

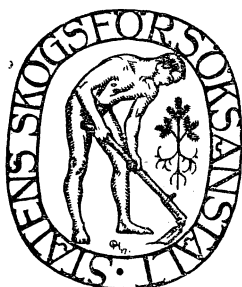
*Medföljer Skogsvårdsföreningens  
tidskrift 1922, h. 11—12.*

# HÄNGLAVAR OCH TILLVÄXT HOS NORRLÄNSK GRAN.

*BARTFLECHTEN UND ZUWACHS BEI DER NORRLÄNDISCHEN FICHTE.*

AV

LARS-GUNNAR ROMELL.



---

MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT  
HÄFTE 19 · N:r 5

---

CENTRALTRYCKERIET, STOCKHOLM 1922

MEDDELANDEN

FRÅN

STATENS  
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 19. 1922

MITTEILUNGEN AUS DER  
FORSTLICHEN VERSUCHS-  
ANSTALT SCHWEDENS

**19. HEFT**

REPORTS OF THE SWEDISH  
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL  
FORESTRY

**No 19**

BULLETINS DE LA STATION DE RECHERCHES  
DES FORÊTS DE LA SUÈDE

**No 19**



REDAKTÖR:  
PROFESSOR GUNNAR SCHOTTE

## INNEHÅLL.

	Sid.
<b>Redogörelse för Skogsförsöksanstaltens verksamhet under fyra- årsperioden 1918—1921 jämte förslag till arbetsprogram (Bericht über die Tätigkeit der forstlichen Versuchsanstalt während der Periode 1918—1921; Account of the work at the institute in the period 1918—1921).</b>	
I. Gemensamma angelägenheter (Gemeinsame Angelegenheiten; Common Topics) av GUNNAR SCHOTTE .....	1
II. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av GUNNAR SCHOTTE.....	8
III. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abtei- lung; Botanical-geological division) av HENRIK HESSELMAN ...	27
IV. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH.....	33
V. Avdelningen för förnygringsförsök i Norrland (Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland; Division for afforestation pro- blems in Norrland) av EDVARD WIBECK.....	38
VI. Skogsteknologiska undersökningar (Forsttechnologische Unter- suchungen; Researches in forest technology) av GUNNAR SCHOTTE	60
VII. Sammanfattning av arbetsprogrammet för åren 1922—1926 Zusammenfassung des Arbeitsprogrammes für die Jahre 1922 —26 .....	71
Summary of the programme of the Swedish State Institute of Experimental Forestry for the period 1922—26 .....	75
<b>Framställningar rörande avdelningen å extra stat för förnyng- ringsförsök i Norrland. (Unterbreitungen die Abteilung für Verjüngungsversuche in Norrland betreffend; Proposals regarding the Division for afforestation problems in Norrland).</b>	
I. Underdånigt förslag från vissa skogsbolag .....	79
II. Underdånig framställning från vissa skogsmän m. fl. ....	81
III. Utlåtande av chefen för Statens Skogsförsöksanstalt den 25 oktober 1921 .....	85
IV. Yttrande av försöksledaren.....	107
V. Förnyat yttrande av chefen för Skogsförsöksanstalten .....	116
<b>ROMELL, LARS-GUNNAR: Luftväxlingen i marken som ekolo- gisk faktor .....</b>	125
Die Bodenventilation als ökologischer Faktor .....	281

	Sid
TRÄGÅRDH, IVAR: Skogsentomologiska bidrag I .....	361
Forstentomologische Beiträge I .....	382
TAMM, OLOF: Om bestämning av de oorganiska komponenterna i markens gelkomplex. En metod för studier av brunjor- den och dess degeneration .....	385
Eine Methode zur Bestimmung der anorganischen Komponenten des Gelkom- plexes im Boden .....	387
ROMELL, LARS-GUNNAR: Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran .....	405
Bartflechten und Zuwachs bei der norrländischen Fichte .....	439
SPESSIVTSEFF, PAUL: Bestämningstabell över svenska barkborrar Bestimmungstabelle der schwedischen Borkenkäfer .....	453
SCHOTTE, GUNNAR: Om snöbrottssfaran vid mycket starka gall- ringar.....	493
Sur le danger de dégâts de neige après de très fortes éclaircies .....	515
MATTSSON-MÅRN, L.: Snötryckskador å ungtall.....	517
Dégâts de neige chez des jeunes pins sylvestres .....	527
 <b>Redogörelse för verksamheten vid Statens Skogsförsöksanstalt under år 1922.</b> (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Ver- suchsanstalt Schwedens im Jahre 1922; Report about the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry.)	
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av GUNNAR SCHOTTE .....	529
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Ab- teilung; Botanical-geological division) av HENRIK HESSELMAN .....	538
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH .....	540
IV. Avdelning för förnygringsförsök i Norrland (Abteilung für die Verjüngungsversuche in Norrland; Division for afforestation problems in Norrland) av EDVARD WIBECK .....	542



## HÄNGLAVAR OCH TILLVÄXT HOS NORRLÄNSK GRAN.

### 1. Inledning; lavfrågan i litteraturen.

Något som ej minst bidrager att ge många av de högnorrländska skogarna ett för sörlänningen så främmande och för mången så skrämmande utseende, är den slöja av hänglavar, i vilken träden stå höljda. Redan LINNÉ fick härav ett mäktigt intryck. I Flora lapponica 1737 finner man sid. 346 en passus som på svenska skulle lyda ungefär så: »Det finnes en vidsträckt skog, som på alla håll skiljer Lapplands skogsland från angränsande landskap, och där bo så gott som inga människor; denna skog står på en ytterst torftig jord, täckt av den vita renlaven och med täta träd bevuxen, från vilka denna skäggiga svarta laven nedhänger. När jag första gången beträdde lapparnas område och kom till dessa mörka skogar, mörka på grund av trädens täthet men mörkare tillfölje dessa svarta skägg, av vilka de likasom äro överdragne, och ännu mera i ögonen fallande<sup>1</sup> genom den, likasom av snö, med vit lav täckta marken, då fast häpnade jag och insåg granneligen att jag nu komme till en landsända, långt annorlunda än därvid jag var van. När vi under resan i Dalarne lämnade Elfdalen, styrande kosan mot Serna genom en lång och vidsträckt ödemark, syntes oss åter en alldeles likadan skog . . . »

Vi känna i LINNÉS skildring genast igen tallheden i övre Norrland, som även finnes så långt söderut som i Särna. Men även en annan i övrigt mycket olika skogstyp utmärkes i lika hög grad av den yppiga utvecklingen av hänglavar, nämligen den försumpade granskog, som betäcker vida sträckor av Norrland.

Beträffande den roll, lavarna spela för trädens trevnad och utveckling, gå meningarna isär. De mest kategoriska påståendena finner man mest

<sup>1</sup> *Speciosas*; TH. M. FRIES översätter »prydliga», men med hänsyn till arten av LINNÉS natursinne torde det vara ytterst tvekelaktigt att han fann lavskogarna vackra. Jag har därför efter samråd med fil. kand. FR. BLOM översatt ordet efter dess ursprungliga neutrala betydelse.

i något äldre litteratur. Som ett exempel må följande uttalande tjäna, som återfinnes hos HOLMERZ & ÖRTENBLAD 1886, sid. 194: »Vad som inom Norrbotten otvivelaktigt mest bidrager att nedsätta granens tillväxt och trevnad är svarta manlaven (*Alectoria jubata*) . . . Vanligen uppträder han först hos medelålders (omkring 100-åriga) träd, börjande sitt angrepp några meter nedom toppen, varifrån han sprider sig uppåt och nedåt. I mån som laven utbreder sig längs grenar och kvistar, avfalla efter hand barren; och han synes vegetera kraftigast å ännu friska men kala stamdelar, vilka han helt och hållet omväver och hänger svajande för vinden. På detta sätt ser man honom ofta vid sin utgångshård hava förkvävt barrdräkten, så att en med uteslutande manlav behängd del av kronan skiljer den ännu friska toppen från trädets övriga grönskande delar. Efter hand griper dock laven omkring sig, så att granen omsider erhåller torr topp. Så vitt vi hittills kunnat finna, böra av laven förorsakade skador anses vara beroende av mekaniska orsaker. Den trådformiga bålen omspinner kvistarne; och då de av vinden sättas i rörelse, utsätts barren för en, om ock svag friktion, som bringar den i ett sjukligt tillstånd, i följd varav de gulna, torra och avfalla. På detta sätt bliva vissa delar barrlösa och torra, andra endast mindre rika på barr. I sin helhet blir sålunda trädets barrmassa mindre, varigenom assimilationsförmågan och med den trädets tillväxt avtager.»

Senare författare synas i allmänhet nöja sig med att konstatera en parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt utan att yttra sig om vad som vore att anse som det primära, eller de sätta degenerationsfenomenen i deras helhet i samband med ålders-, klimatiska eller jordmånsfaktorer, därmed degraderande lavighetens betydelse till väsentligen ett symptom på dålig tillväxt hos träden. Enligt G. ANDERSSON & HESSELMAN (1907 sid. 58) äro träden i grankälen » . . . mindre kraftiga och trädkronorna i större eller mindre grad besvärade av lavar», och i den försumpade granskogen (s. 62) »låga, starkt lavbehängda och ha svagt utvecklade kronor och ringa tillväxt», medan i granlunden »granarna utmärka sig för mycket täta, mörka, kraftigt utbildade, nästan alldeles lavfria kronor». BERONIUS (1917 sid. 76) säger, att »s. k. växtliga, medelålders» granskogar, 50—150 år gamla, till skillnad från de oväxtliga, kännetecknas »av friskare grönska, svagare lavpåhänge» etc. AND. HOLMGREN (1917 s. 153) talar om »en granskog, sådan den i de flesta fall ser ut i Norrland, av överåriga, laviga, barrfattiga träd». Hos MELIN (1917 s. 66) står under rubriken Lav-Polytrichum-hed på myrmark: »tallarna eller granarna äro tynande och lavbehängda»; orsaken anges som en klimatisk: »Enligt mitt förmenande är det sommarfroster och möjligen medverkande kall dimma under vegetationsperioden,

som ytterst är orsaken till denna hedtyp». SERNANDER (1917 s. 20—21) talar om »AXEL LUNDSTRÖMS oväxtliga granskog, den degenererade granskogen framför andra», med träden »visande svag tjocklekstillväxt och inhöljda i *Alectoria jubata*», vilken skogstyp utmärkes av »råhumusbildning och kraftig podsolerung i marken och endast »på gynnsam jordgrund» viker för »växtliga och godartade former» av fjällskog. Den degenererade granskogen skulle framför allt vara klimatiskt betingad: »Detta ha vi klimatomstörtningen att tacka för».

I en helt nyligen utkommen uppsats återkommer SERNANDER till lavfrågan. Här yttrar han sig betydligt mera positivt och företräder åsikter, som mycket överensstämmer med HOLMERZ-ÖRTENBLADS: »Denna lav (*Alectoria jubata*), vars oernörda direkta och indirekta skadegörelse i de nordsvenska skogarna även ur praktisk synpunkt förtjänade ett ingående studium, är här granarnas sannskyldiga mordängel. Så fort ett träd börjar sacka bakåt i sin allmänna vitalitet, kommer *Alectoria* att allt tätare och tätare omkläda de allt kortare och kortare skotten, varav följderna blir att barren förr eller senare dödas av de svarta lavmassornas beskuggning» (1922 s. 243).

Jag avstår från att belasta framställningen med flere litteraturcitat. Det anförda visar tillfyllest hur meningarna gå isär. Samtidigt torde alla vara ense om att den omedelbara iakttagelsen många gånger ger ett starkt intryck av att lavarna — särskilt den svarta laven — äro verkligt farliga för träden och direkt framkalla barrfattigdom och topp-torka hos de angripna granarna. Det är ifråga om tillförlitligheten eller tolkningen av detta intryck som meningarna dela sig.

För att om möjligt skaffa några säkrare och framförallt objektiva hållpunkter på frågan än man förut ägt har Skogsförsöksanstalten tagit upp den till behandling. Undersökningen anförtröddes åt mig, som däråt ägnade större delen av eftersommaren och hösten 1919 samt några arbetsdagar under var och en av de tre följande somrarna. Fältundersökningarna förlades till Västerbotten och Norrbotten, huvudsakligen till Kulbäckslidens krp i Degerfors revir och skogarna därintill, och undersökningarna lades på granen, då det redan vid första ögonkastet på förhållandena ute i naturen synes uppenbart att där största utsikten finnes att påvisa en menlig inverkan av lavarna, om en dylik föreligger. De ovan citerade uttalandena av HOLMERZ & ÖRTENBLAD samt SERNANDER gälla även, liksom alla jag kunnat finna i litteraturen, främst eller endast granen.

Här må tillåtas mig att inskjuta ett kort och ärligt tack för värdefull hjälp till min hustru, Dr M.-M. ROMELL-RISS samt till fil. lic. C. MALMSTRÖM och docent G. STÅLFELT.





Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb 15. Fot. L.-G. Romell 1919.

Fig. 1. Svartlavsangripen grantopp (den avsågade toppen står upprest på marken).

Von der schwarzen Flechte befallener Fichtengipfel (Der Mann hält den abgesägten Gipfel aufrecht.) — Krp. Kulbäcksliden, Degerfors, Vb.

<sup>1</sup> Artbestämningarna gjorda av lektor G. MALME å av mig insamlat material från Kulbäckslidens krp.

Att undersökningen nu framlägges för offentligheten betyder, som läsaren skall finna i det följande, ingalunda att jag lyckats lösa den föreliggande uppgiften. De resultat jag kan framlägga som stöd för frågans bedömande ha genomgående karaktären av indicier i stället för bevis. Då undersökningen likväl publiceras och lavfrågan därmed tillsvidare avföres från Skogsförsöksanstaltens arbetsprogram, sker det tvärtom därför, att så stora svårigheter visat sig möta mina försök att få exaktare hållpunkter på problemet, att de icke ansetts kunna övervinnas med en uppoffring av tid och arbete i rimlig proportion till lavfrågans betydelse.

## 2. De två viktigaste norrländska hänglavarna och deras förekomst.

Tallhedarnas hänglavar utgöras till allra största delen av den svarta *Alectoria Fremontii* Tuckerm. I de försumpade gransskogar jag sett spelar däremot den grågulvita *Alectoria sarmientosa* Ach.<sup>1</sup> den stör-

sta rollen, kvantitativt och fysiognomiskt. I regel finnes även *A. Fremontii*, nämligen i topparna av träden — första och andra kronskiktet —, medan *A. sarmentosa* överdrager den nedre delen av kronan med sitt gråvita flor. Det är ej så, att den ena och andra laven är bunden till tallen resp. granen. Enstaka, i granskog å morän insprängda tallar har jag sett rätt rikligt behängda med den vita laven, och omvänt har jag å älvsandsmark, där tallheden övergick i en blandskog med gran, sett granar från ovan till nedan behängda med uteslutande eller nästan uteslutande svartlav<sup>1</sup>.

Det är framför allt svartlaven, som ansetts farlig för granen. Den förekommer yppigast å degenererade eller döende, trasiga, skatiga toppar, och har därför ansetts framkalla topptorka hos granen. Fig. 1 visar en av svartlav angripen grantopp, visande den utbildning av skottsyste- met i form av skilda ruskor, som man ofta iakttagit å dylika och som av SERNANDER (1922) tolkas som orsakad av »vertikala växlingar i lavangreppets styrka».

Vad det är för en faktor, som är bestämmande för den beskrivna fördelningen av lavarna, är tillsvidare omöjligt att säga. När man ser på deras förekomstsätt i granskogen, är man närmast böjd att anse det hela som en ljusfråga. Den svarta laven borde i så fall ha större ljusbehov än den vita. I det nyss omtalade fallet med svartlaviga granar på älvsand förekom emellertid den svarta laven ned till en relativ ljusintensitet av 3—5 %, och mellan träden i de svartlaviga bestånden, så exponerat som möjligt, mättes så låga ljusvärden som 6—8 % (mätningar den 24. VIII. 1919 mitt på dagen med WYNNES ljusmätare för fotografiskt bruk), medan å andra sidan MALMSTRÖM i gransumpskog med *Sphagnum Girgensohnii*, där den vita laven råder nästan oinskränkt, fann värden mellan 7 och 10 % (enligt mätningar med samma instrument den 29. IX. 1919 mitt på dagen, vilkas resultat lic. MALMSTRÖM välvilligt låtit mig använda). Vid en jämförelse mellan siffrorna är att märka, att MALMSTRÖMS värden hänföra sig till de mörkaste växplatserna för *Girgensohnii*-tuvorna, som kunde uppletas å den undersökta lokalen. Trots detta antyda siffrorna som synes ej alls att den svarta laven skulle ha större ljusbehov än den vita. De meddelade siffrorna äro visserligen ej så mycket värda; de äro framförallt för få.

En annan tänkbar orsak till den svarta och vita lavens fördelning är olikheter i luftfuktigheten. Denna är sannolikt i sumpskogen i genomsnitt lägre uppe i höjd med topparna än närmare marken och lägre över tallheden än i sumpskogen. Den vita laven skulle då ha större krav än svartlaven på luftfuktighet. Några siffermässiga hållpunkter har jag ej; säkra dylika äro av flere skäl ganska svåra att anskaffa. Av några mätningsserier, som jag utfört, synes likväl framgå, att genomsnittliga differenser i vertikal led kunna föreligga mellan helt närliggande lokaler.

<sup>1</sup> I det följande kallas för korthetens skull *A. sarmentosa* den vita laven eller vitlaven, *A. Fremontii* den svarta laven eller svartlaven.

Tab. 1. Relativ luftfuktighet i % i brösthöjd över olika slags mark.  
 Tab. 1. Relative Feuchtigkeit der Luft in Brusthöhe über Boden verschiedener Art.

Tid Zeit	Tallmosse Kiefernmoor	Sumpskog Sumpfwald	Mossrik gran- skog Moosreicher Fichtenwald	Mossig tallhed Moosige Kiefernheide	Myr Moor
7 <sup>30</sup> —8 <sup>30</sup>	66,3 ± 2,1	69,2 ± 1,5	67,2 ± 1,8	71,3 ± 0,4	64,5 ± 1,2
3 <sup>00</sup> —4 <sup>30</sup>	48,7 ± 0,9	51,7 ± 2,3	44,7 ± 0,5	42,4 ± 0,6	40 ± 0,2
6 <sup>00</sup>	73	74,3 ± 0,9	63 ± 0,6	61,7 ± 0,9	63,2 ± 2,2
8 <sup>30</sup> —9 <sup>00</sup>	91,3 ± 0,4	94,5 ± 0,2	91,7 ± 0,7	91	95,7 ± 0,7

Mätningarna utfördes å Kulbäckslidens försöksfält i Degerfors socken ut- efter samma linje som punktserien å kartan ROMELL 1922 s. 238 (jfr för lokaliseringen hänvisningen å sid. 236 till MALMSTRÖMS karta). Av de fem stationerna låg den första å tallmossen nedanför brunn VI, den andra i sump- skogen 8 m nedom brunn VI, den tredje mitt emellan brunn V och V<sup>x</sup>, den fjärde å moränryggen 10 m från kojan och den sista ute på myren utanför kartbilden. Mätningarna gjordes med en portabel ASSMANS aspirationspsykro- meter av FUESS' tillverkning och så, att i varje serie flere mätningar gjordes å samma station, alternerande med mätningar å de andra stationerna, detta för att utjämna inverkan av de snabba förändringarna i fuktighet morgon och afton. Varje i tabellen angivet värde är medeltal ur minst tre och högst 12 mätningar. Där intet medelfel utsatts, ha alla mätningarna givit samma värde (primärvärdena uttryckta i hela %). De angivna medelfelen ha naturligtvis ett mycket begränsat värde, då varianterna äro så få; de ha endast utsatts för att ge en föreställning om variationen i primärvärdena.

Differenserna emellan stationerna äro mestadels rätt osäkra, men de gå som synes genomgående i den riktningen, att luftfuktigheten i sumpskogen håller sig högre än över närmast omgivande marker. Det synes finnas en viss sannolikhet för antagandet, dels att i gransumpskogen den relativa fuktigheten i genomsnitt sjunker upp emot trädkronorna, dels att luftens fuktighet är genomsnittligt lägre i tallhedar än i gransumpskogar.

En annan sak, som bör spela in och som måhända i själva verket är den avgörande för de två lavarternas fördelning, är spridningsbetingelserna. Som A. N. LUNDSTRÖM och SERNANDER ha påpekat, synas de lavar det här är fråga om spridas huvudsakligen i form av lösblåsta tofsar — bålkolonier, bålar eller bålfragment. Vid de pålavningsförsök som jag utfört och för vilka redogöres längre fram (avd. 8) gjorde jag den iakttagelsen, att det på de vanligen mer eller mindre hängande undre grenarna i grankronorna är mycket lättare att få den vita laven att fastna än den svarta. Den förras tågor äro böjligare, smidigare, kila sig lättare in mellan barren och fastna effektivt på kvistarna. Man behöver blott lägga tussar av den vita laven helt löst omkring eller ovanpå kvistarna, efter första regn har lavpåhänget kilat och snott sig fast och ser fullt naturligt ut. Ej så med den svarta laven. För att den skall sitta kvar ordentligt måste man linda den rätt stadigt om- kring kvistarna och med konst kila in den mellan barren. Nu äro som be- kant kvistarna i kronans topp av en annan typ än längre ned, spärrgrenigare

och vågräta eller uppstigande, och barren grövre, mer utspärrade och i allmänhet något glesare ställda. Troligen har den svarta laven här lättare att fastna. Vad tallen beträffar, påminner ju dess arkitektur genomgående mera om de spärriga toppkvistarnas hos granen än om de hängande undre grenarnas. Det synes alltså blott behöva antas, att den svarta laven, om den infinner sig, kan konkurrera ut den vita, för att fördelningen av lavarna skall kunna förklaras av spridnings- och vidfästningsförhållanden.

Alla iakttagare äro ense om, att hänslavarna företrädesvis förekomma på oväxtliga, halvdöda eller döende träd. Å andra sidan bruka lavarna som även redan anmärkt i litteraturen finnas rikligare på halvdöda träd än på alldeles döda och torra. Orsaken till det sistnämnda förhållandet kunde sökas i att en större luftfuktighet bör stå till buds i de ännu levande trädens kronor än i de alldeles torra kronskeletten. Dessutom kan man även i detta fall tänka på vidfästningsförhållanden. Lavarna äro enligt mina iakttagelser (se nedan, avd. 3) till större delen fästade vid kvistarna på så sätt att deras grenar äro inkilade mellan barren. Det är alltså huvudsakligen barren som hindra lavtöarna att slitas av genom blåst och regn, och det synes ganska förklarligt, att lavarna ha svårare att hålla sig kvar på alldeles barrfria grenar.

Riktigt växtliga träd bruka vara så gott som lavfria även om de stå alldeles intill andra starkt lavbehängda (jfr fig. 2; den laviga granen är här alldeles död). Likaså är det ytterst sällan man ser några lavar på låga träd, under 3 à 4 m höjd, hur deras tillstånd f. ö. är (jfr ungdomarna i förgrunden fig. 11 nedan, avd. 9). Under denna höjd gäller ej den parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt som man eljes kan iakttaga; även de uslaste exemplar, t. ex. hundraåriga marbuskar av 1 à 2 m höjd, bruka vara fullständigt lavfria.

Sambandet mellan lavighet och dålig tillväxt för de högre träden kan naturligtvis bero på en skadlig inverkan från lavarnas sida på de laviga granarna, men det kan också bero därpå, att endast de dåligt växande granarna bli angripna av lavar. Detta är en punkt, som kommer att sysselsätta oss i det följande.

Att alla träd under en viss höjd bruka vara lavfria torde böra förklaras som betingat av spridningsförhållanden. Jägmästare K. GRAM meddelade mig, att enligt hans iakttagelser lavarna framförallt synas sprida sig på eftervintern, då man ser stora mängder av dem ligga och blåsa omkring på snön. Men vid denna tid skyddas småträden ännu av ett tjockt snötäcke.

### 3. Till de laviga grankvistarnas morfologi.

Den svarta laven angriper som nämnt med förkärlek de spärrgreniga kvistarna i kronornas toppar. Beträffande den vita laven däremot, som



Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 46.

Fot. L.-G. Romell 1919.

Fig. 2. Ensam död lavig gran bland växtliga lavfria.  
Tote flechtenbefallene Fichte unter lebenden flechtenfreien. — Krp. Kulbäcksliden, Degerfors, Vb.



Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 17.

Fot. L.-G. Romell 1919.

Fig. 3. Lavkvist av hängtyp.  
Flechtenbefallener Zweig von hängendem Typus. — Näsland, Degerfors, Vb.

behärskar området i de undre kronskikten, gäller det att lavangreppet blir särskilt kraftigt eller åtminstone ser farligast ut å hängande kvistar som den å fig. 3. Å kvistar av hängtyp är det vanligt att finna även årsskotten insnärjda i lavar, hos kvistar av vågrät typ är det sällsynt. Förklaringen är säkert helt enkelt den, att hos de förra årsskotten växa rätt in i de nedhängande lavtottarna, medan de hos de senare växa rätt ut och ha mycket större utsikter att undvika att komma i kollision med dem.

Hos grenar, angripna av den vita laven, är det ej ovanligt att se en utbildning av kvistsystemet i två våningar, en övre, relativt föga lavbesvärad och mer vågrät, en undre, mer hängande, lavig och tynande. Man får det intrycket, att grenen råkat ut för ett lavangrepp och räddat sig genom att utveckla ett övre skottsystem, medan det gamla undre dödats av laven. Det är emellertid alls ej säkert, att detta intryck är riktigt. Dylik våningsbildning förekommer även utan något lavangrepp, och vidare kommer, som nyss nämnt, om en dylik gren med dels hängande, dels vågräta skottsystem angripes av lavar, lavbehängningen av rent mekaniska skäl att se svårare ut å de hängande kvistarna.

Vid försiktig fripreparering av lavarna från av den vita laven angripna kvistar<sup>1</sup> har jag städse funnit endast en obetydlig del vidfäst med häftskivor, som vanligast sitta på de upphöjda bladkuddarna strax basalt om ett barr. Större delen av lavarna äro endast upphängda intrasslade bland barren och alltså att beteckna som vandrande epifyter eller grenförna för att använda en term som jag hört uppgivas användas av prof. SERNANDER. Vidfästa har jag endast funnit lavarna å skottleder äldre än 4—5 år. Likväl äro ej sällan t. o. m. sommarens årsskott omspunna med lavar. Detta inträffar som ovan nämnt lättast och oftast på hängande kvistar.

Vad den svarta laven beträffar, så skall den enligt uppgifter i litteraturen (se SERNANDER 1901, 1922) bilda häftskivor från grenspetsarna, medels vilka påblåsta lavtottar alltså aktivt skulle kunna fästa sig vid underlaget. Å spontant med svartlav bevuxna kvistar kom jag ej att utföra några preparationsförsök, men å kvistar, som jag behängt med svartlav, har jag efter 2 år förgäves sökt efter några häftorgan, varmed de påhängda lavarna fäst sig vid underlaget.

#### 4. Tänkbara sätt för skadlig inverkan av lavarna och möjligheter till experimentell prövning.

Hur det än må förhålla sig med svartlavens hapterer och vilken biologisk roll dessa må spela, torde man få utgå ifrån att även för denna

<sup>1</sup> Vid detta tålamodsarbete hade jag mycket god hjälp av min hustru.

lav en direkt parasitism är utesluten. Haptererna äro såvitt man känner rena häftorgan; de därifrån utgående hyferna tränga visserligen ned i och utfylla befintliga småsprickor och fördjupningar i barken, men något som antyder att de fungera som något slags haustorier är ej känt.

En direkt skadlig inverkan av lavtäcket på träden är likväl tänkbar, på flere olika sätt. Lavtäcket bör först och främst nedsätta assimilationsintensiteten hos de därav beskuggade barren. Det kan vidare nedsätta transpirationen. Det är även möjligt att lavarna hindra den normala utvecklingen av knoppar och skott, dels på grund av en kemisk inverkan av ur laven extraherade ämnen, dels rent mekaniskt. En mekanisk skada är även tänkbar under den form, som HOLMERZ & ÖRTENBLAD föreställde sig, nämligen så att barren genom friktionen mot de omspinnande lavtrådarna vid kvistarnas svajande för vinden försättas i ett sjukligt tillstånd, avlossas eller lösslitas.

Efter vad jag kan se, äro med den givna uppräknigen möjligheterna för en skadlig inverkan från lavens sida uttömda, om en direkt parasitism får anses utesluten. Det experimentella arbetet inriktades därför på en prövning av dessa olika punkter, med utgångspunkt från följande resonemang.

Lavarnas skadliga inverkan kan antingen ha en lokal eller diffus karaktär, d. v. s. antingen yttra sig i påtagliga förändringar hos de angripna kvistarna eller ock orsaka en allmän nedsättning i trädets vitalitet, som ej behöver märkas lokalt, t. ex. genom en måttlig nedsättning av assimilationsintensiteten. Först ansåg jag det lämpligt att undersöka, om den parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt, som man kan iaktta för hela träd, även gäller i detalj för mer eller mindre laviga skottspetsar å samma träd. Om en påtaglig korrelation då skulle visa sig, bevisar detta visserligen ingenting om kausalsammanhanget, men man kan säga så mycket, att om denna parallellism beror på en direkt skadegörelse från lavarnas sida, bör denna kunna konstateras genom direkta belavningsförsök å enskilda kvistar. En mekanisk skada bör även visa sig vid dylika försök. Om lavarnas roll som skadegörare vore huvudsakligen den, att de orsakade en allmän nedsättning i trädets vitalitet, borde storleken av denna inverkan kunna i någon mån bedömas genom jämförande assimilations- och transpirationsmätningar, i den mån den beror på hämning av dessa processer. Skulle den däremot sammanhänga med någon slags kemisk inverkan, som är för svag att låta sig påvisas lokalt vid belavningsförsök med enskilda kvistar, så blir denna effekt mycket svår att komma åt experimentellt; man finge då tillgripa belavningsförsök eller besprutning med lavinfusion under längre tid å hela träd. Sådana försök har jag ej kunnat tänka på att utföra, men eljes har jag prövat alla de olika angivna vägarna.



### 5. Samband mellan lavighet och skottutveckling för enskilda skottleder.

För att utröna, om en parallellism i detalj kan påvisas mellan lavighet och skottutveckling utförde jag en liten statistisk undersökning, som tillgick sålunda. Av laviga granar insamlades i juli—aug. 1919 på måfå från olika lokaler i trakten av Kulbäcksliden och Näsland, Degerfors socken, Vb., en del kvistar mer eller mindre beklädda med den vita laven. Av materialet användes för statistiken endast kvistar, där somliga knoppar skjutit, andra ej. Dessa kvistar, summa 21 stycken, hade 337 skottspetsar, för vilka dels lavigheten hos den yttersta skottleden näst årsskottet (om sådant fanns) uppskattades i en femgradig skala, från 0 = intet till 4 = starkaste lavpåhänge, dels antecknades, huruvida spetsknoppen skjutit under sommaren.

Materialet fördelade sig som tabell 2 visar.

*Tabell 2. Samband mellan lavighet och skottskjutning.*  
Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Spriessen der Apikalknospe.

Lavighet Stärke der Flechtenbedeckung	Antal skottspetsar där spetsknoppen Anzahl Sprossspitzen wo die Apikalknospe	
	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gesprossen
0 .....	56	33
1 .....	44	60
2 .....	16	56
3 .....	8	56
4 .....	2	6

Tabellen visar en tydlig negativ korrelation mellan lavighet och skottskjutning. I det undersökta materialet äro, trots utgallringen från början av alla kvistar, där alla eller inga knoppar skjutit, mycket olika grader av livskraftighet företrädda. Procenttalet av knoppar som skjutit varierar för de olika kvistarna mellan 8 och 56. För att se om korrelationen minskas, om man gör statistiken på ett likformigare material, gjordes en uppdelning i tre grupper efter det olika relativa antal knoppar som skjutit, varvid första gruppen fick omfatta kvistar, där under 30 %, andra gruppen där 30—49 % och tredje gruppen där över 50 % knoppar skjutit. I varje grupp kommo 7 kvistar med resp. 114, 121 och 102 skottspetsar.

Tab. 3. Samband mellan lavighet och spetsknoppens utveckling inom kvistgrupper med olika % skjutna knoppar.

Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Spriessen der Apikalknospe innerhalb drei Gruppen von Ästen, mit verschiedenem % gesprossenen Knospen.

Lavighet Stärke der Flechten- bedeckung	Grupp 1 (8—22 %)		Grupp 2 (32—47 %)		Grupp 3 (50—56 %)	
	Antal knoppar som Anzahl Knospen die		Antal knoppar som Anzahl Knospen die		Antal knoppar som Anzahl Knospen die	
	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gespr.	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gespr.	skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gespr.
0 .....	9	21	20	7	27	4
1 .....	0	27	23	21	21	12
2 .....	2	22	11	17	3	17
3 .....	4	23	2	19	2	14
4 .....	1	4	0	1	1	1

Tabellen visar, att korrelationen är kvar efter uppdelningen i grupper, och knappast ens svagare än förut (att närmare bestämma korrelationens styrka genom att uttrycka den talmässigt, t. ex. genom värdet på en korrelationskoefficient, är knappast lämpligt eller ens tillåtligt, då lavighetsskalan grundar sig på en skattning och ej på en definierad måttenhet). Det synes alltså föreligga ett tydligt samband i detalj mellan lavighet och skottskjutning, gällande t. o. m. för de enskilda skottspetsarna. Ett dylikt samband bevisar naturligtvis lika litet som det samband som den direkta iakttagelsen i naturen synes angiva mellan lavigheten och tillväxten för hela träd någonting om kausalsammanhanget. Det kan lika väl vara så att träden resp. skottspetsarna äro laviga, därför att de äro svaga, som så att de äro svaga, därför att de äro laviga.

En möjlighet till närmare analys för skottspetsarnas vidkommande av sambandet föreligger därigenom, att vid statistikens uppgörande för de knoppar, som ej skjutit, antecknades om de ännu voro levande eller ej. Sambandet med lavigheten för fördelningen på de tre sålunda uppkommande kategorierna och för alternativet levande—döda knoppar framgår av tab. 4.

Som man ser, är skillnaden mellan första och andra kolumnen i tab. 4 med avseende på fördelningen på olika lavighetsklasser helt obestämd, medan en påtaglig skillnad visar sig mellan den andra och den tredje kolumnen. I överensstämmelse härmed visa de två sista kolumnerna i tab. 4 en stark korrelation med lavigheten för alternativet levande—döda knoppar, starkare än tab. 2 och 3 visa för alternativet knopparna skjutit—ej skjutit.

Sambandet mellan lavighet och skottutveckling för enskilda skottleder

Tabell 4. Samband mellan lavighet och spetsknoppens liv och utveckling.  
Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Lebendsein wie Spriessen der Apikalknospe.

Grupp Gruppe	Lavighet Stärke der Flechten- bedeckung	Antal knoppar som Anzahl Knospen die			Antal skottspetsar med knoppen Apikalknospe	
		skjutit gesprossen	ej skjutit nicht gesprossen		levande lebend	död tot
			knoppen lever Knospe lebt	knoppen död Knospe tot		
1	0	9	15	7	24	7
	1	0	14	13	14	13
	2	2	12	10	14	10
	3	4	10	13	14	13
	4	1	2	2	3	2
2	0	20	6	1	26	1
	1	23	15	6	38	6
	2	11	6	11	17	11
	3	2	3	16	5	16
	4	0	0	1	0	1
3	0	27	3	1	30	1
	1	21	3	9	24	9
	2	3	1	16	4	16
	3	2	1	13	3	13
	4	1	1	0	2	0
1—3	0	56	24	9	80	9
	1	44	32	28	76	28
	2	16	19	37	35	37
	3	8	14	42	22	42
	4	2	3	3	5	3

beror alltså på att skottspetsar med döda spetsknoppar av en eller annan anledning ofta äro starkt laviga, medan endast en obeständ-obetydlig skillnad med avseende på lavighet förefinnes hos skottspetsar med levande spetsknoppar mellan sådana, där knoppen skjutit, och sådana, där den ej skjutit. Detta resultat synes mig starkt tala för, att det samband som finnes ej beror på någon primär skada från lavarnas sida. Om orsaken till sambandet vore en skada från lavens sida av den art som den direkta iakttagelsen i lavskogarna synes ge vid handen och som beskrivits av författare som äro övertygade om lavtäckets stora skadlighet, nämligen en småningom skeende allmän försvagning av de lavangripna skotten, skulle man vänta sig en stark korrelation med lavig-

heten hos skottspetsar med ännu levande knoppar för alternativet skjutit —ej skjutit. En dylik visade sig ej.

De laviga skottspetsarna med döda spetsknoppar äro alltså sannolikt laviga därför att spetsknoppen är död, och ej tvärtom. Det är uppenbarligen möjligt, att det samband, som man iakttagit mellan lavighet och dålig tillväxt och i allmänhet ett dåligt tillstånd hos hela träd är av samma natur. Av rent spridningshistoriska skäl böra skottspetsar, där spetsknoppen är död, som alltså ej kunna skjuta några årsskott och där därför medelåldern för den yttersta skottleden måste vara större än för den yttersta eller näst yttersta skottleden hos skott med levande spetsknopp, vara lavigare än sådana, där spetsknoppen lever. Lavarna ha ju haft längre tid på sig att infinna sig. Vidare bruka utväxande årsskott i stor utsträckning kamma av de lavar, som kommit på skottspetsen (jfr nedan, avd. 8). Skott, som skjuta årsskott, rensa sig alltså i viss mån själva från lavar. Det är klart, att redan av dessa skäl degenererade, döende träd med en stor procent döda, överksamma skottspetsar böra bli lavigare än växtliga, och det är möjligt, att detta är hela orsaken till sambandet mellan lavighet och dåligt tillstånd hos träden.

Om emellertid det statistiskt funna sambandet i detalj mellan lavighet och dålig skottutveckling har sin orsak i en primär skadegörelse från lavarnas sida, så är det tydligt, att denna skadegörelse skall låta sig påvisas genom pålavningsförsök med enskilda kvistar, då dess verkan måste vara helt lokal.

## 6. Hänglavarnas inverkan på transpirationen.

De metoder som finnas för att bestämma växters och växtdelars transpiration grunda sig antingen på en direkt bestämning, t. ex. genom vägning, av det avdunstade vattnet eller ock på en bestämning av den mängd vatten som växten, kvisten etc. upptar för att ersätta det avdunstade vattnet, s. k. potometriska försök. Avdunstningen och uppsugningen av vatten äro visserligen ingalunda i varje ögonblick lika stora (jfr t. ex. MONTFORT 1922), blott i stort sett äro de upptagna och avgivna mängderna överensstämmande.

Då det för den föreliggande undersökningen för mig gällde att arbeta med laviga kvistar, erbjöd potometermetoden bestämda fördelar. Om man direkt bestämmer det av en lavig kvist under en viss tid avdunstade vattnet, så vet man ej, om detta är den verkliga av trädkvistens själv avgivna mängden, ty vattnet kan ha delvis levererats av lavarna, eller ock kan det man bestämmer vara skillnaden mellan kvistens avdunstning och lavarnas upptagning av vatten. För att någon av de direkta metoderna skall ge riktiga resultat fordras tydligen att lavbetäckningen

under försöket varken avger eller upptar vatten, och detta är ej lätt att realisera på grund av lavarnas hygroskopicitet och stora yta. Jag ansåg under sådana förhållanden potometrisk bestämning bättre och säkrare. Den frånvaro av fullständig överensstämmelse i varje ögonblick mellan avdunstning och vattenupptagning, som man måste räkna med som en felkälla vid denna metod, visar sig i försöken som en viss tröghet och eftersläpning i utslagen, men eftersom lavarna ej stå i förbindelse med kvistens vattenledningbanor, är man åtminstone säker, att de utslag man får peka i rätt riktning, vilket man däremot ej kan vara vid användning av någon av de direkta metoderna. Om jag t. ex. först bestämmer en normal lavfri grankvists transpiration genom vägning och därefter hänger på lavar för att studera deras inverkan, så komma lavarna, om de före försöket voro torra, att ta åt sig en del av det avdunstade vattnet, vilket orsakar en skenbar transpirationsminskning, om transpirationen fortfarande bestämmes genom vägning; i själva verket kanske kvistens transpiration var oförändrad. Om lavarna voro våta, komma de i stället att under försöket avdunsta vatten, och man får en skenbar hög transpiration eller rent av ökning av transpirationen, fastän grankvisten själv kanske ej avgivit något vatten alls.

Jag tillgrep alltså potometermetoden. Principen för denna metod är att det transpirerande systemet — kvisten, plantan — får suga vatten ur ett kärl, som är fullständigt vattenfyllt och slutet så när som på ett kapillärrör, där vätskeminskningen i kärlet kan avläsas på en skala. Mina försök utfördes på för dylika försök brukligt sätt och med iakttagande av de vanliga försiktighetsmått. Å den först under vatten avskurna grankvisten till försöket slätputsades barken noggrant och försiktigt runt om ett stycke från nederänden, en genomborrad gummipropp, uttänjd över en korkborr, sköts över och sattes på så att den slöt till vid det putsade stället, och sedan kvisten under vatten försetts med en frisk sned snittyta sattes gummiproppen med isittande kvist på sin plats i det vattenfyllda potometerkärlet. Därefter utdrevos de sista luftblåsorna ur detta och vätskeytan i kapillären ställdes vid skalans början, varpå försöket kunde börja. Under försökets gång kunde vid behov vätskeytan i kapillären flyttas tillbaka till skalans början genom insläppning av vatten genom ett sidorör, varefter avläsningarna omedelbart kunde fortsätta. Kvistarna undersöktes hängande. Försöken utfördes inomhus vid ett ljust fönster i en gård i Näsland, Degerfors socken.

Lavarnas inverkan på transpirationen undersöktes på två sätt, dels genom att avlava från början laviga kvistar, dels genom pålavning av från början lavfria.

Försök 1, 30. VII. 1919. 45 cm lång, starkt lavig kvist (lavighet 4) av hängtyp från lavig gran, krp. Kulbäcksliden. Alla transpirerande delar fullständigt omspunna av lavar (*Alectoria sarmentosa*, liksom i alla försöken). Grenen, på vilken kvisten satt, togs hem den 29. VII och stod i vatten inne över natten. Lavarna torra. — Efter 1 tim. transpiration i potometer befriades kvisten från lavar, varvid 3 levande barr avbrötos (totalantal barr å kvisten c:a 1300). Sedan fortsatt observation 2 tim. Resultatet är grafiskt framställt i fig. 4, kurva I.

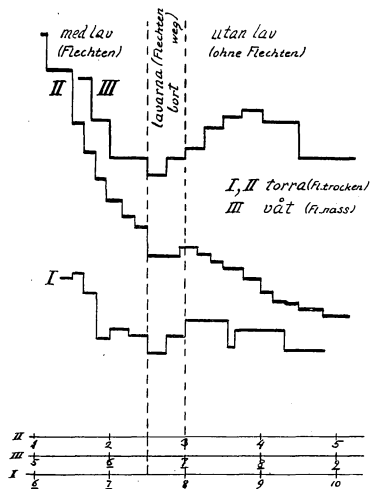


Fig. 4. Potometerkurvor, försök 1—3.  
Potometerversuche 1—3, graphisch.

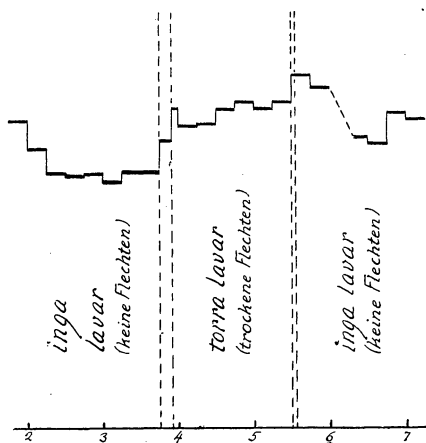


Fig. 5. Potometerkurva, försök 4.  
Potometerversuch 4, graphisch.

Försök 2, 1. VIII. 1919. Lavig kvist (lavighet 3), mellanform mellan hängtyp och 2-skiktad, från gren av lavig gran å Kåtaåsen, som hemförts den 31. VII och stått i vatten över natten. Lavarna torra. — Efter 1½ tim. transpiration å potometer befriades kvisten från lavar; omkring 200 mer eller mindre gröna barr medföljde vid operationen (totalantal barr å kvisten 4500). Därefter 2 tim. fortsatt försök. Resultat, se kurva II, fig. 4.

Försök 3, 2. VIII. 1919. Kvist med lavighet 4 av lavig gran, alla transpirerande kvistar mer eller mindre omspunna av lavar. Kvisten hämtad samma morgon nära Granängesmyran, mellan Näsland och Kulbäcksliden. Föregående dag ihållande duggregn, men då kvisten hämtades, voro lavarna redan för känseln alldeles torra. Före försöket blöttes hela kvisten i vatten, så att lavarna voro alldeles våta. — Efter 2 tim. observation avlägsnades lavarna, varvid 12 levande barr medföljde (totalantal barr å kvisten c:a 1300). Fortsatt observation 2½ tim. Resultat, se kurva III, fig. 4.

Försök 4, 4. VIII. 1919. Normal, lavfri grankvist, tagen i svagt regn sent på kvällen 3. VIII. — Efter 2 tim. observation behängdes kvisten med lavar, så att den såg ut som en kvist av lavighet 4. Efter 1½ tim. lavar avlägsnades, observation ytterligare 1½ tim. Resultat, se fig. 5.

Försök 5, 5. VIII. 1919. Samma kvist som föregående med ny snittyta. — Efter omkring 1 tim. observation behängdes kvisten ånyo med torra lavar

till lavighet 4 (alla småkvistar ordentligt insvepta i lavar runtom). Efter  $\frac{3}{4}$  tim. lavarna bort. Efter 1 tim. våta lavar omlindade. Efter 3 tim. lavarna bort. Efter 2 tim. kvisten helt nedsänkt i vatten. Fortsatt observation 3 tim. Resultat se fig. 6.

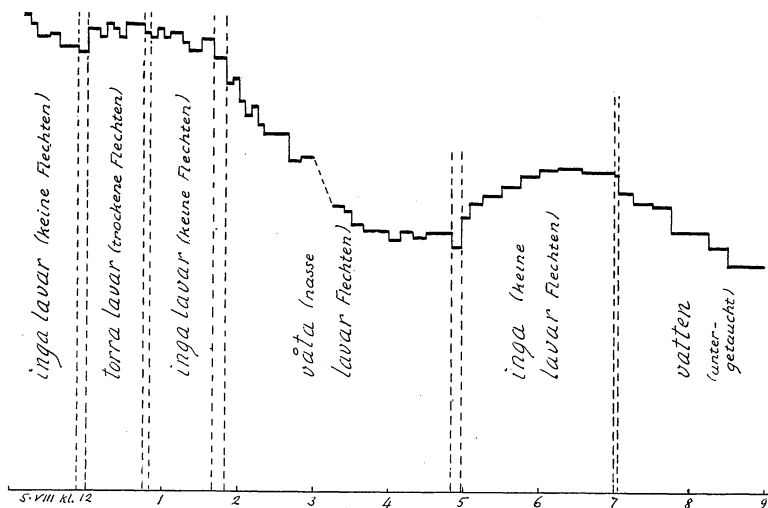


Fig. 6. Potometerkurva, försök 5.  
Potometerversuch 5, graphisch.

Vid en granskning av kurvorna, som återge försöksresultaten, lägger man först och främst märke till en genomgående ganska stark sjunkande tendens. Detta är ett fenomen, som mycket ofta visar sig i potometerförsök, och som beror på att snittytan småningom tillstoppas. I de föreliggande försöken synes den sjunkande tendensen anmärkningsvärt stark jämfört med vad som brukar vara fallet hos goda objekt för potometerförsök, vilket antagligen sammanhänger med hartsavsöndringen från snittytan. Detta kurvornas allmänna sjunkande utgör en svårighet vid bedömningen av på- resp. avlavningens inverkan på transpirationen. Man kan knappt hålla sig till de absoluta värdena, utan måste döma efter kurvans riktning. Ofördelaktig är vidare av samma skäl den tröghet, som enligt vad vi redan ovan nämnt kännetecknar det potometriskt mätta reaktionsutslaget vid en förändring i transpirationen. Man ser t. ex. av fig. 6, att potometerkurvan ingalunda snabbt går ned till 0, när hela kvisten doppas ned i vatten och transpirationen sålunda fullständigt stoppas; den sjunker blott ganska långsamt.

Emellertid torde av försöken framgå, att även ett mycket kraftigt täcke av torra lavar under de betingelser som gällde vid försöken ej nedsätter grankvistarnas transpiration. En behängning med torra lavar synes tvärtom ofta ökat transpirationen (figg. 5 och 6). En dylik effekt

skulle i de föreliggande försöken kunna förklaras därigenom att de torra lavarna uppta vatten ur luften och på så sätt åstadkomma en nedsatt luftfuktighet i barrens omgivning. Dessutom tycks en annan sak i någon mån ha spelat in. Man ser av fig. 5 hur i försök 4 såväl på- som avlavningen åstadkommit en snabb ökning av transpirationen. Detta tyder på en inverkan av den mekaniska behandlingen av kvisten under själva operationen (på- resp. avlavningen), en inverkan som dels kan bero på ett hastigare ombyte av luftskiktet närmast barren, dels på att hanterandet med kvisten utlöst en retningsreaktion hos barrens klyvöppningar.

Å andra sidan visar sig, som man kunde vänta, en betäckning av genömlöta lavar nedsätta transpirationen lika kraftigt som en neddopning av hela kvisten i vatten (fig. 6, jfr även kurva III fig. 4).

Om man vill söka tillämpa dessa försöksresultat på förhållandena ute i naturen, måste man å ena sidan tänka på att försöken utfördes inomhus, alltså i nästan stilla luft, och följaktligen ej ge någon upplysning om lavarnas transpirationsnedsättande effekt i luft i rörelse. Att luftdrag mycket kraftigt ökar transpirationen vet man, och att lavbehängningen bör åstadkomma ett visst vindskydd är ganska säkert. För att undersöka möjligheterna att uppskatta styrkan av denna inverkan under naturliga förhållanden gjorde jag år 1920 ett par transpirationsförsök i det fria (denna gång medels vägning) men fick så oerhört varierande värden, att resultatet ej inbjödo till fortsatt arbete. För att exakt utreda lavarnas transpirationshämmande verkan i luft i rörelse skulle man helt säkert behöva arbeta med under varje försök konstanta och kända vindstyrkor; en dylik undersökning bleve både dyrbar och arbetsam. Samma är f. ö. fallet i fråga om vindens inverkan på den normala transpirationen, varom man vet ytterst litet kvantitativt. Om Skogsförsöksanstalten någon gång kommer att fysiologiskt angripa frågan om vindens transpiration-ökande inverkan för våra skogsträds vidkommande, så kan därvid lämpligen som en biuppgift lavarnas vindskyddande roll utredas. Att igångsätta en så omfattande undersökning speciellt för lavfrågan hade däremot varit olämpligt.

För närvarande kan man alltså angående lavarnas inverkan på transpirationen säga 1) att lavarna (*Alectoria sarmentosa*) ej synas minska transpirationen i stilla luft, om de äro torra; 2) att laviga kvistars transpiration i luft i rörelse sannolikt är lägre än lavfria kvistars med motsvarande exposition, men att hämningens styrka ej låter sig uppskattas; 3) att våta hänglavlar åstadkomma en mycket stark hämning av transpirationen.

Beträffande den ekologiska betydelsen för granarna av lavarnas inverkan i detta fall är det svårt att yttra sig. Jag skulle vilja hänvisa till att även om vi exakt kände den primära transpirationshämmande



effekten av ett visst lavtäckte vid olika vindstyrkor, så skulle den biologiska tolkningen av dessa siffror ändock ej vara så lätt. Vattnet är växternas viktigaste näringsämne, som de emellertid äro tvungna att slösa med för att kunna skaffa sig och producera andra nödvändiga näringsämnen — så kan man kort uttrycka det komplicerade sambandet mellan transpiration, näringsupptagande och assimilation. Vattenbrist är därför för växterna en fara, lika närliggande som ödesdiger. I överensstämmelse därmed är klyvöppningssystemet, varmed växterna kunna reglera sin transpiration, en mycket känslig mekanism. Enligt till större delen opublicerade undersökningar av doc. M. G. STÅLFELT (jfr emellertid STÅLFELT 1921 s. 247—249 och s. 268), av vilka han välvilligt tillåtit mig att på detta sätt antydningssvis meddela några resultat, är även hos våra barrträd klyvöppningssystemet mycket känsligt och reagerar mycket snart för överbelastning, Sålunda stängas klyvöppningarna mycket snart vid blåst. Det ginge sålunda ej an att direkt översätta de värden man experimentellt fått på den primära transpirationshämningen genom ett lavtäckte i en motsvarande effektiv hämning av transpirationen under naturliga förhållanden vid motsvarande vindstyrka. En hel mängd faktorer komma att spela in, bl. a. en tidsfaktor, och det är alls ej otänkbart, att ett träd med ett visst vindskydd, t. ex. av lavar, under en blåsig dag kan komma att transpirera sammanlagt mera och framförallt jämnare och på ett ekologiskt fördelaktigare sätt än ett träd utan detta vindskydd.

Vad beträffar den ekologiska betydelsen av den väl så gott som fullständiga transpirationshämning som ett vått lavtäckte åstadkommer, så måste anmärkas, att så länge regn, fuktig dimma etc. varar transpirationen i alla händelser är minimal, även utan lavar, samt vidare att hänslavarna torka ytterst hastigt, när det torkar upp. Jag har t. ex. iakttagit att hänslavarna på granarna redan känts alldeles torra på morgonen efter ett dygn med dagsregn in på natten, medan samtidigt t. ex. blåbärsriset i marktäcktet ännu varit drypande vått.

Ett exakt motiverat sammanfattande omdöme om den biologiska roll som hänslavarnas inverkan på transpirationen hos de lavbehängda granarna spelar, är jag med hänsyn till allt det anförda ej i stånd att prestera, men det kanske får tillåtas mig att som min personliga uppfattning framhålla, att denna roll torde vara obetydlig.

#### 7. Hänslavarnas inverkan på assimilationen.

De metoder för mätning av assimilationsintensiteten, som finnas, grunda sig på en bestämning antingen av den vid processen förbrukade kolsyran eller ock av de bildade assimilaten. Vid metoderna av den första gruppen måste

man låta objektet assimilera i en gaskammare, vars kolsyrehalt mätes före och efter försöket. Bestämmer man däremot de bildade assimilaten, så behövs ingen gaskammare, utan objekten kunna få assimilera i sitt naturliga läge och i sin naturliga omgivning och sedan hemföras till analys på laboratoriet. Om man gör så och därvid låter assimilationsorganen under försöket sitta kvar på växten, är det emellertid icke organens totala assimilation man mäter, utan mängden bildade assimilat minskad med mängden bortledda. För frågan om hänslavarnas inverkan på granens assimilation vore det naturligtvis mest upplysande att jämföra den totala assimilationen hos barr med och utan lavbeskuggning. Jag gjorde emellertid bestämningarna å barr som assimilerat sittande på sin plats å trädet, detta för att så litet som möjligt rubba de naturliga förhållandena. För bestämningen valdes en metod som grundar sig på analys av de bildade assimilaten. Detta skedde dels av praktiska skäl, dels för att komma ifrån de störningar från lavens sida som man kan vänta vid försök i gaskammare (genom lavens assimilation och sorption; särskilt att frukta: frigöring under försöket från lavarna av sorberad kolsyra).

Den använda metoden för bestämning av assimilaten grundar sig på titrimetrisk bestämning (BERTRAND 1906) av den kopparoxidul som kolhydraten reducerar ut ur Fehlings lösning, sedan de genom inversion med saliv (GAST 1917) och hydrolys med svavelsyra (KYLIN 1918) överförs i reducerande socker. Metoden beskrives hos STÄLFELT 1921 (s. 226—227).

De kurvor, varå analyserna utfördes, insamlades å Kulbäckslidens krp. i Degerfors vid olika tillfällen 27 juli—8 aug. 1919, på eftermiddagen eller kvällen. Proven togos från lavgrenar med för de båda lavarerna typiskt utseende och plats å trädet, svartlavsproven sålunda från toppen (fig. 1, se ovan avd. 2, visar en dylik, från vilken barrprov togs), vitlavsproven från grenar i kronans undre del. Ståde togos parallellprov, alltså förutom så starkt som möjligt lavbeskuggade barr (lavighet 4 hos kvistarna), även obeskuggade barr från kvistar å samma gren eller trädtopp, med så lika exposition och plats i skottsystemet som möjligt. Även tillsågs, att i parallellproven barren härstammade från olika gamla skottleder i samma proportion. För varje sats barr från en lavbeskuggad fjolårsled samlades sålunda för parallellprovet barrsatsen från en obeskuggad fjolårsled o. s. v. Barren dödades så snart som möjligt efter insamlingen genom att upphettas till 100° under 15 minuter och utbreddes därefter till torkning inomhus, skyddade för sol. Analyserna utfördes sedan i laboratoriet å Skogsförsöksanstalten i oktober—november.

De utförda analyserna gävo följande värden:

Tabell 5. Halt av till reducerande socker hydrolyserbara kolhydrater hos lavbeskuggade och obeskuggade kvällsprov av granbarr; mg hexos pr g torrsvikt.

Gehalt an zu reduzierendem Zucker hydrolysierbaren Kohlehydraten in Abendproben von Fichtennadeln, mit und ohne Flechtenbeschattung; mg Hexose pro g Trockengewicht.

Prov n:r Probe Nr	Beskuggade barr Beschattete Nadeln	Obeskuggade barr Unbeschattete Nadeln	Anmärkingar Bemerkungen
1 .....	102,8	85,6	A. sarmentosa
2 .....	101,4	95,6	A. Fremontii
3 .....	134,0	110,0	» »
4 .....	126,0	131,4	A. sarmentosa

Analyserna gävo således det högst överraskande resultatet, att de beskuggade barren vid slutet av dagens assimilationsarbete visade större halt än de obeskuggade av hydrolyserbara kolhydrater. Gåtan fick sin lösning genom undersökningar som ungefär samtidigt utfördes å Skogsförsöksanstalten av doc. STÅLFELT, varvid han med samma metod som den av mig använda fick större kolhydratshalt hos barr som 10 timmar hållits i mörker än hos parallellproven som samtidigt varit utsatta för ljuset. Förhållandet måste vara det, att hos barren det vid assimilationen bildas någon mellanprodukt — glykosid el. dyl. — som ej kan hydrolyseras till hexos genom behandling med saliv och svavelsyra, men som däremot i förmörkade levande barr avspjälkar socker (jfr STÅLFELT 1921 s. 242). Den använda analysmetoden är alltså oanvändbar för granbarr.

De utförda kolhydratsbestämningarna lämna alltså tyvärr ingen som helst upplysning för bedömning av lavarnas inverkan på assimilationen. Att ett lavtäckte, särskilt ett av den svarta laven, måste verka assimilationshämmande, är emellertid ganska säkert, då den beskuggning de åstadkomma är högst betydande och granens ljus-assimilationskurva synes stiga ända upp till fullt zenitsommarljus (STÅLFELT 1921). Den bästa vägen till en kvantitativ skattning av denna hämning torde, då de vanliga metoderna för direkt bestämning av assimilaten äro oanvändbara, vara att medels ljusmätningar bestämma ljusförlusterna på grund av lavbetäckningen och sedan räkna sig till assimilationshämningen medels en ljusassimilationskurva upprättad på vanligt sätt med en gasanalytisk metod för lavfria kvistar av i övrigt med lavkvistarna jämförbart material. Den första av dessa uppgifter är svår bl. a. på grund av bristen på en lämplig ljusmättningsapparat. För den andra däremot är vägen utstakad, ja genom STÅLFELTS arbeten ha vi redan en viss kunskap om ljusassimilationskurvans utseende för sydsvensk gran, låt vara ännu så länge endast orienterande, bl. a. på grund av vanskligheten med ljusmätningen.

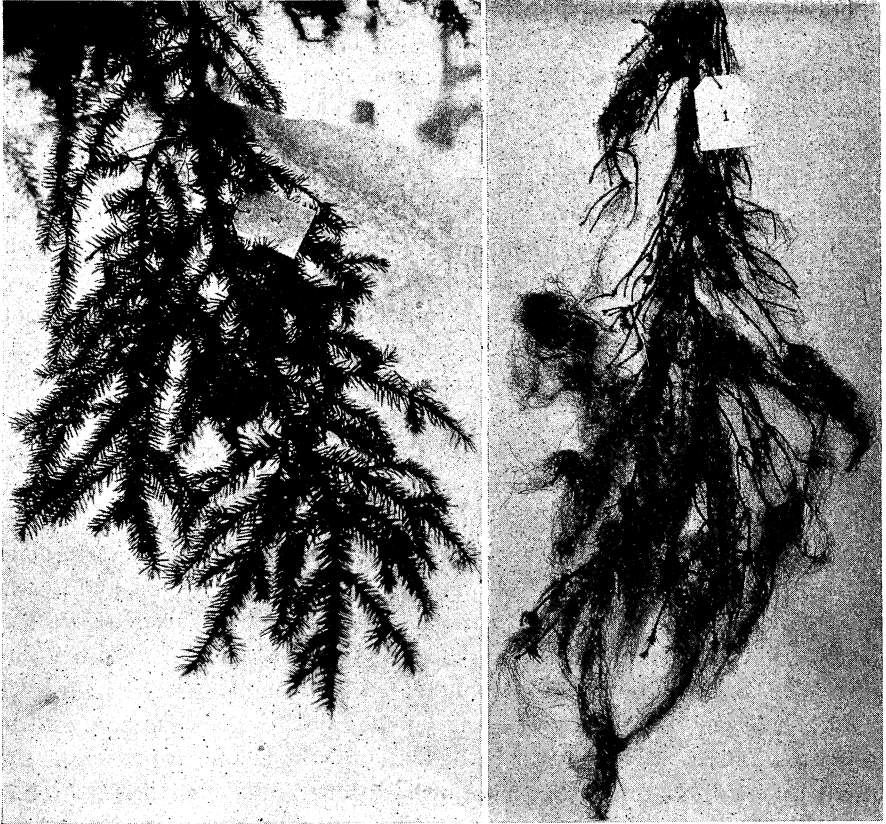
Problemet ligger alltså analogt med frågan om lavarnas inverkan på transpirationen och likadant som de flesta problem som beröra skogsträdens fysiologi, där man vid arbete på specialuppgifter oupphörligt stöter på svårigheter, därför att så många enkla fundamentala frågor ligga obesvarade, på grund framför allt av omöjligheten att på barrträden använda de vanliga så att säga slentrianmässiga fysiologiska undersökningsmetoderna. Jag har förut i ett annat sammanhang haft anledning till liknande reflektioner (ROMELL 1922 s. 139, 162, 221) och det synes alltmera klart, att det är på dessa frågor framför de alltför begränsade specialuppgifterna som arbetet bör sättas in, dels därför att dessa frågor äro av sådan vikt, att de rättfärdiga uppoffringen av det betydande arbete som kräves med utexperimenterande av nya metoder etc., och dels därför att, sedan dessa frågor en gång klarlagts, lösningarna till en mängd specialproblem komma att falla som mogna frukter.

Till slut må emellertid påpekas, att även om vi vore så långt komna, att vi kunde exakt ange styrkan av den assimilationshämning som ett visst definierat lavtäckte bör åstadkomma å ett normalt träd, vi ännu icke kunde helt och hållet bedöma den skada som samma lavtäckte åstadkommer å träd som på grund av ogynnsamma markbetingelser föra en tynande tillvaro — och bl. a. just sådana är det som i naturen angripas av lavar. Varje skogsman vet, hur tacksamt träd å tjänlig mark reagera för friställning, till följd närmast av den ökade ljustillgången, men han vet också, att myrtpallar föra ett tynande liv trots de gynnsamma assimilationsbetingelserna i det ohämmade ljustillflödet ute på myren: det är här andra faktorer, som äro begränsande, salttillförseln är dålig och kanske även vattentillförseln på grund av syrebristen kring rötterna. Ett plus eller minus i ljustillgång har för ett sådant träd antagligen intet att betyda, så länge ljuset blott är så starkt, att det kan underhålla en assimilation i proportion till salttillförseln etc. Likadant med en gran i sumpskogen; orsaken till dess tynande liv ligger sannolikt ej i ljusförhållanden, utan i markens syrebrist och fattigdom på viktiga närsalter. En nedsättning av ljustillgången — orsakad t. ex. av ett lavtäckte — bör därför vara av relativt mindre betydelse för en sådan gran än samma nedsättning för en gran på fastmark. En bedömning av lavbeskuggningens skadlighet med utgångspunkt från ljustill assimilationskurvan hos normal gran skulle alltså endast kunna ge ett maximivärde; för en säkrare bedömning finge man först skaffa sig ekologiska ljustill assimilationskurvor för degenererade men lavfria granar å dålig mark.

#### 8. Försök med pålavning och avlavning.

För den händelse att lavarna utöva en direkt skadlig inverkan på träden, så bör denna kunna konstateras genom direkta försök med pålavning av lavfria träd och avlavning av laviga. Då det är tekniskt så gott som utförbart att experimentera med hela träd, får man emellertid nöja sig med att behandla grenar och kvistar. En skada, som endast yttrar sig helt diffust, kan man således ej hoppas att experimentellt kunna påvisa, men däremot alla som yttra sig lokalt, av vilket slag de må vara. Ovan har visats, att en tydlig korrelation i detalj finnes mellan lavighet och dålig skottutveckling. Om detta samband beror på en direkt skada från lavens sida, måste denna skada komma fram vid belavningsförsök med kvistar.

Jag har därför gjort en del dylika försök. De utfördes å Kulbäckslidens krp. i Degerfors, Västerbotten, och bestodo dels i pålavning av lavfria kvistar, dels i försiktig avlavning av laviga. De behandlade



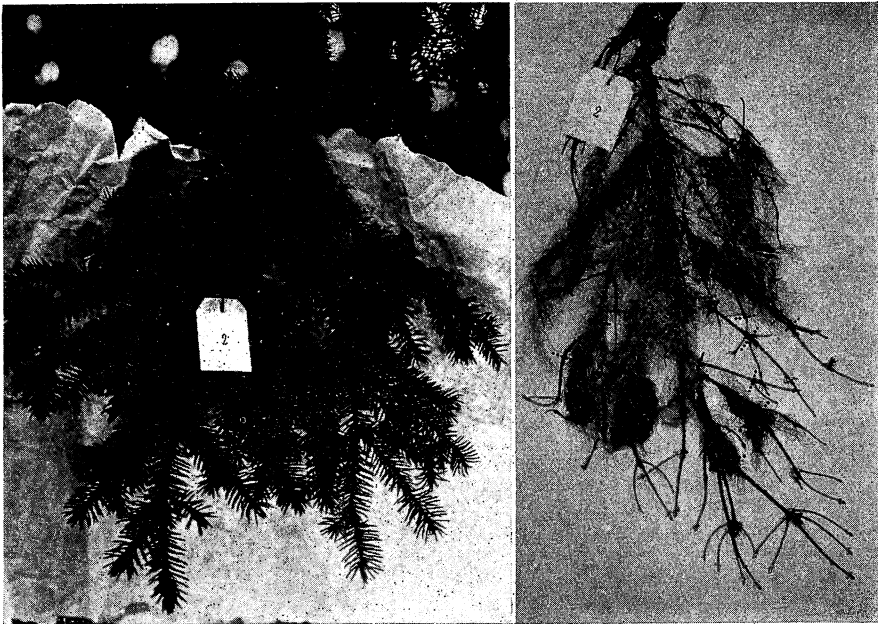
Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 18 och 49.

Fot. L.-G. Romell 1919 och 1922.

Fig. 7. Pålavningsförsök 1 med *Alectoria sarmentosa*. Försökskvisten 1919 före försöket och 1922 efter försökets slut; å nedre delen av kvisten är å synliga skott med tvärstreck utmärkt hur mycket som vuxit sedan 1919. Skala  $\frac{1}{5}$ .

Versuchsweig 1 vor Beginn (1919) und nach Ende (1922) des Versuches. Bedeckung mit *Alectoria sarmentosa*. Die Querstriche geben an wie viel nach 1919 durch Zuwachs zugekommen ist. Massstab  $\frac{1}{5}$ . — Krp. Kulbäcksliden, Vb.

kvistarna märktes med zinketiketter, så att de kunde återfinnas, och ha reviderats varje sommar, varvid å en skematisk teckning över kvistens skottsystem alla tillkomna årsskott inritades och anteckningar om kvistens allmänna utseende, årsskottens längd, lavbehängningens skick etc. gjordes. Försöken påbörjades 1919 med den vita laven och kompletterades följande år med en del nya, utförda med den svarta laven. Sammanlagt utfördes 22 försök, varav 10 med pålavning med den vita laven, 7 med den svarta laven och 5 med avlavning av förut laviga kvistar (vita laven). Lavarna anbragtes på något olika sätt, i det ibland hela kvisten lavbehängdes, medan i andra fall topparna lämnades fria eller



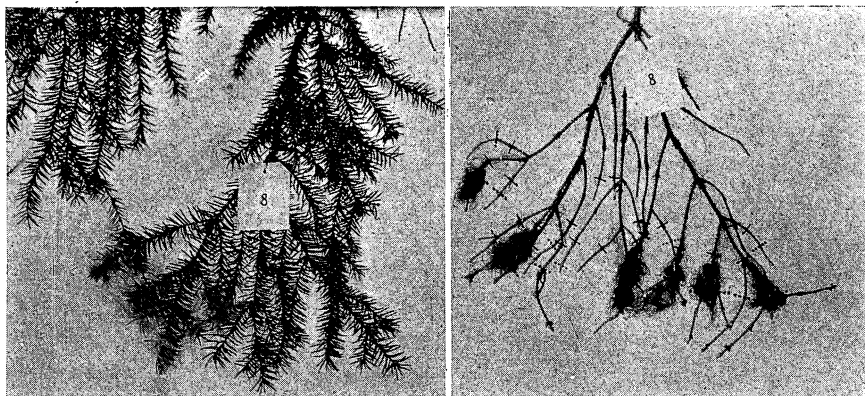
Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 19 och 50.

Fot. L.-G. Romell 1919 och 1922.

Fig. 8. Pålavningsförsök 2; *Alectoria sarmentosa* påsatt 1919, *Fremontii* 1920. Bilden visar kvisten före försöket 1919 och efter försökets slut 1922. Skala  $\frac{1}{5}$ . Tvärstrecken utmärka tillväxt efter 1919 (—) resp. efter 1920 (...).

Versuchsweig 2, vor Beginn (1919) und nach Ende (1922) des Versuchs. Im 1919 Bedekung mit *A. sarmentosa*, im 1920 mit *A. Fremontii*. Massstab  $\frac{1}{5}$ . Die Querstriche zeigen den Zuwachs nach 1919 (—) und nach 1920 (...). — Krp. Kulbäcksliden, Vb.

tvärtom endast topparna pålavades. För det mesta inkilades lavarna mellan barren, så att lavbehängningen erbjöd ett så naturligt utseende som möjligt, men i ett par fall knötos de om som bandager för att de skulle åstadkomma så stark beskuggning som möjligt. I alla de fall, där endast topparna pålavats eller där lavarna anbragts i form av påknutna bandager (summa 4 med vita laven, ett med svarta laven) sutto lavarna ej kvar. I de försök, där lavarna inkilats mellan barren och där ej endast topparna lavbekläts, sutto de däremot överallt kvar på sina platser, utom i ett fall (vita laven). De lavbeläggningar som utförts på detta sätt med den vita laven voro efter första regnväder förvillande lika de naturliga (jfr fig. 7—8). Beläggningarna med den svarta laven (jfr fig. 8—10) sågo ej fullt så naturliga ut, då denna för att fås att fastna säkert måste lindas runt om kvistarna under samtidig inkilning mellan barren (med den vita laven räcker det att kila fast en lavtott på mitten och låta ändarna hänga rätt ned); de så åstadkomna beläggningarna voro emellertid snarast tätare än de naturliga.



Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 28 och 51.

Fot. L.-G. Romell 1919 och 1922.

Fig. 9. Pålavningsförsök 8, strax efter den första lavbehängningen (*A. sarmentosa*) 1919 och efter försökets slut 1922. Den vita laven var borta 1920, och i stället anbragtes svarta lavar. Skala  $\frac{1}{5}$ . Tvärstreckens betydelse, se fig. 8.

Versuchsweig 8, gleich nach der ersten Flechtenbedeckung 1919 (*A. sarmentosa*) und nach Ende des Versuchs (1922). Die weissen Flechten im 1920 verschwunden; der Zweig dann mit *Fremontii* belegt. Massstab  $\frac{1}{5}$ . Bedeutung der Querstriche, s. Fig. 8. — Krp. Kulbäcksliden, Vb.

Då lavbehängningen i stort sett varit utan märkbar effekt, torde det vara onödigt att uppta platsen med detaljerade protokoll över alla de olika försöken. Fig. 7—10 ge en uppfattning om försökens anordning och försökskvistarnas utseende efter försökets slut. Endast de fotografier, som visa kvistarnas utseende vid försökets början, äro tagna på platsen, de andra å Skogsförsöksanstalten; kvistarna hade då efter avbrytningen hunnit torka och barra av, och delvis blivit deformerade i packningen (gäller särskilt kvisten fig. 10). Kvisten fig. 9 är bland dem, som befriade sig från beläggningen med vit lav till sommaren 1920. Denna var som synes av bilden t. v. (denna kvist är alltså fotograferad strax efter pålavningen) helt lös och svag och endast anbragt å topparna å ena kvisthalvan. Sommaren 1920 pålavades samma kvist med svarta lavar, vilka som synes suttit väl kvar till 1922.

Endast i ett fall gjorde försökskvisten intryck av att ha blivit försvagad sedan pålavningen, med färre och kortare årsskott än jämförelsekvistarna. Angående detta försök antecknades i fält vid de två sista revisionerna: »Lavtäckningen oerhört kraftig, starkast å kvistens vänsterhalva, där trots detta de flesta och de enda kraftiga skotten sitta; förklaring (?): denna halva sitter rätt, medan den andra hänger rätt ned. Hela kvisten gör dock i år ett starkt intryck av att vara försvagad vid jämförelse med andra lika placerade på samma träd. Skada från etiketten föreligger ej. Det är att märka att kvisten har ett svagt läge (tillhör en undervåning)» (1921). »Likadant 1922, det enda kraftiga

skottet är nu 25 mm., sitter på en *Chermes*-skadad (krökt) skottspets som sticker ut ur lavbandagen som äro mycket kraftiga å båda halvorna» (1922). Kvisten ifråga är avbildad å fig. 7 före försökets början och efter dess slut. Den närmar sig hängtypen, och hade som sagt ett svagt läge på trädet; den hade sannolikt i alla händelser förr eller senare degenererat.

För övrigt kunde i intet fall någonting märkas, som kunde tolkas som en skadlig inverkan från lavarnas sida, annat än att

i en del fall de utväxande årsskotten voro knäformigt krökta. Detta tolkade jag först som en mekanisk inverkan av lavarna, men vid närmare undersökning visade sig alla dessa krökningar vara förorsakade av lindriga *Chermes*-angrepp,<sup>1</sup> så när som på ett eller två fall, där detta ej säkert kan påstås. *Chermes*-angrepp av alla grader förekommo rikligt de sista åren på den plats, där försöken utfördes.

Normalt kraftiga utväxande årsskott ha antingen kammat av lavarna (jfr de misslyckade försöken med lavbehängning av enbart topparna!) eller vuxit rätt igenom även tjocka och kraftiga lavbeläggningar, både av den vita och den svarta laven (jfr fig. 8—10), och någon minskning av skottsättningsens mängd eller styrka hos de belavade kvistarna i förhållande till jämförelsekvistarna har jag som sagt ej kunnat se, annat än i det fall, för vilket nyss redogjorts.

Ej heller har minsta effekt kunnat märkas efter avlavning av typiskt lavangripna kvistar. De ha efter avlavningen helt och hållet bibehållit sin degenererade karaktär och antingen ej skjutit alls eller endast helt korta och svaga årsskott, ej kraftigare än de fortfarande laviga jämförelsekvistarnas.

Med hänsyn till resultatet av försök 1 kunna försöken ej påstås alldeles jäva den uppfattningen, att lavbetäckningen kan påskynda en degeneration av redan svaga kvistar, men däremot motsäga försöken bestämt en tolkning av det tydliga sambandet mellan lavangrepp och dålig skottutveckling (jfr ovan, avd. 5) såsom primärt orsakat av en skada från



Skogsförsöksanstalt. saml. N. G. Vb. 52. Fot. L.-G. R. 1922.

Fig. 10. Pålavningsförsök från Kulbäcksliden efter försökets slut 1922. Lavarna påsatta 1920. Skala  $\frac{1}{5}$ .

Versuchsweig 17 aus Kulbäcksliden, nach Ende des Versuchs 1922. Mit Flechten (*Fremontii*) im 1920 belegt. Massstab  $\frac{1}{5}$ .

<sup>1</sup> För välvillig granskning av några tveksamma fall har jag att tacka prof. TRÄGÅRDH.



lavens sida. Försöken tala i stället för att den tolkningen är riktig, för vilken vi redan tidigare funno skäl föreligga, nämligen att lavigheten helt enkelt är ett symptom på ålder och skröplighet hos de angripna skotten.

#### 9. Samband mellan markens sumpighet och granarnas lavighet.

Då de flesta av de undersökningar, för vilka redogjorts i det föregående, tyvärr genomgående gåvo ganska obestämda resultat, leddes jag att gå tillbaka till utgångspunkten för hela uppfattningen om hänglavarnas skadlighet och därmed för min undersökning, nämligen parallellismen mellan lavighet och trädens dåliga tillstånd, och söka något närmare granska detta samband.

Om man lägger märke till, vilka träd det är, som se verkligt lavsjuka ut, så skall man finna, att det är dels 1) överåriga träd, dels 2) träd på sumpig mark, dels slutligen 3) träd på annan dålig mark, t. ex. mark, som blivit »förvildad» på grund av beståndens söndertrasning genom dimensionshuggning etc.; helt generellt alltså träd, för vilka man även utan lavar kan vänta en svag växt. Sambandets art tyder avgjort på, att lavangreppet ej är den primära orsaken till dessa trädets dåliga tillstånd. Enligt mina iakttagelser uppträda ej heller lavarna som en smittande pest, som tämligen planlöst griper omkring sig i bestånden, utan de ha en utpräglad individualiserad förekomst. Växtliga granar brukar sålunda vara lavfria, även om de stå vid sidan av överåriga, starkt angripna träd. I en och samma trädgrupp kan ett träd vara starkt överlavat och de andra lavfria (jfr fig. 2 ovan, avd. 2). Och i bestånd, där marken består av fastmarkskläppar och mer eller mindre sumpig mark i omväxling, synes lavighetens styrka i detalj följa markens variationer: på fastmarkskläpparna äro träden lavfria eller tämligen lavfria, och allt lavigare ju sumpigare marken är (jfr fig. 11). Det intryck jag fått av lavarnas sätt att uppträda synas alltså tämligen olika SERNANDERS: »Från en enda gammal lavhöljd gran-mumie kan ett helt granbestånd bli inficerat och mest på den sida som ligger mot vindriktningen» (1922 s. 243).

För att söka få en objektiv hållpunkt på riktigheten eller oriktigheten av mitt intryck om ett genomgående samband mellan markens variationer och trädbeståndets lavighet lade jag ut två linjer av vardera 120 m längd på en lokal å krp. Kulbäcksliden i Degerfors, där fastmark och mer eller mindre sumpig mark omväxla, och längs dessa linjer noterades å ett 4 m brett bälte alla träd tillika med deras uppskattade lavighet efter en femgradig skala, deras höjd och fördelning på olika kronskikt (SCHOTTE 1912), samt markbetäckningen. Linjernas läge framgår av



Skogsförsöksanst. saml. N. G. Vb. 44.

Fot. L.-G. Romell 1919.

Fig. II. Laviga granar i en skogskant mot myr. I bakgrunden knappast lavig fastmarksskog.

Flechtenbefallene Fichten in einem an Sumpfboden anstossenden Waldsaum. Im Hintergrund kaum befallener Fichtenwald auf trockenem Moränenboden. — Krp. Kulbäcksliden, Degerfors, Vb.

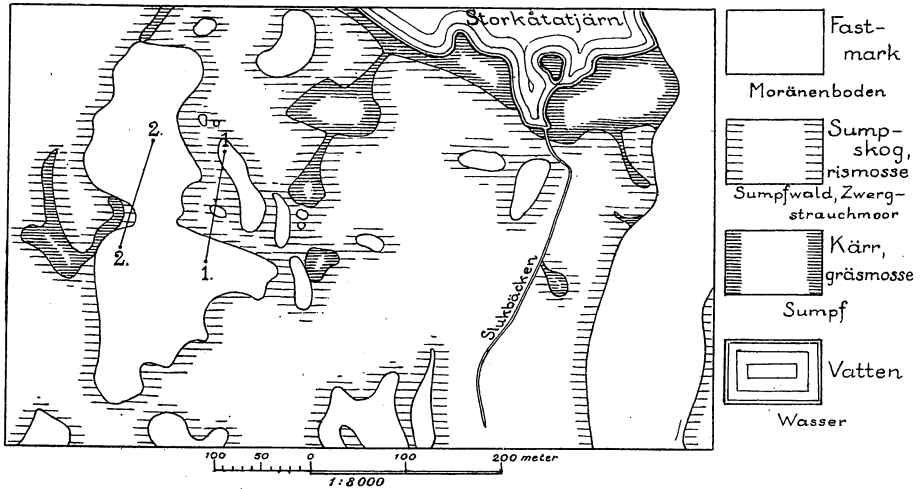


Fig. 12. Kopia av södra hörnet av MALMSTRÖMS (1923) karta över Degerö Stormyr, partiet Storkåttjärn—Getingmyren; 1—1 och 2—2 taxerade linjer, jfr texten.

Kopie der südlichen Ecke der Karte MALMSTRÖMS (1923) über Degerö Stormyr; 1—1 und 2—2 taxierte Linien.

kartan fig. 12, som är en förenklad kopia av det södra hörnet av MALMSTRÖMS (1923) stora karta över Degerö Stormyr. Linje 1 går som synes mest över mer eller mindre sumpig mark, linje 2 mest över frisk mark. Sammanlagt noterades längs första linjen 50, längs den andra 56 granar, därvid ett större antal ej meterhöga smågranar ej medräknats.

Vid en sammanställning av resultaten av denna taxering visar det sig först och främst, att alla mycket låga träd genomgående äro lavfria eller nästan lavfria (lavighet högst = 1), vare sig de växa på sumpig

Tab. 6. Fördelning av granarna i kronskikten 1—4 från två taxerade bälten  $4 \times 120$  m på olika mark- och lavighetsklasser.

Verteilung der den Kronenschichten 1—4 angehörigen Fichten zweier taxierten Streifen  $4 \times 120$  m nach Klassen der Bodenbeschaffenheit und der Stärke der Flechtenbedeckung.

Lavighet Stärke der Flechten- bedeckung	Linje 1. Mark (Boden)			Linje 2. Mark (Boden)			Linje 1+2. Mark (Boden)		
	frisk trocken	övergång Übergang	sumpig sumpfig	frisk trocken	övergång Übergang	sumpig sumpfig	frisk trocken	övergång Übergang	sumpig sumpfig
0	0	0	1	2	0	0	2	0	1
1	8	1	2	4	0	0	12	1	2
2	6	3	2	3	1	3	9	4	5
3	5	1	4	0	4	3	5	5	7
4	0	0	0	0	0	3	0	0	3

eller frisk mark och hur än deras tillväxt är, ett förhållande, som jag förut påpekat (avd. 2). För att ej detta förhållande skulle förrycka jämförelsen, har jag därur uteslutit allt som vid taxeringen hänfördes till underväxt (enligt SCHOTTES schema 1912 s. 254, 256, med den avvikelser från ordalydelsen å det citerade stället, att jag endast tagit hänsyn till höjden, ej till åldern), De återstående träden, som alltså tillhöra kronskikten 1—4, fördela sig på olika slags mark och lavighetsgrader som tab. 6 visar.

Till frisk mark ha hänförts sträckor, där markvegetationen utgöres av de vanliga skogsmossorna och risen med deras vanliga följesvenner, till övergångszonen sträckor, där mycket björnmossa samt växter som kråkeris, hjortron, klotstarr etc. ingå i marktäcket, till sumpig mark slutligen sträckor, där marktäcket mest utgöres av vitmossor och deras följeslagare. Medelhöjderna av de till de olika kronskikten hänförda träden äro i meter:

kronskikt.....	1	2	3	4
för den friska marken.....	18,1	14,6	10,9	5,7
» övergångszonen .....	17,2	13	—	5
» den sumpiga marken...	13,2	12,3	9,0	4,7

Tab. 6 visar, att en tydlig korrelation finnes mellan markens karaktär och granarnas lavighet å den undersökta lokalen. Likväl ingår i materialet från den friska marken ett rätt stort antal toppbrutna o. dyl. träd, som äro starkt laviga och som genom sin närvaro minska korrelationen med marken. Trots detta kommer denna tydligt fram.

Det rimligaste sättet att tolka detta samband med marken synes mig vara, att träden primärt växa dåligt på den sumpiga marken och att de därför därstädes äro lavigare än å den friska. Visserligen är det tänkbart, att i kronorna ovanför den sumpiga marken miljön skulle vara gynnsammare för lavarna än ovanför den friska på grund av genomsnittliga skillnader i luftfuktighet (jfr fuktighetsmätningarna ovan avd. 2 tab. 1, som utförts på en liknande lokal med omväxlande frisk och sumpig mark). Det funna sambandet kan därför ej sägas vara bevisande för min uppfattning, att trädens dåliga tillväxt är det primära, deras lavighet det sekundära, det är blott ett indicium till de andra i denna riktning.

#### 10. Sammanfattning, slutsatser för praktiken.

Den parallellism mellan lavighet och dålig tillväxt samt i allmänhet ett dåligt tillstånd hos träden, som det omedelbara intrycket från laviga granskogar i Norrland synes ge vid handen, har objektivt kunnat konstateras gälla i detalj, d. v. s. för enskilda skottleder. Det är framför-

allt skottspetsar med döda spettsknoppar, som äro laviga (5). Likaledes har ett samband mellan trädens lavighet och markens sumpighet i granskog å omväxlande frisk och sumpig mark objektivt konstaterats (9). För mycket låga träd (under ett par m höjd) gäller dock intetdera av dessa samband; dylika träd bruka städse vara lavfria eller obetydligt laviga, hur gamla och trögväxande de än äro. Förklaringen till denna omständighet torde få sökas i spridningsförhållanden (2, 9).

Försök ha utförts med pålavning och avlavning av kvistar av växande granar; resultaten tyda därpå att den konstaterade parallellismen för enskilda kvistar och skottleder mellan lavighet och dålig skottutveckling ej kan förklaras av en primär skada från lavens sida (8).

Vid transpirationsförsök i stilla luft har ej kunnat konstateras någon transpirationsnedsättning genom torra lavar, men väl genom våta. Försöken äro ekologiskt föga bevisande, och den ekologiska tolkningen av en transpirationsnedsättning komplicerad, även om en dylik påvisats (6).

Försök anställda för att, utröna lavarnas inverkan på assimilationen misslyckades på grund av att den valda metoden ej lämpar sig för barrträd. Att en beskuggning genom lavar bör kunna nedsätta assimilationen torde man dock kunna ta för givet. Vilken ekologisk roll en dylik hämning spelar för de degenererade träd det är fråga om, som sannolikt framför allt lida av andra orsaker än assimilatbrist — t. ex. salthunger — är mycket svårt att yttra sig om (7).

---

De föreliggande fakta äro ej tillräckliga att medgiva ett bestämt påstående i frågan om lavarnas skadlighet. Efter prövning av de indicier, som kunna utläsas ur fakta, har jag emellertid fått den uppfattningen, att lavpåhänget huvudsakligen är ett symptom på dålig tillväxt. Om laven dessutom, som SERNANDER säger, i vissa trakter är »granarnas sannskyldiga mordängel», så torde denna mordängel enligt mitt förmenande i så fall inskränka sig till att ge nådestöten åt redan av andra orsaker dödsdömda träd.

\* \* \*

Vad lavfrågans praktiska sida beträffar, torde denna vara ganska enkel, trots det problemets vetenskapliga analys erbjuder så många svårigheter. Å ena sidan äro några direkta åtgärder för avlavning av laviga träd praktiskt knappast tänkbara. Vad man skulle kunna göra, ifall lavarna vore en farlig pest, som till varje pris måste direkt bekämpas, torde inskränka sig till att oskadliggöra smittobärarna, d. v. s. se till, att de svårt laviga träden komma bort. De särskilt laviga träden

äro emellertid de överåriga och eljes oväxtliga träden, som böra tagas bort och om möjligt ersättas med växtliga redan från synpunkten av en rationell skogsskötsel i allmänhet. Då dessutom direkta åtgärder mot lavarna torde vara onödiga, enär lavangreppet av allt att döma icke har karaktären av en sjukdom i vanlig mening, i alla händelser ej uppträder som en allmänfarlig epidemi utan endast slår sig på degenererade träd, föreligger ännu mindre anledning till några direkta åtgärder. Å andra sidan kan man med stöd av lavarnas förekomstsätt nära ett välgrundat hopp, att så snart man genom den ena eller andra åtgärden får fram ett växtligt bestånd, detta ej skall vara mottagligt för lavangrepp. De åtgärder, som skulle kunna komma ifråga för bekämpande av hänglavarna äro således alla som bidra att av de ovårdade eller vanvårdade bestånden göra välskötta, växtliga skogar: avverkning av överåriga bestånd, utdikning av sumpskogarna o. s. v.

## LITTERATUR.

Medd. = Meddelanden från Statens Skogsförsöksantalt. Skf = Skogsvårdsföreningens tidskrift; Skf 15 bil. 1. = Skogar och skogsbruk, studier tillägnade FR. KEMPE, bil. 1917 till Skf; Z = Zeitschrift.

- ANDERSSON, G. & HESSELMAN, H, 1907, Vegetation och flora i Hamra kronopark. — Medd. 4, p. 35.
- BERONIUS, G., 1917, Om skogsbestånden i Norrland och deras stämpling. — Skf. 15 bil. 1, p. 73.
- BERTRAND, G., 1906, Le dosage des sucres réducteurs. — Bull. d. l. soc. chim. Paris 35 III p. 1285.
- GAST, W., 1917, Quantitative Untersuchungen über den Kohlenhydratstoffwechsel im Laubblatt. — Z. physiol. Chemie 99 p. 1.
- HOLMEKZ, C. G. & ÖRTENBLAD, TH., 1886, Om Norrbottens skogar. — Bihang till Domänstyrelsens berättelse ang. skogsväsendet år 1885.
- HOLMGREN, A., 1917, Föryngringsavverkning i Norrlandsskogarna. — Skf. 15 bil. 1, p. 143.
- KYLIN, H., 1918, Zur Kenntnis der wasserlöslichen Kohlenhydrate der Laubblätter. — Z. physiol. Chemie 101 p. 77.
- LINNÆUS, C., 1737, Flora lapponica. — Amstelædami.
- LUNDEGÅRDH, H., 1921, Ecological studies in the assimilation of certain forest-plants and shore-plants. — Svensk bot. tidskr. 15, p. 46.
- MALMSTRÖM, C., 1923, Degerö Stormyr; en botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk studie över ett nordsvenskt myrkomplex. — Skall utkomma i Medd. 20 (wird erscheinen).
- MELIN, E., 1917, De norrländska myrmarkerna som skogsmark. — Skf. 15 bil. 1 p. 51.
- MONTFORT, C., 1922, Die Wasserbilanz in Nährlösung, Salzlösung und Hochmoorwasser; ein Beitrag zur vergleichenden Ökologie der Moor- und Salzpflanzen. — Z. f. Bot. 14 p. 97.
- ROMELL, L.-G., 1922, Luftväxlingen i marken som ekologisk faktor. — Medd. 19 p. 125.
- SCHOTTE, G., 1912, Om gallringsförsök. — Medd. 9 p. 211.
- SERNANDER, R., 1901, Om de buskartade lavanas hapterer. — Bot. Notiser pp. 21, 107.
- , 1917, De norrländska skogarnas förhistoria. — Skf. 15 bil. 1, p. 1.
- , 1922, Arasjöfjällen; en isolerad fjällgrupp i södra Lappland. — Skf. 20 p. 237.
- STÅLFELT, M. G., 1921, Till kännedomen om förhållandet mellan solbladens och skuggbladens assimilation. — Medd. 18, p. 221.

## BARTFLECHTEN UND ZUWACHS BEI DER NORR- LÄNDISCHEN FICHTE.

### 1. Einleitung.

Eine manchmal recht starke Bartflechtenbewachsung der Bäume ist für zwei Waldtypen von ausgedehntem Vorkommen in Norrland charakteristisch, für die Kiefernheide und für den Fichtensumpfwald, tritt aber auch in Fichtenbeständen auf nicht sumpfigem Boden auf. Für die Fichte hat man mehrfach eine bedeutende Schädigung auf Grund der Flechtenbefallung zu finden geglaubt (Holmerz & Örtenblad 1886, Sernander 1922 u. A.), eine Auffassung, die sich aber bis jetzt nur auf den unmittelbaren Eindruck gründete, die man aus dem Habitus der flechtenbefallenen Bäume und Bestände erhielt. Die vorliegende Arbeit wurde unternommen, um wenn möglich exaktere und vor allem objektive Anhaltspunkte zur Beurteilung der Frage zu gewinnen. Die gestellte Aufgabe hat die Arbeit zwar nur in sehr beschränkter Masse lösen können; dass die gewonnenen Erfahrungen trotzdem jetzt publiziert werden, und damit bis auf weiteres die Flechtenfrage von dem Arbeitsprogramm der Versuchsanstalt ausscheidet, liegt daran, dass so grosse Schwierigkeiten einer tieferen und exakteren Analyse des Problems entgegenstehen, dass die Zeit und Mühe sie zu überwinden kaum von der Wichtigkeit der Frage aufgewogen werden.

Die Untersuchungen betreffen ausschliesslich die Fichte und wurden im Kirchspiel Degerfors in der Provinz Västerbotten vorgenommen.

### 2. Die wichtigsten Bartflechten in Norrland und ihr Vorkommen.

Es sind hauptsächlich zwei Bartflechten, die die norrländische Fichte in grösserem Umfang befallen, die grauweisse *Alectoria sarmentosa* Ach. und die fast schwarze *A. Fremontii* Tuckerm., von denen die erstere gewöhnlich quantitativ und physiognomisch die dominierende ist, die letztere aber als die gefährlichste angesehen wird. In den Kiefernheiden dominiert die schwarze Form. Die beiden Arten kommen in den flechtenbefallenen Fichtenwäldern gewöhnlich zusammen vor, aber räumlich getrennt, indem die weisse Art die unteren Teile der Baumkrone wie ein Schleier bedeckt, während die schwarze den Gipfel umhüllt. Die Arten sind also nicht auf je ihre spezielle Baumart spezialisiert.

Über die Faktoren, die die beschriebene Verteilung der beiden Arten bedingen, kann man sich nur ganz hypothetisch äussern. 1) Man ist zunächst versucht, an Lichtverhältnisse zu denken. Ich habe aber die Schwarzflechte bis zu einer relativen Lichtintensität von 3—5% hinab gefunden (Messungen mit Wynne's Expositionsmesser 24. VIII. 1919 zur Mittagszeit), während Malström mit demselben Instrument im Fichtensumpfwald, wo die Weissflechte in den unteren Kronenschichten alleinherrschend ist, so hohe Werte wie 7—10% Licht fand (29. IX. 1919 zur Mittagszeit), und zwar wurden



seine Messungen (zu einem anderen Zweck ausgeführt) an den dunkelsten Standorten der *Sphagnum-Girgensohnii*-Polster, die sich vorfinden, ausgeführt. Wenn die Lichtverhältnisse für die Verteilung der beiden Arten bestimmend wären, müsste aber die schwarze Form die höheren Ansprüche auf Lichtgenuss haben. 2) Man wird an die Luftfeuchtigkeit denken, denn es scheint sehr wahrscheinlich, dass in den trocknen Kiefernheiden die Luft durchschnittlich trockner ist als in den Fichtensumpfwäldern, und nicht ausgeschlossen, dass in diesen die Feuchtigkeit gegen die Höhe zu abnimmt. Ziffern für die Differenzen in vertikaler Richtung kann ich nicht bringen, einige Messungsserien, die ich ausgeführt habe, deuten aber dahin, dass in horizontaler Richtung zwischen angrenzenden Lokalitäten mit verschiedenem Boden und Waldbestand durchschnittliche Differenzen vorkommen können, die in der Richtung gehen, dass die Luftfeuchtigkeit in dem Fichtensumpfwald höher als in den angrenzenden Beständen ist (Tab. I, S. 410; Messungen mit F u e s s' Aspirationspsychrometer nach A s s m a n n, Tascheninstrument, derselben Linie entlang wie die Probenpunkte in der Karte Romell 1922, S. 238). 3) Nach meinen Beobachtungen müssen Verbreitungs- und Befestigungsverhältnisse eine Rolle spielen; ich habe anlässlich meiner Versuche mit künstlicher Flechtenbedeckung von Fichtenzweigen (s. unten, Abt. 8) bemerkt, dass an den unteren Zweigen, die gewöhnlich mehr oder weniger geneigt oder hängend sind, und weniger gespreizte, meistens auch ein wenig dichter gestellte Nadeln besitzen als die Zweige am Gipfel, die Weissflechte mit ihren weichen, geschmeidigen Fäden leichter haften bleibt als die Schwarzflechte, die derber und weniger biegsam ist. Wahrscheinlich haftet die Schwarzflechte besser an den sparrigen Zweigen am Gipfel mit ihren gespreizten Nadeln, wie an den Zweigen der Kiefer, die diesen jedenfalls ähnlicher gebaut sind als den unteren Fichtenzweigen. Die wirkliche Verteilung der beiden Flechten würde sich schon hieraus erklären können, wenn nur die Schwarzflechte überhaupt die konkurrenzfähigere ist und somit die weisse überholt, wo sie nur festen Halt bekommen kann. Die Verbreitung der Flechten geschieht nämlich, wie von A x. L u n d s t r ö m und S e r n a n d e r bemerkt, allem Anschein nach hauptsächlich durch ganze Büschel, die vom Wind losgerissen und weggeführt an neuen Bäumen hängen bleiben.

Alle Beobachter sind darin einig, dass die Bartflechten hauptsächlich an schwachwüchsigen, degenerierenden, sterbenden und halbtoten Bäumen vorkommen. Die Schwarzflechte befällt besonders Fichten mit beginnender Gipfeldürre; solche Gipfel sind häufig wie zerfetzt, d. h. die noch lebenden Zweige sind zu Besen oder Etagen gesammelt (vgl. Fig. 1, S. 408), was S e r n a n d e r als eine Folge von »vertikalen Variationen in der Stärke des Flechtenangriffs« (1922, S. 243) betrachtet. Andererseits pflegen die Flechten, wie in der Literatur schon bemerkt, an noch lebenden Bäumen üppiger als an ganz toten zu vegetieren. Zum letztgenannten Verhalten könnte man die Ursache in der wahrscheinlich grösseren Luftfeuchtigkeit innerhalb der Krone der noch lebenden Bäume suchen; aber auch hier können Befestigungsverhältnisse mitspielen. Wie später bemerkt werden soll (Abt. 3), ist nach meinen Beobachtungen die Hauptmasse der Flechten nicht mittels Hapteren an den Zweigen befestigt, sondern die Flechten sitzen nur wie aufgehängt, dadurch befestigt, dass ihre Fäden zwischen den Nadeln eingeflochten sind. Wo die Nadeln fehlen, werden sie deshalb leichter vom Wind abgerissen werden.

Gutwüchsige Bäume pflegen frei oder fast frei von Flechten zu sein, auch wenn sie schwer flechtenbefallenen Bäumen nahe stehen (vgl. Fig. 2, S. 412). Ebenfalls findet man selten Flechten an ganz niedrigen Bäumen, von weniger als 3 bis 4 m Höhe, wie schlecht ihr Zustand auch sein mag (z. B. 100-jährige Fichten von 1—2 m Höhe sind gewöhnlich ganz flechtenfrei). Unter dieser Höhe gilt also nicht der Parallelismus, den man sonst zwischen Flechtenbefallung und schlechtem Zuwachs und schlechtem Zustand beobachtet, und der uns unten weiter beschäftigen soll. Die Ursache, warum niedrige Bäume frei von Flechten sind, liegt wahrscheinlich in Verbreitungsverhältnissen. Nach Angabe von Herrn Jägmästare K. G r a m scheint die Verbreitung der Flechten besonders im Spätwinter vor sich zu gehen; man sieht dann grosse Mengen von losgerissenen Flechten auf dem Schnee liegen und vom Wind herumgeführt. Zu dieser Jahreszeit sind aber die niedrigen Bäume noch durch die Schneedecke geschützt.

### 3. Zur Morphologie der flechtenbefallenen Fichtenzweige.

Die Schwarzflechte befällt wie gesagt mit Vorliebe die sparrigen Äste der Gipfel. Die stärksten (oder wenigstens, die am gefährlichsten aussehenden) Angriffe der Weissflechte findet man dagegen eben an hängenden Zweigen, wie in Fig. 3 (S. 413). An solchen Zweigen ist es nicht ungewöhnlich, auch die Jahrestriebe von Flechten umspinnen zu finden, was an mehr wagrechten Zweigen sehr selten ist. Wahrscheinlich können bei diesen die wagrecht herauswachsenden Triebe den herabhängenden Flechtenbüscheln eher entschlüpfen als bei jenen, wo sie direkt in das Flechtengewirr hineinwachsen. Bei von der Weissflechte angegriffenen Ästen sieht man nicht selten eine Ausbildung des Sprosssystems in zwei Etagen, einer oberen mehr wagrechten und weniger flechtenbefallenen, einer unteren, hängenden und stärker befallenen. Man hat den Eindruck, dass ein flechtenbefallener Ast sich durch Ausbildung eines neuen oberen Sprosssystems gerettet hat, während der ältere untere Teil stirbt. Solche Etagenbildung kommt indes auch an nicht flechtenbefallenen Ästen vor, und wenn ein solcher Ast von Flechten angegriffen wird, muss der Angriff schon aus den genannten Gründen bei der hängenden Etage schlimmer aussehen.

Bei vorsichtigem Freipräparieren der Flechten von flechtenbefallenen Zweigen (diese Geduldarbeit wurde von meiner Frau, Dr. M.-M. R o m e i l l - R i s s, ausgeführt) wurde stets nur ein geringer Teil der Flechtenmasse mittels Hapteren an den Zweigen befestigt gefunden. Der ganz überwiegende Teil war also an den Zweigen nur so befestigt, dass die Flechtenfäden lose zwischen den Nadeln eingeflochten waren. An Internodien, jünger als 4—5 Jahre, wurden überhaupt nie mit Hapteren befestigte Flechten gefunden; dennoch sind (wie schon erwähnt, besonders bei hängenden Zweigen) sogar die Jahrestriebe von Flechten befallen. Die Präparationsversuche betrafen nur von der Weissflechte befallene Zweige. Bei der Schwarzflechte sollen sich nach Angaben in der Literatur (S e r n a n d e r 1901, 1922) aus den Spitzen der Flechtenfäden leicht Hapteren ausbilden, mittels denen sich also durch den Wind aufgewehte Flechten aktiv befestigen könnten. An meinen Versuchszweigen (Abt. 8), wo ich künstlich Schwarzflechten aufgehängt hatte, habe ich aber nach zwei Jahren vergebens nach etwa ausgebildeten Hapteren gesucht.

#### 4. Denkbare Modi einer schädlichen Einwirkung der Flechten, Möglichkeiten einer experimentellen Prüfung.

Wie es sich auch mit den Hapteren der Schwarzflechte verhalten mag, darf man wohl davon ausgehen, dass ein wahrer Parasitismus ausgeschlossen ist. Die Hapteren sind ja, soviel man weiss, reine Haftorgane und keine Haustorien. Eine direkte schädliche Einwirkung ist aber in vielerlei Weise ohne Parasitismus denkbar: 1) durch Herabsetzung der Assimilation; 2) durch Herabsetzung der Transpiration; 3) durch Hemmung der normalen Sprossentwicklung, mechanisch oder chemisch; 4) durch mechanische Beschädigung der Nadeln, Losreissen etc., wie von Holmerz & Örtenblad (1886) vorgeschlagen.

Ein eventueller Schaden kann entweder einen diffusen oder lokalen Charakter haben, d. h. entweder sich als deutliche Veränderungen der befallenen Zweige kundgeben, oder nur einen allgemeinen Schwächezustand bewirken, ohne lokale Symptome. Um der Frage experimentell näher zu treten, fand ich es angezeigt, zuerst zu untersuchen, ob der Parallelismus zwischen Flechtenbefallung und schlechtem Zuwachs, den man für ganze Bäume beobachtet, sich auch im Einzelnen, für einzelne Zweige oder Internodien, zeigt. Wenn dies der Fall ist, so weiss man zwar noch nicht, was das Primäre ist, aber man kann behaupten, dass, wenn der Parallelismus auf einer Schädigung seitens der Flechten beruht, dieser sich durch direkte Flechtenbedeckungsversuche mit Zweigen muss feststellen lassen. Für ein Urteil über den diffusen Schaden durch Assimilations- und Transpirationshemmung wären Transpirations- und Assimilationsmessungen an Fichtenzweigen mit und ohne Flechtenbedeckung wertvoll. Ein diffuser Schaden durch eine chemische Einwirkung, z. B. infolge ausgeschiedener oder vom Regenwasser ausgelaugter Flechtensäuren, wäre sehr schwierig zu studieren, man müsste dann zu Bedeckungs- oder Bespritzungsversuchen mit ganzen Bäumen greifen. Davon habe ich abgesehen, sonst aber die verschiedenen Möglichkeiten zu prüfen versucht.

#### 5. Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Sprossentwicklung.

Von flechtenbefallenen Fichten wurden im Juli—Aug. 1919 bei einigen verschiedenen Gelegenheiten und an verschiedenen Lokalitäten ohne Wahl Zweige gesammelt. Von dem Material wurden nur Zweige verwandt, an denen einige Knospen das betreffende Jahr gesprossen hatten, andere nicht. Diese Zweige, insgesamt 21, hatten 337 Sprossspitzen, von welchen einerseits die Stärke der Flechtenbedeckung des äussersten (bzw. nächst äussersten, wo der Jahrestrieb sich entwickelt hatte) Internodiums, nach einer 5-gradigen Skala geschätzt, andererseits die Entwicklung der Apikalknospe beobachtet und notiert wurden. Das Material verteilte sich nach Graden der Flechtenbedeckung und nach der Alternative gesprossen—nicht gesprossen, wie die Tab. 2 (S. 416) zeigt. Es war also eine deutliche Korrelation zu sehen. In dem Material waren trotz der schon anfangs gemachten Ausmerzung der

besten und schlechtesten Zweige grosse Unterschiede in bezug auf Vitalität vertreten. Um zu sehen, ob die Korrelation bei einem homogeneren Material verschwände, wurden die Zweige auf 3 Klassen verteilt, nach dem % der Knospen, die gesprossen hatten. Es kamen 7 Zweige in jede Klasse, mit bezw. 114, 121 und 102 Knospen. Das Ergebnis der so gemachten Statistik geht aus der Tab. 3 (S. 417) hervor. Die Korrelation ist noch da.

Es besteht also in unserem Material ein bis ins Einzelne gehender Zusammenhang zwischen dem Grad der Flechtenbedeckung und der Entwicklung der Apikalknospe. Dieser Zusammenhang sagt natürlich nichts darüber aus, was das Primäre ist, die Flechtenbedeckung oder die mangelnde Triebentwicklung. Eine Möglichkeit, den Zusammenhang etwas näher zu analysieren, ist dadurch gegeben, dass bei dem Ausführen der Statistik die nicht gesprossenen Knospen dahin untersucht wurden, ob sie noch lebend waren oder nicht. Mit Einbeziehung dieser Beobachtungen bekommt die Statistik das Aussehen Tab. 4 (S. 418). Man sieht, dass der Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Kolonne der Tabelle unbestimmt ist, jedenfalls viel geringer als der Unterschied zwischen der zweiten und dritten. Dementsprechend besteht für die Alternative lebende—tote Knospen eine starke Korrelation mit der Stärke der Flechtenbedeckung, auch wenn unter den lebenden Knospen recht viele nicht gesprossen sind (Tab. 4). Die zuerst gefundene Korrelation zwischen Stärke der Flechtenbedeckung und Sprossentwicklung beruht also, in der Hauptsache jedenfalls, darauf, dass aus irgendeinem Grund die Sprossspitzen mit toter Apikalknospe oft besonders stark flechtenbefallen sind.

Dieses Resultat scheint mir sehr dafür zu sprechen, dass die gefundenen Korrelationen nicht auf einer primären Schädigung seitens der Flechten beruhen, die sich in einer allmählichen Herabsetzung der Vitalität der befallenen Bäume und Zweige äussert — und diesen Charakter muss man auf Grund aller in der Natur beobachteten Tatsachen einer solchen Schädigung zusprechen. Wenn eine solche Schädigung seitens der Flechten die Ursache der beobachteten Korrelation wäre, so hätte man, finde ich, eine starke Korrelation eben für die Alternative gesprossen—nicht gesprossen unter den noch lebenden Knospen finden müssen. Eine solche fand sich aber nicht.

Wenn jedoch die beobachtete Korrelation auf einer direkter Schädigung seitens der Flechten beruht, so hat diese offenbar einen genügend lokal wirkenden Charakter, um durch Flechtenbedeckungsversuche mit einzelnen Zweigen und Internodien entdeckt werden zu können.

## 6. Einfluss der Bartflechten auf die Transpiration.

Da es nötig ist, u. a. mit flechtenbehangenen Zweigen zu experimentieren, kann man nicht gut die direkten Methoden der Transpirationsmessung verwenden, denn man weiss nicht, wie viel von dem abgegebenen Wasser von den Flechtenmassen stammt, oder wie viel eventuell die — hygroskopischen und eine grosse Fläche besitzenden — Flechten von dem Wasser, das die Nadeln in Wirklichkeit abgegeben haben, aufgenommen und zurückgehalten haben. Ich griff daher zu der Potometermethode, die zwar nicht exakt die Transpiration angeben kann (denn Aufnahme und Abgabe entsprechen einander nur im grossen ganzen aber nicht in jedem Augenblick, vgl. z.B. Montfört 1922), jedoch

eine Funktion misst, die im intimsten Zusammenhang steht mit dem Wasserhaushalt des Baumzweiges für sich, ohne die Flechten. Die Versuche wurden an einem hellen Fenster in einem Zimmer im Dorf Näsland, Kirchspiel Degerfors, Västerbotten, ausgeführt. Sie betreffen alle *Alectoria sarmen-tosa* und wurden mit Fichtenzweigen ausgeführt, die entweder, von Anfang an flechtenfrei, während des Versuchs mit Flechten bedeckt, oder, von Anfang an flechtenbedeckt, im Gang des Versuchs von den Flechten befreit wurden.

Versuch 1, 30. VII. 1919. 45 cm langer, stark flechtenbedeckter Zweig (Flechtenbedeckung Grad 4) vom Hängetypus von einer flechtenbefallenen Fichte, Kåtaåsen, Staatsforst Kulbäcksliden. Alle transpirierende Teile vollständig von Flechten umspinnen. Der Ast, von dem der Zweig genommen wurde, wurde am 29. VII nach Hause genommen und blieb über Nacht in Wasser stehen. Die Flechten trocken. — Nach 1 Stunde am Potometer wurden die Flechten wegpräpariert, wobei 3 lebende Nadeln losgerissen wurden (Gesamtanzahl der Nadeln am Zweig etwa 1300). Nach Entfernung der Flechten weitere Transpiration am Potometer 2 Stunden. Ergebnis des Versuchs, siehe Kurve I, Fig. 4 (S. 421).

Versuch 2, 1. VIII. 1919. Flechtenbedeckter Zweig (Grad 3), Zwischenform zwischen Hängetypus und Zweietagentypus, von einer flechtenbefallenen Fichte, Kåtaåsen, Staatsforst Kulbäcksliden. Der Zweig wurde nach Hause genommen am 31. VII und stand in Wasser über Nacht. Flechten trocken. — Nach 1½ St. Transpiration am Potometer wurden die Flechten entfernt. Ungefähr 200 mehr oder weniger grüne Nadeln wurden dabei losgerissen (Gesamtanzahl der Nadeln am Zweig etwa 4500). Dann weitere 2 St. Transpiration am Potometer. Ergebnis, siehe Kurve II, Fig. 4 (S. 421).

Versuch 3, 2. VIII. 1919. Flechtenbedeckter Zweig (Grad 4) von einer flechtenbefallenen Fichte bei Granängesmyran, zwischen Näsland und Kulbäcksliden, am selben Morgen geholt. Alle transpirierenden Teile mehr oder weniger von Flechten umspinnen. Am vorigen Tag anhaltender Tauregen, die Flechten fühlten sich jedoch ganz trocken an. Vor Beginn des Versuchs wurde der ganze Zweig in Wasser untergetaucht, so dass die Flechten ganz nass waren. — Nach 2 St. am Potometer Flechten entfernt, wobei 12 lebende Nadeln losgerissen wurden (Gesamtanzahl der Nadeln am Zweig etwa 1300). Weitere 2½ St. am Potometer. Ergebnis, siehe Kurve III, Fig. 4 (S. 421).

Versuch 4, 4. VIII. 1919. Normaler, flechtenfreier Fichtenzweig, in schwachem Regen spät am Abend 3. VIII geholt. — Nach 2 St. am Potometer trockne Flechten aufgehängt, so dass der Zweig einem flechtenbefallenen Zweig Grad 4 ähnlich sah. Nach 1½ St. Flechten wieder weggenommen, dann 1½ St. weitere Beobachtung. Ergebnis, siehe Fig. 5 (S. 421).

Versuch 5, 5. VIII. 1919. Derselbe Zweig wie im vorigen Versuch mit frischer Schnittfläche. — Nach 1 St. am Potometer wieder trockne Flechten aufgehängt bis zu Grad 4 (alle nadeltragenden Internodien in Flechten eingewickelt). Nach ¾ St. Flechten wieder weg. Nach 1 St. nasse Flechten umgewickelt. Nach 3 St. Flechten weg. Nach 2 St. der Zweig ganz in Wasser untergetaucht und weitere Beobachtung 1 St. Ergebnis, siehe Fig. 6 (S. 422).

Aus den Kurven (Fig. 4 bis 6), die die Ergebnisse der Versuche wiedergeben, bemerkt man zunächst eine allgemeine fallende Tendenz, wie oft bei Potometerversuchen an nicht besonders »guten« Objekten. Hier scheint diese

Tendenz ziemlich stark, was ohne Zweifel daher rührt, dass die Schnittfläche schnell durch ausgeschiedenes Harz zugestopft wird. Dieses allgemeine Fallen, sowie die Trägheit der Reaktion nach Veränderung der Transpirationsbedingungen (vgl. das langsame Abfallen der Kurve in Fig. 6 nach Eintauchen des ganzen Zweiges in Wasser), die eine Folge des mangelhaften Parallelismus der Transpiration und der Wasseraufnahme ist, erschweren das Urteil über den Einfluss der Flechten; man kann kaum die absoluten Werte verwenden, sondern muss nach der Richtung der Kurve urteilen. Trotzdem scheint aus den Kurven herausgelesen werden zu dürfen, dass nasse Flechten eine etwa ebenso starke Hemmung wie ein vollständiges Untertauchen in Wasser bewirken, dass aber eine Bedeckung mit trocknen Flechten unter den in den Versuchen obwaltenden Bedingungen keine Transpirationshemmung verursacht. Nach Bedeckung mit trocknen Flechten ist im Gegenteil mehrmals die Transpiration gestiegen, was teils durch ein Austrocknen der Luft um die Nadeln herum infolge Wasserabsorption der Flechten, teils vielleicht durch das Hantieren mit den Zweigen während der Flechtenbedeckung verursacht sein kann (Luftströmungen, eventuell Reizwirkung auf die Spaltöffnungen).

Bei einer ökologischen Bewertung der Versuchsergebnisse muss man zuerst daran denken, dass die Versuche im Zimmer ausgeführt wurden, in fast unbewegter Luft, und also nichts über die Stärke der doch anzunehmenden Hemmung in bewegter Luft infolge des von den Flechten bewirkten Windschutzes aussagen. Um einmal zu versuchen, unter natürlicheren Bedingungen zu experimentieren, habe ich 1920 einige Transpirationsbestimmungen im Wald ausgeführt (diesmal mit Wägung), jedoch in kurzen Zeitabschnitten so enorm variierende Werte bekommen, dass das Ergebnis nicht zu weiterer Arbeit ermunterte. Um den Effekt des Windschutzes infolge der Flechtenbedeckung experimentell zu studieren, müsste man ohne Zweifel mit in jedem Versuch konstanten und bekannten Windstärken arbeiten — ein allzu grosser Apparat für die vorliegende Spezialfrage. Übrigens würde die ökologische Deutung auch solcher Versuche Schwierigkeiten bereiten, denn die Transpiration ist ja in erster Linie von den Öffnungsverhältnissen der Spaltöffnungen bestimmt, und der Spaltöffnungsmechanismus ist bekanntlich ein sehr empfindlicher Mechanismus (auch bei den Nadelbäumen, vgl. Stålfelt 1921), der bald mit Spaltöffnungsschluss reagiert, falls die Transpiration z. B. infolge von Wind zu stark wird. Es könnte also sehr gut möglich sein, dass, obwohl Versuche eine starke Transpirationshemmung seitens einer Flechtenbedeckung im Wind erwiesen hatten, diese Hemmung ökologisch nicht dementsprechend ausfallen würde, ja sogar, dass während eines Tages mit Wind ein, z. B. durch Flechten, windgeschützter Baum insgesamt mehr und dabei gleichmässiger, ökologisch vorteilhafter, transpirieren würde als ein entsprechend exponierter flechtenfreier.

Was die ökologische Bewertung der Versuche mit nassen Flechten betrifft, sei bemerkt, erstens, dass, solange Regen, feuchter Nebel etc. dauert, die Transpiration ohnehin sehr herabgesetzt sein muss, zweitens, dass die Flechten sich zwar in feuchter Luft schnell benetzen, aber auch nach Aufhören des feuchten Wetters schnell austrocknen. So habe ich am Morgen nach einem Tag mit Regen bis in die Nacht hinein die Bartflechten an den Fichten schon ganz trocken gefunden, während z. B. das Heidelbeerkraut am Boden noch triefnass war.

## 7. Die Bartflechten und die Assimilation.

Bei der Wahl einer Assimilationsbestimmungsmethode für diese Untersuchung haben mehrere Gründe mich von den gasometrischen Methoden abgehalten, vor allem die Gefahr, dass die Gegenwart der Flechten die Resultate fälschen würde, wenn man in Gaskammern arbeitete (Assimilation, Sorption; besonders zu fürchten: Freiwerden während des Versuchs von sorbiertem  $\text{CO}_2$ ). Ich griff daher zu einer Methode der direkten Bestimmung der gebildeten Assimilate (Inversion der Stärke mit Speichel, G a s t 1917, Hydrolyse mit  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , Kylin 1918, dann Bestimmung des reduzierenden Zuckers mit Fehlings Lösung mit Titration nach Bertr and 1906; die Methode beschrieben bei St ä l f e l t 1921), die sich aber für das Objekt unbrauchbar erwies, wahrscheinlich weil sich bei der Assimilation in den Nadeln ein Zwischenprodukt — Glykosid? — bildet, das in den lebenden Nadeln im Dunkeln Zucker abspaltet, das aber nicht von Speichel und  $\text{H}_2\text{SO}_4$  hydrolysiert wird. Meine Analysenwerte (Tab. 5, S. 425) zeigen das paradoxe Verhalten, dass die flechtenbeschatteten Nadeln m e h r (hydrolysierbare) Kohlehydrate enthielten als die unbeschatteten Vergleichsnadeln, gerade wie St ä l f e l t einen grösseren Gehalt in während 10 Stunden verdunkelten Nadeln fand als in dem Licht ausgesetzten (St ä l f e l t 1921, S. 242). Meine Bestimmungen lassen also leider keinen Schluss über die assimilationshemmende Wirkung der Flechten zu. Dass mit einer solchen Hemmung zu rechnen ist, ist jedoch anzunehmen, da die Flechten, besonders die Schwarzflechte, eine ziemlich starke Beschattung bewirken, und die Licht-Assimilationskurve der Fichte bis zum vollen Zenit-sommerlicht steigt (St ä l f e l t 1921). Eine Auswertung der Stärke dieser Hemmung geschähe vielleicht am besten indirekt durch Bestimmung des Lichtverlusts infolge der Flechtenbedeckung und Berechnung mittels einer Licht-assimilationskurve, die auf Grund von Untersuchungen mit einer gasometrischen Methode an flechtenfreiem, aber sonst möglichst vergleichbarem Material konstruiert wurde. Das erste ist zwar z. Z. eine heikle Aufgabe, u. a. mangels einer zuverlässigen und wirklich brauchbaren Lichtmessungsmethode für ökologische Zwecke, für den zweiten Teil der Aufgabe — der zwar viel Arbeit beansprucht — ist aber der Weg durch viele Arbeiten (z. B. in Schweden L u n d e g ä r d h, St ä l f e l t) gewiesen. Es sei jedoch bemerkt, dass, auch wenn wir exakt die Assimilationshemmung angeben könnten, die eine Flechtenbedeckung von gewisser Stärke auf einen normalen Fichtenbaum in Norrland bewirken muss, die Verwendung dieser Kenntnis für die Ökologie der typischen Flechtenbäume, die besonders auf schlechtem, allzu feuchtem u. s. w. Boden vorkommen, noch Schwierigkeiten bereiten würde. Es ist anzunehmen, dass diese Bäume vor allem infolge ungünstiger Bodenfaktoren leiden, also an Salz-mangel, Wasser-mangel u. s. w., nicht an zu wenig Licht. Ein Mehr oder Weniger von Licht ist deshalb höchstwahrscheinlich für sie ohne Bedeutung, solange nur die Lichtverhältnisse eine Assimilation erlauben, die in Verhältnis zur Salzzufuhr u. s. w. steht.

## 8. Versuche mit Flechtenbedeckung und Entfernen der Flechten.

Wegen technischer Schwierigkeiten wurden diese Versuche nicht mit ganzen Bäumen, sondern mit einzelnen Zweigen und Internodien vorgenommen. Wenn

der in Abt. 5 gefundene Parallelismus zwischen Flechtenbedeckung und Sprossentwicklung für die einzelnen Internodien auf einer Schädigung seitens der Flechten beruht, so muss sich aber diese schon durch solche Versuche nachweisen lassen.

Die Versuche, 22 an der Zahl, wurden im Staatsforst Kulbäcksliden (Kirchspiel Degerfors, Västerbotten) ausgeführt; 15 davon betrafen die Weissflechte, 7 die Schwarzflechte. Von jenen bestanden 5 in Entfernen der Flechten von flechtenbefallenen Zweigen, alle andern in Flechtenbedeckung von vorher flechtenfreien. Die Versuche mit der Weissflechte liefen von 1919 bis 1922, die mit der Schwarzflechte von 1920 bis 1922. In den Flechtenbedeckungsversuchen wurde die Art der Bedeckung und Befestigung ein wenig variiert; bald wurden die ganzen Zweige mit Flechten bedeckt, bald nur die Sprossspitzen, oder umgekehrt die Sprossspitzen flechtenfrei gelassen, während der Rest des Zweiges flechtenbedeckt wurde; meistens wurden die Flechten nur lose aufgehängt und dadurch befestigt, dass die Flechtenfäden zwischen den Nadeln eingeflochten wurden, in einigen Fällen wurden, um eine besonders dicke Bedeckung zu erhalten, die Flechtenbüschel, ohne Einflechten zwischen den Nadeln, um die Sprosse gewickelt und ihre Enden durch einen Knoten vereint. In den Fällen, wo nur die Sprossspitzen flechtenbedeckt wurden, oder wo die Flechten in der letztgenannten Weise (Bandagierung) appliziert wurden (insgesamt 4 mit der weissen, 1 mit der schwarzen Flechte) blieben die Flechten nicht sitzen. In den anderen Versuchen dagegen blieben sie überall gut sitzen, ausser in einem Fall mit der Weissflechte. Die Bedeckungen mit der Weissflechte waren sehr leicht auszuführen durch blosses Belegen des Zweiges und Einflechten in der Mitte des aufgelegten Büschels und zeigten nach dem ersten Regenwetter ein ganz natürliches Aussehen; bei der Schwarzflechte war es wegen der grösseren Steifheit der Fäden nötig, die Flechtenfäden unter gleichzeitigem Einflechten zwischen den Nadeln etwas um die Sprosse zu wickeln, sonst fielen sie gleich ab. Die Bedeckungen mit der Schwarzflechte zeigten daher nicht ein so natürliches Aussehen wie die Weissflechtenbedeckungen (vgl. die Fig. 7 bis 10, S. 428—431).<sup>1</sup>

Der einzige Fall, wo etwas auf eine Schwächung des Versuchszweiges infolge der Flechtenbedeckung hindeutete, ist bei dem in Fig. 7 abgebildeten Zweig 1, betreffend welchen bei den zwei letzten Revisionen folgendes notiert wurde: »Die Flechtenbedeckung sehr stark, am stärksten auf der linken Seite des Zweiges, wo trotzdem die meisten und die einzigen kräftigen Sprosse sitzen; Erklärung (?): diese Hälfte sitzt richtig, die andere hängt lotrecht. Der ganze Zweig macht doch in diesem Jahr einen starken Eindruck des Abgeschwächtseins im Vergleich mit anderen gleichgestellten an demselben Baum. Schädigung seitens der Etikette liegt nicht vor. Es ist zu bemerken, dass der Zweig eine schlechte Lage hat (gehört einer Unteretage zu)» (1921). »Ebenso; der einzige kräftige Trieb ist jetzt 25 mm, sitzt an einer *Chermes*-geschädigten (gekrümmten) Sprossspitze, die aus der Flechtenbedeckung austragt; diese ist sehr kräftig an beiden Hälften» (1922). Der Zweig nähert sich dem hängenden Typus und hatte, wie gesagt, eine schwache Lage am Baum. Er wäre sowieso früher oder später degeneriert.

Sonst ist nirgends etwas beobachtet worden, das auf eine Schädigung seitens

<sup>1</sup> Von den Photographien sind nur die aus 1919 stammenden im Wald aufgenommen, die übrigen im Laboratorium, nachdem die Zweige getrocknet waren.



der Flechten hindeutete, ausser dass vielfach die auswachsenden Jahrestriebe knieförmig gekrümmt waren. Ich habe dies zuerst als eine offenkundige mechanische Schädigung gedeutet, später aber gefunden, dass die Krümmungen, ausser möglicherweise in einem oder zwei Fällen, wo dies nicht mit Sicherheit behauptet werden kann, mit schwachen *Chermes*-Angriffen zusammenhängen (die zweifelhaften Fälle wurden gefälligst von Prof. Tr ä g ä r d h besichtigt); solche, von allen Stärken, kamen in den letzten Jahren in grosser Menge an den Fichten vor an der Lokalität, wo die Versuche gemacht wurden.

Normalkräftige auswachsende Jahrestriebe haben entweder die Flechtenbedeckungen abgekämmt (vgl. oben das Misslingen bei Bedeckung der Spitzen allein!) oder sind durch den Flechtenbelag ungehemmt hindurchgewachsen (vgl. Fig. 8—10), und irgendeinen Einfluss auf den Sprossansatz oder die Kraft der Triebe habe ich nicht bemerkt, wenn von dem Fall mit dem Zweig Nr 1 abgesehen wird. Diesem Ergebnis entsprechend habe ich gar keinen Einfluss der Entfernung der Flechten von typischen flechtenbefallenen Zweigen bemerken können. Die betreffenden Zweige haben ihr degeneriertes Aussehen ganz und gar behalten und entweder keine oder nur schwache Jahrestriebe hervorgebracht, nicht mehr und keine stärkeren als die weiterhin flechtentragenden Vergleichszweige.

Mit Hinblick auf das Ergebnis des Versuchs 1 kann auf Grund der Versuche nicht gelehrt werden, dass die Flechten unter Umständen eine schnellere Degeneration schwacher Zweige herbeiführen können, der Ausfall der Gesamtheit der Versuche scheint mir aber entschieden dagegen zu sprechen, dass der vorhin gefundene Parallelismus zwischen Flechtenbefallung und mangelnder Triebentwicklung seinen Grund in einer primären Schädigung seitens der Flechten hätte.

### 9. Korrelation zwischen Flechtenbedeckung und Sumpfigkeit des Bodens.

Die wirklich flechtenkrank aussehenden Fichten gehören, soviel ich gesehen habe, einer der folgenden Kategorien an: 1) Überjährige Bäume; 2) Bäume auf sumpfigem Boden; 3) Bäume auf ungünstigem Rohhumus, z. B. in durch den in Norrland vormalig verbreiteten »Dimensionshieb« zerfetzten Beständen, wo der Boden »verwildert« ist; allgemein sind es also Bäume, bei denen man ohnehin einen schwachen Zuwachs und schlechten Zustand erwartet. Es scheint mir dies sehr dafür zu sprechen, dass die Flechtenbefallung, in der Hauptsache jedenfalls, eine sekundäre Erscheinung ist. Nach meinen Beobachtungen tritt die Flechtenbefallung auch nicht auf wie eine planlos um sich greifende allgemeingefährliche Krankheit, sondern zeigt einen bis ins Einzelne individualisierenden Charakter. So pflegen gutwüchsige Bäume flechtenfrei zu sein, auch wenn sie dicht neben stark flechtenbefallenen alten Überhältern u. dgl. stehen (vgl. Abt. 2 und Fig. 2), und wo normaltrockner Moränenboden mit sumpfigem Boden wechselt, pflegen die Bäume je nach der Sumpfigkeit des Bodens flechtenbefallen zu sein. Andere Beobachter scheinen freilich einen ziemlich verschiedenen Eindruck von der Sache bekommen zu haben: »Von einer einzigen alten in Flechten gehüllten Fichten-Mumie kann ein ganzer Fichtenbestand infiziert werden und am meisten

an der Seite, die gegen die Windrichtung schaut» (Sernander 1922, S. 243). Es schien mir daher angezeigt, durch eine möglichst objektive Methode zu prüfen, inwieweit mein Eindruck richtig sei, und ich wählte als Prüfungsobjekt den Zusammenhang zwischen Flechtenbefallung und Sumpfigkeit des Bodens.

Es wurden zu dem Zweck zwei Streifen von 4 m Breite und je 120 m Länge taxiert, deren Lage aus der Karte Fig. 12 (S. 434) hervorgeht. Linie 1 geht, wie man sieht, meist über mehr oder weniger sumpfigen Boden, Linie 2 hauptsächlich über trockneren. Diesen Linien entlang wurden, Meter für Meter, alle innerhalb des taxierten Streifens wachsenden Bäume notiert, samt ihrer Höhe, dem Grad von Flechtenbedeckung, nach einer 5-gradigen Skala geschätzt, und ihrer Angehörigkeit zu verschiedenen Kronenschichten nach dem Schema Schottes (1912). Daneben wurde die Bodenvegetation untersucht und die Schnittpunkte der erkennbaren Grenzlinien in der Vegetation mit der Taxationslinie bestimmt. Die Bodenvegetation wurde als Indikator für den Grad der Sumpfigkeit des Bodens benutzt und danach trockner Boden (die gewöhnlichen Wald-*Hylocomia*, *Dicranum* etc., Heidelbeere, Preiselbeere u. s. w.), Übergangszone (mit viel *Polytrichum*, mit Pflanzen wie *Empetrum*, *Rubus chamaemorus*, *Carex globularis*) und sumpfiger Boden (*Sphagna*, hauptsächlich *Russowii*, in der Bodendecke dominierend) unterschieden. Die Tab. 6 (S. 434) zeigt die Verteilung des Materials nach Klassen der Flechtenbedeckung und des Bodens. In der Statistik wurden nur die die Kronenschichten 1—4 erreichenden Bäume aufgenommen, weil, wie schon oben genannt, die niedrigsten Bäume (der Klasse u, Unterwuchs, angehörend) immer flechtenfrei oder fast flechtenfrei sind, wie schlecht sie auch sein mögen. Für die Kronenschichten 1—4 zeigt sich aber, wie aus der Tabelle hervorgeht, eine starke Korrelation. Diese würde noch stärker gewesen sein, wenn nicht an der untersuchten Lokalität so viele gipfelgebrochene und schlechte stark flechtenbehangene Bäume auf dem trocknen Boden vorgekommen wären. Die Mittelhöhen der den verschiedenen Kronenschichten angehörigen Bäume in dem Material geht aus der unnummerierten Tabelle auf S. 435 hervor.

Die nächstliegende Annahme, um die gefundene Korrelation mit dem Boden zu deuten, scheint mir die, dass die Fichten auf dem feuchten Boden primär schlecht wachsen und daher flechtenbewachsen sind, dass also die Flechtenbedeckung lediglich ein Symptom des schlechten Zuwachses ist. Eine Beeinflussung der Flechten seitens des Bodens ist zwar denkbar, denn nach meinen Messungsreihen Tab. 1 (S. 410) scheinen durchschnittliche Differenzen in der Luftfeuchtigkeit zwischen naheliegenden Lokalitäten vorkommen zu können, und zwar wurde die Luft im Sumpfwald feuchter als im anstossenden Wald auf trockenem Boden gefunden. In der gefundenen Korrelation kann daher kein Beweis gegen die Annahme des primären Charakters der Flechtenbefallung gesehen werden, nur ein Indizium mehr dagegen.

## 10. Zusammenfassung, Schlussfolgerungen für die forstliche Praxis.

Der Parallelismus, den man in der Natur zwischen Stärke der Flechtenbefallung und schwachem Zuwachs sowie schlechtem Zustand überhaupt bei den Fichten in norrländischen Wäldern beobachtet, ist im einzelnen — für einzelne Zweige und Internodien — objektiv festgestellt worden. Es sind besonders Inter-

nodien mit toter Apikalknospe, die stark flechtenbefallen sind (5). Desgleichen wurde ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Flechtenbedeckung und der Sumpfigkeit des Bodens objektiv festgestellt (9). Für sehr niedrige Bäume (unter ein paar m Höhe) gilt jedoch keiner von diesen Zusammenhängen; solche niedrige Bäume pflegen flechtenfrei oder fast flechtenfrei zu sein, wie schwach sie auch wachsen und wie schlecht ihr Zustand ist. Dies Verhalten wird durch Verbreitungsverhältnisse erklärt (2, 9).

Versuche wurden ausgeführt mit Flechtenbedeckung und Entfernen der Flechten an Zweigen wachsender Fichten. Die Ergebnisse deuten dahin, dass der für einzelne Internodien festgestellte Parallelismus zwischen Flechtenbefallung und mangelnder Triebentwicklung nicht aus einer primären Schädigung seitens der Flechten zu erklären ist (8).

Bei Transpirationsversuchen in stiller Luft wurde keine Transpirationshemmung seitens trockner Flechten gefunden, nasse Flechten setzten aber die Transpiration der Fichtenzweige etwa gleich stark herab wie Eintauchen des Zweiges in Wasser. Die Versuche sind ökologisch nicht vielsagend, da sie über die Transpirationshemmung im Wind nichts aussagen. Die ökologische Bewertung einer in physiologischen Versuchen gefundenen Transpirationshemmung ist überhaupt kompliziert (6).

Versuche, die zur Beurteilung der hemmenden Einwirkung einer Flechtenbedeckung auf die Assimilation ausgeführt wurden, misslangen, weil die gewählte Assimilatbestimmungsmethode für Nadeln nicht verwendbar ist. Dass die Beschattung infolge der Flechtenbedeckung die Assimilation herabsetzt, ist wohl im allgemeinen anzunehmen, welche ökologische Rolle die Sache spielt bei den degenerierenden, wahrscheinlich meistens aus anderen Gründen als Assimilatmangel — z. B. an Salzhunger — leidenden Bäumen, die eben besonders von den Flechten befallen werden, ist sehr schwer zu sagen (7).

---

Die vorliegenden Tatsachen erlauben keine bestimmte Behauptung in der Frage über die Schädlichkeit der Flechtenbefallung; nach Prüfung der aus Versuchen und anderen Tatsachen erschlossenen Indizien kommt Verf. jedoch zu der Auffassung, dass die Flechtenbefallung wenigstens hauptsächlich eine sekundäre Erscheinung ist, ein Symptom schwachen oder mangelnden Sprossansatzes. Die Fichten wären also flechtenbehangen, weil sie schlecht sind, nicht schlecht weil flechtenbehangen. Jedenfalls kann man nach der stark individualisierenden Art des Auftretens der Flechten in der Natur behaupten, dass die Flechtenbefallung keine allgemeingefährliche Pest ist.

\*                    \*  
\*                    \*

Wenngleich die vorliegende Frage als ökologisches Problem viele Schwierigkeiten bereitet, so scheint doch ihre praktische Seite ziemlich einfach. Einmal scheint es unausführbar, andere direkte Massnahmen gegen die Flechten zu unternehmen als die Ausmerzungen der Träger der Ansteckung, d. h. der stark befallenen Bäume; auch wenn die Flechtenbefallung den Charakter einer ver-

heerenden Pest hätte, wäre dies wohl das einzige, was man in der Praxis dagegen tun könnte. Die stark flechtenbefallenen Bäume scheinen aber ohne Ausnahme die schon primär sehr schwachwüchsigen, degenerierenden, sterbenden und halbtoten zu sein, die schon vom Gesichtspunkt einer rationellen Waldkultur weggenommen werden sollten. In demselben Masse, wie die überalten Wälder durch produktive, rationell gepflegte ersetzt werden, wie es gelingen wird, die schlecht gepflegten, zerfetzten Bestände in gesunde produktive Bestände zu überführen, wie die Sumpfwälder dräniert werden, wird voraussichtlich die Flechtenbedeckung als Krankheit verschwinden. Die primär gesunden Bäume scheinen davon nichts zu fürchten zu haben. Immerhin ist es möglich, dass eine Flechtenbefallung die Degeneration schwacher Bäume beschleunigen kann, ja sogar dass für gewisse Gebiete S e r n a n d e r in der Auffassung Recht hat, die Schwarzflechte wäre »der wahre Würgengel der Fichten« (1922, S. 243). Dass diesem Würgengel andre Bäume zum Opfer fallen als die schon aus andern Gründen dem Tod geweihten ist aber nach allem zu urteilen nicht anzunehmen.

---

Detta blad torde benäget inläggas eller inhäftas i Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt h. 19 efter sidan 451.

Es wird gebeten, dies Blatt in das Heft 19 der Mitteilungen der forstlichen Versuchsanstalt Schwedens nach der Seite 451 hineinzulegen oder einzuheften.

### Rättelser till uppsatsen »Hänglavar och tillväxt hos norrländsk gran».

Berichtigung zum Aufsatz »Bartflechten und Zuwachs bei der norrländischen Fichte».

Sida 21, 425 rad 22 uppifrån står »kurvor», läs: barrprov.

Sida [4] 408, [5] 409, [21] 425, [25] 429, [26] 440, [27] 431: »*Alectoria Fremontii*» ändras överallt till svart skägglav,

Det av mig för bestämningsändamål insamlade materialet av svartlav bestämdes på sin tid av den rådfrågade lavspecialisten till *Alectoria Fremontii* Tuckerm. På min begäran har lektor MALME godhetsfullt än en gång granskat samma material och härvid funnit att det tillhör arten *Alectoria chalybæiformis* L. Wainio. Den föregående bestämningen utfördes i lampljus, därav misstaget (skillnaden mellan arterna ligger i sorediernas färg, som är gul hos »*Fremontii*», gråvit hos *chalybæiformis*). Att utan vidare döpa om min »*Fremontii*» till *chalybæiformis* låter sig emellertid ej göra, då även den verkliga *Fremontii* finns i de trakter, där jag arbetat. (Alla svartlavsprov som av dr MALMSTRÖM insamlats på Kulbäcksliden ha av doc. G. E. DU RIETZ bestämts till *A. Fremontii*.) Docent DU RIETZ har benäget meddelat mig, dels att än den ena arten, än den andra dominerar inom olika områden i Norrland, dels att något lämpligt latinskt kollektivnamn (analogt med t. ex. artnamnet *Betula alba* L.) ej finnes, som omfattar de ifrågavarande svarta *Alectoria*-arterna. Jag har då måst tillgripa ett svenskt kollektivnamn.

LARS-GUNNAR ROMELL.

Der Name »*Alectoria Fremontii*» sollte überall in meinem Aufsatz zu »schwarze Bartflechte» geändert werden. Mein zu Bestimmungszwecken eingesammeltes Material ist *Alectoria chalybæiformis*, nicht *Fremontii*, wie fehlerhaft angegeben. In den Gegenden, wo ich gearbeitet habe, ist aber auch die wahre *Fremontii* (nach anderen sicheren Bestimmungen) häufig. Bei der grossen biologischen Ähnlichkeit der beiden Arten ist ein Kollektivname erwünscht, ja nötig, aber keines der lateinischen Kunstwörter der Systematiker ist dazu brauchbar (nach gef. Angabe von dem Flechtenspezialisten, Herr Dozent G. E. DU RIETZ).

LARS-GUNNAR ROMELL.