfen gesetzt wurden, die in einem Gewächshaus von A. MÖLLER'S Modell, dessen Aussehen aus Fig. 1 hervorgeht, placiert wurden.

Um den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der Versuchspflanzen und der Stickstoffmobilisierung näher zu prüfen, wurden, wenn die Pflanzen herausgenommen und untersucht wurden, Erdproben den verschiedenen Töpfen entnommen. Die Erdproben wurden sofort auf ihren Gehalt an Ammoniak- und Salpeterstickstoff und durch drei Monate langes Lagern auf ihr Vermögen, Ammoniak und Salpeterstickstoff zu bilden, untersucht. Die letztere Bestimmung ist der Untersuchung über die Abhängigkeit der Pflanzen von der Stickstoffmobilisierung zugrunde gelegt worden.

### KAP. III. Die Versuchsreihen.

#### Versuchsreihe A. Humusproben von Fagerheden im Revier Norra Piteå.

Diese Reihe, die die älteste ist, umfasst vier verschiedene Humusproben, nämlich

I. Humus von offenen, sich schwer verjüngenden Partien in der Kiefernheide bei Fagerheden (siehe HESSELMAN 1910, 1917 b).

II. Humus von einer Verjüngungsgruppe unter älterer Kiefer in der Kiefernheide bei Fagerheden (siehe HESSELMAN 1910, 1917 b).

III. Humus aus einem älteren, flechtenbewachsenen und träge wachsenden Fichtenwalde auf dem Versuchsfeld bei Rokliden (siehe HESSELMAN 1926).

IV. Humus von einer Kahlschlagfläche, entstanden 1908 bei dem Kahlabtrieb eines Teiles des Fichtenwaldes auf dem Versuchsfeld bei Rokliden (siehe HESSELMAN 1926).

Der abgetriebene Bestand war von derselben Beschaffenheit oder schlechter als der Wald, dem die Proben Nr. III entnommen wurden (siehe HESSELMAN 1926, S. 478—485). Man ist daher zu der Annahme berechtigt, dass die Humusdecke in dem abgetriebenen Bestande der Hauptsache nach von derselben Beschaffenheit gewesen ist wie in dem noch verbliebenen, und dass die Verschiedenheiten der beiden Proben durch allmählich geschehende Veränderungen auf der Kahlschlagfläche hervorgerufen worden sind.

Da man möglicherweise vermuten konnte, dass die ungünstige Einwirkung einiger Humusformen auf die Pflanzen toxischer Art war, und dass diese Giftstoffe sich eventuell durch Wasser herauslösen liessen, umfasste die Reihe auch einige Versuche, die dazu bestimmt waren, diese Frage aufzuklären. Die Humusproben wurden in frischem Zustand mit Wasser extrahiert, indem ein Liter Humus (in das Mass geschüttet ohne weiteres Pressen) in einem zylindrischen Glasgefäss mit  $3\frac{1}{2}$  Liter destilliertem Wasser oder später im Sommer 2 Liter Wasser verrührt wurde. Die Mischung wurde die Nacht über stehen gelassen. Am Morgen wurde die Mischung durch Buchnertrichter

ohne Filtrierpapier filtriert; das Filtrat wurde dann sofort zum Begiessen der Töpfe verwendet.

#### Versuchsreihe A 1.

Reihe A 1 umfasst Versuche mit den vier, obenerwähnten Humusproben und zwar nach folgendem Schema.

a. Die Pflanzen werden in Töpfen mit  $\frac{1}{3}$  Humus und  $\frac{2}{3}$  reinem Sand aufgezogen. Die Töpfe werden mit reinem destilliertem Wasser begossen.

b. Die Pflanzen werden in Töpfen mit  $\frac{1}{3}$  Humus und  $\frac{2}{3}$  reinem Sand aufgezogen. Die Töpfe werden mit Extrakt der Humussorte, die sich in dem betreffenden Topfe findet, begossen.

c. Die Pflanzen werden in reinem Sand aufgezogen und mit Extrakt von Humus begossen.

In jeder dieser drei Reihen sind die vier verschiedenen Humusproben vertreten, und da jede Reihe fünf Töpfe umfasst, so umfasst die Reihe in ihrer Gesamtheit 60 Töpfe. Als Ergänzung zu dem Versuch wurden einige Versuche mit Kiefernpflanzen in reinem Sand angestellt, die mit destilliertem Wasser begossen wurden.

Im Herbst 1922 hatten die Pflanzen das Aussehen, wie es aus den Tafeln Nr. 1 und 2 hervorgeht. Die Pflanzen, die in Töpfen mit Humus Nr. IV aufgezogen worden, waren weit kräftiger als die übrigen, sie hatten breitere und dunkler gefärbte Nadeln sowie eine kräftigere und mehr hervortretende Endknospe und ein kräftiger entwickeltes Wurzelsystem. Sie bildeten eine Klasse für sich. Diejenigen Pflanzen, die in den übrigen Humusformen aufgezogen worden waren, unterschieden sich erst wenig voneinander und waren nicht viel besser als solche Pflanzen, die in reinem Sand aufgezogen und mit destilliertem Wasser begossen worden waren. Da ich zur Weiterführung des Versuches für die Untersuchung nicht mehr als einen Topf in jeder Reihe anwenden konnte, kann ich hier nicht näher auf einen statistischen Bericht über die Unterschiede zwischen den Pflanzen des ersten Jahres in den verschiedenen Versuchen eingehen.

Über das Aussehen der Pflanzen im Herbst 1923 geben die in Fig. 2 und 3 abgebildeten Typenexemplare Auskunft. Die Pflanzen in Humusform I sind am schwächsten, die in Humusformen II und III nehmen eine Mittelstellung ein, während die Pflanzen in Humus IV viel kräftiger als die übrigen sind und eine Gruppe für sich bilden. Im Herbst 1924 wurden die Versuche abgebrochen. Das Aussehen der Pflanzen in den Versuchsreihen A<sub>1</sub>a und A<sub>1</sub>b geht aus Fig. 4 und 5 hervor, genauere Daten finden sich in den Tabellen 1 und 2.

Begiessen mit Humusextrakt hat wenig das Längenwachstum der Pflanzen beeinflusst, die Unterschiede sind so gering, dass sie in sämtlichen Fällen kleiner sind als die mittleren Fehler (siehe Tab. 3); in drei Fällen, Humusproben I, II und IV, ist das Resultat positiv, in einem Falle, Humusprobe III, negativ.

In den beiden Versuchsreihen gehören die Pflanzen in Humusform Nr. IV (Humus von Kahlschlagfläche) einer besonderen Grössenklasse an, die an Höhe weit die anderen übertrifft. Unter den übrigen Pflanzen sind die in Humusform I am kleinsten, obwohl die Unterschiede gegenüber den anderen

nicht sonderlich bedeutend sind. Die Pflanzen in Humusformen II und III unterscheiden sich wenig voneinander.

Das Resultat der Versuchsreihen A<sub>1</sub>a und A<sub>1</sub>b ist demnach, dass die Humusform, die auf der Kahlschlagfläche in ein reicher stickstoffmobilisierendes Stadium übergegangen, und die dort für Infektion mit Impferde empfänglich geworden ist, Pflanzen von einem ganz anderen Aussehen erzeugt als die übrigen Humusformen, von welcher letzteren der Humus, der auf den offenen, sich schwer verjüngenden Partien der Kiefernheiden gebildet wird, sich als der ungünstigste erweist, während die anderen eine Mittelstellung einnehmen. Ein Vergleich zwischen der Höhenentwicklung der Pflanzen und der Stickstoffmobilisierung in den verschiedenen Humusformen zeigt in den beiden Versuchsreihen einen sehr schönen Parallelismus, der durch Tab. 1 c und 2 c und vor allem durch die Kurven in Fig. 6 und 7 näher beleuchtet wird. Der Zusammenhang ist fast linear, ob man nun Salpeterstickstoff allein oder die Summe von Salpeter- und Ammoniakstickstoff berücksichtigt. Eine Prüfung von Tab. 4 zeigt, dass die Humusextrakte in der Versuchsreihe A<sub>1</sub>c nicht Humusbeimischung haben ersetzen können, die Pflanzen sind sehr schwach im Vergleich mit denen in den Reihen A<sub>1</sub>a und A<sub>1</sub>b. Das Aussehen der zweijährigen Pflanzen in dieser Reihe geht aus Fig. 8 hervor, wo Typenexemplare für Humusform I und IV abgebildet sind.

Die Versuchsreihe A<sub>2</sub>a ist mit derselben Art Humus ausgeführt worden wie die Reihe A<sub>1</sub>, wurde aber im Frühling 1923 begonnen und im Herbst 1924 abgeschlossen. Das Resultat ist in Tab. 5 wiedergegeben. Es ist der Hauptsache nach das gleiche wie in der vorhergehenden Versuchsreihe, die in Kahlschlaghumus aufgezogenen Pflanzen gehören einer Grössenklasse für sich an (Fig. 9 u. 10). Der Unterschied in der durchschnittlichen Länge zwischen diesen Pflanzen und den übrigen ist bedeutend. Die in Humus von den offenen Partien in der Kiefernheide aufgezogenen Pflanzen sind die schlechtesten, der Unterschied zwischen diesen und den übrigen ist beträchtlich. Die Pflanzen, die in Rohhumus aus altem Fichtenwald oder in Humus unter Baumgruppe auf Heide aufgezogen worden sind, sind ziemlich gleichgross, der Unterschied ist nicht bedeutend und von der Grössenordnung des mittleren Fehlers (siehe weiter unter Tab. 5 b). Auch in dieser Reihe gibt sich ein sehr enger Zusammenhang zwischen Stickstoffmobilisierung und Längenwachstum der Pflanzen kund, wie aus Tab. 5 c und Fig. 11 hervorgeht. Der Zusammenhang ist so stark, dass er sogar für die einzelnen Töpfe mit Humusform Nr. IV gilt. Der Zusammenhang zwischen Höhenwachstum und Salpeterstickstoff ist stärker als der Zusammenhang zwischen Höhenwachstum und der Summe von Salpeter- und Ammoniakstickstoff, Fig. 12. Die Stickstoffmobilisierung ist durch Lagerungsprobe 1924 beurteilt worden.

Ein Urteil über die Umwandlung, die die Humusdecke auf der Kahlschlagfläche durchgemacht hat, scheinen mir auch die Veränderungen zu ermöglichen, welche die Stickstoffmobilisierung in den verschiedenen Versuchen während der Versuchsjahre 1922—1924 aufweist. Über sie gibt Tab. 6 nähere Auskunft. Aus der Tabelle geht hervor, dass in sämtlichen Humusformen während des ersten Versuchsjahrs eine nicht unbedeutende Stickstoffmobilisierung beobachtet wurde, die jedoch am geringsten bei Humusform I (offenes Feld auf der Kiefernheide) und am grössten bei Humusform IV (Kahlschlagfläche in altem Fichtenwald) war. Bei den Humusformen I—III wurde

später ein rasches Sinken des Stickstoffmobilisierungsvermögens beobachtet, so dass es im Jahre 1924 einen sehr niedrigen Wert erreicht. Bei Humusform IV sinkt die Stickstoffmobilisierung zwar etwas im Jahre 1923, steigt dann aber wieder 1924 oder bleibt auf einem hohen Niveau stehen. Es scheint mir dies auf sehr wichtige Unterschiede in dem Stickstoffhaushalt der verschiedenen Humusformen hinzudeuten. In den eigentlichen Rohhumusformen I—III scheint eine gewisse Menge Stickstoff vorhanden zu sein, die durch Einmischung in Sand rasch mobilisiert und nitrifiziert wird, worauf die Stickstoffmobilisierung authört. Bei der mullartig umgewandelten Humusform IV ist die Stickstoffmobilisierung, vor allem die Nitrifizierung nachhaltig, was vielleicht auf einer im Boden vor sich gehenden Assimilation von freiem Luftstickstoff beruht. Die Frage hat ein sehr grosses Interesse sowohl in theoretischer wie auch und nicht zum wenigsten in praktischer Hinsicht und verdient wohl eine nähere Untersuchung.

Versuchsreihe B. Humusprobe aus Nadelmischwald, Glindran,  
Jönäkers häradsallmanning, Södermanland.

Diese Versuchsreihe bezweckt, die Pflanzenentwicklung in einem Rohhumus zu beleuchten, der auf einen vermehrten Lichtzutritt rasch dadurch reagiert, dass er in ein nitrifizierendes Stadium übergeht. Eine derartige rasch reagierende Humusdecke muss, ohne Umwandlungen auf einer Kahlschlagfläche durchmachen zu brauchen, schöne und kräftige Pflanzen hervorbringen.

Beim Einsammeln der Humusproben wurde zwischen der Vermoderungs- und der Humusstoffschicht unterschieden. In der ersteren ist, wie ich gezeigt habe (HESSELMAN 1926, S. 397—399), der Stickstoff leichter mobilisierbar und nitrifizierbar als in der letzteren. Die Resultate bestätigten durchaus die Schlussfolgerungen, die aus der Versuchsreihe A<sub>1</sub> gezogen werden konnten. Die Pflanzen, die in Humus aus der Vermoderungsschicht aufgezogen wurden, zeigten sich in allen Hinsichten kräftiger als die, welche in Humus aus der Humusstoffschicht aufgezogen wurden. Sie bekamen schon im ersten Jahre zahlreichere, grössere, kräftigere und dunkler gefärbte Nadeln, auch das Wurzelsystem wurde weit kräftiger. Rücksichtlich ihrer Entwicklung stimmten sie am ehesten mit denjenigen Pflanzen des ersten Jahres in Reihe A überein, die in Humus von Kahlschlagfläche aufgezogen wurden. Die Pflanzen, die in einer Mischung von Vermoderungs- und Humusstoffschicht aufgezogen wurden, nehmen eine Mittelstellung zwischen den übrigen ein (siehe weiter Fig. 13). Im darauffolgenden Sommer waren die Jahrestriebe von 1924 kräftiger bei den Pflanzen in der Vermoderungsschicht als bei denen, die in der Humusstoffschicht aufgezogen wurden. Auch solche Pflanzen, die in Humus aus beiden Schichten aufgezogen worden waren, übertrafen die nur in der Humusstoffschicht aufgezogenen. Dagegen ist der Unterschied zwischen den Pflanzen in Vermoderungshumus und solchen, die in gemischten Humus aufgezogen worden waren, unbedeutend und kleiner als der mittlere Fehler (siehe Tab. 7 b). Die Länge der Jahrestriebe 1924 steht in Übereinstimmung mit der Stickstoffmobilisierung 1923, was wöllig erklärlich in Anbetracht dessen ist, dass die Jahrestrieglänge von den Ernährungsbedingungen während des vorhergehenden Jahres abhängt (HESSELMAN 1904, MÖLLER 1908).

Versuchsreihe C. Humusformen aus den Hochgebirgsgegenden  
Jämtlands. Bedeutung der Birkeneinmischung.

In meiner Abhandlung über die Humusdecke des Nadelwaldes habe ich betont, dass der Gehalt der Humusdecke an basischen Pufferstoffen die Stickstoffmobilisierung begünstigt, und dass er auch die Reaktionsempfindlichkeit der Humusdecke gegen vermehrten Lichtzutritt erhöht. Der Gehalt an basischen Pufferstoffen in der Humusdecke des Nadelwaldes steigt durch Einmischung von Birke, deren Laub reicher an derartigen Stoffen ist als die Koniferennadeln. Man sollte daher erwarten, dass ein Humus, der unter Einfluss von Birkenlaub gebildet wird, kräftigere Pflanzen hervorbringen wird als ein Humus, der hauptsächlich von Nadelbaum- und Beerenstrauchabfall gebildet worden ist. Humus mit Birkenbeimischung sollte es zu einer kräftigeren Stickstoffmobilisierung bringen als Humus mehr reinen Nadelursprungs. Um diese Frage zu prüfen, verwendete ich in meinen Versuchen u. a. vier Humusformen aus den Hochgebirgsgegenden Jämtlands, eingesammelt zwischen Sjulsåsen und Dunnervattnet in den Kirchspielen Frostviken und Hotagen, nämlich

I. Alpiner Birkenwald mit eingesprengter Fichte bei Dunnervattnet. Offener Platz, bewachsen mit Beerensträuchern, Moosen, Flechten und schwachwüchsiger Fichte.

II. Derselbe Wald und unmittelbar neben derselben Stelle wie Nr. I, aber unter einer Birke. Neben der Birke schöne Fichte.

III. Birkenfichtenwald mittleren Alters oberhalb der Småtjärnarna zwischen Dunnervattnet und Sjulsåsen.

IV. Älterer, reiner Fichtenbestand mit dickem Rohhumus und Verjüngung neben umgefallenen Stämmen, Nahe Nr. III.

Für jeden einzelnen Versuch wurden zwei Töpfe mit je sechs Pflanzen verwendet, so dass die Versuchsreihe 16 Töpfe mit insgesamt 96 Pflanzen umfasst. Die Grösse und das Aussehen der Pflanzen im Herbst 1925 geht aus Fig. 19 und 20 und Tab. 8 a und b hervor.

Die Humusformen, die unter Einfluss von Birke gebildet worden sind, haben kräftigere Pflanzen hervorgebracht als die, welche nur aus Beerensträuchern, Fichtennadeln und Moosen entstanden sind. Von besonderem Interesse ist es, miteinander die Pflanzen der Humusformen I und II zu vergleichen. Diese Humusformen sind an einige Meter voneinander entfernten Stellen eingesammelt und in hohem Grade geeignet, den Einfluss des Birkenlaubes auf die Humusdecke zu beleuchten. Hier kann nicht die Rede von einem Unterschied bezüglich der geologischen Unterlage oder anderer Faktoren sein. Sowohl die Kiefer als die Fichte sind schöner in Humusform II als in Humusform I.

In dieser Versuchsreihe ist die Stickstoffmobilisierung ungewöhnlich lebhaft. Beim Abbruch des Versuches im Spätherbst 1925 fanden sich in den Töpfen mit den Humusformen II und III (gebildet durch Beimischung von Birkenlaub) beträchtliche Mengen Salpeter, und während der Lagerungszeit erreichten die Salpetermengen sehr hohe Beträge, in der besten Humusform bis nahezu 168 mg pro kg. Die Pflanzenentwicklung steht in gutem Verhältnis zur Stickstoffmobilisierung, siehe Tab. 8 c.



Versuchsreihe D. Humusformen aus verschiedenen Beständen in der Versuchsforst Kulbäcksliden.

Gleich der vorigen Versuchsreihe umfasst auch diese nur Versuche eines Jahres und kann daher nicht so aufschlussreich sein wie die Versuchsreihe A, ist aber von Interesse hinsichtlich der Einwirkung, die die Zufuhr von Kalk oder Infektionserde auf die Entwicklung der Pflanze während des ersten Jahres ausüben kann. Die nachstehende Übersicht berichtet über die zur Anwendung gekommenen Humusproben, ihre Beschaffenheit und Behandlung.

I. Kulbäcksliden, Storliden, Alter, unwüchsiger, flechtenbehängener Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus. Kalkung und Impferde haben geringe Einwirkung auf die Stickstoffmobilisierung; siehe hierüber näher HESSELMAN 1926, S. 347—356 und Fig. 44.

II. Kulbäcksliden. Abgebrannte kleine Insel im Moor Degerö Stormyr. Za. 90-jähriger, mit Birken gemischter Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus. Kalkung und Infektion mit Impferde haben einen starken Einfluss auf die Stickstoffmobilisierung. Eine lebhafte Nitrifikation wird lediglich durch Kalkung oder Impferde hervorgerufen. Siehe weiter HESSELMAN 1926, S. 347—356 und Fig. 45.

III. Kulbäcksliden. Abgebrannte kleine Insel im Moor Degerö Stormyr. Za. 90-jähriger Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus ohne Birke. Kalkung und Impferde haben einen kräftigen Einfluss auf die Stickstoffmobilisierung. Siehe hierüber HESSELMAN 1926, S. 347—359 und Fig. 46.

IV. Kulbäcksliden. Alte Kahlschlagfläche auf dem Stormyr-tjälen. Die Einwirkung von Kalkung und Impferde auf Stickstoffmobilisierung nicht besonders untersucht.

V. Kulbäcksliden. Alter, noch gutwüchsiger Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus. Verjüngung durch schwach wachsende Fichtenpflanzen. Laut Versuchen im Winter 1924—1925 ruft Infektion mit Impferde ohne Kalk keine oder sehr schwache Nitrifikation hervor, mit Kalk schwächeren Effekt als in den Proben II und III, stärkeren aber als in Probe I. Kalkung ohne Impferde ruft in grösseren Dosen, 4 g  $\text{CaCO}_3$  pro 100 g Humusprobe (berechnet als Trockengewicht bei 100° C.), deutliche Nitrifikation hervor, doch viel schwächere als in II und III.

VI. Kulbäcksliden. Flakatjälen. Fichtenwald von *Geranium*-Typus. Da in dem *Geranium*-Wald auf dem Flakatjälen die Humusdecke sehr stark wechselt und die bei dem Versuch angewandten Proben nicht besonders untersucht worden sind, kann etwas Bestimmtes über ihre Stickstoffmobilisierung nicht gesagt werden. Sie dürften dem Typus angehören, der eine schwache Nitrifikation zeigt, aber empfindlich für Infektion durch Impferde ist.

VII. Kulbäcksliden. Vermodertes Holz aus einem alten Fichtenstamm aus älterem Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus. Sehr schwache Stickstoffmobilisierung. Kalkung allein oder im Verein mit Impferde ruft keine oder sehr schwache Nitrifikation hervor. Impferde hat keinen Effekt.

Die Masse, die die Entwicklung der einjährigen Pflanzen im Herbst 1925 beleuchten, Fig. 21—24, sind in Tab. 9 a—c wiedergegeben. Aus dieser geht hervor, dass Humusform Nr. II, dem mit Birken gemischten Fichtenwald auf der abgebrannten Insel im Moor Degerö Stormyr entnommen, die grössten

Pflanzen hervorgebracht hat, danach kommen die Humusformen aus dem reinen Fichtenwald auf derselben Insel sowie von der Kahlschlagfläche. Die vierte Stelle wird von dem kräuterreichen Fichtenwald auf dem Flakatjälen eingenommen. Die Humusformen aus dem alten, flechtenbehangenen Fichtenwald sowie aus älterem Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus haben nebst vermodertem Holz aus altem umgefallenem Stamm die schlechtesten Pflanzen geliefert. Kalkung, Infektion mit Impferde oder diese beiden Massnahmen im Verein haben wenig auf die Höhenentwicklung der Pflanzen eingewirkt. Nur die Humusformen aus mit Birken gemischten Fichtenwald sowie aus altem Fichtenwald von *Dryopteris*-Typus haben in dieser Hinsicht deutlichere Resultate ergeben. Der Zusammenhang zwischen Stickstoffmobilisierung und Pflanzenentwicklung ist in dieser Versuchsreihe weniger streng als in den vorhergehenden Versuchen, dass aber ein solcher Zusammenhang existiert, geht doch ziemlich gut aus Fig. 25 und 26 und Tab. 9 a und d sowie S. 378 hervor.

Mit den Humusformen aus dem alten, flechtenbehangenen Fichtenwald und aus dem mit Birken gemischten Fichtenwald auf der abgebrannten Insel sowie mit vermodertem Holz wurden auch Versuche gemacht, Fichtenpflanzen aufzuziehen. Das Resultat ist ungefähr das gleiche wie bei der Kiefer. Der Humus des mit Birken gemischten Fichtenwaldes erzeugt die schönsten Pflanzen, und die Übereinstimmung mit der Stickstoffmobilisierung ist ziemlich gut siehe S. 378.

#### KAP. IV. Das Längenwachstum der Triebe und die Reaktionszahl.

Ein Studium der Tabellen 10 und der Fig. 27—29 ergibt, dass das Höhenwachstum unabhängig von den Änderungen der Reaktionszahl innerhalb des Variationsgebiets ist, das in diesen Versuchen vorkommt. Nur insoweit, als die Reaktionszahl die Nitrifikation günstig beeinflusst hat, ist ein günstiger Einfluss auf das Höhenwachstum der Pflanzen zu verspüren gewesen.

#### KAP. V. Einwirkung von Ammoniumnitrat auf die Entwicklung der Kiefernpflanzen.

Obwohl die Versuche, über die oben berichtet worden, sehr stark dafür sprechen, dass es die Mobilisierung des Humusstickstoffs, vor allem in Form von Salpeter, ist die den entscheidenden Faktor für die Entwicklung der Pflanzen darstellt, so liesse es sich doch denken, dass die Nitrifikation ein Ausdruck für andere günstige Faktoren wäre, dass sie aber an und für sich eine weniger wichtige Rolle spielte. Um diese Frage näher zu untersuchen, wurde eine besondere Reihe von Versuchen angestellt, wobei die Pflanzen einmal in der Woche mit einer schwachen Lösung von Ammoniumnitrat begossen wurden.

##### *Versuchsreihe A<sub>1a</sub> + Nitrat.*

Für diese Versuchsreihe (Tab. 11, Fig. 30 und 31) wurden eine Reihe Töpfe aus der Versuchsreihe A<sub>1a</sub> ausgewählt. Der Versuch begann im Frühling 1923, die Pflanzen hatten demnach im Sommer 1922 sich in den Töpfen ohne Extrazufuhr von Stickstoff entwickelt. Vom 26. 5. 1923 an wurden die Töpfe dieser Reihe einmal wöchentlich mit einer Lösung von 4 g Ammoniumnitrat

pro Liter begossen. Im folgenden Jahre begann die Begiessung mit Ammoniumnitratlösung den 3. Mai, aber mit einer schwächeren Lösung, nämlich 2 g Ammoniumnitrat pro Liter.

Das Begiessen mit Nitratlösung während des Sommers 1923 muss seine Wirkung hinsichtlich der Nadeln im selben Jahre, hinsichtlich der Trieblänge aber erst im Jahre darauf zeigen. Im Sommer 1923, wo das Begiessen mit Nitratlösung begann, ist kein eigentlicher Unterschied bezüglich der Jahrestrieblänge zwischen den Pflanzen in der Reihe  $A_1a$  und in der Reihe  $A_1a + \text{Nitrat}$  vorhanden (Tab. 11 c). Im Herbst 1924 sind in allen vier Humusversuchen die Triebe in den mit Nitrat begossenen Töpfen länger als in denen, die nur destilliertes Wasser erhalten haben; die Unterschiede sind bedeutend und so gross im Vergleich mit den mittleren Fehlern, dass sie als sicher angesehen werden können. Auch in der Humusform, Erde von Kahlschlagfläche, die die lebhafteste Stickstoffmobilisierung zeigt, ist das Resultat positiv. Die Verschiedenheiten zwischen den Pflanzen in den verschiedenen Humusformen sind indessen nicht aufgehoben worden, und nur in einem Falle (Humusform II, Verjüngungsgruppe auf Kiefernheide) sind durch Nitratzufuhr längere Triebe erhalten worden als in der Humusform mit der lebhaftesten Stickstoffmobilisierung (Kahlschlagfläche). Die Nadeln sind im Sommer 1923 länger in den mit Nitratlösung begossenen Töpfen als in den entsprechenden Töpfen mit nur destilliertem Wasser. Im folgenden Sommer liegt hinsichtlich der Nadellänge kein oder nur ein unbedeutender Unterschied zwischen den Reihen  $A_1a$  und  $A_1a + \text{Nitrat}$  vor; die Pflanzen in Humusform I machen jedoch hiervon eine Ausnahme, ihre Nadeln sind weit länger und der Unterschied ist grösser als das Dreifache des mittleren Fehlers.

#### *Versuchsreihe $A_1b + \text{Nitrat}$ .*

Dieser Versuch (Tab. 12 und Fig. 32 und 33) unterscheidet sich von dem vorigen nur darin, dass die Töpfe mit Humusextrakt statt mit destilliertem Wasser begossen worden sind. Das Begiessen mit Nitratlösung ist in derselben Weise und mit denselben Mengen vor sich gegangen wie in der Reihe  $A_1a + \text{Nitrat}$ . Das Resultat dieses Versuchs ist der Hauptsache nach dasselbe wie bei dem vorigen. Im Herbst 1924 sind die Jahrestriebe in den mit Nitratlösung begossenen Töpfen weit länger als in den entsprechenden Töpfen, die nur mit Humusextrakt begossen worden sind. Den grössten Unterschied zeigen die Pflanzen in Humusform II (Humus von Verjüngungsgruppe auf Kiefernheide), den kleinsten Unterschied die Pflanzen in Humusform III (Rohhumus aus altem Fichtenwald). Der Unterschied zwischen den Pflanzen in Humusform II + Nitrat und denen in Humusform ohne Stickstoffzufuhr ist  $2,20 \text{ cm} \pm 0,88$ , weshalb er als ziemlich sicher anzusehen sein dürfte. Was die Länge der Nadeln und die Anzahl der Nadelpaare betrifft, so verhalten sich die Pflanzen in dieser Reihe ungefähr auf dieselbe Weise wie die Pflanzen in  $A_1a + \text{Nitrat}$  sich zu denen in  $A_1a$  verhalten.

#### *Versuchsreihe $A_1a + \text{Nitrat}$ .*

Diese Reihe umfasst Pflanzen, die in reinem Sand aufgezogen und die mit Humusextrakt und mit Nitratlösung begossen worden sind (Tab. 13). Das Begiessen mit Nitratlösung begann gleichzeitig mit dem in den Reihen  $A_1a + \text{Nitrat}$  und  $A_1b + \text{Nitrat}$  und ist auf dieselbe Weise und mit denselben Mengen

wie in diesen Reihen vor sich gegangen. Im Herbst 1923 zeigt das Nitratbegiessen keinen Einfluss auf die Trieblänge, die Triebe in mit Nitratlösung begossenen Töpfen zeigen wenig Unterschied gegenüber den Trieben in den entsprechenden Töpfen ohne Nitrat. Die Länge der Nadeln ist jedoch kräftig beeinflusst worden. Sie sind doppelt bis gar dreimal so lang in den nitratbegossenen Töpfen wie in denen, die nur Humusextrakt erhalten haben. Im Herbst 1924 sind die Triebe weit grösser in den nitratbegossenen Töpfen als in denen, die nur mit Humusextrakt begossen worden sind. Die Unterschiede sind bedeutend und übersteigen in den meisten Fällen beträchtlich das Dreifache des mittleren Fehlers. Das Begiessen mit Humusextrakt und mit der Ammoniumnitratlösung kann jedoch nicht völlig die Humusbeimischung in den Töpfen ersetzen. Die Jahrestriebe 1924 werden in Töpfen mit nur Humusbeimischung länger als in entsprechenden Töpfen mit Sand, begossen mit Humusextrakt und Nitratlösung. Die Pflanzen in den Humusformen III und IV in Reihe  $A_1c + \text{Nitrat}$  haben jedoch im Herbst 1924 längere Triebe als die Pflanzen in Humusform I in der Reihe  $A_1b$ . Begiessen mit Humusextrakt und Nitratlösung scheint demnach die Pflanzen wenigstens ebenso sehr beeinflussen zu können wie Beimischung schlechterer Humusformen. Trotz der deutlichen Einwirkung, die das Nitratbegiessen auf die Entwicklung der Pflanzen in dieser Versuchsreihe ausgeübt hat, tritt doch deutlich die Einwirkung hervor, die verschiedene Humusextrakte ausüben. Mit Nitratlösung und Extrakt aus Humusform IV begossene Pflanzen sind beträchtlich grösser als Pflanzen, die mit Nitratlösung und Extrakt aus Humusform I begossen worden sind.

*Versuchsreihe  $A_2a + \text{Nitrat}$ .*

Die Pflanzen in dieser Reihe wurden im Frühling 1923 gepflanzt, und der Versuch wurde im Herbst 1924 abgebrochen. Er umfasst zweijährige Pflanzen, die während ihrer ganzen Entwicklung Ammoniumnitrat erhalten haben. Das Resultat ist in Tab. 14 wiedergegeben. Das Begiessen mit Nitratlösung hat nicht die Einwirkung aufgehoben, die die verschiedenen Humusformen auf die Pflanzen ausüben, sie weisen der Hauptsache nach dieselben Verschiedenheiten wie in der Versuchsreihe  $A_2a$  auf. Die Unterschiede zwischen den Pflanzen in der Reihe  $A_2a + \text{Nitrat}$  und in der Reihe  $A_2a$  sind geringer als in den Reihen  $A_1a$  und  $A_1b$  mit und ohne Nitrat. Nur die Pflanzen in Humusform I weisen so grosse Unterschiede bezüglich der Länge der Triebe auf, dass sie ausserhalb der Grenzen liegen, die durch das Dreifache des mittleren Fehlers angegeben werden.

*Versuchsreihe  $B + \text{Nitrat}$ .*

Diese Versuchsreihe enthält nur zweijährige Pflanzen, die während der ganzen Entwicklung ausser mit destilliertem Wasser auch mit einer Lösung von Ammoniumnitrat begossen worden sind. Die verwendete Humusform stammt aus einem gutwüchsigen Nadelbaummischbestand in Jönäkers häradsallmanning her, und Versuche sind sowohl mit den Vermoderungs- und Humusstoffschichten als auch mit einem Gemisch beider angestellt worden. Bei einem Vergleich der Pflanzen in Reihe  $B + \text{Nitrat}$  und in Reihe  $B$  zeigt sich das Resultat der Nitratbegiessung ziemlich unsicher. Pflanzen in der Vermoderungs-

schicht sind in der Nitratreihe kürzer ausgefallen als ohne Nitrat, in der Humusstoffschicht gleichlang, in dem Gemisch beider Schichten aber länger. Wie in der Reihe  $A_{2a}$  ist die Einwirkung der Nitratbegießung unsicherer als in den Reihen  $A_{1a}$  + Nitrat und in  $A_{1b}$  + Nitrat, siehe weiter Tab. 15.

Um die Einwirkung des Begießens mit Ammoniumnitratlösung auf die Entwicklung der Pflanzen richtig beurteilen zu können, liefern wir nachstehend einen Vergleich zwischen der Stickstoffmobilisierung in der Topferde und der durch Ammoniumnitrat zugeführten Stickstoffmenge. In den Reihen  $A_{1a}$  und  $A_{1b}$  wird die zugeführte Stickstoffmenge mit der Stickstoffmobilisierung in Humusform IV, also in der Humusform mit der lebhaftesten Stickstoffmobilisierung, verglichen. Der Vergleich gestaltet sich folgendermassen:

	Zugeführter Stickstoff während 3 Monaten	Mob. Stickstoff während 3 Monaten in Humusform IV			
		S-N	$A_{1a}$ Amm. N + S-N	S-N	$A_{1b}$ Amm. N + S-N
1923 .....	161 mg	69,2 mg	90,2 mg	114 mg	144,5 mg
1924 .....	91 »	120 »	138,2 »	132 »	141,6 »

In der Versuchsreihe  $A_2$  wird ebenfalls die zugeführte Stickstoffmenge 1924 mit der Stickstoffmobilisierung in Humusform IV im selben Jahre verglichen.

	Zugeführter Stickstoff während 3 Monaten	Mob. Stickstoff während 3 Monaten	
		S-N	Amm. N + S-N
1924 .....	91 mg	110 mg	110 mg

In der Versuchsreihe B, Humus aus dem Bestande von Jönåker, wird die zugeführte Stickstoffmenge mit der Stickstoffmobilisierung in der Vermo-  
dungsschicht verglichen.

	Zugeführter Stickstoff während 3 Monaten	Mob. Stickstoff während 3 Monaten	
		S-N	Amm. N + S-N
1923 .....	140 mg	163,4 mg	177,4 mg
1924 .....	91 »	63,3 »	87,6 »

Dieser Vergleich zwischen durch Ammoniumnitratlösung zugeführtem und durch Mobilisierung zugänglich gemachtem Stickstoff darf nicht zu scharf genommen werden. Die zugeführte Stickstoffmenge ist exakt angegeben, die jedesmal zugeführte Menge Lösung wurde genau verzeichnet; die Berechnung der durch Mobilisierung freigemachten Stickstoffmenge gründet sich dagegen auf die Daten der Lagerungsproben und eine Berechnung des Gewichts der in dem Topfe befindlichen Erde. Es liegt in der Natur der Sache, dass eine solche Berechnung ziemlich unsicher ausfallen muss. Eine vollständige Übereinstimmung zwischen der Stickstoffmobilisierung der Lagerungsproben und der Topferde ist ja auch nicht zu erwarten. Mit Rücksicht hierauf lohnt es sich nicht, im Detail die Unterschiede zwischen zugeführtem und mobilisiertem Stickstoff zu diskutieren, man kann nur sagen, dass die zugeführte Stickstoffmenge während 1923 ungefähr der entsprach, die in der besten Humusform in jeder Reihe mobilisiert wurde. Im darauffolgenden Sommer, 1924, ist die Stickstoffzufuhr geringer, als wie es der Stickstoffmobilisierung in der besten Erde entspricht. Die durch Ammoniumnitratlösung zugeführte Stickstoffmenge entspricht demnach nicht völlig derjenigen, die in der besten

Humusform in jeder Reihe mobilisiert wird. Hierzu kommt, dass die Nitratbegiessung nur einmal wöchentlich geschehen ist, während der Stickstoff ständig, aber langsam in der Humuserde mobilisiert wird. Die Stickstoffaufnahme muss sich nämlich sehr verschieden gestalten, wenn der Stickstoff in Form einer schwachen, mit regelmässigen Zwischenzeiten zugeführten Lösung und wenn er in Form einer langsam, aber ständig fliessenden Quelle aus nitrifizierendem Humus dargeboten wird. Die angestellten Versuche können daher nicht völlig die Frage beantworten, ob der Wert der verschiedenen Humusformen für die Kiefern- und Fichtenpflanzen nur in dem Stickstoffmobilisierungsvermögen liegt, oder ob auch andere Faktoren wirksam sind. Die sehr schöne Übereinstimmung zwischen der Höhenentwicklung der Pflanzen und der Stickstoffmobilisierung, zum Teil auch der Umstand, dass die Pflanzen in vielen Reihen deutlich auf die Ammoniumnitratlösung reagiert haben, spricht indessen stark dafür, dass die Stickstoffmobilisierung in der Humusdecke eine sehr wesentliche Bedeutung besitzt. Andererseits zeigen die schwachen Resultate in den Versuchsreihen  $A_2a + \text{Nitrat}$ , dass auch andere Faktoren wirksam sind. Hierfür spricht auch, dass in den Versuchsreihen mit Nitrat Verschiedenheiten zwischen verschiedenen Humusformen nicht haben aufgehoben werden können, und dass z. B. die Pflanzen in Humusform I in den Reihen  $A_1a$  und  $A_1b$  trotz Ammoniumnitratzufuhr fortgesetzt ziemlich schwach sind. Ein zweiter sehr wichtiger Faktor, der die Entwicklung der Pflanzen beeinflusst, ist daher ohne Zweifel die verschiedene Ausbildung der Mykorrhiza in verschiedenen Humusformen. Schon die ersten Versuche im Herbst 1922 zeigten eine sehr auffallende Verschiedenheit zwischen den Pflanzen in den Humusformen I, II, III und IV hinsichtlich der Ausbildung der Wurzeln. Die Pflanzen in Humusform IV hatten kräftige Wurzeln mit wohlentwickelten Mykorrhizen, in Humusform I dagegen schwache Wurzeln mit dem Anschein nach schlechten Mykorrhizen. Privatdozent Dr. MELIN hat in der folgenden Abhandlung diese Frage eingehender behandelt.

## KAP. VI. Rückblick und Diskussion der Resultate.

Die ausgeführte experimentell angelegte Untersuchung hat in schöner Weise meine zuvor gemachten Erfahrungen bestätigt, dass die Nitratbildung in einer Humusdecke die kräftige und gesunde Entwicklung der Pflanzen fördert. Die gewonnenen Ergebnisse lassen sich zweckmässig folgendermassen zusammenfassen.

1. Rohhumusformen, die bei vermehrtem Lichtzutritt rasch in ein nitrifizierendes Stadium übergehen, bringen schöne, kräftige Pflanzen mit einem wohlentwickelten Wurzelsystem hervor, das mit zahlreichen, wohlausgebildeten Mykorrhizen versehen ist.

2. In einer und derselben Rohhumusdecke erzeugt die Vermoderungsschicht, ausgezeichnet durch lebhaftere Stickstoffmobilisierung mit leichter nitrifizierbarem Stickstoff, schönere und kräftigere Pflanzen als die Humusstoffschicht. Auch die Wurzeln werden in diesem Humus kräftiger und erhalten schönere Mykorrhizen.

3. Rohhumusformen, die durch Infektion mit Impferde zu lebhafter Nitrifikation gebracht werden können, erzeugen kräftige Pflanzen mit wohlentwickelten Wurzeln.

4. Rohhumusformen, die nicht durch nitrifizierende Impferde beeinflusst werden, oder in denen das eigene Nitrifikationsvermögen der Impferde ganz unterdrückt wird, erzeugen schwache Pflanzen mit schlecht entwickelten Mykorrhizen.

5. Rohhumus, der in altem Fichtenwald gebildet worden ist und der verhältnismässig schwache Pflanzen erzeugt, kann dadurch, dass er auf einer Kahlschlagfläche unter der Einwirkung der Sonne umgewandelt wird, solche Eigenschaften erhalten, dass die Pflanzen kräftig werden mit kräftigen, mykorrhizaführenden Wurzeln.

6. Rohhumus, der unter der Einwirkung von vermoderndem Birkenlaub gebildet worden ist, erzeugt kräftigere Pflanzen als Rohhumus, der unter sonst gleichen Verhältnissen in reinem Fichtenwald entstanden ist.

7. Für altes vermodertes Holz haben die Versuche ergeben, dass es schwache Pflanzen mit schlechten Mykorrhizen erzeugt.

8. Zwischen der Triebentwicklung der Pflanzen und der Stickstoffmobilisierung, vor allem der Nitrifikation in der Erde, besteht ein sehr deutlicher Zusammenhang. Die Pflanzenentwicklung scheint jedoch nicht nur von der Stickstoffmobilisierung abzuhängen, sondern auch von der Mykorrhizaentwicklung, die sich verschieden in verschiedenen Humusformen gestaltet.

Diese Resultate scheinen mir geeignet, ein tieferes Verständnis unserer Verjüngungsprobleme zu gewähren und Richtlinien für Massnahmen zu geben, die die Verjüngung der Bestände erleichtern können. Auch einige ältere Erfahrungen betreffs Verjüngungsschwierigkeiten stehen nunmehr in einem klareren Lichte da als zuvor.

Im Anschluss an meine früheren Untersuchungen zeigen die Versuche, dass die Verjüngung des Waldes und die Entwicklung der Pflanzen sehr nahe mit der Stickstoffmobilisierung, vor allem der Nitrifikation, in der Humusdecke zusammenhängen müssen. Solche Eigenschaften verschiedener Humusdecken, die den Wasserhaushalt, das Keimen der Samen und das Vermögen der Pflanzen, in die Mineralerde hinabzudringen, beeinflussen können, sind in den Versuchen ausgeglichen. In diesen Hinsichten wie auch in Bezug auf Licht und Wärme befanden sich die Versuchspflanzen unter denselben äusseren Bedingungen. Da die Pflanzen dennoch grosse Verschiedenheiten bezüglich ihrer Entwicklung dargeboten haben, und da die Länge der Triebe sich als in enger Beziehung zur Stickstoffmobilisierung, vor allem zur Nitratbildung in der Erde, stehend erwiesen hat, so muss diese von einer grossen Bedeutung für die Pflanzenentwicklung sein. Hierzu kommt dann das Zusammenleben der Wurzeln mit der Pilzflora der Humusdecke, das in verschiedenen Humusformen sich verschieden gestaltet, und das möglicherweise durch die Nitratbildung beeinflusst wird. Da die Versuchspflanzen ausserdem untereinander Verschiedenheiten darbieten, die mit der Pflanzenentwicklung und den Verjüngungsmöglichkeiten auf den Plätzen, wo die Humusproben eingesammelt worden sind, übereinstimmen, so muss nicht nur in den Versuchen, sondern auch in der Natur die Stickstoffmobilisierung, vor allem in der Form von Nitrat, eine sehr wichtige Rolle für die Verjüngung spielen. Fraglich erscheint es mir nur, ob die Intensität der Nitrifikation dieselbe Rolle in der Natur wie in den Versuchen spielt. In den Lagerungsproben mit Humus

von der Kahlschlagfläche auf Rokliden war die Salpeterbildung schwach, der Stickstoff aber leicht nitrifizierbar, da Infektion mit Impferde grossen Effekt hatte. Ich komme auf diese Frage noch weiter unten zurück.

Die experimentelle Untersuchung hat somit der Hauptsache nach die Resultate bestätigt, zu denen ich durch vergleichende Feld- und Bodenstudien gelangt war, und die ich in meiner Abhandlung 1917 vorgelegt habe. Indessen sind die Bedingungen für eine Nitrifikation in der Humusdecke sehr verschieden in verschiedenen Beständen, und ausserdem dürfte die Bedeutung der Stickstoffmobilisierung nicht unter allen Verhältnissen gleichgros sein.

Die verschiedene Leichtigkeit, womit die Nitrifikation oder eine lebhaftere Stickstoffmobilisierung eintritt, gewährt ein tieferes Verständnis der wechselnden Bedeutung, die einer gewissen Reifezeit bei der Kahlschlagfläche oder der Verjüngungsfläche zukommt. Es ist ja eine alte Erfahrung bei uns, die in letzterer Zeit mehr und mehr Beachtung gefunden hat, dass eine Saat oder Pflanzung auf einer frischen Kahlschlagfläche weniger Aussichten zu gelingen hat, als wenn man dieselbe Kahlschlagfläche eine längere Zeit hat liegen und reifen lassen. Die Bedeutung davon geht zur Genüge aus diesen Versuchen hervor. In den Versuchsreihen A<sub>1</sub>a, A<sub>1</sub>b und A<sub>2</sub> entwickelten sich die Pflanzen in der Humusdecke aus dem alten, flechtenbehangenen Fichtenwalde weit schlechter als die Pflanzen in der Erde von der Kahlschlagfläche her. Die letzteren waren in allen Hinsichten kräftiger und besser und hatten wohlentwickelte Mykorrhizen, während die Pflanzenwurzeln in Humus aus dem alten Fichtenwalde in grosser Ausdehnung von Pilze bildenden Pseudomykorrhizen befallen waren. Der Bestand, der bei der Herstellung der Kahlschlagfläche 1908 abgetrieben wurde, war beträchtlich schlechter als der noch existierende, von dem her der Humus für diese Versuche entnommen wurde. Alle Wahrscheinlichkeit spricht dafür, dass die Humusdecke in dem noch existierenden und in dem abgetriebenen Bestande ursprünglich von derselben, schlechten Beschaffenheit gewesen ist. Die »Reifung« bezeichnet daher eine sehr bedeutungsvolle Umwandlung der Beschaffenheit der Humusdecke in dem alten Fichtenwalde, indem sie eine Erhöhung und Umwandlung des Stickstoffmobilisierungsvermögens sowie eine Veränderung der Zusammensetzung der Mikroflora oder des Zusammenlebens der Kiefernwurzeln mit der Pilzflora im Boden mit sich bringt. Viele Beobachtungen deuten indessen darauf hin, dass die neuen Eigenschaften, die die Humusdecke durch die »Reife« erhält, eine längere Zeit hindurch erhalten bleiben und eine grosse Rolle für die Entwicklung des Bestandes bilden. Als Stütze für diese Auffassung können die Resultate mit Humus aus 90-jährigem Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus mit oder ohne Birke in der Versuchsforst von Kulbäcksliden angeführt werden. Die Pflanzen in Humus aus diesen Beständen wurden nebst den Pflanzen in Humus von einer Kahlschlagfläche die grössten in der Versuchsreihe D. Besonders schön entwickelten sich die Pflanzen in Humus aus mit Birken gemischtem Fichtenbestand, äusserst schlecht in Humus aus älterem, flechtenbehangenem Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus. Ähnliche Verschiedenheiten boten die Wurzeln dar; in Humus aus 90-jährigem Fichtenwald Pflanzen mit schönen Mykorrhizen und kräftigen Wurzeln, in Humus aus älterem, flechtenbehangenem Fichtenwald Pflanzen mit schwächeren Wurzeln und in überwiegendem Grade Pseudomykorrhizen. Das Stickstoffmobilisierungsvermögen war bei dem Humus in dem jüngeren Walde sehr gross, bei dem Humus aus dem alten dagegen



unbedeutend (vgl. HESSELMAN 1926). Die erwähnten Fichtenbestände waren nach Brand entstanden, dieser aber ruft bei der Humusdecke meinen Untersuchungen gemäss dieselbe Umwandlung hervor wie die Anlegung einer Kahlschlagfläche, obwohl die Umwandlung rascher vor sich geht und vielleicht auch tiefer geht. Diese Beobachtungen erhalten ihre beste Erklärung durch die Annahme, dass während der Bestandsentwicklung nur allmählich die Veränderungen in der Humusdecke eintreten, die eine Erschwerung der Stickstoffmobilisierung und eine Umwandlung der Mikroflora oder des Zusammenlebens der Baumwurzeln mit der Pilzflora des Bodens mit sich bringen. In meiner Abhandlung von 1926 habe ich versucht, diese Umwandlung mit einer Abnahme der basischen Pufferstoffe in Zusammenhang zu bringen. Durch die günstige Umwandlung auf der Kahlschlagfläche oder durch das Abbrennen des Bodens wird der Gehalt an derartigen Stoffen erhöht, was seinerseits eine Revolution in der Entwicklung hervorruft, die allmählich in der Humusdecke der Bestände eingetreten ist.

Ist die Ansicht richtig, dass die Bedeutung der Reifung der Kahlschlagfläche in einer erhöhten Stickstoffmobilisierung und einer Umwandlung der Mikroflora der Humusdecke liegt, so müssen solche Bestände sofort verjüngt werden können, deren Humusdecke ohne Reifezeit in Nitrifikation übergeführt werden kann und schon eine günstige Mikroflora besitzt. Eine Bestätigung für die Richtigkeit dieser Auffassung bietet der obenerwähnte Bestand von Jönåker. In meinen Versuchen mit Humus aus diesem Bestande entwickelten sich die Pflanzen, die in dem Humus der Vermoderungsschicht aufgezogen wurden, kräftig und schön mit kräftigen, reich mit Mykorrhizen versehenen Wurzeln. Hinsichtlich der Grösse und allgemeinen Entwicklung standen diese Pflanzen durchaus in derselben Klasse wie diejenigen, die in Kahlschlaghumus in den Versuchsreihen A<sub>1</sub>a, A<sub>2</sub>b und A<sub>2</sub>a aufgezogen wurden. Der erwähnte Bestand von Jönåker gehört zu den sich leichter verjüngenden Beständen. Auch in verhältnismässig kleinen Lücken wandelt sich die Humusdecke in günstiger Richtung um, Kiefern- und Fichtenpflanzen finden sich in grosser Anzahl ein und entwickeln sich kräftig. Der Wald lässt sich mit Leichtigkeit durch Plentern verjüngen.

Stehen die meisten der Versuchsergebnisse in guter Übereinstimmung mit der allgemeinen Erfahrung betreffs der Verjüngung der Wälder, so scheint doch ein Resultat entschieden davon abzuweichen, nämlich die Einwirkung alten vermoderten Holzes. Die Pflanzen in diesen Versuchen entwickelten sich entschieden schlecht und gehörten in der Versuchsreihe D zu den allerschlechtesten. Dennoch aber findet man bekanntlich die Fichtenpflanzen hauptsächlich um und auf vermoderndem Holz in den alten Fichtenwäldern mit Rohhumusdecke, und in meinen 1917 (HESSELMAN 1917 b, S. 1257—1258) veröffentlichten Versuchen über die Verjüngung der Kiefernheiden konnte ich die günstige Einwirkung des vermodernden Holzes auf die Entwicklung der Kiefern-pflanze auf Kiefernheide nachweisen. Diese günstige Einwirkung stand jedoch in Verbindung mit einer recht lebhaften Nitrifikation, während in der Versuchsreihe D das vermodernde Holz die Nitrifikation in den Töpfen herabgesetzt oder ganz unterdrückt hat. Die Erklärung für diesen Widerspruch dürfte in der wechselnden Beschaffenheit des vermodernden Holzes zu suchen sein. Einige hier an der Anstalt von Privatdozent GLÖMME von der Landwirtschaftlichen Hochschule in Ås, Norwegen, ausgeführte Untersuchungen ergaben so grosse Unter-

schiede in der Reaktionszahl bei dem mehr vollständig vermoderten, mullartigen Destruktionsprodukt und bei demjenigen, das seine Holzstruktur beibehalten hat. Letzteres war viel saurer als das erstere. Man darf mit Interesse den weiteren Untersuchungen GLÖMME's über diese Frage entgegensehen. In meinen Versuchen ist indessen vorläufig nur vermodertes Holz der letzteren Art vertreten, nicht das humusartige Destruktionsprodukt, das die wichtigste Rolle bei der Pflanzenentwicklung auf umgefallenen Stämmen spielen dürfte. Künftigen Versuchen muss es daher überlassen bleiben, den Unterschied zwischen meinen Versuchsergebnissen und den Verhältnissen in der Natur klarzustellen.

Es ist jedoch wahrscheinlich, dass die Nitratbildung nicht immer die Rolle spielt, die meine Untersuchungen zeigen. Diese sind ja zumeist in das östliche oder nordöstliche Schweden mit seinem etwas kontinentalen Klima verlegt gewesen, das auf Verjüngungsflächen oft eine lebhaftere Stickstoffmobilisierung hervorruft. Ausserdem scheint die Nitratbildung auf eine eigentümliche Weise mit einer Umwandlung der Mikroflora in der Humusdecke des alten Bestandes verbunden zu sein. Vielleicht besteht die Bedeutung der Nitrifikation hauptsächlich darin, dass sie die Mikroflora beeinflusst oder den Kiefern- und Fichtenpflanzen geeignete Mykorrhizen bilden hilft. Man würde solchenfalls verstehen können, dass auch eine schwache Nitrifikation einen grossen Einfluss ausüben kann. Ihre hauptsächlichste Bedeutung hätte man dann bei der Verjüngung älterer Nadelwaldbestände zu suchen, wo die Humusdecke bereits eine gewisse Mächtigkeit erreicht, und wo die Mikroflora im Boden eine für die jungen Pflanzen ungünstige Zusammensetzung erhalten hat. Hierfür spricht bis zu einem gewissen Grade der Umstand, dass bei der Auswanderung des Kiefernwaldes auf unsere *Calluna*-Heiden im südwestlichen Schweden die Nitrifikation nicht dieselbe Rolle zu spielen scheint wie bei der Verjüngung älterer Nadelwaldbestände. Eingehendere Untersuchungen hierüber werden indessen in nächster Zukunft ausgeführt werden.

Ferner muss man, wie ich bereits mehrmals betont habe, berücksichtigen, dass die Nitrifikation des Humusstickstoffs kein notwendiger Faktor ist. Der Wald verjüngt sich auch ohne Nitrifikation, dann aber in der Regel langsamer, mit grösseren Schwierigkeiten und mit von Anfang an schwächeren Pflanzen. Die Nitrifikation des Humusstickstoffs übt jedoch einen so günstigen Einfluss aus, dass Massnahmen, die dieselbe fördern können, stets seitens der praktischen Waldpflege beachtet werden müssen, indem diese zu einer rascheren Verjüngung und einem besseren Wachstum unserer Nadelwaldbestände führen müssen. Die Stickstoffmobilisierung und insbesondere die Nitrifikation des Humusstickstoffs sind Faktoren solcher Art, dass sie keineswegs vernachlässigt werden dürfen, wenn auch andere Faktoren ihre grosse Rolle spielen.

Die Bedeutung der Versuche, über die ich in dieser Abhandlung berichtet habe, scheint mir nicht nur in dem Verständnis der Verjüngungsfragen, zu dem sie geführt haben, sondern auch in der künftigen Möglichkeit zu liegen, auf eine mehr exakte Weise gewisse Verjüngungsprobleme beurteilen und in dieser Hinsicht auf Grund von Laboratoriumsuntersuchungen dem praktischen Forstmann Richtlinien für sein Handeln geben zu können. Ich will hier einige Beispiele derartiger Fragen anführen, die zweifellos durch eine weitere Ausbildung der angewandten Methode eine andere Behandlung erhalten können, als wie es gegenwärtig der Fall ist.

In erster Linie sei da eine rationellere Beurteilung der Frage erwähnt, ob eine Kahlschlagfläche den für die Entwicklung einer Kultur günstigen Reifegrad erreicht hat oder nicht. In den Fällen, wo man diesen Faktor berücksichtigt, geschieht wohl die Beurteilung nach einer allgemeinen Erfahrung, die allmählich erworben worden ist, es dürfte aber sicher sein, dass viele Kulturen in unserem Lande eben deshalb misslungen sind und noch misslingen, weil die Kahlschlagfläche nicht die erforderliche Reife erlangt hat. Grosse Möglichkeiten scheinen mir vorzuliegen, dass man durch Experimente und Naturstudien dahin wird gelangen können, auf rein experimentellem, laboratoriums-mässigem Wege eine solche Frage beurteilen zu können. Durch Untersuchung der Nitrifizierbarkeit des Stickstoffs oder dadurch, dass man mittelst Pflanzkulturen die Zusammensetzung der Mikroflora oder das Zusammenleben der Pflanze mit der Pilzflora beurteilt, muss eine solche Frage entschieden werden können. Kann die Technik so weit getrieben werden, dass sie einen sicheren Entscheid liefert, so können grosse Kulturkosten dadurch erspart werden. Ich denke hierbei besonders an die ausgedehnten Waldbezirke Norrlands mit ihren schwer sich verjüngenden Fichtenwäldern.

Eine andere Frage, die sicherlich weit schwieriger ist, deren Lösung aber doch möglich sein muss, ist die Frage, welche Grösse die Verjüngungsfläche haben muss, um eine natürliche Verjüngung zu erhalten.

Die hier referierten Versuche wie auch die Untersuchungen, die ich 1917 veröffentlicht habe, zeigen, dass ein gewisser Zusammenhang zwischen der Reaktionsempfindlichkeit und der Grösse der Fläche besteht, die zur Verjüngung angelegt werden muss. Auf reaktionsempfindlichem Boden kann die Verjüngungsfläche kleiner genommen werden als auf reaktionsträgem. Die Reaktionsempfindlichkeit der Humusdecke gegenüber vermehrtem Lichtzutritt kann experimentell beispielsweise dadurch beurteilt werden, dass man ihr Verhalten bei Infektion mit Impferde prüft. Die Untersuchung kann rein laboratoriums-mässig und mit geringen Kosten ausgeführt werden. Liesse sich durch fortgesetzte Studien ein sichere Zusammenhang zwischen der Reaktionsempfindlichkeit und der Grösse der geeigneten Verjüngungsfläche feststellen, so könnte man die Bodenstudien so weit führen, dass man auf Grund einfacher Humusanalysen Direktiven für den Verjüngungshieb selbst erteilen könnte. Die Frage ist schwierig, die Schwierigkeiten scheinen mir aber keineswegs unüberwindlich, viele meiner Erfahrungen von den Versuchsfeldern bei Fagerheden, in der Versuchsforst von Siljansfors und der Häradsallmanning von Jönåker sind ziemlich ermutigend. Klar ist indessen, dass es hierzu einer sehr fleissigen und eingehenden experimentellen Arbeit im Verein mit sorgfältigen Beobachtungen in der Natur bedarf. Möglich ist auch, dass man auf demselben Wege die Frage wird beantworten können, ob eine Humusdecke von der Beschaffenheit ist, dass der Boden abgebrannt werden muss, oder ob sie auf einer Kahlschlagfläche ohne eine solche Massnahme geeignete Reife erreicht.

Eines der Ziele einer rationellen Bodenpflege scheint mir zu sein, die Bestände so zu pflegen, dass Rohhumusdecken, wie sie uns nun bei der Verjüngung der alten Fichtenwälder so grosse Sorgen machen, nicht mehr entstehen. Was Norrland und vor allem dessen in klimatischer Hinsicht ungünstiger gelegene Teile betrifft, so ist dies natürlich nicht sonderlich leicht, aber verschiedenes muss sich doch tun lassen. In meiner Abhandlung von 1926 (HESSELMAN 1926, S. 370—378) habe ich von der Bedeutung der Birke und

anderer Laubbäume in dieser Hinsicht gesprochen. Der Förna (Abfall) der Laubbäume ist reicher an basischen Pufferstoffen als der der Nadelbäume, der Gehalt der Humusdecke an solchen wird erhöht, was günstig auf die Stickstoffmobilisierung und die Nitrifizierbarkeit des Stickstoffs einwirkt. Die hier referierten Versuche weisen in dieselbe Richtung und bestätigen vollkommen die Richtigkeit meiner dort ausgesprochenen Ansichten. In den Versuchsreihen C und D waren die Pflanzen, die in unter Einfluss von Birke gebildeten Humus aufgezogen worden waren, weit kräftiger als die Pflanzen in reinem Nadelwaldhumus. Die Unterschiede in der Entwicklung der Pflanzen standen in gutem Verhältnis zur Intensität der Nitrifikation. Wie lange die Birke eine ungünstige Umwandlung der Humusdecke verhindern kann, ist dagegen eine andere Frage. Wie ich früher betont habe (HESSELMAN 1926), scheint mir vieles dafür zu sprechen, dass die günstige Einwirkung des Baumes nicht mit seinem Verschwinden im Bestande aufhört. Auch diese Frage muss dadurch studiert werden können, dass man die Pflanzenentwicklung in Humus aus Beständen verschiedenen Alters und mit verschiedener Entwicklungsgeschichte untersucht. Mit dem zunehmenden Alter der Bestände pflegt die Verjüngung sich in gewissem Grade schwieriger zu gestalten, unsere praktische Erfahrung geht in diese Richtung, und dasselbe gilt von den Resultaten der Versuchsreihe D mit Humusformen aus verschiedenen Beständen auf Kulbäcksliden. Humusproben auch von so günstigen Waldtypen wie dem *Dryopteris*- und dem *Geranium*-Typus ergaben weniger kräftige Pflanzen als Humus aus za. 90-jährigem Fichtenwald von *Vaccinium*-Typus. Die den ersten Typen angehörigen Bestände hatten aber ein Alter von za. 250 Jahren, und dieser Umstand scheint hier eine sehr grosse Bedeutung gehabt zu haben. Es hängt diese Frage aufs engste mit der Einwirkung der Umtriebszeit auf den Boden zusammen. Die langen Umtriebszeiten scheinen überhaupt eine Tendenz zu haben, schädlich auf den Bodenzustand einzuwirken. In gewissen Teilen Deutschlands ist man aus diesem Grunde den Vorschlag gemacht, die Umtriebszeit herabzusetzen, und es fragt sich, ob wir nicht das Gleiche auch in Norrland tun müssen. Soweit der ungünstige Bodenzustand durch eine für die Wurzeln der Kiefern- und Fichtenpflanzen ungünstige Mikroflora von Pilzen verursacht wird, muss diese Frage dadurch geklärt werden können, dass man in den betreffenden Humusformen Pflanzen aufzieht und deren Wurzeln untersucht. Eine weitere Entwicklung der Technik dieser Untersuchung wird sicherlich zur Beantwortung vieler mit einer rationellen Bodenpflege in Zusammenhang stehenden Fragen beitragen können.

Die experimentellen Untersuchungen über die Entwicklung der Kiefern- und Fichtenpflanze in verschiedenen Arten von Rohhumus wie auch meine im vorigen Jahre veröffentlichten Untersuchungen über die Humusdecke des Nadelwaldes zeigen, dass die rationelle Bodenpflege besondere Wege auf solchen Böden gehen muss, die infolge des Klimas podsoliert werden, und wo aus denselben Ursachen die Humusdecke rohhumusartig wird. Die offene, der Sonne frei zugängliche Kahlschlagfläche bietet dagegen ganz andere Bedingungen für die Entwicklung des Bodens, als wie es bei der Braunerde und ihrer Humusdecke der Fall ist. Kann diese auf der Kahlschlagfläche zerstört werden und der Boden degenerieren, so kann dagegen die Rohhumusdecke gesunder werden. Früher habe ich nachgewiesen, dass auf der Kahlschlagfläche die Stickstoffmobilisierung vermehrt und ihrer Art nach geändert werden

kann. Hier ist nun die Bedeutung dieser Zunahme der Stickstoffmobilisierung für die Entwicklung der Nadelbaumpflanzen nachgewiesen worden. Aber nicht nur die Stickstoffmobilisierung wird geändert, auch das Zusammenleben der Pflanzen mit den in der Humusdecke lebenden Pilzhyphen erfährt eine Änderung in günstiger Richtung. Die angeführten Untersuchungen sprechen ausserdem dafür, dass die günstigen Veränderungen, die die Rohhumusdecke durchgemacht hat, eine längere Zeit in dem Bestande fortauern werden. Die nordischen Laubbäume, Birke, Espe, Eller usw., spielen eine Rolle dadurch, dass sie den guten Humuszustand konservieren. Aber gleichwie die Bodenpflege sich verschieden auf verschiedenen Bodentypen und unter verschiedenem Klima gestaltet, muss sie auch mit Rücksicht auf die verschiedenen Waldtypen variiert werden. Beispiele hierfür hoffe ich allmählich aus unseren Versuchsforsten liefern zu können.

---