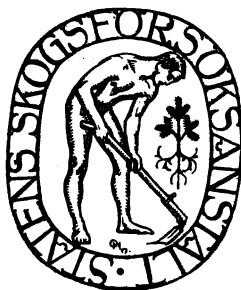


TILL FRÅGAN OM SAMBANDET MELLAN TEMPERATUR OCH VÄXTGRÄNSER

ÜBER DEN ZUSAMMENHANG ZWISCHEN TEMPERATUR UND VERBREITUNGS-
GRENZEN VON PFLANZEN

AV

OLOF LANGLET



MEDDELANDEN FRÅN STATENS SKOGSFÖRSÖKSANSTALT
HÄFTE 28 · Nr 3.

MEDDELANDEN
FRÅN
STATENS
SKOGSFÖRSÖKSANSTALT

HÄFTE 28. 1935

MITTEILUNGEN AUS DER
FORSTLICHEN VERSUCHS-
ANSTALT SCHWEDENS

28. HEFT

REPORTS OF THE SWEDISH
INSTITUTE OF EXPERIMENTAL
FORESTRY

N:o 28

BULLETIN DE L'INSTITUT D'EXPERIMENTATION
FORESTIÈRE DE SUÈDE

N:o 28



REDAKTÖR:
PROFESSOR DR HENRIK HESSELMAN

INNEHÅLL:

	Sid.
TRÄGÅRDH, IVAR och BUTOVITSCH, VIKTOR: Redogörelse för barkborre-	
kampanjen efter stormhärjningarna 1931—1932	1
Bericht über die Bekämpfungsaktion gegen Borkenkäfer nach den	
Sturmverheerungen 1931—1932	240
TAMM, OLOF: Ett försök till klassifikation av skogsmarken i Sve-	
rige	269
Versuch einer Klassifikation des Waldbodens in Schweden.....	297
LANGLET, OLOF: Till frågan om sambandet mellan temperatur och	
växtgränser	299
Über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Verbreitungsgrenzen von Pflanzen	408
TIRÉN, LARS: Om granens kottsättning, dess periodicitet och sam-	
band med temperatur och nederbörd	413
On the fruit setting of spruce, its periodicity and relation to temperature and precipitation	521
HESSELMAN, HENRIK: Fibyskogen och dess utvecklingshistoria	525
Der Fibywald und seine Entwicklungsgeschichte	570
MALMSTRÖM, CARL: Om näringsförhållandenans betydelse för torv-	
markers skogsproduktiva förmåga. En redogörelse för några be-	
lysande gödslingsförsök med träaska, utförda å Robertsfors bruk i	
Västerbotten på initiativ av jägmästare V. ÅLUND	571
Über die Bedeutung der Nährstoffbedingungen für das waldproduktive Vermögen der Torfböden. Ein Bericht über einige lehrreiche Düngungsversuche mit Holzasche auf Torfböden in Robertsfors in Westerbotten	640
NÄSLUND, MANFRED: Ett gallringsförsök i stavagranskog	651
Ein Durchforstungsversuch in Stabfichtenwald	725
HESSELMAN, HENRIK: Barrskogens arealfördelning på tall-, gran-	
och barrblandsbestånd i Norrland och Dalarna. Beskrivning	
till karta upprättad på grundval av riksskogstaxeringens beståndsbe-	
skrivningar. Med karta	731
Die Arealverteilung des Nadelwaldes auf Kiefern- Fichten- und Nadelmischwälder in Norrland und Dalarna. Beschreibung einer Karte ausgearbeitet nach den Bestandesbeschreibungen der Reichswaldabschätzung. Mit Karte	747

Redogörelse för verksamheten vid Statens skogsförsöksanstalt under år 1934. (Bericht über die Tätigkeit der Forstlichen Versuchsanstalt Schwedens im Jahre 1934; Report on the work of the Swedish Institute of Experimental Forestry in 1934.)

Allmän redogörelse av HENRIK HESSELMAN	754
I. Skogsavdelningen (Forstliche Abteilung; Forestry division) av HENRIK PETERSON.....	754
II. Naturvetenskapliga avdelningen (Naturwissenschaftliche Abteilung; Botanical-Geological division) av HENRIK HESSELMAN ...	758
III. Skogsentomologiska avdelningen (Forstentomologische Abteilung; Entomological division) av IVAR TRÄGÅRDH	760



TILL FRÅGAN OM SAMBANDET MELLAN TEMPERATUR OCH VÄXTGRÄNSER.

Förord.

Sedan ett flertal år har jag arbetat med en undersökning av härstammningens betydelse för en del fysiologiska egenskaper hos barrträd, särskilt hos tallen, och har därvid även haft att sysselsätta mig med frågan, huru temperaturförhållandena lämpligen böra uttryckas, för att deras betydelse för och samband med de undersökta fysiologiska egenskapernas variabilitet i möjligaste mån och på enklaste sätt skall kunna bringas till uttryck. För att söka utreda, vilka temperaturfaktorer, som lämpligen kunna användas för att karakterisera värmeförhållandena å en viss ort, har jag ägnat åtskillig uppmärksamhet åt sådan litteratur, som berör den därmed nära sammanhängande frågan om vilka klimatfaktorer, som eventuellt kunna vara kritiska för en viss växt, så att de därigenom komma att betinga gränserna för dess utbredningsområde. Dessa litteraturstudier ha i sin tur givit anledning till en del rätt ingående studier av det meteorologiska primärmaterialet och dess användning. Jag har även haft tillfälle att i någon mån komplettera mina studier med iakttagelser i fält. Ehuru här föreliggande studier kommit till för att i viss mån utgöra grunden till behandlingen av sådant meteorologiskt material, som kan visa sig vara erforderligt i kommande arbeten över skogsträdens proveniens, m. m., har det dock befunnits lämpligt att framlägga dem i ett helt fristående arbete, ej minst av den anledningen, att här till behandlingen även upptagits frågor, som för proveniensforskningen torde sakna omedelbar betydelse.

Innan jag övergår till att framlägga resultaten av dessa studier, ber jag att först få framföra mitt tack till alla, som på olika sätt underlättat utförandet av mitt företag och tillmötesgått mig med upplysningar om utbredningsgränser, ståndorter och förnygringsförhållanden, m. m. Främst ber jag att få rikta mitt tack till Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt, där med utomordentligt tillmötesgående på min anhållan uträknats frekvens-

värden av maximitemperaturer för några meteorologiska stationer (Abisko 1930—1932, Kiruna, Storlien, Suorva och Tärnaby 1922—1932), och där jag även fått taga del av tidigare beräknat material (Karesuando 1891—1920, Kiruna 1911—1920, Riksgränsen 1905—1922 samt Storlien 1901—1910). Vidare vill jag hjärtligt tacka jägmästare L. TIRÉN, som jag haft nöjet diskutera många klimatfrågor med, och vars insikter i statistik varit mig till ovärderlig hjälp.

Särskilt ber jag få betyga min synnerligen stora tacksamhet till länsjägmästare J. LINDNER, som haft den stora vänligheten, att icke endast i fält införa mig i studiet av barrträdens utbredningsgränser i Bohuslän, utan även till mitt förfogande ställa vissa icke tidigare publicerade uppgifter ur ett i manuskript befintligt arbete, däribland framför allt den här som fig. 15 återgivna, av honom upprättade kartan. Länsjägmästare LINDNER och fotograf BORG MESCH hava godhetsfullt låtit mig disponera publikationsrätten till fig. 16 resp. fig. 20.

Den tyska sammanfattningen samt tabell- och figurtexterna ha språkligt granskats av Dr. rer. forest. V. BUTOVITSCH, varför jag frambär mitt hjärtliga tack.

Preliminära meddelanden om resultaten av här framlagda studier hava lämnats i föredrag inför Botaniska Sällskapet i Stockholm den 20 oktober 1934 och Geografiska Föreningen i Uppsala den 7 november 1934.

Experimentalfältet i april 1935.

OLOF LANGLET.

INNEHÅLL.

	Sid.
INLEDNING	303
Kap. 1. Jämförelse mellan medeltemperaturer och extremtemperaturer med särskild hänsyn till deras antagliga biologiska betydelse.	305
Om begreppet temperaturgradernas varaktighet.	305
Varaktighetsbegreppets användning.	305
Om återgivandet av temperaturrens gång.	308
Om sambandet mellan medel- och extremtemperatur.	311
Beräkning av samband mellan dygnstemperaturer	315
Om dygnsmedeltemperaturen som klimatfaktor.	318
Jämförelse mellan frekvens av dygnets medel- och maxi- temperatur	318
Om den direkta och den indirekta metoden att bestämma fre- kvens resp. varaktighet av temperaturer.	321
Om månadsmedeltemperaturen som klimatfaktor.	326
Kap. 2. Om bestämning av »klimatkonstanter».	330
Metodiken vid fastställandet av »klimatkonstanter».	330
Varaktighetskurvornas beroende av klimatvariationer.	332
Bestämningar av »klimatkonstanter» för granens, tallens och björkens nordgränser	336
Det för bestämningarna använda meteorologiska materialet.	336
Granens »konstanter».	338
Tallens »konstanter».	339
Björkens »konstanter».	341
Tillämpning av bestämningsmetoden beträffande gran och tall å synkront meteorologiskt material.	343
Kap. 3. Om utbredningsgränserna för bok och gran m. fl. trädslag.	348
Om utbredningskartornas värde som kontroll å bestämningarna av »klimatkonstanter»	348
Om bokens förekomst och dess reproduktionsförmåga norr om dess spon- tana nordgräns i Sverige.	352
Om avenbokens nordgräns.	357
Om granens utbredning och reproduktionsförhållanden längs dess skan- dinaviska västgräns	357
Granen i Bohuslän.	358
Granen i Halland och Skåne.	367
Granen i Danmark.	369
Granen å norska Vestlandet.	370
Om tallens förekomst i trakter med maritimt klimat.	372

Kap. 4. Om de utbredningsbetingande faktorerna.....	374
Om klimat och ståndortsfaktorer.....	375
Om konkurrens med andra växter.....	377
Om människans inflytande.....	379
Om den fysiologiska variabiliteten.....	381
Om betydelsen av växters spontana förekomst.....	384
Kap. 5. Om »klimatkonstanternas» och extremtemperaturernas betydelse	386
Om »klimatkonstanternas» växtklimatologiska betydelse.....	386
Om »klimatkonstanternas» växtfysiologiska betydelse.....	390
Om extremtemperaturernas betydelse för växters utbredning.....	392
Om växternas temperatur och lufttemperaturen.....	394
Sammanfattning av resultat och slutsatser.....	395
Slutord.....	398
Rättelse.....	399
Anförd litteratur.....	400
Deutsche Zusammenfassung.....	408

Inledning.

De förnämsta av de svårigheter, som uppstålla sig vid varje försök att närmare precisera eventuella samband mellan temperatur och växtgränser, äro de ofta mycket komplicerade förhållanden, som inverka på växtgränsernas förlopp. Särskilt gäller detta sådana växtgränser, som sträcka sig genom vitt skilda trakter med olika klimat, som till exempel granens västgräns i Europa. Även om en dylik gräns skulle vara en ren klimatgräns, är det därför alls icke säkert, att den kan betraktas som varande blott och bart en temperaturgräns; och även om det senare dock skulle vara fallet, är det synnerligen tvivelaktigt, om en och samma temperaturfaktor kan tänkas vara avgörande för gränsens läge längs hela dess sträckning.

Många viktiga upplysningar i den föreliggande frågan kunna erhållas genom statistiska undersökningar, utan att närmare kännedom erfordras om de olika faktorernas inverkan på växterna. Om den kausala kärnan i problemet säga emellertid sådana undersökningar föga. I själva verket behärska vi hela frågan avsevärt mycket säkrare och komma sannolikt lättare till målet, om vi vid den statistiska undersökningen kunna stödja oss på redan utförda biologiska undersökningar. Särskilt betydelsefulla äro sådana undersökningar, när det gäller att utvälja de faktorer, vilkas betydelse skall bringas till uttryck i den statistiska undersökningen. Den stora mängden av befintliga faktorer gör det knappast möjligt — och i varje fall förenat med stora uppoffringar av tid och penningar — att pröva allt, som kan tänkas vara av betydelse.

Beträffande temperaturens roll som direkt utbredningsbetingande faktor känna vi ännu endast de stora dragen, medan de närmare detaljerna ännu återstå att utforska. Detta torde bland annat framgå av den rikhaltiga provkarta på temperaturfaktorer av olika slag, som under tidernas lopp kommit till användning vid försök att definiera temperaturförhållandena längs växternas utbredningsgränser. Som regel torde de meddelade temperaturuppgifterna endast vara avsedda att giva en approximativ uppfattning om klimatets genomsnittliga värmegrad och dess allmänna typ; endast i undantagsfall torde någon mena sig hava erhållit definitiva uttryck för just de temperaturfaktorer, som genom fysiologisk inverkan å växternas funktioner direkt betinga förloppen av vissa utbredningsgränser. Under senare år har en uppmärksam metod, som gör anspråk på att föra fram till just dylika temperaturfaktorer, offentliggjorts av docenten FR. ENQUIST i hans arbeten rö-

rande sambanden mellan temperatur och skördeavkastning resp. växtgränser. På grund av den vittomfattande och principiellt stora betydelse de medelst denna metodik vunna resultaten måste tillmätas för uppfattningen om sambandet mellan temperatur och vegetation, därest de kunna godtagas, är det helt naturligt, att jag ägnat ett mera ingående studium åt denna metodik och dess förutsättningar.

KAP. I. JÄMFÖRELSE MELLAN MEDELTEMPERATURER OCH EXTREMTEMPERATURER.

Om begreppet temperaturgradernas varaktighet.

Varaktighetsbegreppets användning.

När det gäller att enklast möjligt angiva de för en växt erforderliga eller gynnsamma temperaturförhållandena, torde det ligga närmast till hands att använda sådana lätt åtkomliga meteorologiska data som års- och månadstemperaturer. Av dessa temperaturer säga ju månadstemperaturerna åtskilligt även om temperaturens fördelning under året, varför de också kommit till användning vid definition av klimatzoner etc., praktiskt taget ända sedan dylika data förelegat för bearbetning.

Såväl då enstaka månadsmedeltal, som ännu mera då kombinationer av sådana komma till användning (t. ex. de 3 varmaste, resp. kallaste månadernas medeltemperatur), kommer i temperaturfaktorn även tiden att ingå. I ännu högre grad blir detta givetvis fallet beträffande ett sådant begrepp som vegetationsperiodens medeltemperatur (jfr. t. ex. SCHOUW 1822). Tidsfaktorn har även tidigt uppmärksammats, och dess betydelse framhållits.

SENDTNER (1854, sid. 494) t. ex. framhöll betydelsen av »die Dauer der Sommerwärme und der Winterwärme innerhalb bestimmter Grade, die nicht gerade das Temperaturmittel sind» och SUPAN (1887, sid. 165) betonar, att »für gewisse Untersuchungen, namentlich pflanzengeographische, ist die Frage nach der Temperaturdauer fast von noch grösserer Bedeutung als die nach dem Wärmegrade» . . . »vorläufig glaube ich, dass die Feststellung der Dauer der Temperaturen von 0° und darunter womit mehrere geographisch wichtige Momente zusammenhängen —, von 10° und darüber (die eigentliche Vegetationszeit, soweit sie nicht durch die Verteilung der Niederschläge beschränkt ist), und von 20° und darüber genügen dürfte». SUPANS anförda arbete omfattar även kartor över Europa med termoisokroner (= linjer sammanbindande orter där viss temperatur råder under lika lång tid) för de nämnda temperaturerna.

Antalet frostfria dagar kan anföras som exempel på en temperaturfaktor, där tiden är variabel. Detta dagtal ingår i vissa länders meteorologiska publikationer, och har även kommit till användning i såväl klimatologisk (jfr HANN 1932) som växtgeografisk (t. ex. SAMUELSSON 1915) litteratur.

LIVINGSTON & SHREVE skriva i sitt stora verk (1921 sid. 101): »A combination of the time factor and that of intensity is, frequently if not always, the effective condition which determines the success or failure of plants in nature.» I samma arbete finnas kartor över Förenta Staterna med utsatta termoisokroner för antalet dygn per år med medeltemperatur av $+68^{\circ}\text{F}$ ($= +20^{\circ}\text{C}$) och däröver, samt antalet dygn med medeltemperatur av $+32^{\circ}\text{F}$ ($= \pm 0^{\circ}\text{C}$) och därunder (ibid. sid. 202—203). Kartorna grunda sig på en tabell, upptagande data för 176 meteorologiska stationer. Även antalet dygn med minimitemperatur av $+32^{\circ}\text{F}$ och däröver — »frostless season» — återfinnes i en tabell, upptagande data för 1803 stationer, samt på en å dessa data grundad karta (ibid. sid. 160).

HELLMANN (1917 *a, b*, 1918 *a, b*), har använt sig av frekvenstal av dagar med viss medel- eller extremitemperatur för att sinsemellan jämföra olika vintrar resp. somrar. Han påpekar, att förekommande varma och kalla perioder lätt kunna taga ut varandra vid beräkningar av månadsmedeltal, varför det vore en given fördel att räkna med 5-dagarsperioder, eller, ännu bättre, att välja dygnet som tidsenhet. För att jämföra olika vintrar angiver HELLMANN dels frekvens av dagar med medeltemperatur överstigande $+6^{\circ}$ eller understigande $\pm 0^{\circ}$, -10° , -15° , dels även största antal direkt på varandra följande dagar uppfyllande dessa villkor (således varaktighetstal i egentlig mening, jfr även sid. 321). Han använder sig dessutom av antalet dagar med minimitemperatur under $\pm 0^{\circ}$ (frostdagar), med maximitemperatur under $\pm 0^{\circ}$ (isdagar), med medeltemperatur överstigande $\pm 0^{\circ}$ samt av årligt minimum och årets lägsta dygnsmedeltemperatur. I och för jämförelse av somrarna använder HELLMANN liknande värden, och klassificerar dagarna såsom heta (medeltemperatur överstigande $+25^{\circ}$), mycket varma eller varma (maximitemperatur överstigande $+30^{\circ}$ resp. $+25^{\circ}$), kalla (medeltemperatur understigande $+12$ — 14° , beroende på årstiden) eller mycket kalla (maximitemperatur understigande $+15^{\circ}$). Förutom frekvensberäkningar använder sig HELLMANN även av temperatursummor av dygnstemperaturer, som över- eller underskrida vissa av ovan angivna gradtal.

I inledningen till ett känt tabellverk framhåller HAMBERG (1918, sid. 6): »För vissa klimatologiska frågor, exempelvis för utrönandet av sambandet mellan lufttemperaturens årliga gång och de årligen återkommande periodiska företeelser, som bero av solvärmens . . . är det . . . behövt att känna den tidpunkt under året, då en viss temperaturgrad i medeltal infinner sig på en ort vilken som helst vare sig på den uppgående vårsidan eller på den nedgående höstsidan, ävensom längden av den del av året, under vilken orten i fråga normalt är utsatt för en temperatur över eller under ett visst gradtal» [spärr. av mig]. I samma verk meddelar HAMBERG i Tab. A data för 232 svenska och 83 norska meteorologiska stationer, upp-

tagande bl. a.: »Antalet dygn, vilkas normala medeltemperatur överstigit 0° , 2° , 4° etc. och understigit 0° , -2° , -4° etc.»

För ungefär tio år sedan höll ENQUIST vid ett sammanträde i Geologiska föreningen ett föredrag om »Sambandet mellan klimat och växtgränser». Ett kortfattat autoreferat av det nämnda föredraget finnes tryckt (ENQUIST 1924). Senare har ENQUIST framlagt sina synpunkter och sin metodik i ett antal skrifter (1929, 1932, 1933 a, b).

ENQUIST synes principiellt anse angivandet av varaktighetstal av maximi- eller minimitemperatur som det oförläppligt bästa sättet att karakterisera temperaturförhållandena, då det gäller växternas beroende av desamma. — Ibland använder han sig dock för angivet ändamål av t. ex. »det variabla gradtal, som det varmaste av vinterns trettio lägsta minimitemperaturvärden uppnår» (1932, sid. 135). — Termen varaktighetstal är, som ENQUIST använder den, oegentlig, enär det här är fråga om frekvenstal (jfr LINDQVIST 1931, sid. 340). Jag har emellertid i det följande med avsikt i viss utsträckning bibehållit ENQUISTS terminologi, för att undvika missuppfattningen, att jag skulle avse någon annan temperaturfaktor än han.

Användningen av varaktighetstal av temperaturen motiveras av ENQUIST (1929, sid. 10) på ett sätt, som kort och koncist uttrycker tillvägagångssättets förtjänster: »genom beräkning av frekvens och varaktighetsvärden kunde man däremot erhålla icke endast som hittills de meteorologiska värdena variabla utan även få tidsfaktorn variabel» [spärr. av ENQUIST].

ENQUIST (1929, sid. 9) säger emellertid dessutom: »I det föregående har jag ... talat om temperaturgradernas varaktighet, ett i den klimatologiska litteraturen förut obeaktat begrepp. Innan jag går att påvisa dess intima relationer till skördeavkastningen, skall jag därför först redogöra för anledningen till att jag uppställt detsamma.» Av det föregående torde omedelbart framgå, att det innebär en rätt avsevärd överdrift, då ENQUIST påstår, att temperaturgradernas varaktighet är ett i den klimatologiska litteraturen förut obeaktat begrepp, och att han uppställt detsamma.

Nu skall emellertid beredvilligt medgivas, att ENQUIST på grundval av sina varaktighetstal dragit avsevärt mera bestämda och vittgående slutsatser rörande betingelserna för växters utbredning, än någon annan före honom. Likaså har han för att jämföra temperaturförhållandena under olika år bl. a. använt sig även av varaktighetstal, detta för att påvisa samband mellan variationer i klimat och skördeavkastning (1929, 1932).

ENQUISTS motivering, varför varaktighetstal av extremtemperaturerna skulle vara varje annan temperaturfaktor överlägsna, lyder sålunda:

»Föredraganden framhöll att något samband aldrig lyckats påvisas mellan biologiska företeelser (i föreliggande fall växtgränser) och klimatologiska data

baserade på medelvärden beräknade ur sammanhängande tidsperioder [spärr av ENQUIST] ('julitemperaturen', de tre varmaste månadernas temperatur, 'vegetationsperioden' o. s. v.). Någon anledning att antaga att det kolossala meteorologiska material, som årtionde efter årtionde samlats och bearbetats från denna synpunkt, någonsin skall kunna tillgodogöras förefinnes icke heller, detta på grund av att amplituden under tidsperioden icke får fråsnes. Tager man den s. k. julitemperaturen för en ort i betraktande, så finner man att endast ett mycket ringa antal av denna månads 31 dagar uppvisar medeltemperaturer liggande invid eller nära månadsmediet, ett flertal dagar uppvisa helt andra högre och lägre temperaturer. Att det sålunda fåtaligt representerade medelvärdet under viss månad skulle spela någon roll är icke troligt, så mycket mindre som angränsande tidsperioder (i exemplet således juni och augusti, ofta även maj och september) uppvisa ett stort antal dagar med temperaturer långt över juli månads medeltemperatur.» (ENQUIST 1924, sid. 202).

»Något samband mellan växtgränser eller andra biologiska företeelser och de ur dygnsmedeltemperaturer härledda varaktighetstalen hade föredraganden icke funnit. Detta är ej heller att vänta på följande grund. Dygnsmedeltemperaturen bildas ur medeltalet av de 24 skilda timmarnas temperaturtal. Dessa variera inom vida gränser, dygnsamplituden är ofta synnerligen stor. Dygnsmedeltemperaturen inträffar i verkligheten endast två gånger under dygnet: tidigt på morgonen och sent på kvällen. Någon anledning att antaga just dessa värden vara av biologisk betydelse torde icke föreligga. Den hittills helt försummade dygnsamplituden, dess relativa storlek och de absoluta värden mellan vilka den slår (temperaturmaxima, resp. minima), syntes däremot föredraganden vara faktorer av den art, som härvid verka bestämmande.» (ENQUIST 1924, sid. 204.)

Om återgivandet av temperaturens gång.

Medeltemperaturens — särskilt årsmedeltemperaturens — bristfälligheter i olika avseenden hava sedan länge varit påtalade. Så betonar t. ex. HOFFMANN (1857), att, då det gäller temperaturens inflytande på vegetationen, »die Mitteltemperatur nicht ausreichen kann. Denn sie lehrt uns nicht den so ausnehmend wichtigen Gang der Temperatur kennen, noch weniger die Extreme, unter denen doch sowohl der Frostpunct, als die Maxima, eine ganz besondere, ihnen eigenthümlich zukommende Bedeutung haben.» Han tillägger emellertid omedelbart: »Gänzlich lässt sie uns ferner im Ungewissen über die zwei bei weitem wichtigsten Witterungsfactoren, nämlich über den Regen und Sonnenschein; nur über im Schatten wachsende Pflanzen könnte sie einen etwas erschöpfenderen Aufschluss geben» (ibid. sid. 529). Han kri-

tiserar »die Manie, Mittelzahlen zu berechnen», med den motiveringen, väl att märka, att densamma »die Aufmerksamkeit von den wichtigsten Dingen: Schneedecke, Eistage, erster u. letzter Frost, Maxima und Minima, Regentage u. s. w. fast vollständig abgezogen hat» (1865, sid. 51). Den betydelse han tillskriver extremtemperaturerna grundar sig på, dels vid minimitemperaturer inträffande froster, dels att han anser maximitemperaturerna uttrycka dagens temperaturförhållanden (i motsats till dygnets, *ibid.* sid. 41) bättre än (dygns-)medeltemperaturen, samt att »die Maxima sind ja im Allgemeinen während der Vegetationszeit nicht nur ein Ausdruck der Wärme, sondern zugleich mittelbar in bei weitem den meisten Fällen ein Ausdruck des Sonnenscheins» (1857, sid. 336). HOFFMANNS inställning till frågan om extremtemperaturernas betydelse är således i princip en helt annan än ENQUISTS, vilket bl. a. tydligt torde framgå av följande uttalande: »Wie die Tagesextreme einen Einfluss haben, so im Ganzen und Grossen noch mehr die Monatsextreme» (HOFFMANN 1857, sid. 344).

Det är givet, att om man å ena sidan endast räknar med medeltemperaturer, kanske för året, å andra sidan räknar med temperaturvariationer under olika årstider, frostfrekvens, regn och solsken och extremtemperaturer, så får man genom en dylik jämförelse intet begrepp om medeltemperaturens användbarhet. Jämförelserna måste göras så att resultaten även bli jämförbara. Månadsmedeltemperatur bör exempelvis jämföras med månadsmedeltal av dagliga maximi- eller minimitemperaturer, varaktighet av extremtemperaturer med varaktighet av motsvarande medeltemperaturer, o. s. v.

HOFFMANN framhåller, som nämnt, att det är temperaturens gång, som är det väsentliga. Detsamma har senare påpekats av bl. a. BROCKMANN-JEROSCH (1913, sid. 28): »Es ist nicht die Durchschnitts-temperatur das Massgebende, sondern der Temperatur-verlauf.» Lika ovedersägligt som detta torde vara, lika tvivelaktig förefaller mig ENQUISTS ovan anförda motivering för fördelen av att räkna med enbart extremtemperaturer, då nämligen temperaturens gång i väsentliga delar kan bringas till uttryck även vid ändamålsenlig användning av medeltemperaturer. — Detta gäller dock självfallet icke temperaturens gång under den tidsperiod, för vilken medeltemperaturen beräknats; dygnsmedeltemperaturen kan sålunda aldrig giva en uppfattning om temperaturens gång under det enskilda dygnet (jfr BROCKMANN-JEROSCH 1913, 1919). — I efterföljande del av kapitlet har jag sökt att i någon mån bidra till utredning av sambanden mellan medel- och extremtemperaturer och med exempel sökt belysa den större eller mindre överensstämmelsen mellan resultaten av beräkningar, vari den ena eller den andra av dessa temperaturer ingå.

Varken års-, månads- eller dygnsmedeltemperatur äro ideala uttryck för temperaturförhållandena under respektive tidsperioder, just därför att

temperaturens gång icke kommer till uttryck. Men temperaturens årliga gång kommer till uttryck i månadsmedeltemperaturerna, liksom månadernas i dygnsmedeltemperaturerna. Önskas en noggrannare karakteristik av dygnets temperatur, får man, om man icke har tillgång till termogram, söka att med hjälp av temperaturavläsningar vid olika tider på dygnet jämte extremtemperaturerna rita upp temperaturvariationerna för varje dygn. Utväljes emellertid på en dylik sammansatt kurva, resp. termogram, endast den högsta eller den lägsta punkten för varje dygn för att representera dygnets genomsnittliga temperaturförhållanden, giver denna självfallet en sämre uppfattning om samma förhållanden, än dygnstemperaturen, som representerar medeltal av 24 punkter på dygnskurvan. I detta sammanhang kan erinras om ENQUISTS ovan anförda motivering för att fränkänna dygnsmedeltemperaturen biologisk betydelse: »Dygnsmedeltemperaturen inträffar i verkligheten endast två gånger under dygnet.» Då emellertid maximi- och minimitemperaturerna ju i regel endast inträffa en gång vardera under dygnet, borde väl därför dessa — enligt ENQUISTS betraktelsesätt — endast kunna tillmätas hälften så stor betydelse för »biologiska företeelser», som den dubbel så ofta inträffande medeltemperaturen. — Ytterligare bör beaktas, att på grund av instrumentens konstruktion torde extremtemperaturerna vara mindre tillförlitligt bestämda än övriga temperaturer och därmed även dygnets (och månadens) medeltemperatur.

Vad som ovan anförts rörande dygnets och månadens medeltemperaturer gäller icke endast de sanna, utan även de beräknade medeltemperaturerna. Dygnsmedeltemperaturen beräknas, då man har tillgång till termogram (t. ex. för Abisko), genom att taga medeltalet av temperaturerna varje hel timme. Vid Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt beräknas dygnsmedeltemperaturen med ledning av såväl temperaturavläsningar tre gånger under dygnet, vilka ingå med 60% av det värde de tillmätas enligt RUBENSONS *Ma*-formel (HAMBERG 1907 sid. 3), som dygnets maximi- och minimitemperaturer, vilka ingå med vardera 20 % av sitt värde. Månadsmedeltemperaturen beräknas enligt empiriska formler (EKHOLM 1914) ur månadsmedia av de tre dagliga temperaturavläsningarna, samt vad beträffar sommarmånaderna, även dygnets minimitemperatur.

ENQUIST (1924, sid. 204) framhåller »den hittills helt försummade dygnsamplituden» (jfr t. ex. HOFFMANN 1865, BROCKMANN-JEROSCH 1913, 1919!), som varande en temperaturfaktor av stor betydelse för växtligheten. Jag har emellertid noga genomforskat ENQUISTS skrifter (1924, 1929, 1932, 1933 *a*, *b*), men icke kunnat finna, att han någonstades tagit dygnsamplituden med i sina beräkningar. Han fastställer »konstanter» för maximitemperatur eller »konstanter» för minimitemperatur, men han har synbarligen hittills helt försummat dygnsamplituden.

Om sambandet mellan medel- och extremtemperaturer.

För att i någon mån söka belysa extremtemperaturernas och medeltemperaturernas antagliga betydelse för biologiska företeelser, skall här i korthet meddelas resultaten av några studier över sambandet mellan nämnda temperaturer. Visar sig sambandet mellan dessa temperaturfaktorer vara starkt, följer därav, att den ena av faktorerna icke — d. v. s. icke utan att andra skäl tillkomma — kan tillmätas större biologisk betydelse än den andra faktorn. Tvärtom tyder ett sådant samband på, att det är praktiskt taget likgiltigt, vilkendera av faktorerna som kommer till användning för t. ex. uttryckande av samband mellan temperatur och vegetation.

Ett dylikt samband mellan medel- och extremtemperatur finnes även, och det har bl. a. fått ett uttryck i formeln:

$$\text{medeltemperatur} = \frac{1}{2} (\text{maximitemperatur} + \text{minimitemperatur}).$$

Detta beräkningssätt lämnar visserligen i en del fall övrigt att önska (jfr HANN & SÜRING 1926, sid. 95), men kvar står dock det faktum, att ett starkt samband existerar. Detta förhållande förefaller mig för övrigt vara till den grad självfallet, att jag endast efter viss tvekan här medtagit en redogörelse för resultaten av en prövning av sambandets styrka. Detta har jag dock gjort, och av tvenne skäl. För det första kan det kanske trots allt vara av visst intresse att konstatera, huru starkt ett sådant samband kan vara; jag har mig nämligen icke bekant, att någon sådan beräkning tidigare publicerats (jfr dock FISCHER & HOBLYN 1928). För det andra synes ENQVISTS uttalanden om den fullkomliga bristen på samband mellan å ena sidan medeltemperaturer för sammanhängande tidsperioder eller varaktighet av dygnsmedeltemperaturer, samt å andra sidan »biologiska företeelser», på sina håll hava blivit tagna för goda eller ha åtminstone reservationslöst återgivits i litteraturen.

För att erhålla uppfattning om styrkan av sambandet mellan varaktighetstal (egentligen frekvenstal) av extremtemperaturerna och varaktighetstal av medeltemperaturerna, ha dessa värden beräknats för årsföljden 1926—1930 för Gällivare, den enda lappländska meteorologiska station, för vilken dygnets medeltemperaturer månadsvis publiceras. Resultatet av beräkningen framgår av fig. 1. Någon större skillnad mellan förloppen av de tre varaktighetskurvorna torde knappast kunna anses föreligga.

För att närmare åskådliggöra de tre kurvornas inbördes samband, ha med varandra jämförts de medel-, maximi- och minimitemperaturer, som motsvara olika varaktighetstal, jfr fig. 2. Punkterna å diagrammet motsvara samband mellan å ena sidan medeltemperatur, å andra sidan maximitempe-

ratur (övre punktraden) och minimitemperatur (undre punktraden) av samma frekvens. Den frekvens i dagar, som de olika punkterna motsvara, har ej angivits å denna figur, men kan utläsas ur fig. 1. Det framgår av fig. 2, att sambanden mellan å ena sidan medeltemperatur, å

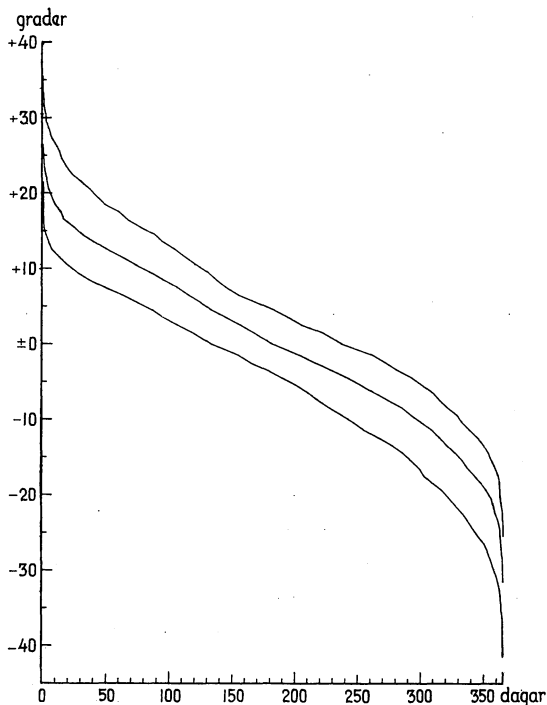


Fig. 1. Varaktighet i dagar av maximi-, medel- och minimitemperatur i Gällivare i medeltal för perioden 1926—1930. Kurvorna äro icke utjämnade. Maximikurvan överst, minimikurvan underst.

Häufigkeit in Tagen von Maximum- (oben), Mittel- und Minimumtemperatur (unten) in Gällivare (67°8' n. Br., 20°40' ö. Greenw.) 1926—1930. Die Häufigkeitskurven sind nicht ausgeglichen.

andra sidan maximi- resp. minimitemperatur av samma varaktighet äro synnerligen starka. Punkterna ordna sig nämligen alla i två linjer; någon spridning kring dessa förekommer knappast.

Det är visserligen sant, att de å fig. 2 återgivna sambanden icke äro alldeles lineära, men de äro icke desto mindre praktiskt taget fullständiga. Vad som här är av betydelse, är emellertid framför allt sambandets styrkegrad. Formen kan dock såtillvida vara av intresse, som det tydligt visar sig, att sambandet extremtemperaturerna emellan skiljer sig mera från den räta linjen än sam-

banden mellan medeltemperaturen å ena sidan samt endera av extremtemperaturerna å den andra.

Den egentliga kärnan i problemet ha vi emellertid icke nått fram till i och med detta; den utgöres nämligen av följande frågeställning: huru starkt

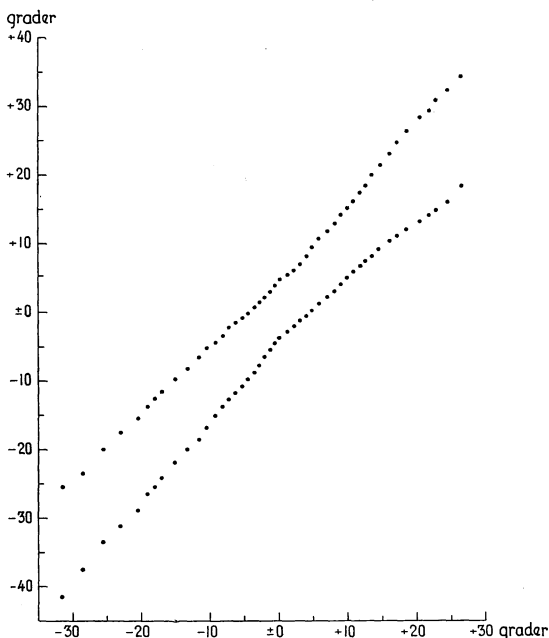


Fig. 2. Sambanden mellan medeltemperatur (absissan) och maximi- resp. minimitemperatur (ordinatan) av samma frekvens; Gällivare 1926—1930. Den övre punktraden visar samband mellan medel- och maximitemperatur, den undre samband mellan medel- och minimitemperatur. — Av diagrammet framgår, att exempelvis lika många dagar, som en medeltemperatur av minst $\pm 0^\circ$ uppnåtts, lika många dagar har uppnåtts en maximitemperatur av minst ca $+4^\circ,5$ och en minimitemperatur av minst ca -4° .

Zusammenhang zwischen Tagesmitteltemperatur (Abszisse) und (oben) Maximum- bzw. (unten) Minimumtemperatur (Ordinate) von derselben Häufigkeit in Gällivare 1926—1930. — Es ist aus dem Diagramme ersichtlich, dass z. B. gleich viele Tage, an welchen eine Mitteltemperatur von mindestens $\pm 0^\circ \text{C}$. erreicht wurde, wurde zugleich eine Maximumtemperatur von mindestens ca. $+4^\circ,5$ und eine Minimumtemperatur von mindestens ca. -4° erreicht.

är sambandet mellan dygnets medeltemperatur och dess extremtemperaturer under de enskilda dygnen?

Innan jag övergår till att söka besvara denna fråga, ber jag få rikta uppmärksamheten på fig. 3, som avser att åskådliggöra sambandet mellan å ena

sidan månadsmedia av maximi- resp. minimitemperaturer och å andra sidan de olika månadernas medeltemperaturer. Värdena hänföra sig till den nämnda 5-årsperioden för Gällivare. Diagrammets punkter representera sålunda 5-årsmedeltal av resp. månadsmedeltal.

I förbigående sagt, kan ur ett sådant diagram utläsas en hel del om temperaturförhållandena, och även mera än ur ett diagram sådant som å fig. 1.

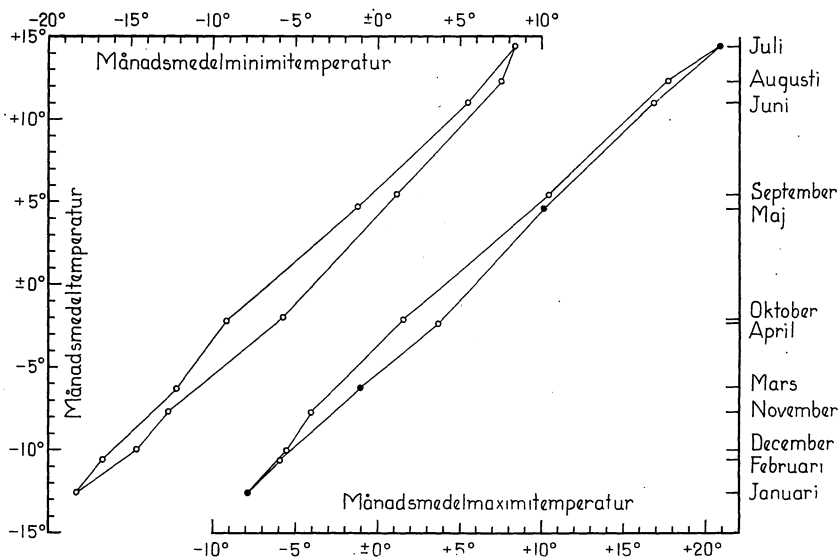


Fig. 3. Sambanden mellan månadsmedia av dygnets maximi- resp. minimitemperatur (abscissan) och dygnets medeltemperatur (ordinatan); 5-åriga medelvärden, Gällivare 1926—1930. — De månader, vilkas medeltemperaturer punkterna motsvara, ha angivits efter ordinatan (till höger). På den högra figuren ligga alltså punkterna för månaderna februari—juni till höger; på den vänstra figuren punkterna för samma månader till vänster.

Zusammenhang zwischen Monatsmitteln von Tagesmaximum- bzw. -minimumtemperatur (Abszisse) und Tagesmitteltemperatur (Ordinate); 5-jährige Mittelwerte, Gällivare 1926—1930. — Die Monate, deren Mitteltemperaturen von den Punkten repräsentiert werden, sind der Ordinate entlang angegeben (rechts). Auf der rechten Figur liegen also die Punkte der Monate Februar—Juni rechts; auf der linken Figur dagegen links.

Ur diagrammet fig. 1 kan utläsas årsamplitud, dygnsmedelamplitud vid olika temperaturer, kontinentalitetsgrad och klimatets allmänna värmegrad. Diagrammet fig. 3 upplyser icke allenast om en del årliga medelamplituder, kontinentalitetsgrad och allmän värmegrad, utan även om medeltemperatur, medelmaximi- resp. minimitemperatur och dygnsmedelamplitud för medio av var månad, eventuellt, genom interpolering, för olika dagar under året. Det framgår därför av ett dylikt diagram, huru under våren, då temperaturen tilltager, dygnsamplituden är större än under hösten, varför under våren mot viss dygnsmedeltemperatur svarar högre

maximitemperatur än under hösten, då temperaturen avtager. Minimitemperaturen förhåller sig naturligtvis på motsatt sätt.

Då det nu gäller att närmare studera sambandets styrka, kan det vara av intresse att undersöka vad resultatet blir, om man i diagrammet fig. 3 skulle utsätta motsvarande temperaturvärden för alla de enskilda månaderna under de fem åren. Så har skett å fig. 4. Spridningen är påfallande liten. Men hur skulle figuren te sig, om värdena för varje dag utsattes?

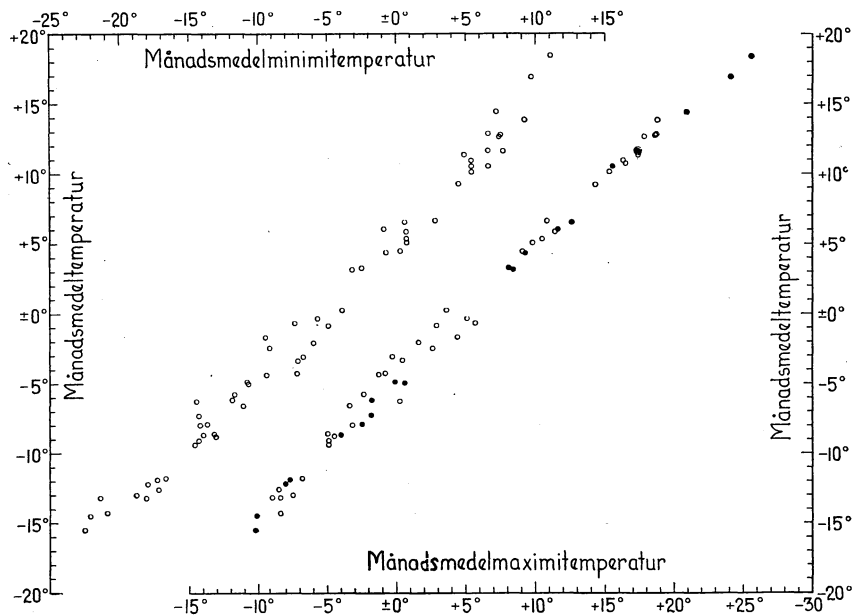


Fig. 4. Sambanden mellan månadsmedia av dygnets maximi- resp. minimitemperatur (abscissan) och dygnets medeltemperatur (ordinatan), under 5-årsperioden 1926—1930 i Gällivare.

Zusammenhang zwischen den Monatsmitteln von Tagesmaximum- bzw. -minimumtemperatur (Abszisse) und Tagesmitteltemperatur (Ordinate) der 5 Jahre 1926—1930 in Gällivare.

Beräkning av samband mellan dygnstemperaturer.

För att söka besvara den nyss uppställda frågan och samtidigt erhålla uppfattning om i vilken grad en hos primärmaterialet, de enskilda dygnstemperaturerna, eventuellt befintlig spridningstendens beslöjas vid räkning med månadsmedeltal, eventuellt medeltal av månadsmedia under längre perioder — i det aktuella fallet 5 år — har följande tillvägagångssätt använts.

Det framgår av fig. 3, att de punkter, som samtidigt representera medel- och maximitemperatur under månaderna januari, mars, maj och juli (fyllda cirklar) ligga praktiskt taget längs en rät linje. De fyllda cirklarna å fig. 4, vilka representera samma månader, ligga även de i huvudsak samlade på

samma sätt längs en rät linje. Då nu de olika dygnsvärdenas spridning skall jämföras med månadsmedeltalens, väljer jag därför dessa fyra månader, vilkas punkter å fig. 3 (mer eller mindre av en slump) ligga utefter en rät linje, och gör detta val, emedan då dels såväl årets kallaste som dess varmaste månad komma med, dels bör kunna förutsättas, att ett tillnärmelsevis lineärt samband råder även mellan de enskilda dygnens medel- och maximitemperaturer, vilket räknetekniskt ställer sig fördelaktigt. Möjligen erhålles genom denna approximation ett något för lågt värde å sambandet.

Kanske bör det framhållas, att det icke finnes någon anledning att förut-sätta, att valet av just dessa månader skulle på något sätt inverka på sam-bandets styrka, så att ett särskilt högt värde erhöles; snarare då motsatsen, enär dygnsamplituden ju är större under våren än under hösten.

Bestämmes numeriskt styrkan å sambandet mellan 5-årsmedeltalen av medeltemperaturen och maximitemperaturen för var och en av de fyra månaderna januari, mars, maj och juli (fig. 3: 4 fyllda cirklar) erhålles korre-lationskoefficienten $r = + 0,997$. Motsvarande räkneoperation beträffande månadsmedia för samma månader under vart och ett av de 5 åren (fig. 4: 20 fyllda cirklar), resulterar i ett på grund av den befintliga spridningen kring den räta linjen något lägre värde å sambandet, nämligen $r = + 0,981 \pm 0,008$. Räknar man så till slut med de för var dag beräknade medeltempera-turerna och de likaledes för var dag observerade maximitemperaturerna (tab. I: 620 observationspar), erhålles, fortfarande på grund av ökad spridning, ett ytterligare något lägre värde å sambandet, eller $r = + 0,976 \pm 0,002$.

Å tab. I har av utrymmesskäl åt klasserna givits en omfattning av 2 grader. Vid bestämningen av korrelationskonstanten har däremot mate-riålet fördelats i klasser omfattande endast 1 grad.

Korrelationskoefficienten för sambandet mellan värdena å 5-årsmedeltalen har här icke anförts för att styrka något samband mellan de serier om blott 4 termer, för vilka den beräknats, utan endast för att visa, huru nära den räta linjen ($r = 1$) de fyra punkterna i verkligheten ligga, samt för att sam-tidigt kunna giva begrepp om storleksordningen av den spridning, som de 20 resp. 620 punkterna visa. Tendensen, den ökade spridningen, är dock, ehuru synnerligen plausibel, icke statistiskt säkerställd, d. v. s. man kan icke sluta sig till, att icke samma, lika starka samband i realiteten före-ligger i alla tre fallen.

Det framgår av de anförda värdena å korrelationskoefficienterna, att det ifrågavarande sambandet är praktiskt taget fullständigt — den befintliga spridningen är synnerligen obetydlig. Det torde därför vara likgiltigt, om man begagnar maximi- (eller minimi-) eller medeltempera-tur då det gäller att jämföra temperaturförhållandena under olika dagar; är det fråga om ett mindre antal dagar är därvid

Av visst intresse kan vara att något studera den spridning, som de 620 punkterna uppvisa. Som framgår av tab. 1 är punktfördelningen tydligt skev — låga medeltemperaturer kunna höra samman med höga maximitemperaturer, medan motsatsen är otänkbar. Punkternas osymmetriska fördelning kring medelvärdena är emellertid ej så framträdande, att den ovan utförda korrelationsberäkningen i nämnvärd grad påverkas därav. Spridningen är störst under den kalla årstiden, beroende på att under denna tid äro häftiga temperaturväxlingar vanligare. Så kunna värmeinbrott vara förbundna med såväl ytterligt tvära som även intensiva temperaturstegringar, vilka under extrema omständigheter t. o. m. kunna förorsaka skador å trädvegetationen (LANGLET 1929 a). Vid sådana tillfällen kan lätt ett i genomsnitt kallt dygn erhålla en förhållandevis mycket hög maximitemperatur. De allra kallaste dygnen synas, i likhet med de varmaste, uppvisa en påtagligt mindre spridning. De inträffa ävenledes under perioder av högt lufttryck och jämförelsevis stabil väderlek.

De beräkningar, som här meddelats, äro alldeles icke utförda med anspråk på att de skulle utgöra någon fullständig utredning av sambanden mellan medel- och extremtemperaturer, utan de äro blott att betrakta som ett stickprov, ehuru sannolikt som ett ganska representativt dylikt. Resultatet av detta försök att belysa de nämnda sambanden visar emellertid, att dessa äro av en styrka, som i allra högsta grad låter ifrågasätta det berättigade i ENQUISTS påståenden, att för »biologiska företeelser» dygnsmedeltemperaturen betyder intet, extremtemperaturerna betyda allt.

Ovan har motiverats, varför medeltemperaturen a priori bör betyda mera än endera maximi- eller minimitemperaturen (jfr dock nedan sid. 320). Extremtemperaturerna tillsammans giva däremot bättre begrepp om temperaturförhållandena under dygnet, än medeltemperaturen ensam är i stånd till. ENQUIST använder sig emellertid aldrig samtidigt av båda extremtemperaturerna — den »hittills helt försummade dygnsamplituden» kommer alltså icke heller på så sätt med i hans beräkningar.

Om dygnsmedeltemperaturen som klimatfaktor.

Jämförelse mellan frekvens av dygnets medel- och maximitemperaturer.

Av stort intresse synes mig vara att undersöka, huru varaktighetstal av dygnsmedeltemperaturen förhålla sig till varaktighetstal av extremtemperaturerna. ENQUIST plägar, som nämnt, använda varaktighetstal av endera av extremtemperaturerna under olika år för att genom deras avvikelser från

de för orten normala motsvarande talen känneteckna de ifrågavarande årens värmeförhållanden (t. ex. 1929 sid. 29, 34—35).

För att erhålla jämförelsematerial har beräknats varaktighetstalen av såväl medel- som maximitemperatur under vart och ett av åren 1926—1930 för Gällivare. Fig. 5 visar dessa varaktighetstal jämförda med 5-årsperiodens medeltillstånd, representerade av heldragna linjer, varaktighetskurvor, (eg. summationskurvor). Överensstämmelsen mellan avvikelserna i varaktighet

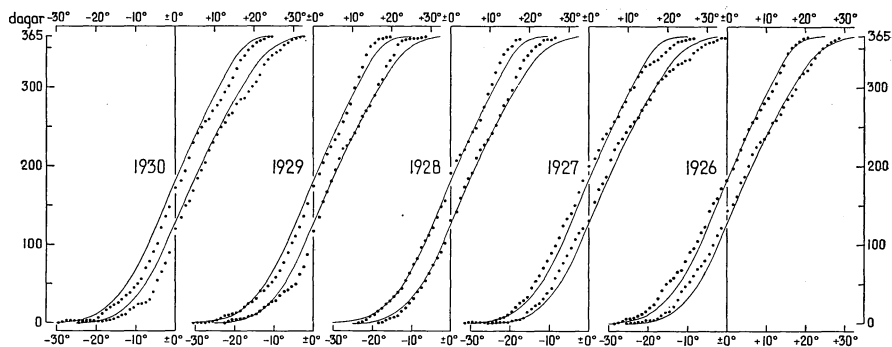


Fig. 5. Temperaturförhållandena i Gällivare under vart och ett av de fem åren 1926—1930 (punktlinjer), jämförda med medeltillstånden (heldragna linjer) för 5-årsperioden. För varje år har angivits frekvensvärden av såväl dygnets medeltemperatur (till vänster) som dess maximitemperatur (till höger).

Die Temperaturverhältnisse während der einzelnen Jahre 1926—1930 (Punktlinien) in Gällivare mit den Mittelzuständen (ausgezogene Linien) der 5-jährigen Periode verglichen. Für jedes Jahr ist angegeben die Häufigkeit der Tagesmitteltemperaturen (links) und die Häufigkeit der Maximumtemperaturen (rechts).

av medel- och maximitemperatur är så påfallande, att man utan att göra sig skyldig till någon vidare överdrift torde kunna använda ordet identisk. Den yta, som avgränsas av å ena sidan en heldragen »normalkurva» och å andra sidan en linje sammanbindande de under ett år erhållna varaktighetstalen, kan mätas, varefter avvikelsernas summa även kan uppgivas i absolut mått: »dag-grader» (d. v. s. rektangeln av 1 dag och 1 grad). Avvikelsernas summor i daggrader voro under respektive år:

	1926	1927	1928	1929	1930
Max.-temp. avvikelse:	—240	—175	—145	+ 29	+565
Med.-temp. avvikelse:	—220	—155	—115	+145	+580

Det anförda exemplet visar, att varaktighetstal av dygnsmedeltemperaturer karakterisera temperaturförhållandena under olika år på samma sätt som varaktighetstal av extremtemperatur.

Den biologiskt sett kanske viktigaste tillämpningen av metoden, att medelst varaktighetstal av extremtemperaturerna karakterisera värmeförhål-

landena, skulle kunna ligga däruti, att man finge ytterligare en metod att använda vid jämförelser mellan klimat å olika orter. Jämföras orter inom klimatområden av olika typ, kommer givetvis resultatet att i hög grad bero av huruvida jämförelse sker mellan respektive orters maximi-, medel- eller minimitemperatur (jfr BROCKMANN-JEROSCH 1913) eller ev. andra temperaturvärden. Detta gäller även vid detaljundersökningar, då t. ex. klimatet å frostlägen och frostfria lägen skall jämföras (jfr MÜNCH & LISKE 1926). Hur valet mellan till förfogande stående temperaturfaktorer bör göras, beror därför på vad man i varje särskilt fall önskar ernå med jämförelsen.

Någon grund för generella uttalanden synes mig lika litet föreligga beträffande valet mellan maximi-, medel- och minimitemperaturer, som beträffande nödvändigheten att överhuvud taget räkna med varaktighetstal. Jag anser mig därför sakna anledning att för närvarande närmare ingå på frågan om utförande av ett dylikt val och dess konsekvenser, så mycket mera som ENQUIST tydligen förordar användande av varaktighetstal av extremtemperaturerna endast med den generella motiveringen, att dygnsmedeltemperaturerna sakna »biologisk betydelse». Efter vad som hittills anförts och ytterligare kommer att anföras i detta arbete, torde det ogrundade i ett dylikt påstående framstå klart. Därav följer emellertid även, att det företräde ENQUIST givit varaktighetstal av maximi- eller minimitemperatur vid jämförelser mellan klimat av olika typ likaledes är ogrundat — om det trots detta i en del fall händelsevis skulle visa sig vara riktigt hör icke hit, så mycket mera som det för närvarande icke föreligger material för att bedöma denna sak. För att belysa denna fråga erfordras ett avsevärt mycket större meteorologiskt material, än jag haft tid och tillfälle att bearbeta.

Skall åter en jämförelse ske mellan orter belägna inom områden med i stort sett likartat klimat, är det säkerligen tämligen likgiltigt vilken temperaturfaktor man väljer — (jfr ENEROTH 1930 sid. 172) — det torde i detta fall närmast bliva fråga om vilket förfaringssätt, som vid användning ställer sig bekvämast.

Emellertid torde en annan sak böra framhållas, nämligen att om det av någon anledning skulle visa sig nödvändigt eller önskvärt att beräkna varaktighetsvärden av dagliga temperaturer enligt det förfaringssätt, som ENQUIST använder och som tillämpats i de ovan meddelade exemplen, så äro extremtemperaturerna onekligen att föredraga framför medeltemperaturen; icke därför att de senare utan vidare kunna fränkännas all »biologisk betydelse», utan helt enkelt därför, att åtminstone här i landet dygnets medeltemperatur beräknas och regelbundet publiceras för endast ett fåtal meteorologiska stationer (Gällivare, Härnösand, Stockholm, Göteborg och Malmö). Extrem-

temperaturerna däremot kunna jämförelsevis lätt erhållas för alla temperaturstationer i landet, med undantag av ett fåtal stationer av tredje klassen.

Om den direkta och den indirekta metoden att bestämma frekvens resp. varaktighet av temperaturer.

Emellertid kan man erhålla en god uppfattning om temperaturernas varaktighet på annat sätt än genom direkta räkningar av dagliga temperaturvärden. Man kan utgå från månadsmedeltemperaturerna, och med hjälp av dessa upprita en kurva, som visar de normala dygnstemperaturerna under året. Med utgång från motsvarande månadsmedia kan man förfara på detta sätt likaväl för att erhålla varaktighetsvärden av dygnets medeltemperatur som av dess extremtemperaturer. Med tillhjälp av en dylik kurva kan man icke blott lätt bestämma varaktigheten (här i egentlig mening!) av vilken temperatur man behagar, utan även dess första resp. sista uppträdande under året (jfr HAMBERG 1918). Denna grafiska metod har använts och diskuterats sedan långt tillbaka, och redan SUPAN (1887) prövade dess noggrannhet och fann den tillfredsställande. Metoden har begagnats av SUPAN (1887) för upprättande av termoisokronkartor över Europa och senare av HAMBERG (1918) för hans ovannämnda tabell- och kartverk, liksom av bl. a. LIVINGSTON & SHREVE (1921), RUBINSTEIN (1924), HAGEM (1931) och förf. (LANGLET 1934 a, b); i princip samma metod har även använts av SAMUELSSON (1915) och KÖPPEN (1926), andra att förtiga.

Såsom SUPAN visade, giver detta förfaringssätt praktiskt taget samma resultat, som om dygnens medeltemperatur beräknas ur observerade dygnstemperaturer. Det ligger däremot i sakens natur, att man icke erhåller samma resultat, då frekvenser och varaktighetstal beräknas ur observerade temperaturer oberoende av det datum till vilket de hänföra sig, så som sker enligt ENQUISTS metod. Skillnaden mellan arten av de värden, som erhållas vid de olika tillvägagångssätten, åskådliggöres av fig. 6. Detta diagram återgiver varaktighetskurvor för maximitemperaturen i Karesuando för 40-årsperioden 1891—1930, dels enligt den grafiska metoden (heldragen linje), som jag nedan benämmer den indirekta, dels enligt ENQUISTS metod (streckad linje), som benämnes den direkta. Som synes visa de båda kurvorna en viss principiell skillnad; de jämförelsevis mycket höga och mycket låga temperaturer, som varje år inträffa, fördela sig ojämnt över året, och göra sig därför icke på samma sätt gällande å den heldragna kurvans förlopp (som angiver frekvens och varaktighet av dygnens normala maximitemperatur), som beträffande den streckades (som angiver frekvens av observerade dygnsmaximitemperaturer). Detsamma gäller emellertid för alla orter, och kan därför icke utan vidare anses minska den heldragna kurvans förmåga att återgiva temperaturförhållandena.

Vid detta tillfälle avser jag dock icke att närmare ingå på frågan huru temperaturförhållandena lämpligen böra uttryckas, för att deras biologiska betydelse skall komma till sin rätt. Här skall därför endast påpekas, att de båda nu nämnda metoderna inom rätt vida gränser torde kunna anses praktiskt

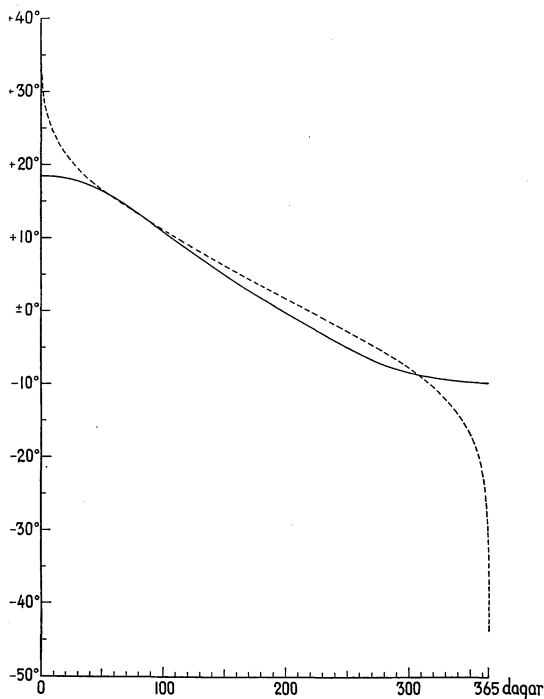


Fig. 6. Jämförelse mellan varaktighetskurva (heldragen) erhållen enligt den indirekta metoden (se texten), och frekvenskurva (streckad) erhållen enligt den direkta, d. v. s. ENQUIST'S metod. Kurvorna, som äro utjämnade, avse maximitemperaturen under perioden 1891—1930 i Karesuando.

Vergleich zwischen den Kurven für die Dauer (ausgezogen) und Häufigkeit (gestrichelt) der Maximumtemperatur 1891—1930 in Karesuando (68°26' n. Br., 22°30' ö. Greenw.). Die Dauer wurde aus den Monatsmitteln indirekt berechnet, die Häufigkeit direkt (nach der Methode ENQUIST'S) ermittelt. Die Kurven sind ausgeglichen.

taget likvärdiga. För att åskådliggöra detta har jag valt data för dels Karesuando (1891—1930), dels Thorshavn (1913—1924). Karesuando är en av de mest kontinentala meteorologiska stationerna i Sverige, varemot Thorshavn ju utmärkes av ett klimat av extremt maritim typ.

Thorshavn lämnade icke temperaturuppgifter för alla månader längre än t. o. m. 1924. Jag nöjer mig därför med en 12-årsperiod för denna station,

då värden ändå icke kunna erhållas för samma period som för Karesuando och detta är så mycket mera berättigat, som klimatet i Thorshavn torde vara synnerligen likformigt, och därför icke så lång period erfordras för att giva uppfattning om »normaltillståndet».

För båda stationerna ha temperaturvärdenas varaktighet bestämts, vad medeltemperaturen beträffar indirekt medelst den grafiska metoden med led-

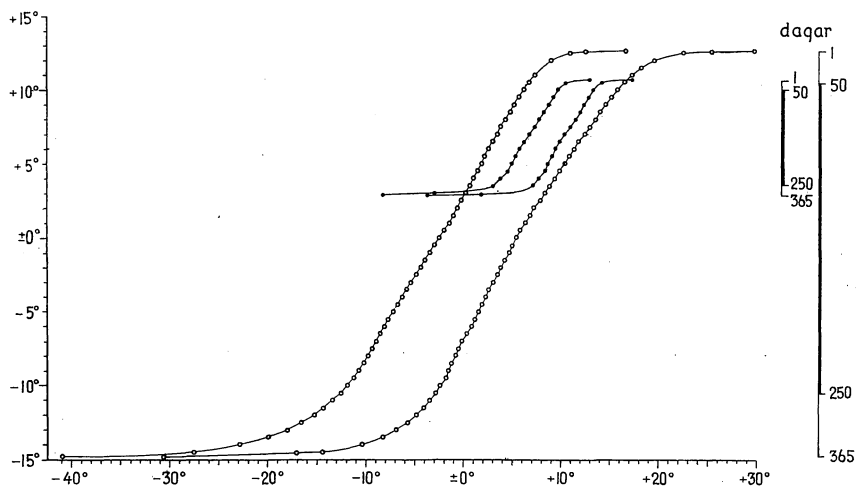


Fig. 7. Sambanden mellan maximi- resp. minimitemperatur (abscissan) och medeltemperatur (ordinatan) av samma frekvens resp. varaktighet. Medeltemperaturernas varaktighet beräknad enligt den indirekta metoden, extremtemperaturernas frekvens enligt den direkta. Kurvorna äro icke utjämnade. De äro beräknade ur värden dels för åren 1891—1930 i Karesuando (o), dels för åren 1913—1924 i Thorshavn (.). Skalorna till höger å diagrammet angiva varaktighet i dagar: den längre skalan för Karesuando, den kortare för Thorshavn.

Zusammenhang zwischen Maximum- (rechts) bzw. Minimumtemperaturen (Abszisse) und Tagesmitteltemperatur (Ordinate) von derselben Häufigkeit bzw. Dauer. Die Häufigkeit der Extremtemperaturen wurde direkt (nach ENQUIST), die Dauer der Tagesmittel indirekt (aus den Monatsmitteln) bestimmt. Die Kurven sind nicht ausgeglichen; sie repräsentieren teils die Periode 1891—1930 in Karesuando (o), teils die Periode 1913—1924 in Thorshavn auf den Färöer-Inseln (.). Rechts im Diagramme ist die Häufigkeit bzw. Dauer der Temperaturen in Tagen in Karesuando (längere Skala) und Thorshavn (kürzere Skala) angegeben.

ning av månadsmedeltemperaturerna (d. v. s. medeltal av dessa för ifrågasvarande perioder), vad extremtemperaturerna beträffa direkt genom beräkning av frekvenstal enligt ENQUISTS förfaringssätt. På samma sätt som fig. 2 visar fig. 7 styrkan och arten av sambanden mellan å ena sidan dygnsmedeltemperaturer av olika varaktighet och å andra sidan extremtemperaturer av lika många dagars frekvens. Diagrammet har upprättats så, att därå utsatts de värden å maximi- resp. minimitemperaturer, vilka under ifrågasvarande årsföljder i medeltal förekommit lika många dagar under året, som den normala dygnsmedeltemperaturen uppnått minst $+12^{\circ}$, $+11^{\circ}$, $+10^{\circ}$ etc. Det framgår av figuren, att i detta fall,

liksom å fig. 2 (där emellertid även medeltemperaturernas frekvens bestämts direkt, enligt ENQUISTS förfaringssätt), äro sambanden synnerligen starka, ehuru de här icke äro lineära. Om utjämnande kurvor dragas upp, torde emellertid korrelationen i föreliggande fall för en rätt betydande del av kurvorna kunna betraktas som praktiskt taget lineär. För båda stationerna gäller detta den del av kurvorna, som representerar frekvenstal från 50 till omkring 250 dagar (jfr även fig. 6, där de båda kurvorna i stort sett överensstämma till sitt förlopp inom ungefär samma gränser; kurvorna å fig. 7 visa ju var och en just sambandet mellan tvenne sådana kurvor som återgivas å fig. 6, på samma sätt som punktlinjerna å fig. 2 åskådliggöra sambanden mellan kurvpar å fig. 1).

Ett exempel på samstämmighet mellan växters utbredningsgränser samt enligt den indirekta beräkningsmetoden erhållna varaktighetstal kan här lämpligen inskjutas.

RUBINSTEIN (1924) påvisade rätt goda överensstämmelser mellan nordgränser av några trädslag i Ryssland samt förloppen av termoisokroner angivande antalet dagar, under vilka medeltemperaturen $+ 5^{\circ}$ C uppnås eller överskrides (fig. 8), men sluter därav icke, att ett direkt kausalsammanhang skulle förefinnas mellan de ifrågavarande växternas fysiologiska funktioner och de dag-temp.-kombinationer (jfr nedan sid. 387), som svara mot de med utbredningsgränserna mer eller mindre sammanfallande termoisokronerna, utan framhåller tvärtom: »Selbstredend werden diejenigen Isolinien, welche der jährliche Zahl der Tage mit der Temperatur von über 4° oder 6° entsprechen, ebensogut mit den Grenzen des Baumwachses zusammentreffen.»

Vid beräkning av sambandet mellan torrsubstanshalten i tallplantor — även det en »biologisk företeelse» — och klimatet å de 37 orter, varifrån tallfröet härstammade, erhöj jag (trots att sambandet ej var alldeles lineärt) $r = + 0,94$, då klimatet representerades av antalet dygn med medeltemperatur av $+ 6^{\circ}$ eller däröver (LANGLET 1934 *a* fig. 1, *b* fig. 6). Vad jag därvid närmast avsåg var att finna en faktor tillnärmelsevis proportionell mot vegetationsperiodens längd, då denna period för växterna torde vara av mycket stor biologisk betydelse (jfr t. ex. SCHOUW 1822, SAMUELSSON 1915, FRIES 1918).

Det torde sålunda finnas fog att ifrågasätta, huruvida de enligt ENQUISTS direkta metod erhållna varaktighetsvärdena verkligen i något avseende innebära sådan fördel framför motsvarande värden erhållna medelst den indirekta, grafiska metoden (eller på annat sätt beräknade ur månadsmedeltal, jfr KÖPPEN 1926), att det arbete, som är förbundet med genomgående och hopräknande av tusentals dagliga temperaturvärden därigenom tillnärmelsevis uppväges. Hittills har icke den direkta metodens överlägsenhet i något

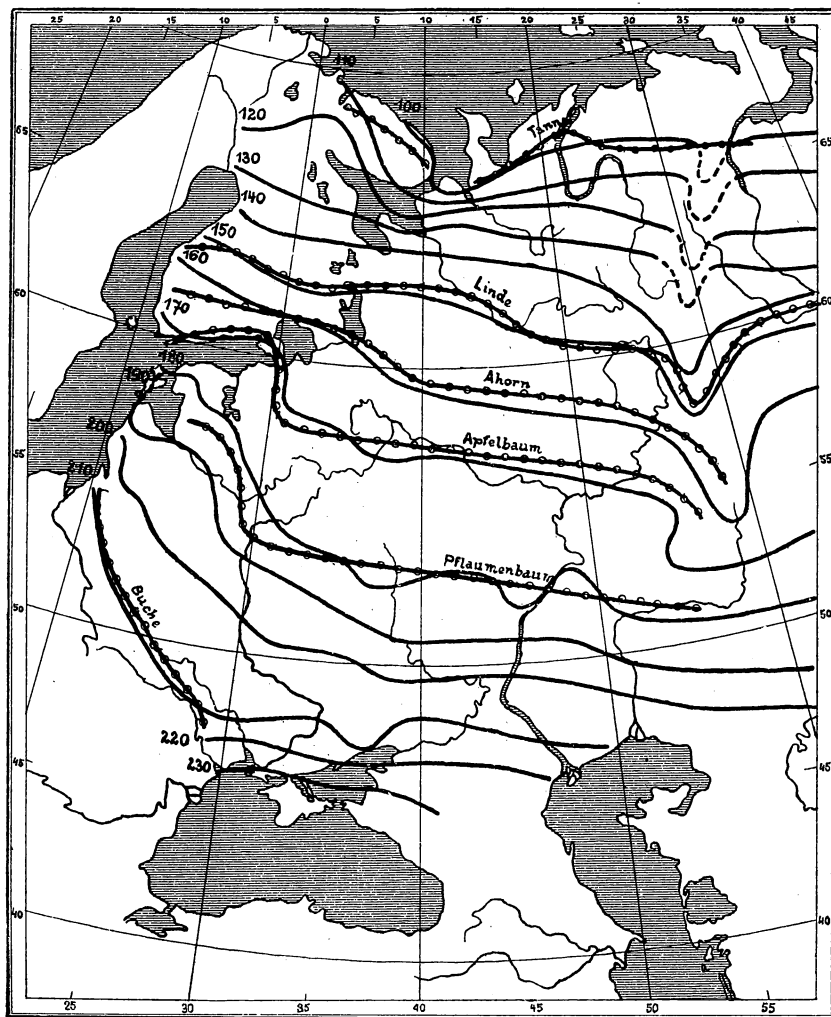


Fig. 8. Förloppen av nordgränserna för några trädslag i Ryssland samt av isokroner för varaktighet av dygnsmedeltemperatur $\geq +5^\circ$. Efter RUBINSTEIN 1924 ur HAMBURG 1924.

Die Nordgrenzen einiger Baumarten in Russland nebst Thermoisochronen für Tagesmitteltemperaturen $\geq +5^\circ$ C. Nach RUBINSTEIN (1924) aus HAMBURG (1924).

avseende överhuvud taget blivit ådagalagd. Man torde nog få tillsvidare instämma med ALMQUIST (1929 a), då han uttalar: »Det förefaller dock a priori mycket egendomligt, att dessa villkor¹ generellt skulle betyda mer än viss medeltemperatur under viss tid, isynnerhet som även extremernas varaktighet äro medelvärden.»

¹ ENQUISTS »klimatkonstanter», som utgöra varaktighetstal av extremtemperaturer (jfr nedan kap. 2 och 5).

På frågans nuvarande ståndpunkt torde det icke vara berättigat att utdöma dygnsmedeltemperaturens förmåga att uttrycka de värmeförhållanden hos klimatet, som kunna vara av biologisk betydelse.

Om månadsmedeltemperaturen som klimatfaktor.

Av icke ringa praktisk betydelse torde det vara att utreda, i vilken grad »klimatologiska data baserade på medelvärden beräknade ur sammanhängande tidsperioder» kunna stå i samband med »biologiska företeelser», vilket av ENQUIST kategoriskt bestrides (jfr ovan sid. 308). Därmed bestrides även användbarheten av t. ex. månatliga medeltal av daglig minimi- resp. maximitemperatur, som likaså kommit till användning i växtgeografisk litteratur (t. ex. HÅRD AF SEGERSTAD 1924). HAGEM (1931 sid. 20) anmärker härtill: »En slik paastand, som kun er mulig naar man helt overser med hvad der tidligere er gjort, selv i ens eget land og nærmeste naboland, virker ikke tillidvækkende». HAGEM framhåller vidare, att medeltemperaturerna av biologer begagnas endast såsom indikatorer på klimatet, »og mere end en indikator kan ikke heller ENQUISTS varaktighetskurver bli» (ibid. sid. 22). Tidigare har samma sak påpekats bl. a. av HAMBERG (1924) och av ENEROTH (1930 sid. 7), som betonar, att »alla medeltemperaturer icke själva äro orsak, utan endast visa en mer eller mindre hög grad av samvariation med de kausala klimatfaktorerna» (jfr även BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 233, SAMUELSON 1934 sid. 153—154).

Det är just detta som tydligen icke för ofta kan framhållas: så länge vi icke veta något närmare om temperaturens verkliga betydelse för olika biologiska företeelser, så länge förbli alla uttryck för temperaturförhållandena »indikatorer». Under sådana omständigheter bör man emellertid eftersträva att använda möjligast enkla sådana uttryck, för att icke »formera blyertspennor på en mikrotomkniv», som TEDIN skriver. Till dessa enkla, och dessutom lätt åtkomliga uttryck höra just månadsmedeltalen, av vilka här nedan månadsmedeltemperaturerna i ett exempel skola upptagas till behandling.

ENQUIST (1929) diskuterar bl. a. frågan om höstveteskördens beroende av föregående vintrars temperatur. Denna karakteriseras genom varaktighetskurvor för minimitemperatur, vilka jämföras med en för orten »normal» fördelningskurva (alltså på samma sätt som å fig. 5). Storleken av avvikelserna under ett antal olika år har jag bestämt genom att med planimeter uppmäta de ytor, som inneslutas mellan normalkurvorna och kurvorna för de enskilda åren (ENQUIST 1929 fig. 15—16), varefter avvikelsernas storlek kunnat angivas i dag-grader, liksom här ovan redan tillämpats beträffande

Tab. II. Sambandet mellan höstveteskörd och föregående vinters temperatur i Uppsala.

Zusammenhang zwischen Winterweizenernte und Wintertemperatur in Uppsala.

År Jahre	Skörde- avkastning Ernte		Avvikelser från för Uppsala »normala» temperaturförhållanden Abweichungen von den »normalen» Data für Uppsala					
	Upp- sala län (EN- QUIST 1929 fig. 19)	Sverige (EN- QUIST 1929 fig. 14)	Frekvenstal av mi- nimitemperaturer Frequenz von Minimitemp. i dag-grader in Tag-Graden (ENQUIST 1929 fig. 15—16)	Medeltal av månadsmedeltemperaturer för 3—7 vintermånader Mittelwerte von Monatsmitteltemperaturen für 3—7 Wintermonate				
				Dec.— Febr. 3 mån.	Dec.— Mars 4 mån.	Dec.— April 5 mån.	Nov.— April 6 mån.	Okt.— April 7 mån.
1877	6,0	5,7	— 791	— 3°,0	— 3°,2	— 3°,4	— 3°,4	— 2°,9
1881	4,1	5,0	— 1083	— 4°,4	— 4°,5	— 4°,4	— 3°,9	— 4°,3
1883	5,1	6,2	— 294	— 0°,3	— 1°,0	— 1°,0	— 1°,2	— 1°,0
1887	8,5	8,9	+ 339	+ 2°,0	+ 2°,0	+ 1°,8	+ 2°,1	+ 1°,8
1895	6,1	7,1	— 203	— 2°,0	— 1°,8	— 1°,8	— 0°,6	— 0°,9
1896	9,4	9,1	+ 339	+ 1°,8	+ 1°,8	+ 1°,4	+ 1°,4	+ 1°,1
1901	6,4	7,1	— 68	— 1°,1	— 0°,9	— 0°,6	— 0°,3	— 0°,1
1902	5,6	8,0	— 317	— 0°,4	— 0°,5	— 1°,1	— 1°,5	— 0°,8
1906	9,8	10,7	+ 362	+ 2°,7	+ 2°,0	+ 1°,9	+ 1°,7	+ 1°,1
1909	9,4	11,1	— 23	+ 0°,8	+ 0°,6	± 0°,0	— 0°,4	— 0°,1
1913	7,1	11,0	+ 497	+ 2°,2	+ 3°,1	+ 2°,8	+ 2°,4	+ 1°,9
1917	5,6	7,1	— 497	— 2°,3	— 2°,5	— 2°,6	— 1°,4	— 1°,3
1921	11,3	12,4	+ 475	+ 1°,2	+ 2°,5	+ 1°,4	+ 2°,7	+ 2°,3
1924	6,4	6,5	— 247	— 1°,7	— 1°,7	— 2°,8	— 1°,6	— 1°,2
1925	12,6	12,9	+ 700	+ 4°,7	+ 3°,4	+ 3°,5	+ 3°,0	+ 2°,9
Korrelation till avvikelserna i daggrader: Korrelation zu den Abweichungen in Tag-Graden:			—	+ 0,994	+ 0,976	+ 0,969	+ 0,984	+ 0,990
Korrelation till skördeavkastningen i: Korrelation zur Ernte in:								
Uppsala län:			+ 0,840	+ 0,843	+ 0,832	+ 0,805	+ 0,841	+ 0,832
Sverige:			+ 0,880	+ 0,879	+ 0,909	+ 0,880	+ 0,876	+ 0,882

kurvorna å fig. 5. Termen dag-grader har bildats i analogi med »hour-degrees» (MACDOUGAL 1907).

I tab. II har i första kolumnen upptagits de 15 år av de å ENQUISTS anförda figurer upptagna åren, för vilka månadsmedeltemperaturer funnits tillgängliga för mig. De båda närmaste kolumnerna upptaga (relativa?) tal motsvarande höstveteskördens storlek, dels i Uppsala län, dels i hela landet enligt ENQUIST (ibid. fig. 19 resp. fig. 14). De följande kolumnerna upptaga temperaturens i Uppsala avvikelser från »normal»-tillståndet under de skördeåren föregående vintrarna. Den vänstra av dessa kolumner innehåller de å ENQUISTS figurer uppmätta avvikelserna uttryckta i daggrader, de övriga de grädtal, med vilka medeltemperaturerna för 3—7 vintermånader avvika från motsvarande normala värden.

Som normaltemperaturer har jag använt medeltalen av månadsmedeltemperaturerna för åren 1859—1900 enligt HAMBURG (1907), medan ENQUISTS normalkurva representerar åren 1839—1928. I ett fall som detta kommer det emellertid mindre an på månadsmedeltemperaturernas absoluta, utan fastmera på deras relativa värden, varför medeltal för vilken längre period som helst kan användas som normalvärden.

Tabellen upptager vidare de korrelationskoefficienter, som erhållits vid bestämning av dels sambanden mellan de enskilda vintrarnas temperaturavvikelser uttryckta i daggrader och uttryckta i medeltemperatur, dels sambanden mellan temperaturavvikelser och skördeavkastningen i Uppsala län samt i landet i dess helhet. Det framgår av dessa korrelationskoefficienter, liksom förresten redan av de i tabellen meddelade sifferkolumnerna, att samtliga dessa samband äro mycket starka. Då det gäller jämförelsen av de olika metoderna att uttrycka temperaturavvikelserna, är det påtagligt, att man här nästan kan tala om identitet — det bör för resultatet således vara likgiltigt, om man tillämpar ENQUISTS omständliga metod med frekvensräkning av enskilda dagars temperatur, eller om man helt enkelt tager medeltalet av 3, 4, 5, 6 eller 7 vintermånaders medeltemperaturer.

De båda nedre raderna i tabellen visa, att så även är förhållandet. Undersöka vi sambanden mellan å ena sidan de på olika sätt uttryckta temperaturavvikelserna, å andra sidan skördekvantiteten i Uppsala län, finna vi korrelationskoefficienter varierande mellan $+0,805$ och $+0,843$. Det senare värdet, som är det högsta, har erhållits som värde å sambandet mellan skördeavkastningen och december—februari-temperaturen. Skillnaden mellan de olika korrelationskoefficienterna är icke signifikativ; man är alltså icke berättigad, att av de befintliga skillnaderna draga några slutsatser angående vilken temperaturberäkningsmetod, som bäst motsvarar variationerna i skördeavkastning (ehuru det alls icke är uteslutet, att de i detta avseende förhålla sig olika, vilket dock ej kan fastställas å ett material omfattande endast 15 år). Undersöka vi samma temperaturavvikelsers samband med höstveteskorden i hela Sverige finna vi samma förhållande: ett genomgående starkt, t. o. m. något starkare samband, varierande mellan $r = +0,876$ och $+0,909$. Det sistnämnda värdet har i detta fall erhållits vid beräkning av sambandet mellan skördeavkastningen och medeltemperaturen för december—mars, men lika litet som i föregående fall äro här storleksskillnaderna mellan korrelationskoefficienterna signifikativa.

Månadsmedeltal av dagliga extremtemperaturer äro säkerligen mycket goda värden för uttryckande av extremtemperaturernas inverkan (jfr t. ex. HÅRD AF SEGERSTAD 1924). Räknar man i ovannämnda exempel med månadsmedelminimitemperaturens avvikelser, erhållas korrelationskoefficienter av alldeles samma storleksordning. Jämföras t. ex. å ena sidan skördekvant-

titeterna för Sverige, å andra sidan avvikelserna av nämnda temperatur, erhållas följande värden å sambanden: $r = +0,889$ (december—mars), $+0,905$ (december—april), $+0,871$ (november—april), $+0,895$ (december—maj).

I det föreliggande exemplet — och säkerligen i regel i liknande fall — är det sålunda för resultatet likgiltigt, vilkendera metoden, som kommer till användning, d. v. s. om man lika gärna räknar ut frekvens- och »varaktighets»-tal för en längre följd av år (det behövs ju rätt många år för att få en »normalkurva»), som man beräknar medeltalet av några månadsmedeltemperaturer (eventuellt, om undersökningen avser kortare tidsperioder under året, 5-dagarsmedia). Väljes det senare alternativet erhållas dessutom avvikelserna från normaltillståndet direkt uttryckta i siffror, en ej ringa fördel, om vidare beräkningar senare skola utföras, såsom beräkning av samband med skördeavkastning eller annat dylikt.¹

Ovan nämndes (sid. 307), att i den växtklimatologiska litteraturen temperaturgradernas varaktighet alls icke varit något »förut obeaktat begrepp». Enligt SENDTNER (1854 sid. 497) skall boken längs sin nordostgräns kräva $7\frac{1}{3}$ — $8\frac{1}{3}$ månader med en medeltemperatur av över 0° R för att genomlöpa alla stadier, som äro nödvändiga för dess existens och dess föryngring. KÖPPEN (1926) anger, att »Für innere Prozesse verlangt die Stieleiche 5 Monate über $1\frac{1}{2}^\circ$, die Buche in der Ebene 8, im Gebirge 7 Monate über 1° Mitteltemperatur» och att »Zur Assimilationsarbeit verlangt die Stieleiche mindestens $3\frac{1}{2}$ Monate über 10° , die Buche in der Ebene mindestens 4, im Gebirge nur 3 Monate über 10° .»

Innan detta kapitel avslutas, skall ett annat exempel anföras på samband mellan en »biologisk företeelse», nämligen kottlängden hos gran, samt »klimatologiska data baserade på medelvärden ur sammanhängande tidsperiod», nämligen medeltalet av 4 sommarmånaders medeltemperaturer. EIDE (1930 sid. 480) beräknade detta samband å material från 39 orter i Norge och fann då $r = +0,88$. Denna beräkning anføres av HUDECZEK (1933 sid. 199), som kommenterar: »Wie wir sehen ist er ziemlich hoch, denn Werte über 0,9 kommen nur mehr sehr selten vor». — Härav följer dock icke med nödvändighet, att icke eventuellt ett ännu högre värde å sambandets styrka skulle ha kunnat erhållas, om EIDE istället räknat med varaktighetstal. — EIDES resultat behöver naturligtvis icke nödvändigt tydas så, att kottlängden är direkt betingad av de 4 sommarmånadernas temperaturförhållanden under just det året, då mätningen utfördes. Den kan även till större eller mindre del sammanhänga

¹ Är en sådan beräkning det enda målet, är det för övrigt lämpligast att alls icke beräkna avvikelserna från medeltillståndet, utan istället låta de ursprungliga värdena å t. ex. månadsmedeltalen och skördeavkastningen direkt ingå i beräkningen (jfr MILLS sid. 402).

med granens fysiologiska variabilitet (jfr nedan sid. 381). Om granens variabilitet, som troligt är, innebär en anpassning även till den genomsnittliga klimattypen, så följer därav, att samband mellan kottelängden och sommartemperaturen under det enskilda året lätt kan fastställas, då sommartemperaturen även det enskilda året i stort sett i regel fördelar sig över landet i proportion till den »normala» vegetationsperiodens längd, och i övrigt de »normala» temperaturförhållandena.¹

Utpräglad samvariation har av TIRÉN (1935) kunnat påvisas mellan medeltemperatur för vissa månader eller andra perioder samt granens blomning och kottsättning.

KAP 2. OM BESTÄMNING AV »KLIMATKONSTANTER».

Om metodiken vid fastställande av »klimatkonstanter».

»Växternas gränser bestämmas, vad temperaturkravet beträffar, av maximi- och minimitemperaturers varaktighet» (kurs. av ENQUIST 1929 sid. 16). »För att en växt skall kunna existera spontant måste sålunda sommaren [kurs. av ENQUIST] uppvisa ett visst antal dagar, vilkas maximitemperatur överstiger ett visst gradtal. . . . Medan samtliga växter hava dylika, där erforderligt meteorologiskt material föreligger, mycket lätt bestämbara maximitemperaturkrav, torde de dessutom hava motsvarande vad minimitemperaturen beträffar» (ibid. sid. 17). »De köldgränser, vilka vinterklimatet [kurs. av ENQUIST] påsätter växterna, äro beroende på analoga konstanter» (ibid. sid. 18).

»Konstanterna» bestämmas på följande sätt: i ett diagram (jfr t. ex. fig. 9) dragas varaktighetskurvor (i exemplet för maximitemperatur), dels för meteorologiska stationer, där en viss växt (i exemplet gran) finnes = helldragna linjer, dels för meteorologiska stationer utanför växtens utbredningsområde = streckade linjer. — Jämför HOFFMAN (1865 sid. 36): »Da es unmöglich ist, aus einer solchen Tabelle einer klare Uebersicht zu gewinnen, so habe ich mir die Mühe genommen, diese Data in der Form von Curven auf ein Netz einzutragen, und zwar die Curven innerhalb des Areal's roth, die näher der Grenze carmin, die ausserhalb der Grenze blau. Auf diese Weise wird nun allerdings die Uebersicht . . . verhältnismässig leicht.» — Därefter förfäres så,

»att läget på den karakteristiska punkt inom diagrammet fastställas, där vid konstant temperatur men ökat antal dagar (respektive vid konstant

¹ Konsekvensen blir givetvis, att om ett år de 4 sommarmånadernas medeltemperatur av någon anledning bleve lika i hela Norge, så skulle dock kottelängden variera på liknande sätt, som under normala år (ehuru variationsvidden troligen bleve mindre).

dagantal men ökad temperatur) samtliga kurvor äro heldragna, medan vid motsatt förskjutning samtliga kurvor bliva streckade. Det ligger som synes i bestämningsmetodens natur, att trädgränsen ifråga framgår genom stationer, vilkas varaktighetsvärden satisfiera värdet ifråga. Ju längre från den karakteristiska punkten kurvorna däremot förlöpa, desto avlägsnare från gränsen ligga stationerna. Därest återigen något samband icke råder mellan sålunda beräknade temperaturvärden och en växts utbredningsgräns, så förlöpa på detta sätt grupperade kurvor regellöst om varandra.» (spärr. av ENQUIST).

»På grundval av dylika varaktighetsvärden kunna klimatologiska kartor konstrueras, baserade antingen på temperaturvärdet ifråga eller på dagantalet ifråga. Stationsvärdena angiva i förra fallet dagantal, i det senare temperaturgrader. Ett exempel på en karta av förstnämnda typ är lämnad i fig. 7.» (här återgiven som fig. 13).

»De anförda konstanterna representera klimatiska ytor, vilkas avskärningar med jordytan sålunda framgå som kurvor. Dessa senare sammanfalla, därest bestämningarna äro korrekta, med respektive trädgränser.» (ENQUIST 1933 a sid. 155).

Det utmärkande för ENQUISTS förfaringssätt är sålunda, att han använder sig av en grafisk metod för att med hjälp av kurvor utvisande frekvens av extremtemperaturer utvälja en termoisokron, som till sitt förlopp antages överensstämma med en viss växts utbredningsgräns. Detta grafiska förfaringssätt nämner ENQUIST fastställande av växtens »klimatkonstanter». De så erhållna »konstanterna» anger han vara de faktorer, vilka betinga utbredningsgränsernas förlopp.

Det är naturligt, att ENQUISTS metodik väckt viss uppmärksamhet inom såväl biologiska som geografiska kretsar. HAMBERG (1924 sid. 370) uppfordrade ENQUIST att framlägga sin metod att grafiskt bestämma värdet av de ovannämnda »konstanterna», vilket dock icke skedde förrän 1933. Tidigare hade dock ENQUIST låtit NORDFORS (1928 sid. 145) redogöra för metoden ifråga. Någon fullt auktoritativ beskrivning på huru »klimatkonstanterna» bestämts har emellertid icke förelegat förrän sommaren 1933 (ENQUIST 1933 a), varför först därefter en granskning av ENQUISTS metodik kunnat ske med utgång från hans egna uppgifter och figurer. Det har, som inledningsvis betonades, synt mig synnerligen angeläget, att såväl denna metods förutsättningar som även de resultat, till vilka den fört, underkastades en granskning. Den mycket stora betydelse i både praktiskt och teoretiskt avseende, som måste tillmätas metoden, därest den befunnes vara godtagbar, medför, att en mera detaljerad granskning av några av de offentligtgjorda »konstantbestämningarna» och utbredningskartorna är ofrånkomlig. Ett

framläggande av resultaten av denna granskning torde vara mer än väl motiverad av det intresse, som från olika håll ägnas såväl frågan om sambandet mellan temperatur och växtgränser, som även speciellt tillämpningen av ENQUISTS metodik.

Om varaktighetskurvornas beroende av klimatvariationer.

Först skall något vidröras frågan om beräkningen av varaktighetskurvorna och dessas tillförlitlighet.

Det är icke alldeles lätt att ur ENQUISTS skrifter deducera fram, huru han går tillväga, då en dylik kurva drages upp. Tydligast har han uttalat sig som följer (1929sid. 14): »Uppdrager man varaktighetskurvorna så som de framträda i medelvärden för en längre följd av år, så förlöpa dessa fullt kontinuerligt.» »Framträda vid bearbetandet av en station tvära förskjutningar vid övergången från ett gradtal till ett annat, äro dessa att hänföra till observationsfel, vilka likväl äro lätta att korrigera genom kurvans utjämning.» Man torde av detta uttalande vara berättigad att sluta sig till, att ENQUIST sammanbinder punkter, motsvarande mångåriga medeltal av varaktighetstal, och att han blott utjämnar, där det eljest skulle bli tvära avvikelser från sammanbindningslinjens jämna förlopp. Granskar man däremot diagrammen (fig. 9—11), giva kurvorna intryck av att vara i sin helhet utjämnade.

En viss osäkerhet beträffande kurvornas förlopp betingas onekligen av huru denna utjämning äger rum. Det framgår av fig. 12, som upptager varaktighetskurvor för en 11-årsperiod, att sammanbindningslinjerna mellan de observerade värdena förete åtskilliga mer eller mindre tvära förskjutningar vid övergången från ett gradtal till ett annat. Vid försök att utjämna dessa sammanbindningslinjer till kurvor, vilka förlöpa »fullt kontinuerligt», förefaller det, som skulle rätt stora svårigheter kunna uppstå; jämför exempelvis varaktighetskurvorna 2, 6 och 7. — Här skall emellertid icke diskuteras i vad mån en dylik utjämning är berättigad, liksom icke heller ENQUISTS påstående, att »tvära förskjutningar vid övergången från ett gradtal till ett annat» äro »att hänföra till observationsfel» — varför så alltid skulle vara förhållandet har han icke på något sätt motiverat.

Även bortsett från den osäkerhet, som ligger i en mer eller mindre långt driven utjämning, jämte svårigheten att bedöma, huru densamma bör ske, äro kurvorna emellertid under alla omständigheter behäftade med en viss osäkerhet i fråga om sitt läge, d. v. s. de äro att betrakta som mer eller mindre breda band, ehuru visserligen kurvornas lägen (vid korrekt utförd utjämning) motsvara desammas sannolikaste förlopp. Bredden av »banden» beror dels av antalet år i observationsserien, dels av de årliga värdenas spridning kring respektive medeltal för hela perioden. De medelfel, med vilka kurvorna så-

lunda äro behäftade, ha sin betydelse när det gäller att avgöra huru stor vikt, som eventuellt skall kunna tillmätas en skillnad mellan tvenne kurvors lägen. Vill man fästa vikt vid avståndet mellan tvenne kurvor, då de för samma temperatur angiva olika dagantal eller tvärt om, måste skillnaden överstiga tre, eller åtminstone två gånger samma skillnads eget medelfel för att avvikelserna skall vara signifikativ.

Då det emellertid är omöjligt att med säkerhet avgöra, huruvida ENQUISTS varaktighetskurvor principiellt äro att betrakta som sammanbindningslinjer mellan punkter motsvarande värden (vilket är fallet med kurvorna å fig. 12), eller som i sin helhet utjämnade kurvor, skall här icke göras något försök att analysera den säkerhet, varmed ifrågavarande kurvor till sina lägen äro bestämda. En viss uppfattning om denna säkerhet (eller osäkerhet) torde dock kunna förmedlas av de värden å spridningen kring beräknade medeltal, vilka meddelas i tab. III, liksom av de av ENQUIST (1929 pl. 1) återgivna kurvorna för Umeå, Uppsala och Lund.

För att undersöka, huru temperaturförhållandena under en längre följd av år gestaltat sig vid en meteorologisk station i närheten av barrskogsgränsen, har bearbetats data från Karesuando för perioden 1891—1930. Tab. III upptager medeltal av varaktighetstal (här alltså egentligen frekvenstal) av maximitemperaturer överstigande $\pm 0^\circ$, dels för hela 40-årsperioden, dels för vart och ett av de i perioden ingående årtiondena. Dessutom meddelas för varje grad de olika årsvärdenas spridning (σ) kring motsvarande medeltal. — I denna tabell, liksom i följande tabeller och sammanställningar, ha medeltal av frekvenstal avgivits med en decimal, ehuru den föregående siffran dock icke i samtliga fall är att betrakta som säker.

Om man i tab. III jämför varaktighetsvärden för olika maximitemperaturer under de fyra decennierna, så finner man, att dessa senare kännetecknas av ganska skiljaktiga värmeförhållanden. Åtminstone att döma av de temperaturgrader, för vilka denna tabell redogör, förefaller det som om i viss mån en klimatförbättring (mindre troligt en kontinentalisering) hade ägt rum. Årsföljden 1891—1900 och 1901—1910 äro nämligen tydligt kallare än de båda senaste decennierna. Jämföras exempelvis varaktighetstalen i dagar för de tre maximitemperaturer, vilka ingå i ENQUISTS »konstanter» för tall, björk och gran (jfr nedan sid. 338 o. följ.), erhållas följande värden:

	1891— 1900	1901— 1910	1911— 1920	1921— 1930
Dagar med max.-temp. $\geq + 17^\circ$	38,0	34,6	48,6	47,4
» » » $\geq + 14^\circ$	61,3	64,3	70,6	74,9
» » » $\geq + 12^\circ,5$	74,8	80,1	84,1	87,9

Tab. III. Frekvens i dagar av maximitemperaturer i Karesuando.
 Frequenz in Tagen der Maximumtemperaturen in Karesuando.

Maxi- mitem- peratur ≧	Medeltal av frekvensvärden jämte spridningen kring dessa Durchschnittliche Frequenzwerte nebst mittleren quadratischen Abweichungen					z-värden z-Werte
	1891—1900	1901—1910	1911—1920	1921—1930	1891—1930	
+ 32°	0,0 —	0,0 —	0,3 ± 0,7	0,2 ± 0,4	0,1 ± 0,4	0,17
+ 31°	0,0 —	0,0 —	0,5 ± 1,0	0,4 ± 0,7	0,2 ± 0,6	0,33
+ 30°	0,2 ± 0,6	0,1 ± 0,3	1,0 ± 1,3	1,5 ± 2,2	0,7 ± 1,4	0,46
+ 29°	0,5 ± 0,7	0,4 ± 0,5	1,5 ± 1,8	1,9 ± 2,9	1,1 ± 1,8	0,28
+ 28°	0,8 ± 1,2	1,1 ± 1,9	2,6 ± 1,8	2,8 ± 3,7	1,8 ± 2,4	0,37
+ 27°	1,2 ± 1,7	1,5 ± 2,2	4,6 ± 3,1	4,6 ± 6,0	3,0 ± 3,9	0,49
+ 26°	2,1 ± 2,5	3,5 ± 3,9	6,9 ± 3,4	6,1 ± 7,9	4,7 ± 5,1	0,37
+ 25°	2,9 ± 3,2	5,4 ± 5,1	9,4 ± 3,8	9,4 ± 9,7	6,8 ± 6,4	0,52
+ 24°	4,7 ± 4,7	7,0 ± 6,0	12,9 ± 3,9	11,9 ± 10,1	9,1 ± 7,2	0,63
+ 23°	7,2 ± 5,8	9,6 ± 7,1	16,2 ± 2,7	14,1 ± 10,6	11,8 ± 7,7	0,60
+ 22°	10,1 ± 6,2	12,6 ± 8,5	20,9 ± 3,9	17,2 ± 11,0	15,1 ± 8,7	0,68
+ 21°	12,9 ± 7,4	14,7 ± 9,0	24,6 ± 4,3	22,0 ± 11,3	18,6 ± 9,5	0,76
+ 20°	17,9 ± 8,8	18,3 ± 10,1	28,9 ± 5,2	27,3 ± 11,7	23,1 ± 10,3	0,69
+ 19°	21,9 ± 9,6	23,0 ± 10,7	35,4 ± 5,6	33,3 ± 11,3	28,4 ± 11,0	0,83
+ 18°	29,4 ± 11,7	28,7 ± 11,8	41,4 ± 6,3	39,4 ± 10,1	34,7 ± 11,4	0,71
+ 17°	38,0 ± 12,8	34,6 ± 12,8	48,6 ± 6,8	47,4 ± 10,8	42,2 ± 12,2	0,60
+ 16°	44,3 ± 13,5	43,7 ± 13,5	54,9 ± 7,1	56,0 ± 10,7	49,7 ± 12,5	0,60
+ 15°	52,4 ± 15,0	52,8 ± 14,3	62,5 ± 8,3	65,8 ± 7,9	58,4 ± 12,8	0,60
+ 14°	61,3 ± 15,7	64,3 ± 13,6	70,6 ± 9,5	74,9 ± 7,4	67,8 ± 12,7	0,40
+ 13°	69,9 ± 16,5	74,8 ± 13,3	79,7 ± 8,7	83,1 ± 7,0	76,9 ± 12,6	0,48
+ 12°	79,6 ± 15,3	85,4 ± 11,4	88,5 ± 9,5	92,7 ± 7,3	86,6 ± 11,8	0,46
+ 11°	87,7 ± 15,4	94,4 ± 10,5	96,5 ± 9,3	100,7 ± 9,6	94,8 ± 11,9	0,41
+ 10°	100,0 ± 17,0	105,7 ± 10,0	105,8 ± 10,0	112,0 ± 9,1	105,9 ± 12,2	0,26
+ 9°	109,8 ± 16,4	116,1 ± 9,0	114,0 ± 12,6	119,8 ± 8,6	114,9 ± 11,6	0,02
+ 8°	119,8 ± 18,1	125,6 ± 11,2	124,1 ± 9,8	129,0 ± 7,4	124,6 ± 12,2	—0,16
+ 7°	132,0 ± 19,0	134,8 ± 10,0	131,8 ± 12,8	138,8 ± 8,3	134,4 ± 12,5	—0,21
+ 6°	142,2 ± 18,6	145,0 ± 10,1	140,1 ± 13,4	147,8 ± 8,9	143,8 ± 13,1	—0,23
+ 5°	153,6 ± 18,6	157,1 ± 11,1	150,4 ± 14,9	160,7 ± 9,0	155,5 ± 13,9	0,03
+ 4°	166,1 ± 15,1	168,5 ± 9,0	160,4 ± 15,5	172,3 ± 10,0	166,8 ± 13,0	0,22
+ 3°	178,5 ± 13,8	179,6 ± 9,1	174,0 ± 18,2	186,0 ± 8,8	179,5 ± 13,2	0,18
+ 2°	189,2 ± 14,7	191,4 ± 8,9	185,0 ± 16,5	196,6 ± 8,9	190,6 ± 12,9	0,18
+ 1°	199,6 ± 12,1	205,4 ± 10,4	198,7 ± 17,6	209,3 ± 9,0	203,3 ± 13,0	0,22
+ 0°	213,0 ± 12,1	219,3 ± 9,6	212,3 ± 16,6	220,7 ± 10,0	216,3 ± 12,5	0,09

Samma tendens visar sig vid bearbetandet av data för andra stationer, t. ex. Kiruna och Storlien. Den årsföljd, som för den förstnämnda av dessa båda stationer finnes att tillgå, är visserligen tyvärr något kortare (i Kiruna började icke maximitemperaturen registreras förrän den 26 juli 1902), men den nämnda tendensen framstår dock tydligt. Varaktighetstalen för maximitemperaturer av + 17°, + 14° och + 12°,5 eller däröver vid de nämnda stationerna och vid Karesuando har beräknats för perioderna 1903—1910, 1903—1912, 1911—1920, 1922—1932 samt 30-årsperioden 1903—1932. Dessa varaktighetstal äro meddelade i tab. IV, av vilken även framgår, att de olika perioderna beträffande temperaturförhållandena påtagligt avvika från varandra. Temperaturvariationerna visa större överensstämmelser vid de relativt nära var-

Tab. IV. Frekvens i dagar av maximitemperaturer $\geq +17^\circ$, $+14^\circ$ och $+12,5^\circ$ i Kiruna, Storlien och Karesuando i medeltal för olika årsföljder.Frequenz in Tagen der Maximumtemperaturen $\geq +17^\circ$, $+14^\circ$ und $+12,5^\circ$ in Kiruna, Storlien und Karesuando; Mittelwerte für verschiedene Jahresfolgen.

Maximi- temperatur	Meteorologisk station	1901— 1910 (10 år)	1903— 1910 (8 år)	1903— 1912 (10 år)	1911— 1920 (10 år)	1922— 1932 (11 år)	1903— 1932 (30 år)
$\geq +17^\circ$	Kiruna.....	—	22,6	24,2	31,5	29,2	27,8
	Storlien.....	26,0	26,8	28,6	32,4	29,5	29,3
	Karesuando.....	34,6	34,0	36,3	48,6	47,3	43,9
$\geq +14^\circ$	Kiruna.....	—	46,5	46,9	53,2	53,9	53,2
	Storlien.....	53,5	53,0	53,5	57,1	55,8	54,8
	Karesuando.....	64,3	64,3	64,3	70,6	71,3	69,6
$\geq +12,5^\circ$	Kiruna.....	—	63,2	62,1	65,7	68,8	66,2
	Storlien.....	69,9	70,5	70,1	70,6	68,9	69,8
	Karesuando.....	80,1	79,7	79,3	84,1	83,4	83,8

andra belägna stationerna Karesuando och Kiruna, men den ifrågavarande tendensen till klimatförbättring kan dock även skönjas beträffande Storlien, åtminstone med avseende å de högre temperaturerna.

Det framgår av tab. III, att spridningen kring de 40-åriga medeltalen nästan genomgående är större, än vad den i medeltal är kring de 10-åriga. För att undersöka, i vilken utsträckning denna skillnad mellan spridningarna är signifikativ, ha z -värdena (jfr FISHER 1932) beräknats och angivits i tabellens sista kolumn. I den mån differensen mellan de olika decennierna är stor, samtidigt som spridningen inom decennierna är liten, erhållas höga värden å z . I föreliggande fall har z den betydelsen, att när dess värde överskrider c:a 0,53 resp. 0,75, så kan differensen mellan de olika decennierna ha uppkommit på grund av rent tillfälliga anhopningar av varma eller kalla år endast med en sannolikhet av 5 % resp. 1 % (ibidem tab. VI sid. 224—227), d. v. s. differensen är ungefär lika säkerställd, då z i detta fall överskrider 0,53, som då en differens överskrider sitt eget medelfel 2 gånger.

Beräkningen av z ger vid handen, att säkerställda systematiska differenser finnas mellan de olika decennierna beträffande maximitemperaturerna från 15° till 24 å 25° . Även mellan 11° och 15° äro differenserna troligen systematiska, ehuru de icke äro nöjaktigt säkerställda. Maximitemperaturer över 26° ha under de undersökta åren inträffat så sällan, att differensernas art knappast torde framgå av z -värdena.

Vare sig de av tabellen visade skillnaderna mellan de olika decennierna äro systematiska eller endast ett slumpens verk, så kan det alldeles icke vara likgiltigt, om vi godtyckligt låta temperaturförhållandena i Karesuando representeras av det ena eller det andra decenniet, allra minst om de erhållna vär-

dena skola betraktas som »normal»-värden och användas för att »fastställa konstanter». Det är att märka, att något generellt uttalande om klimatet icke kan göras, ens om långa årsföljder kunna läggas till grund för beräkning av varaktighetstal eller andra värden, och detta därför, att klimatet icke är något konstant (jfr t. ex. ENQUIST 1929 fig. 17, 19 och 20). »Wie oft werden aber aus 30- oder 40jährigen Beobachtungen Ergebnisse in apodiktischer Weise abgeleitet!» (HELLMANN 1918 b).

Ehuru det icke är troligt, att smärre klimatväxlingar göra sig gällande i samma grad, eller ens i samma riktning, inom vidsträcktare områden (jfr ENQUIST 1929), torde man dock vara nödsakad ställa som fordran vid jämförelser mellan temperaturförhållanden å olika orter, att de kurvor, som sinsemellan skola jämföras, hänföra sig till samma årsföljd.¹ I synnerhet är detta av vikt, om årsföljden är kort, ett eller annat decennium allenast. Särskilt om förhållandena inom ett mera begränsat område skola studeras, torde vid ett sådant förfaringssätt högst väsentliga felkällor undvikas. Här bortses helt från att uppgifterna från olika stationer variera åtskilligt i kvalitativt hänseende; eventuellt slarv vid avläsningarna är dock av större betydelse endast om därvid systematiska fel uppstå, vilket dock ibland synes inträffa (jfr ENQUIST 1929 sid. 15).

ENQUIST skriver även: »I mitt preliminära meddelande 1924 skriver jag: 'De konstanter föredraganden anförde och de kartor han demonstrerade äro att betrakta som preliminära. De äro beräknade ur observationer för tioårsperioden 1901—1910.' Senare har mitt material ökat i så hög grad, att jag med användning av trettioårsperiod kunnat företaga ifrågasvarande korrigerings.» (ENQUIST 1933 b sid. 17). — Korrigeringen bestod däruti, att bokens värmekrav under den kalla årstiden angavs vara högst 120 (tidigare 148) dagar med maximitemperatur underskridande + 5° (tidigare + 7°). En förändring av periodens längd har således i detta fall fört med sig en (ehuru visserligen ganska obetydlig) förändring av bokens »konstanter», trots att, efter citatet att döma, samma 10- resp. 30-årsperiod bör ha använts för alla stationer.

Bestämningar av »klimatkonstanter» för granens, tallens och björkens nordgränser.

Det för bestämningarna använda meteorologiska materialet.

Den för jämförelser mellan meteorologiska data gällande grundprincipen, att dessa data skola hänföra sig till, eller åtminstone vara reducerade till

¹ »sie müssen synchronistisch sein, d. h. auf eine und dieselbe Beobachtungsperiode sich beziehen, oder wenigstens reduziert sein» (SUPAN 1887).

samma tidsföljd, synes ENQUIST emellertid hava bortsett ifrån, då det gällt fastställandet av »konstanterna» för gran, tall och björk (jfr fig. 9—11). Ifrågakarande »konstanter» avse alla värmekravet under sommaren (jfr fig. 26 punkt $n_1 t^{\circ}_1$). Vid bestämningen av dessa »konstanter» använder sig ENQUIST av »mångåriga medeltal» för tillsammans 17 meteorologiska stationer, nämligen: Abisko (1), Alten (2), Brocken (3), Deerness (4), Godthaab (5), Grimsey (6), Ivigtut (7), Karesuando (8), Kiruna (9), Röst (10), Schneekoppe (11), Storlien (12), Stykkisholm (13), Thorshavn (14), Tromsö (15), Uppsala (16) och Vassijaure (17). Siffrorna hänvisa till kurvorna å fig. 9—11.

ENQUIST uppgiver visserligen icke vilka årsföljder, som ligga till grund för de olika stationernas kurvor. Jag tror mig dock vara i stånd att komplettera dessa felande uppgifter vad beträffar de 6 svenska stationerna, av vilka dock blott de 5 första i detta sammanhang äro av intresse. ENQUIST torde ha använt sig av följande perioder:

Karesuando.....	1891—1920	30 år
Storlien.....	1901—1910	10 år
Vassijaure..	1905—1915	11 år
Kiruna.....	1911—1920	10 år
Abisko.....	1913—1922	10 år
Uppsala.....	1839—1928	90 år

Dessa uppgifter äro grundade på följande fakta. Å Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt finnas för Karesuando, Kiruna och Storlien varaktighetstal uträknade för de nämnda årsföljderna, och dessa varaktighetstal överensstämma praktiskt taget fullständigt med de tal, som kunna utläsas ur ENQUISTS kurvor å fig. 9—11 (jfr även tab. VI och VII). Vid Vassijaure naturvetenskapliga station började observationerna år 1905 och fortsattes till och med år 1915. Å Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt finnes antecknat, att varaktighetstal för dessa 11 år förvaras av ENQUIST. Vassijaure-stationen ersattes av Abisko, där emellertid temperaturobservationer påbörjats redan i december 1912. Den av ENQUIST för Abisko meddelade varaktighetskurvan överensstämmer helt med den kurva, som kan dragas genom å diagram utsatta frekvenstal för perioden 1913—1922; ENQUIST har blott verkställt smärre utjämningar, som emellertid endast i en punkt (+ 15°) uppgå till mer än 2 dagar. Uppsala saknar ju intresse i detta speciella fall, och har här medtagits endast för fullständigets skull. Den använda årsföljden torde för Uppsala vara 1839—1928 (jfr ENQUIST 1929 sid. 32); den av ENQUIST 1933 (a fig. 3—5) använda kurvan för Uppsala överensstämmer nämligen till sitt förlopp med den kurva för maximitemperaturen han använde 1929 (fig. 12).

För 6 svenska stationer har ENQUIST använt 6 olika årsföljder.

Granens »konstanter».

ENQUIST (1933 *a* sid. 153) yttrar om granens »konstanter»: »Värdet $12^{\circ},5$ max.-temp., 65 dagar¹ är att betrakta som mycket gott.» Detta värde repre-

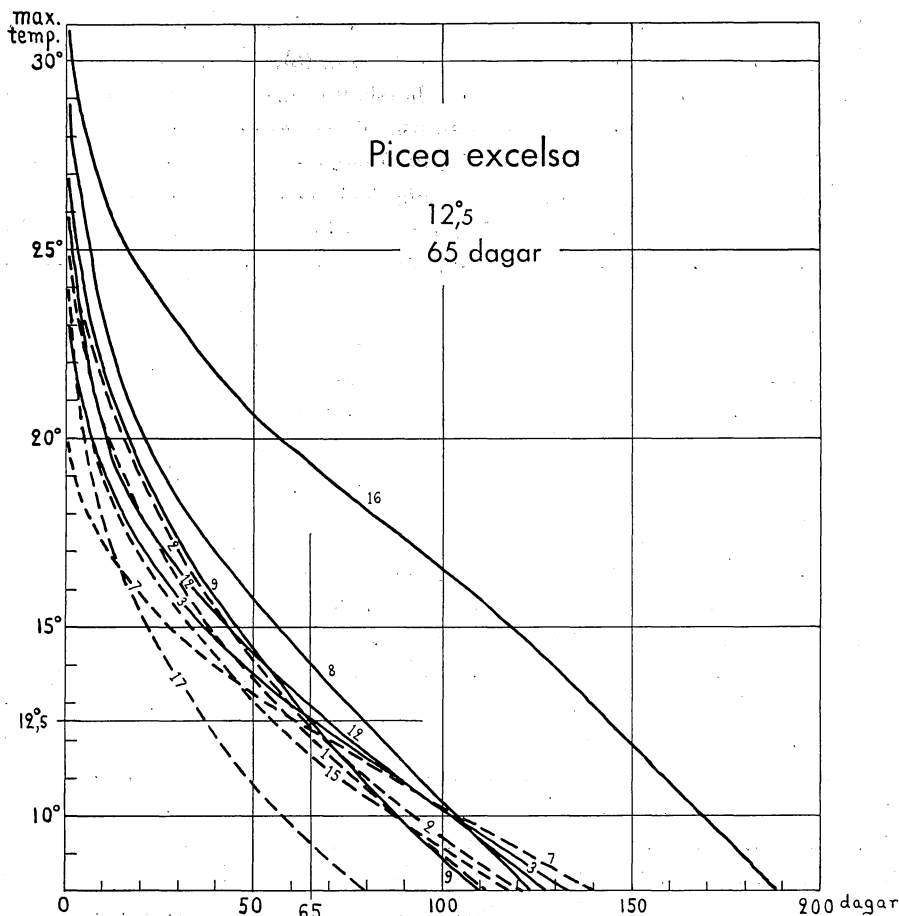


Fig. 9. »Varaktighetskurvor för maximitemperatur från meteorologiska stationer omgivande grangränsen. Heldragna kurvor innanför gränsen, streckade utanför densamma» (ENQUIST 1933 *a* sid. 153, fig. 4).

»Dauerkurven för Maximumtemperatur von die Fichtengrenze umgebenden meteorologischen Stationen her. Ausgezogene Kurven innerhalb der Grenze, gestrichelte ausserhalb derselben» (ENQUIST 1933 *a*).

senteras i diagrammet fig. 9 (ENQUIST 1933 *a* fig. 4) av en punkt, som till sitt läge bestämmas av varaktighetskurvor för fyra stationer, Alten (2),

¹ Detta betyder: granens värmekrav under sommaren är $+12^{\circ},5$ max.-temp. eller däröver under minst 65 dagar.

SAMBANDET MELLAN TEMPERATUR OCH VÄXTGRÄNSER

Brocken (3), Ivigutut (7) och Kiruna (9), vilka orter kännetecknas av följande värden å dagantalet med maximitemperatur av $+ 12^{\circ},5$ eller däröver:

Gran saknas vid:	Gran finnes vid:
Alten.....63,5 dagar	Brocken.....66,0 dagar
Ivigutut.....61,0 »	Kiruna.....65,0 »

Granens dag-»konstant» angives vara 65 dagar; Kiruna anses ligga just på gränslinjen.

Hade ENQUIST nu för Kiruna icke valt perioden 1911—1920, utan i stället en period, som så litet som möjligt avvek från perioden 1901—1910 — vilken ju enligt uppgift låg till grund för hela hans material för det preliminära meddelandet — d. v. s. årsföljden 1903—1910 (eller 1903—1912, för att erhålla en 10-årsperiod), så skulle Kiruna ha uppvisat allenast 63,2 (resp. 62,1) dagar (jfr tab. IV). Kiruna, som ligger just på gränslinjen (enl. ENQUIST 1933 a), hade då uppvisat ett lägre dagantal än Alten. Under förutsättning att varaktighetskurvorna för Alten, Brocken och Ivigutut hänföra sig till perioden 1901—1910, torde således icke några »konstanter» för gran låta sig fastställas å detta diagram.

Tallens »konstanter».

Vad tallens »konstanter» beträffa, förefalla de kunna väljas rätt godtyckligt inom ganska vida gränser, av fig. 10 (ENQUIST 1933 a fig. 5) att döma. Lika väl som »17° max.-temp., 26 dagar» bör man vara berättigad säga: 16°,5 max.-temp., 30 dagar, eller, för att gå åt andra hållet: 20° max.-temp., 12 dagar eller också: 23° max.-temp., 4 dagar. Alla de nämnda eventualiteterna böra, enligt ENQUIST'S egen, ovan anförda beskrivning av metodiken, vara precis lika berättigade.

De meteorologiska stationer, som i detta fall kommit till användning, utmärkas av följande värden å antalet dagar med maximitemperatur av $+ 17^{\circ}$ eller däröver:

Tall saknas vid:	Tall finnes vid:
Abisko.....25,0 dagar	Alten.....29,0 dagar
Storlien.....25,0 »	Kiruna.....32,0 »

Tallens dag-»konstant» angives vara 26 dagar; såväl Storlien som även Abisko betraktas därvid som liggande omedelbart utanför tallgränsen (jfr ENQUIST 1933 a sid. 153).

Även i detta fall synes »konstantens» vara eller icke vara bero på vilka årsföljder, som läggas till grund för kurvorna. Hade för Kiruna i stället för

perioden 1911—1920 valts 1903—1910 (eller 1903—1912), så hade resultatet blivit helt annorlunda. Kiruna hade då erhållit endast 22,6 (resp. 24,2) dagar med ifrågavarande maximitemperatur, och varaktighetskurvan för Kiruna

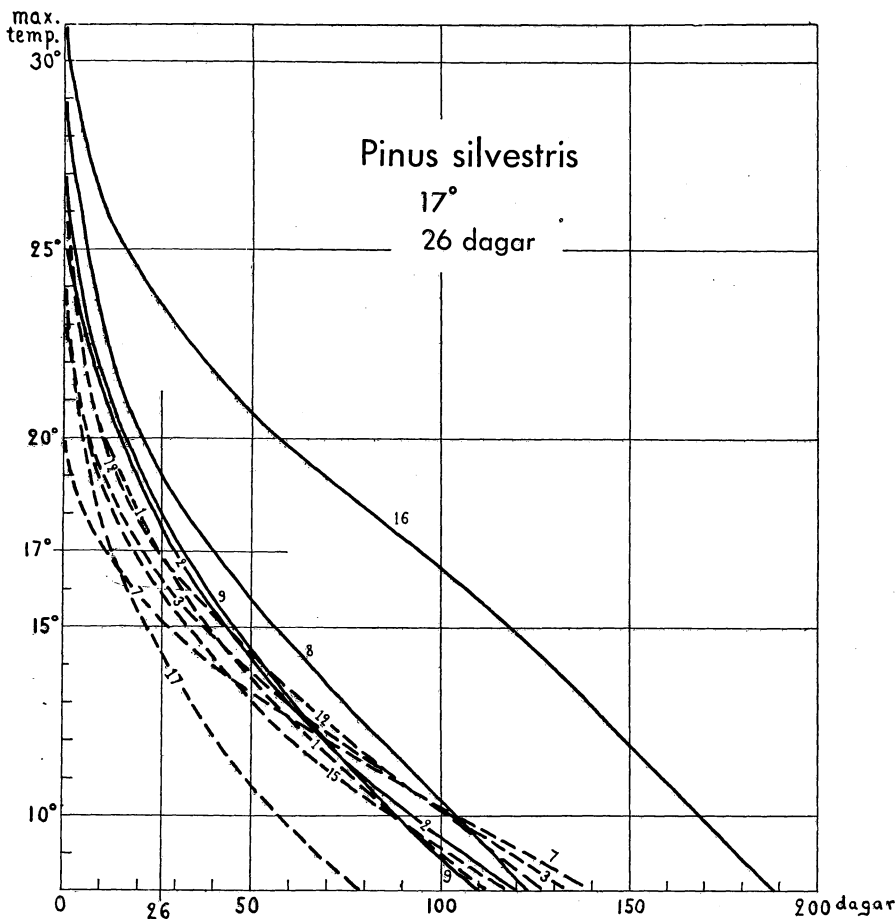


Fig. 10. »Varaktighetskurvor för maximitemperatur från meteorologiska stationer omgivande tallgränsen. Heldragna kurvor innanför gränsen, streckade utanför densamma» (ENQUIST 1933 a sid. 154, fig. 5).

»Dauerkurven für Maximumtemperatur von die Kiefergrenze umgebenden meteorologischen Stationen her. Ausgezogene Kurven innerhalb der Grenze, gestrichelte ausserhalb derselben» (ENQUIST 1933 a).

hade då här kommit att gå till vänster om kurvorna för både Abisko och Storlien. Hade ENQUIST åter för Storlien valt samma period som för Kiruna, 1911—1920, vilket icke erbjudit några svårigheter, så hade Storlien uppvisat 32,4 dagar mot Kirunas 32 (egentligen 31,5; jfr. tab. IV).

Det framgår av tab. IV, att vilken period man än väljer, från 8-årsperioden 1903—1910 till 30-årsperioden 1903—1932, så uppvisar Storlien, där tall

saknas, större antal dagar med maximitemperatur om $+17^{\circ}$ och däröver, än Kiruna, där tall finnes.

För maximitemperaturer över $+18^{\circ}$ uppvisar dock Kiruna högre dagantal än Storlien, åtminstone för perioden 1903—1932.

Björkens »konstanter».

Björkens »konstanter»: » 14° max.-temp., 26 dagar», ha bestämts enligt samma förfaringssätt (jfr fig. 11). De vid bestämningen använda stationerna uppvisa följande antal dagar med maximitemperatur av $+14^{\circ}$ eller däröver:

Björk saknas vid:	Björk finnes vid:
Godthaab 22,5 dagar	Stykkisholm 29,0 dagar
Thorshavn 22,0 »	Vassijaure 28,0 »

Björkens dag-»konstant» anges till 26 dagar; Vassijaure ligger just i björkgränsen (SAMUELSSON 1915 sid. 110).

Även mot denna »konstant»-bestämning torde en berättigad anmärkning kunna riktas. Vid Riksgränsen finnes en meteorologisk station, som visserligen ligger nära björkens gräns, men dock klart utanför densamma. Även vid denna station torde väl bristande sommarvärme skola vara den begränsande faktorn. Denna station är ju ganska maritim i jämförelse med övriga stationer i övre Lappland, varför vinterköllden väl knappast kan vara att räkna med, helst som ENQUIST (1933 a sid. 155) själv yttrar: »Några meteorologiska stationer nära den av vinterlängden influerade delen av björkgränsen finnas nämligen icke.¹» För varmt för björken lär där väl icke heller gärna kunna vara, vare sig sommar eller vinter. Å Statens meteorologisk-hydrografiska anstalt finnas varaktighetstal för maximitemperaturer vid Riksgränsen uträknade för årsföljden 1905—1922. Följande varaktighetsvärden för maximitemperatur av $+14^{\circ}$ och däröver uppnåddes under perioderna:

1905—1922	1905—1915
37,3 dagar	34,5 dagar

Värdet för årsföljden 1905—1915 har angivits särskilt, då detta är den tid under vilken stationen Vassijaure var i verksamhet, och till vilken period de ovannämnda 28 dagarna utan tvivel hänföra sig.

¹ Utan att närmare ingå på denna fråga skall jag här blott påpeka, att ENQUIST (1933 a sid. 154) uppgiver som ett (visserligen osäkert) värde å björkens krav å vintervärme, att antalet dagar med maximitemperaturer av $+2^{\circ}$ eller därunder icke får överskrida 195; under åren 1905—1922 uppnåddes vid Riksgränsen i medeltal 170 dagar med maximitemperaturen $+2^{\circ}$ eller däröver, vilket sålunda precis motsvarar nämnda fordran å björkens vintervärme: $365-170=195$ (jämför ENQUIST 1929 sid. 17 not 2).

Jämföres något av dessa varaktighetstal för Riksgränsen med de ovan angivna tal, som tjänat till bestämmande av björkens »konstanter», torde tydligt framgå, att några sådana icke låta sig fastställas. Ännu tydligare torde

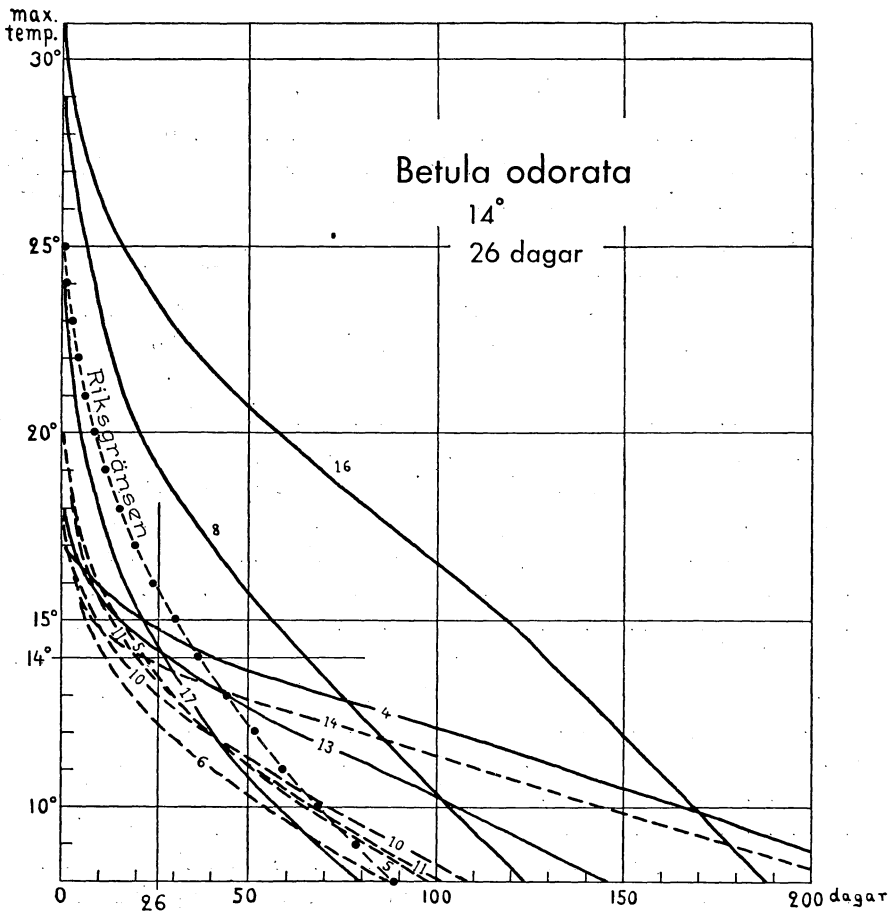


Fig. 11. »Varaktighetskurvor för maximitemperatur från meteorologiska stationer omgivande björkgränsen. Heldragna kurvor innanför gränsen, streckade utanför densamma» (ENQUIST 1933 a sid. 152, fig. 3). Varaktighetskurvan för Riksgränsen (1905—1922) har inlagts å ENQUISTS figur.

»Dauerkurven für Maximumtemperatur von die Birkengrenze umgebenden meteorologischen Stationen her. Ausgezogene Kurven innerhalb der Grenze, gestrichelte ausserhalb derselben» (ENQUIST 1933 a).

detta framgå av fig. 11, som visar kurvan för Riksgränsen (1905—1922) inlagd å ENQUISTS diagram (ENQUIST 1933 a fig. 3). Denna kurva torde visserligen icke vara grundad på samma årsföljd som någon av de andra kurvorna å diagrammet, men, som bör hava framgått av vad som hittills anförts, strider detta alldeles icke mot ENQUISTS metodik, så som han själv tillämpar densamma.

Tillämpning av bestämningsmetoden beträffande gran och tall å synkront meteorologiskt material.

»Vad de i detta arbete behandlade trädslagens nordligt eller högt på bergen förlöpande gränser beträffar, är antalet för bestämningarna användbara meteorologiska stationer icke alltför rikt. Det är emellertid fullt tillräckligt, och någon anledning att antaga att eventuellt nytillkommande meteorologiska stationer skulle ändra dessa värden på sommarklimatets inverkan föreligger icke, i vart fall icke för björk och gran.» (ENQUIST 1933 a sid. 155).

När det emellertid visar sig, att tillkomsten av en enda station, Riksgränsen, helt torde utesluta varje möjlighet att bestämma några »konstanter» motsvarande björkens krav på sommarvärme, enligt ENQUISTS förfaringssätt, är det av intresse att undersöka, huru förhållandena i samma avseende gestalta sig beträffande gran och tall. En dylik undersökning, omfattande 8 svenska stationer i närheten av trädgränserna, har därför utförts. Då emellertid som oefftergivligt villkor uppställdes, att för samtliga stationer en och samma årsföljd skulle ligga till grund för varaktighetstalen, måste perioden tyvärr begränsas till att omfatta endast 11 år. Periodens början bestämmes av tillkomsten av stationen Merkenes, dess slut av nedläggandet av stationen Vuonatjviken. Temperaturuppgifterna för dessa båda stationer äro icke alldeles fullständiga för alla de 11 åren; komplettering av de felande uppgifterna ha i förekommande fall utförts så, att för Merkenes erhållits lägre, för Vuonatjviken däremot möjligen något högre värden än de sannolika.

Felände maximitemperaturer ha beträffande Merkenes ersatts med högsta avlästa temperatur under dygnet, beträffande Vuonatjviken med samma temperatur plus 3° eller 4°. Ha under en följd av dagar alla observationer uteblivit, ha de felände maximitemperaturvärdena ersatts med värden för kallaste motsvarande månad under 11-årsperioden (eller också icke alls!) beträffande Merkenes, men med värden för varmaste motsvarande månad för Vuonatjviken.

Resultaten av beräkningarna finnas sammanställda i tabellerna V, VI och VII. Till jämförelse upptaga de båda senare tabellerna motsvarande varaktighetstal, avlästa från kurvorna å ENQUISTS figurer (fig. 9—11), Där de sålunda avlästa varaktighetstalen avvika från de verkliga, ha de senare angivits inom parentes. Av tabellerna framgår det, att de av ENQUIST för gran och tall angivna »konstanterna», »12°,5 max.-temp., 65 dagar» resp. »17° max.-temp., 26 dagar», alldeles icke överensstämma med varaktighetstalen för perioden 1922—1932. Dessa tal skilja sig från ENQUISTS i följande avseenden: de äro grundade på data för andra år, de äro grundade på en och samma årsföljd, varjämte tillkommit värden för ytterligare fyra meteorologiska stationer. Nämda skillnader ha medfört: den första, att de flesta varaktig-

Tab. V. Frekvens i dagar av maximitemperatur i medeltal för åren 1922—1932 vid åtta meteorologiska stationer.

Mittlere Frequenz in Tagen der Maximumtemperatur 1922—1932 an acht meteorologischen Stationen im nördlichen Schweden.

Station	Kare- suando	Abisko	Kiruna	Suorva	Merkenes	Vuonattj- viken	Tärnaby	Storlien
Latitud (N.)	68° 27'	68° 21'	67° 51'	67° 32'	66° 40'	66° 29'	65° 43'	63° 19'
Longitud (E. Greenw.)	22° 30'	18° 49'	20° 14'	18° 14'	16° 7'	17° 16'	15° 18'	12° 6'
Höjd över havet Meereshöhe	332,5 m	388,1 m	505,4 m	415 m	600 m	510 m	448 m	596,1 m
Termo- meters höjd Höhe des Thermo- meters	1,9 m	2,0 m	2,2 m	1,5 m	1,3 m	0,8 m	1,8 m	1,4 m
+ 33°	—	—	—	—	—	0,1	—	—
+ 32°	0,3	—	—	—	0,1	0,1	—	—
+ 31°	0,5	—	—	0,1	0,4	0,3	—	—
+ 30°	1,5	—	—	0,3	0,5	0,5	—	—
+ 29°	2,1	—	0,1	0,4	0,8	0,6	0,1	—
+ 28°	2,7	0,2	0,5	0,8	1,1	1,2	0,2	0,1
+ 27°	4,5	0,8	1,0	1,0	1,6	2,1	0,6	0,2
+ 26°	6,1	1,4	2,0	1,9	2,8	3,1	1,3	0,5
+ 25°	9,7	2,6	3,4	3,5	4,0	4,4	2,5	1,5
+ 24°	12,5	4,0	4,7	5,2	6,7	6,0	3,6	2,2
+ 23°	14,3	5,5	7,2	7,0	9,5	8,1	6,4	3,6
+ 22°	17,7	7,9	9,6	8,8	13,4	9,8	9,3	5,4
+ 21°	22,6	10,6	12,9	12,5	18,3	13,6	12,1	9,1
+ 20°	27,5	13,5	15,5	15,4	22,6	17,6	15,3	12,9
+ 19°	33,4	17,3	19,5	19,5	27,8	22,5	19,5	16,1
+ 18°	39,5	21,1	23,7	24,6	35,1	27,6	24,3	22,6
+ 17°	47,3	26,2	29,2	29,9	42,1	34,6	31,9	29,5
+ 16°	54,7	32,3	37,9	36,4	48,6	45,7	41,2	36,2
+ 15°	63,4	38,7	44,8	45,1	56,8	57,0	49,6	44,4
+ 14°	71,3	45,7	54,1	53,9	64,7	65,0	59,5	55,3
+ 13°	79,4	56,5	65,0	64,2	74,2	75,9	71,4	64,0
+ 12°	87,5	67,8	72,7	74,3	86,4	88,0	83,2	73,7
+ 11°	95,3	77,7	82,9	84,8	96,8	96,1	94,5	84,2
+ 10°	107,0	89,3	92,3	96,5	110,3	105,3	107,4	96,3
+ 9°	115,5	103,7	102,6	108,2	119,5	114,0	117,1	106,9
+ 8°	125,3	113,8	111,7	118,3	129,0	122,0	126,3	119,3
+ 7°	134,0	125,0	122,2	130,0	137,4	132,7	139,7	130,5

Tab. VI. Frekvens av maximitemperaturer $\geq + 12^{\circ},5$ vid åtta meteorologiska stationer, jämte uppgift om eventuell förekomst av gran.
 Frequenz der Maximumtemperaturen $\geq + 12^{\circ},5$ an acht meteorologischen Stationen, sowie Angaben über das eventuelle Vorkommen der Fichte.

Meteorologisk station	Antal dagar med max.-temp. $\geq + 12^{\circ},5$ Anzahl Tage mit Max.-temp. $\geq + 12^{\circ},5$		Förekomst Vorkommen (+) eller frånvaro (-) oder Fehlen av gran der Fichte
	Enligt ENQUIST Nach ENQUIST (jfr fig. 9) (vgl. Abb. 9)	1922—1932 (11 år)	
Karesuando.....	79 (79,6)	83,4	+
Vuonatjviken.....	—	82,0	+
Merkenes.....	—	80,3	—
Tärnaby.....	—	77,3	+
Suorva.....	—	69,2	—
Storlien.....	70 (69,9)	68,9	+
Kiruna.....	65 (65,7)	68,8	+
Abisko.....	61 (61,0)	62,1	—

Tab. VII. Frekvens av maximitemperaturer $\geq + 17^{\circ}$ vid åtta meteorologiska stationer, jämte uppgift om eventuell förekomst av tall.
 Frequenz der Maximumtemperaturen $\geq + 17^{\circ}$ an acht meteorologischen Stationen, sowie Angaben über das eventuelle Vorkommen der Kiefer.

Meteorologisk station	Antal dagar med max.-temp. $\geq + 17^{\circ}$ Anzahl Tage mit Max.-temp. $\geq + 17^{\circ}$		Förekomst Vorkommen (+) eller frånvaro (-) oder Fehlen av tall der Kiefer
	Nach ENQUIST Nach ENQUIST (jfr fig. 10) (vgl. Abb. 10)	1922—1932 (11 år)	
Karesuando.....	40 (40,4)	47,3	+
Merkenes.....	—	42,1	—
Vuonatjviken.....	—	34,6	+
Tärnaby.....	—	31,9	+
Suorva.....	—	29,9	+
Storlien.....	25 (26,0)	29,5	—
Kiruna.....	32 (31,5)	29,2	+
Abisko.....	25 (25,9)	26,2	—(?)

hetstal äro högre än ENQUISTS motsvarande värden; den andra, att ordningsföljden mellan Kiruna och Storlien omkastats (jfr tab. IV); den tredje, att all »konstantbestämning» enligt ENQUISTS metod omöjliggjorts vad beträffar värmekrav under sommaren, för tall genom tillkomsten av stationen Merkenes, för gran genom tillkomsten av stationerna Merkenes och Suorva.

Vid Merkenes (eller Merkenis, Mergenis, men icke Merkenäs!) förekommer varken gran eller tall (ENQUIST 1933 a pl. 1). Vid själva Vuonatjviken förekommer visserligen heller icke gran; närmaste gran växer c:a 500 m mot norr (enl. uppgift av nämndeman A. JOHANSSON), men då gran förekommer längre mot

såväl norr som väster, anser jag dock stationen liggande inom granens utbredningsområde; jag är dock långt ifrån säker på, att jag därvid fattat begreppet utbredningsområde på samma sätt som ENQUIST, vilken anser naturvetenskapliga stationen vid Abisko ligga utanför tallens utbredningsgräns (ENQUIST 1933 sid. 153), ehuru avståndet till närmaste tall där nu icke överskrider 500 m och tidigare varit ännu mindre, innan en del tallar fälldes vid järnvägens byggande.

För att undersöka, om möjligen några »konstanter», låta vara av annan storleksordning, dock skulle kunna erhållas, ha de 8 stationernas varaktighetskurvor inlagts å ett diagram, fig. 12, vilket sålunda motsvarar fig. 9. Å fig. 12 har icke skett någon utjämning av kurvorna, utan ha blott de för olika temperaturgrader erhållna medelfrekvenstalen för 11-årsperioden sinsemellan sammanbundits med heldragna eller streckade linjer, angivande närvaro resp. frånvaro av gran. Å diagrammet har även utmärkts läget av ENQUISTS »klimatkonstanter» för granen, »12°,5 max.-temp., 65 dagar». Det torde klart framgå av diagrammet, att några »konstanter» för gran alls icke låta sig fastställas enligt ENQUISTS förfaringssätt.

Detsamma gäller beträffande tall. För att göra diagrammet tillämpligt å det senare trädslaget, behöver man blott föreställa sig kurvan för Storlien (6) streckad och kurvan för Suorva (5) — samt eventuellt Abisko (8) — heldragen.

Här föreligga diagram av den art, som ENQUIST (1933 a sid. 155) karakteriserat med orden: »Därest återigen något samband icke råder mellan sålunda beräknade temperaturvärden och en växts utbredningsgräns, så förlöpa på detta sätt grupperade kurvor regellöst om varandra.» (spärr. av ENQUIST). Detta är just precis vad de göra, både beträffande gran, tall och björk.

För gran och tall gäller här detsamma, som ovan framhållits angående björk — det bör tydligen vara fråga om värmekrav under sommaren som utbredningsbegränsande faktor, enligt ENQUISTS uppfattning. Varken sommar eller vinter kunna gärna tänkas vara för varma, ej heller vintern för kall: »Någon inverkan av vinterns längd på granens köldgräns förefinnes icke i Skandinavien, denna torde vara att söka först i Sibirien. Förhållandena äro härvid analoga för tallen . . .» (ENQUIST 1929 sid. 21).

Det kan synas anmärkningsvärt, att varaktighetstalen i tab. VI och VII äro så mycket högre än ENQUISTS motsvarande tal. Det ligger rätt nära till hands att anmärka, att sedan klimatet på senare tid tydligen förändrats något till det bättre, så kunna kanske även träden rycka norrut och uppåt. Det är heller icke alldeles omöjligt att så även är fallet; vissa iakttagelser tyda i själva verket på, att trädgränserna under senare tid förskjutits uppåt (EVENBY 1925, VE 1931 sid. 87; jfr dock även ALBERT NILS-

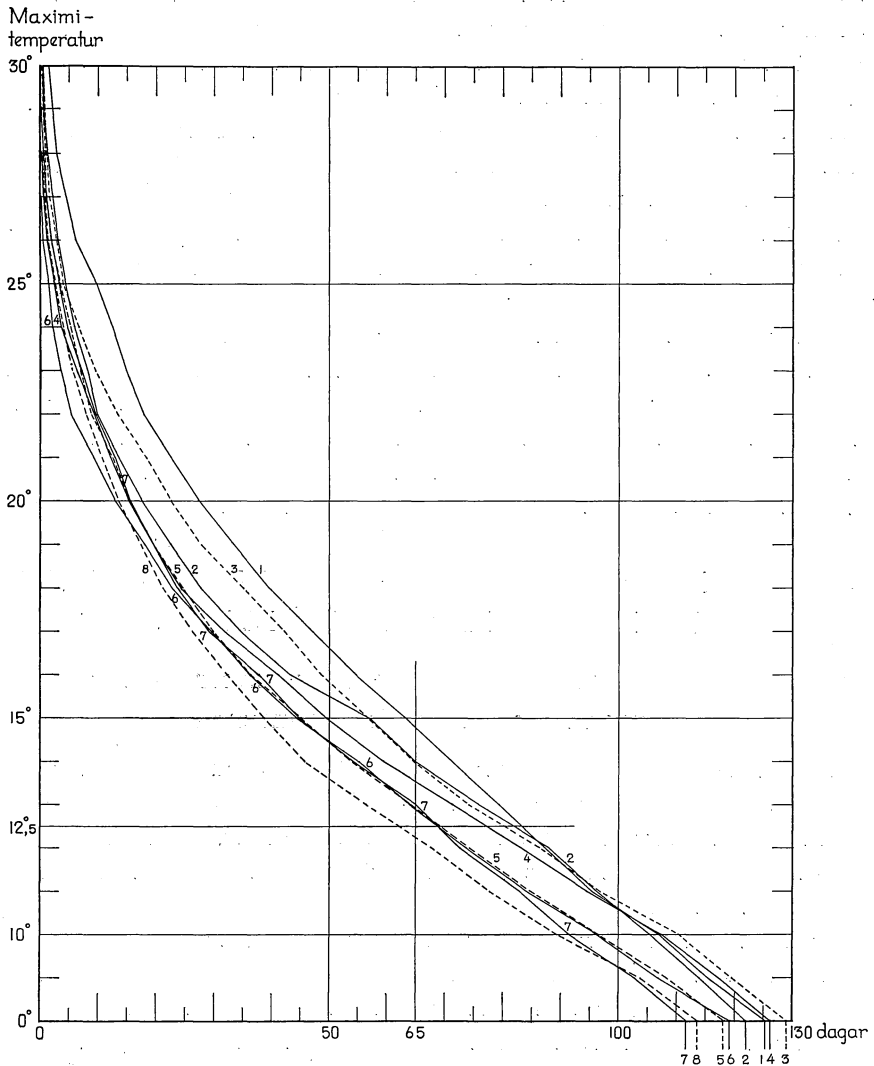


Fig. 12. Varaktighetskurvor för maximitemperatur för meteorologiska stationer omgivande gränsgänsen. Heldragna kurvor angivna att stationerna ligga innanför gränsen, streckade att de ligga utanför densamma. Kurvorna visa medeltillståndet åren 1922—1932. Stationerna äro Karesuando (1), Vuonatjviken (2), Merkenes (3), Tärnaby (4), Suorva (5), Storlien (6; jfr. sid. 399!), Kiruna (7) och Abisko (8).

»Dauerkurven» für Maximumtemperatur von acht die Fichtengrenze umgebende meteorologische Stationen. Ausgezogene Kurven innerhalb der Grenze, gestrichelte ausserhalb derselben; die Kurven sind nicht ausgeglichen. Die Kurven zeigen die mittlere Häufigkeit der Tagesmaxima während der Jahre 1922—1932 in Karesuando (1; 68°27' n. Br., 22°30' ö. Greenwich), Vuonatjviken (2; 66°23' n. Br., 17°16' ö. L.), Merkenes (3; 66°40' n. Br., 16°7' ö. L.), Tärnaby (4; 65°43' n. Br., 15°18' ö. L.), Suorva (5; 67°32' n. Br., 18°14' ö. L.), Storlien (6; 63°19' n. Br., 12°6' ö. L.), Kiruna (7; 67°51' n. Br., 20°14' ö. L.) und Abisko (8; 68°21' n. Br., 18°49' ö. L.).

SON 1897), eller åtminstone att reproduktionsmöjligheterna förbättrats invid eller nära utbredningsgränserna. I trakten kring Abisko skall man genom jämförelser med äldre fotografier kunna konstatera, att fjällbjörkskogen under de senaste årtiondena avsevärt tilltagit i höjd, liksom även i täthet (enl. fil. kand. TRYSELIUS); vid Nuolja träffas unga tallar av olika åldrar ända upp mot den övre tallgränsen (enl. jägm. TIRÉN). Föryngring träffas även i världens nordligaste tallförekomst i Børselvdalen, såväl som i den »mordligaste barrskogen» i Stabursdalen: »Den bedre del av Staburskogene er i tydelig fremgang. Veksten er relativt god og gjenveksten tilfredsstillende.» (RUDEEN 1934 sid. 313). Jämför även FRIES (1933 sid. 71—72).

Under dylika omständigheter bör emellertid enligt mitt förmenande den ytterligaste omtanke vara av nöden, innan man beslutar sig för vilken årsföljd, som skall användas för att fastställa, vilka växternas »konstanter» skola anses vara — man kan ju icke rimligen förutsätta, att sådana »konstanter» skola variera från det ena decenniet till det andra!

KAP. 3. OM UTBREDNINGSGRÄNSERNA FÖR BOK OCH GRAN M. FL. TRÄDSLAG.

Om utbredningskartornas värde som kontroll å bestämningarna av »klimatkonstanterna».

Beträffande sin metodik yttrar ENQUIST (1933 a sid. 155) vidare: »Betraktelsesättet förutsätter emellertid generell giltighet och låter sig sålunda pröva [spärr. av ENQUIST] beträffande trädslag, vilkas gränser icke förlöpa så nordligt, utan framgå inom områden mera tätt besatta med meteorologiska stationer.»

För detta ändamål har ENQUIST valt utbredningen av *Fagus sylvatica*.

På den karta över bokens utbredning i Sverige (ibid. fig. 7), vilken här återgives som fig. 13, är antalet dagar med maximitemperatur av + 5° eller därunder angivet vid de använda meteorologiska stationerna. Tyvärr har icke det diagram offentliggjorts, ur vilket bokens »konstanter» härletts: högst 120 dagar med angiven temperatur. Enligt ENQUISTS karta saknas exempelvis bok å följande orter med dagantal understigande 120: Västervik (112 dagar), Jönköping (117), Bornholm (118) samt Hönsäter¹ och Åstaförs (119). Samtidigt finnes bok emellertid å orter med dagantal av 115, 116, 118 och 120 (jfr. även sid. 356 not 1!). Huru »konstanten» 120 dagar kunnat i enlighet med ENQUISTS ovan beskrivna grafiska bestämningsmetod härledas ur varaktighetskurvor för dessa orter förefaller rätt oförklarligt.

¹ Bok finnes dock förvildad å Kinnekulle (t. ex. LINDQUIST 1931 sid. 425).

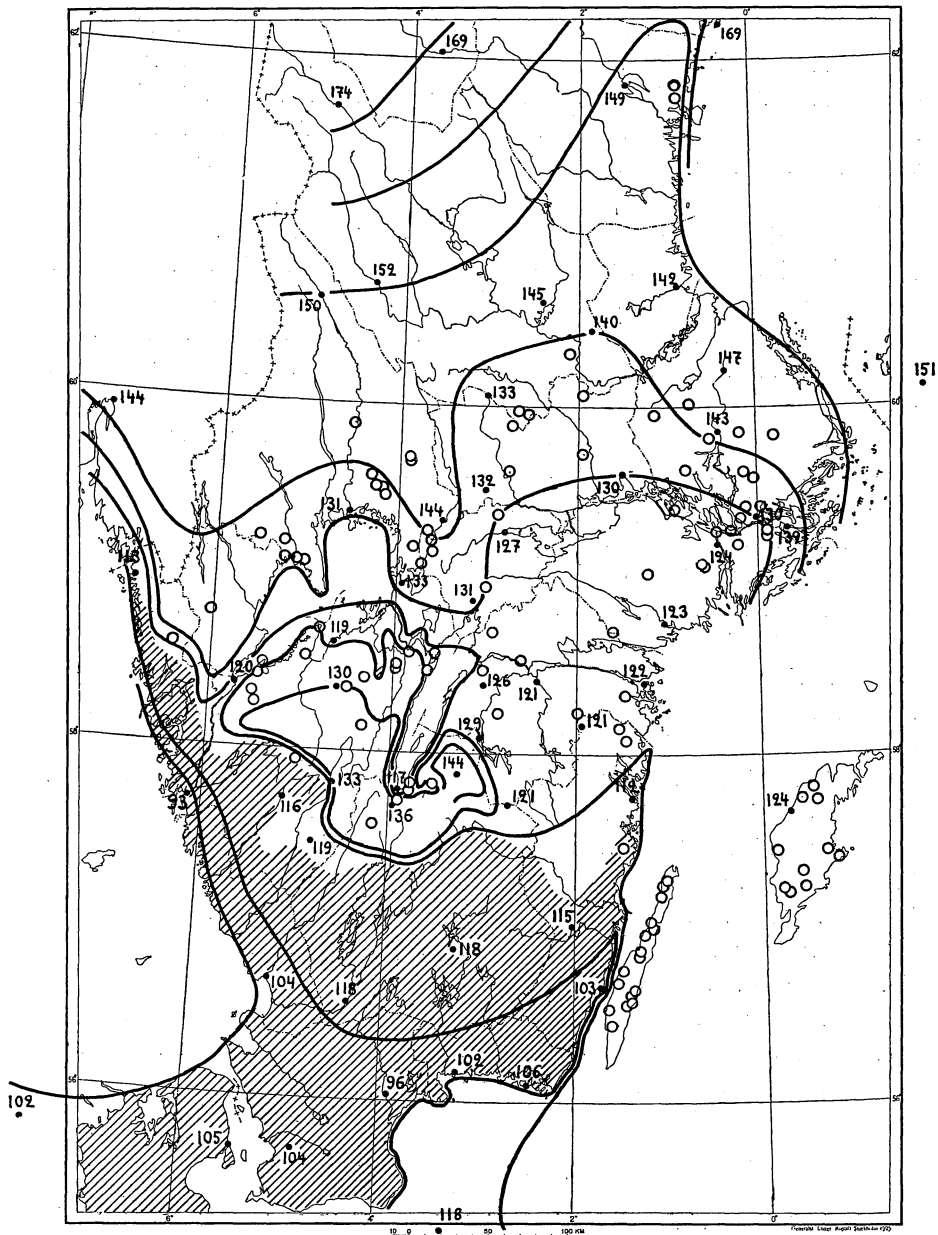


Fig. 13. »Bokens utbredning i Sverige. Nutida område för spontant växande bok är markerat med sned streckning; cirklar utvisa fyndställen för fossilt bokpollen. Siffrorna angiva antalet dagar under vinterhalvåret med maximumtemperatur av $+5^{\circ}$ eller därunder» (ENQUIST 1933 a sid. 157, fig. 7).

»Ausbreitung der Buche in Schweden. Das jetzige Gebiet für spontan wachsende Buche ist durch Schrägstrichelung markiert; Kreise bezeichnen Fundstellen von fossilem Buchenpollen. Die Ziffern geben die Anzahl Tage während des Winterhalbjahrs mit Maximumtemperatur von $+5^{\circ}$ oder darunter an.» (ENQUIST 1933 a).

Det skulle i detta sammanhang hava varit av stort intresse att ha fått upplysning om, vilket varaktighetstal Ölands norra udde kunnat uppvisa, då denna station torde vara den under vintern varmaste i Kalmar län (jfr HAMBERG 1907, 1918). Jämföras temperaturförhållandena under vintern vid Ölands norra udde, Bergkvara och Kalmar (HAMBERG 1907), så visar det sig, att medeltemperaturen för månaderna september—april är respektive $+3^{\circ},51$, $+3^{\circ},41$ och $+3^{\circ},22$, för månaderna oktober—mars respektive $+1^{\circ},87$, $+1^{\circ},65$ och $+1^{\circ},49$. Det finnes därför all anledning att förmoda, att antalet dagar med maximitemperatur understigande $+5^{\circ}$ därstädes ej blott underskrider 120 dagar utan till och med något underskrider det för Kalmar angivna dagantalet, som dock enligt kartan blott är 103 dagar. Boken växer också bra på Öland såsom planterad (jfr HEMMENDORF 1897 sid. 38, SYLVÉN 1924 *b* sid. 138), och om föryngringen än är svag, torde dock icke klimatet vara den egentliga anledningen till »att boken icke synes kunna förmå hävda sin plats i konkurrens med andra trädslag annat än på mycket begränsade lokaler å Böda kronopark» (enl. brev från jägm. ENANDER).

Ett annat av ENQUIST använt exempel utgör granens utbredning, eller rättare sagt sambandet mellan termoisokronen för 120 frostdagar och granens västgräns i Europa.

Stor beviskraft tillmäter ENQUIST (1933 *b* sid. 9), att »kartan över antalet frostdagar under året (ENQUIST 1929, fig. 18), som grundats på data från över 750 meteorologiska stationer, . . . visar . . . , att det av mig anförda sambandet existerar. Lägg härvid märke till, att ett och samma klimatvärde i detalj följer grangränsens mycket buktande förlopp från Trondhjemsfjorden i norr till Havsalperna i söder. Den, som tyr sig till den banala 'allmänt kända anmärkningen, att ett korrelationsförhållande icke behöver innebära ett kausalförhållande', tillrådes därefter betrakta de kartor jag publicerat över *Fagus*' gränsförhållanden (Trädgränsundersökningar 1933, fig. 6 och 7) o. s. v.»

Kartan över grangränsen återfinnes i samma arbete, där frostdagskartan publicerades (ENQUIST 1929 fig. 9), varjämte senare dels samma karta, dels en karta över granens utbredning efter RUBNER (1932) publicerats av ENQUIST (1933 *b* fig. 1 resp. fig. 2). En jämförelse mellan dessa kartor och den ovannämnda frostdagskartan torde emellertid knappast verka omedelbart övertygande: frånsett att å frostdagskartan icke några isokroner alls äro utsatta inom Norge, torde det erbjuda avsevärda svårigheter att »i detalj» följa 120-dagarsisokronen även genom Tyskland.

Anmärkningen, att ett korrelationsförhållande icke behöver innebära ett kausalförhållande, skulle nog varken vara så allmänt känd, ej heller så banal, om den ej även vore så sann. Det synes även vara fullt berättigat att rikta denna anmärkning mot de återopade kartorna över bokens och granens

utbredningsgränser. I verkligheten är det nämligen så, att kartorna över utbredningsgränserna — dessa gränser må sedan överensstämma med »konstanterna» motsvarande termoisokroner huru bra som helst — långt ifrån att vara en verifikation av ENQUISTS metod, tvärtom visa, att densamma icke tillåter dragande av definitiva slutsatser beträffande betingelserna för gränsernas förlopp.

Enligt ENQUIST visa kartorna nämligen en god överensstämmelse mellan av honom fastställda »konstanter» samt bokens nordgräns resp. granens väst- och sydvästgräns. Dessa gränser äro emellertid icke några rena temperaturgränser, i väsentlig grad alls icke ens klimatgränser. Det är icke i och för sig av någon utslagsgivande betydelse, om gränsernas förlopp sammanfaller med läget av en eller annan isoterm eller termoisokron (jfr t. ex. SAMUELSSON 1934 sid. 153); dessa äro nämligen legio (HAMBERG 1924, HALDEN 1928 sid. 610, ALMQUIST 1929 *a* sid. 22; jfr även HAMBERG 1918 kartorna). Faktum är, att ett korrelationsförhållande, som icke behöver vara och icke heller är ett kausalförhållande, föreligger. ENQUISTS kartor äro icke någon kontroll på riktigheten av hans metodik.

Detta gäller givetvis framför allt i de fall, där kartorna snarare kunna sägas utgöra icke styrkta påståenden än upplysningar om faktiska förhållanden. Ett exempel härpå återfinnes å den här som fig. 13 återgivna kartan över bokens utbredning. Följer man å denna karta isokronen för 120 dagar, finner man denna slingra genom Västergötland på det mest häpnadsväckande sätt. Om till ledning för termoisokronens dragande endast förelagat det siffermaterial, som meddelas å kartan, så måste termoisokronens förlopp ha bestämts med hänsyn till ovidkommande omständigheter (t. ex. förekomst av bok vid Ingasäter och Omberg).

I princip samma anmärkning kan riktas mot det sätt, varpå kartan över granens utbredning upprättats (ENQUIST 1929 fig. 9, 1933 *b* fig. 1). Inom norra delen av skandinaviska halvön finner man här grangränsen jämförelsevis mycket detaljerat angiven, i närmaste anslutning till en senare offentliggjord karta över de nordskandinaviska skogsträdens gränser (ENQUIST 1933 *a* fig. 2). Denna växtgräns angives samtidigt vara termoisokron för 65 dagar och $12^{\circ},5$ maximitemperatur! Termoisokronen blir därigenom inom det ifrågavarande området mera detaljerat dragen än någonstans annorstädes å kartbilden. Inom området finnas emellertid endast ett fåtal meteorologiska stationer och under alla omständigheter ej tillräckligt antal för att möjliggöra ett ens tillnärmelsevis så detaljerat fastställande av förloppet av någon isoterm eller termoisokron. Värdet av den kontroll av »konstant»-bestämningar, som erhålles av på sådant sätt åstadkomna kartbilder, torde icke behöva vidare kommenteras.

Innan jag övergår till att bestyrka min motivering, varför ENQUISTS kartor över bl. a. bokens och granens utbredningsgränser icke kunna användas i kontrollsyfte, alldeles oberoende av det mer eller mindre subjektiva sätt, varpå de äro upprättade, må först ett allmänt påpekande göras. ENQUIST (1929 sid. 24) omnämner, att det i många fall »icke är de vegetativa livsfunktionerna, som begränsa utbredningen. Denna kan därför i de flesta fall antagas vara beroende av de klimatvillkor, som fröfortplantningen betingar (blomning, fruktmognad, groning).» Detta är otvivelaktigt riktigt. Av största vikt är att studera livsbetingelserna för groddplantor (jfr NORDFORS 1928, MORK 1933, TIRÉN 1934) och i allmänhet plantornas spädare, ofta ömtåligaste stadier (jfr WALTER 1931, SCHMUCKER & DRUDE 1934).

Kan på en ort en växt reproducera sig genom frö¹ och fröplantor kunna växa upp, då ligger denna ort inom växtens av klimatet betingade utbredningsgräns.²

Det är härvid fullkomligt likgiltigt, om växten ursprungligen transporterades till platsen av folk eller få, fågel eller fisk, vatten eller vind (jfr GUNNAR ANDERSSON 1903). I detta fall är det nämligen icke fråga om huruvida växten är »spontan» eller icke, utan om att studera dess livsbetingelser.

Emellertid är det därvid alldeles icke likgiltigt, huru lång erfarenhet som står till buds rörande en växts trivsel eller spridningsförmåga på en viss ort eller under vissa omständigheter. Det kan även i vissa fall spela en avsevärd roll om växten är spontan eller icke — så i de fall, då de icke-spontana individen äro anpassade efter andra förhållanden än de å växtplatsen rådande (jfr nedan sid. 384).

Om bokens förekomst och dess reproduktionsförmåga norr om dess spontana nordgräns i Sverige.

Från nämnda utgångspunkt kan nu bokens reproduktionsförhållanden längs dess nordgräns studeras, varigenom en viss uppfattning kan erhållas om i vilken mån klimatet sätter en gräns för trädslagets utbredning och dess existensmöjligheter. Av största betydelse och intresse äro förhållandena å de allra nordligaste växtlokalerna.

Det är ett känt faktum, att klimatet icke lägger hinder i vägen för bokens reproduktion i Mälardalen och skärgården utanför Stockholm. Självföryngring av bok finnes bl. a. vid Älvkarleö (Skogsvännen 1880), Östanå (RADLOFF 1805, AF STRÖM 1830, GIÖBEL 1905, SYLVÉN 1931 a; jfr även BERGIUS 1780); å Vaxön (ÖRTENBLAD 1901); å Djurgården (ARRHENIUS 1917, jfr

¹ Eller eventuellt vegetativt, som fallet ofta är t. ex. med fjällbjörken (jfr JUUL 1925).

² Ätminstone är detta fallet under den tid, då fröomognad resp. fröplantans uppväxande kan äga rum (jfr SCHMUCKER & DRUDE 1934, ORDING 1934 sid. 387).

även AF STRÖM 1830); vid Ekebyhof (ALBERT NILSSON 1902, SYLVÉN 1925); vid Åholmen (MALMSTRÖM 1910, FLODERUS 1931); vid Fullerö (FLODERUS 1911) och Frösåker (DAHLGREN 1917) samt dessutom i Närke vid Karlslund, Nynäs, Säbylund och Stjärnsund (SERANDER 1933) samt Latorp (SYLVÉN 1933); i Värmland vid Lundsholm i Ölme socken (HEMBERG 1918).

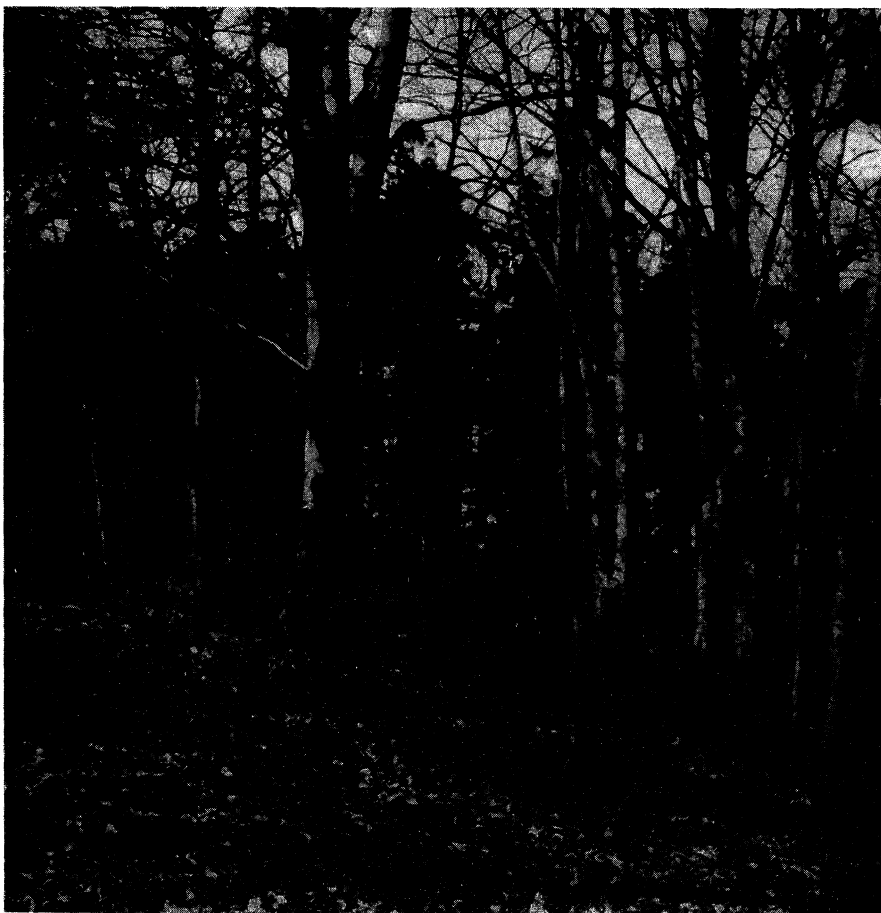
Härtill kan ytterligare läggas i Uppland: Leufsta bruk, Skebo bruk, Wik, Penningby (jfr RADLOFF 1805). Rosersberg, Margaretelund, Rydboholm, Drottningholm (jfr WIKSTRÖM 1840) och Stafsund, där även självsädd blodbok anträffats; i Västmanland: Hedensberg (jfr SYLVÉN 1931 *b*), Ridön och Fiholm; å Södertörn: Elinsvik, Balingsta (enl. V. WIMMERSTRAND) och Viad.

På sina ställen har självföryngringen försiggått rätt så intensivt, så, förutom å de klassiska lokalerna vid Åholmen, vid Östanå, å Djurgården (jfr fig. 14) och vid Ekebyhof även åtminstone å Ridön, å Vaxön samt vid Wik. Den allra nordligaste lokalen i landet, där boken haft möjlighet att självså sig, synes vara Älvkarleö, där ollonen mogna vissa år. Flera självsådda bokar finnas där, av vilka den största nu är c:a 25 cm. i diam. »Ända uppe vid Älvkarleö har en självsädd bokplanta anträffats ute i skogen.» (ALMQUIST 1929 *b* sid. 136).

»Rödboken är endast vild växande i Sveriges sydligare provinser, men efter all anledning kan den, sädd eller planterad växa och trivas åtminstone till 60 graders polhöjd, hvilket bestyrkes af de försök, som blifvit gjorde. På Wiks gård i Upland äro Bokar uppdragne, som gå mycket väl till; vid Östanå gård i Roslagen finnas gamle Bokar, under hvilka plantor uppkomma af deras utströdde ollon; vid Arnö gård, på Tiveden i norra delen af Westergöthland finnas gamle bokar, och här på Djurgården hafva Bokar blifvit af ollon uppdragne, som gått så väl till, att de på första året vuxit högre än de på lika tid vuxit i Preussen och Sachsen. Det är sålunda intet tvifvel på att detta trädslag äfven kan fortplantas högre mot nordn än det hittills i allmänhet funnits». (AF STRÖM 1830 sid. 42—43).

Det här nämnda bokbeståndet å Djurgården, mellan Manilla och Friesens park, har senare utvecklats sig mycket gynnsamt. De kvarstående av de ursprungligen sådda träden äro nu omgivna av olikåldrig föryngring. Fig. 14 visar en del av bokbeståndet. Alla bokarna på bilden äro självsådda, med undantag av de allra grövsta, som utgjort moderträden; någon ytterligare sädd eller plantering har här ej skett sedan den av AF STRÖM nämnda ursprungliga sådden, men väl har någon gallring utförts (enl. hovjägm. ÖHRSTRÖM). Man träffar större eller mindre ungbokar och plantor runt om i bestånden, ända till 200—300 m bort, allt utgörande spontan föryngring.

Den intressantaste av alla de här nämnda exemplen på självföryngring av bok, torde, vid sidan av Östanå, vara lokalen vid Wik. AF STRÖM nämner ju, att där uppdragna bokar gå mycket väl till, ett alls icke överdrivet



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1935.

Fig. 14. Bokbestånd väster om Manilla å Kungl. Djurgården vid Stockholm, bestående av några äldre, antagligen i början av 1800-talet ur ollon uppdragna bokar, omgivna av riklig självföryngring.

Fagus silvatica in Djurgården bei Stockholm. Die älteren, starken, mehr als 100-jährigen Buchen sind aus Eckern aufgezogen. Sie sind von reichlicher Naturverjüngung umgeben.

uttryck, då boken därstädes icke endast växer bra, utan även lätt självsår sig. Föryngringen träffas huvudsakligen i parken, men bokplantor ha iakttagits på ett avstånd av ett eller annat hundradetal meter från moderträden (enl. Lantmannaskolans föreståndare, agronom JANSSON). Det gamla Wik, som är beläget vid Ekoln, å en nordlig bredd av $59^{\circ}44'$, torde vara den nordligaste plats i Sverige, där boken visat sig i stånd till mera riklig självföryngring. — I Norge går boken längre mot norr (jfr t. ex. HØEG 1924).

Vid Östanå intages 15—20 tunnland av övervägande bok, utgörande naturlig föryngring från en del planterade 250—300 åriga moderträd. Boken har från

denna park självsått sig i trakten, och spritt sig intill 1 à 2 kilometer åt olika håll. Den naturliga föryngringen träffas över allt i trakten, och kan åtminstone ovanför Östanå såg betecknas som ymnig; de äldsta bokarna på denna lokal anses vara omkring 80 år (enl. skogsförvaltare UNGMAN.)

Vid Rosersberg, som ligger ungefär i jämnhöjd med Östanå, finnes planterade, gamla bokar, i vilkas omedelbara närhet rätt riklig föryngring kommit upp, varjämte några ungräd om c:a 10—15 år anträffats ett hundratal meter från moderträden (enl. skogv. LINDSTRÖM). Likaså ha i Rydboholms park befintliga äldre bokar självsått sig såväl inom parken som spritt sig till ett avstånd av ungefär 100 m (enl. prof. LUNDBERG), medan vid Margaretelund i ett bokbestånd finnes självföryngring av olika ålder, ehuru boken ej haft tillfälle sprida sig i omgivningen (enl. trädgårdsm. LINDQUIST).

Å Vaxön ha självsådda bokplantor iakttagits flera hundra meter från en del äldre, planterade träd, sedan trakten från och med 1931 blivit fredad för betning av kreatur (enl. docenten, jägm. KINNMAN). Å Ridö kronopark stå ett antal äldre bokar nära kronojägarebostället. Träden i fråga buro 1933 rikligt med ollon, vilka till följd av den varma sommaren erhöilo hög markgrobarhet. Det fanns därför 1934 rikligt med groddplantor i brynet av närbelägen lövskog, varest även kunde iakttagas tämligen rikligt av även äldre bokföryngring, ehuru denna skadats rätt illa genom betning (enl. prof. LAGERBERG). Även å Djurgården har sommaren 1934 kunnat iakttagas ymnigt med groddplantor av bok.

»Vid Löfsta bruk stå i parken stora lummiga bokar, vilkas ollon gro i gräsmattorna. Likaså äro groddplantor af bok funna under planterade bokar vid Östanå i Kulla socken och i Upsala.» (SERNANDER 1901; jfr GIÖBEL 1905, som från Östanå omnämner »bok i alla åldrar, från det 200-åriga trädet ned till den ett-åriga plantan»). Vid Leufsta bruk stå nu fyra stora och kraftiga bokar i parken. Någon föryngring har icke kommit upp i parken, ty gräsmattorna klippas (liksom i Uppsala), men vid förvaltaregården, på ett avstånd av drygt 100 m från de gamla bokarna och på andra sidan bruksgatan, ha under senare år iakttagits fyra självsådda bokplantor. Tvenne av dessa ha emellertid förolyckats; de båda återstående mäta nu 1,5 m resp. 2 dm i höjd (enl. jägm. NILSSON, Gimo).

Vid St. Väsby (Hammarby socken, Uppland) gro även bokollon i gräsmattorna, men då dessa slås, hava plantorna ej heller där fått tillfälle att växa upp.

I det anförda arbetet av HEMBERG (1918) har tyvärr en förväxling av noterna ägt rum, varigenom Lundsholm i Ölme socken uppgives ligga i Kalmar län. Jägm. HEMBERG har välvilligt meddelat, att han med uttrycket »i trakten strax norr om Vätern» avser nämnda egendom. På min anhållan har skogsvårdsstyrelsen i Värmlands län med stort tillmötesgående meddelat en skildring av förhållandena å nämnda plats varav följande kan anföras (ur brev från jägm. K. F. LINDAHL): »... i nordvästra hörnet av det gamla parkområdet intill ett sandtag finnes en grupp på 4 bokar (3 st. å 12'' à 13'' i brh. samt en 28'') . . . Med avseende på föryngringen iakttogs ett 20-tal plantor av busktyp, växlande i höjd mellan några decimeter och ett par meter; samtliga dock illa medfarna av beteskreaturen. De flesta bokplantorna äro tillfinnandes inom en radie av 30—40 meter från den ovan nämnda gruppen av äldre bokar, medan återigen enstaka exemplar återfunnos på ett avstånd av ända till 80—100 meter därifrån. Det vill alltså synas, som om boken här vissa år kanske lämnar en riklig föryngring, men på grund av att parken betas, hava plantorna minimal chans att få fortleva. —»

Efter kartan fig. 13 att döma, skulle de ovan uppräknade orterna utmärkas av omkring 130—140 dagar med maximitemperatur av $+5^{\circ}$ eller därunder; vid Uppsala är dagantalet 143, vid Leufsta och Älvkarleö kanske något högre¹. Minst lika kall torde vintern säkerligen vara vid Ringsaker² i Norge, där det finnes ett planterat, mindre bestånd av bok, »hvorav en del er ganske smaa og ser ut til at ha vokset op efter de andre» (KOLLER 1924). — Ännu i Trondheim kan boken sätta mogen frukt (jfr SCHÜBELER 1886).

Om det nu alls är lämpligt att angiva bokens krav å vintervärme i dagar med maximitemperatur av $+5^{\circ}$ eller därunder, torde väl därför minimikravet böra sättas till omkring 140 dagar. En annan sak är emellertid, att ENQUIST ännu alls icke förebragt något som helst skäl, varför bokens nordgräns inom Skandinavien överhuvud taget skulle betingas av bristande värme under vintern. Bokens norrut avtagande fertilitet torde snarast bero på vårfrosterna: »Gemenligen gifwer Boken hwart tredje år Ållon, när icke sena nattfroster skada blommorne eller den späda fructen» (RETZIUS 1806); VAUPELL (1863) framhåller, att »Forsaarskulden, navnlig Nattefrosten, kan tilintetgjøre Blomsterne, ligesom en fuktig, kold Sommer kan forhindre Frugternes Udvikling;» (jfr även SEEGER 1913). Även bokens vegetativa utveckling torde i väsentlig grad kunna stäckas just av vår- och sommarfroster: »Over for Nattefrost er Bøgens Løv og Skud meget følsomme, og de unge Kulturer lider ofte overordentlig stærkt, stærkere end noget andet Løvtræ, under detta Onde.» (HAUCH & OPPERMANN 1898—1902). Om sålunda vårfrosterna förhindra såväl bokens fruktifikation som även eventuella groddplantors vidare utveckling, är det ju utan vidare klart, att vårfrosten framför allt är den faktor, som betingar bokens nordliga temperaturgräns (jfr även BÜSGEN 1911 sid. 6, samt RUBNER 1921, TSCHERMAK 1929, LINDQUIST 1931).

Å andra sidan kunna bokar, som planterats och vuxit upp norr om denna gräns, även skadas av att höstfroster avbryta den alltför korta vegetationsperioden, så exempelvis vid Kloten (enl. prof. LUNDBERG), liksom självfallet även en för kort eller för kall sommar förhindrar frömognaden mer eller mindre fullständigt.

Oberäknat vilka faktorer, som betinga bokens fysiologiska nordgräns, så är bokens nuvarande »spontana» nordgräns icke någon klimatgräns (jfr. NILSSON 1902). En växt torde näppeligen utanför eller invid sin klimatgräns vara i stånd till en så effektiv spridning, som boken visat både vid Östanå (jfr ovan) och å Surön (vid Vänerens östra strand, 12—13 km NNO om Mariestad), varest boken kunnat sprida sig till det angränsande fastlandet (LIND-

¹ I norra Småland, där bok finnes flerstädes (jfr NILSSON 1902, LINDQUIST 1931) råder samma vinterlängd enl. fig. 13, vid Lommaryd skall sålunda dagantalet vara 144.

² Enligt HAMBERG (1918) torde vintern vid Ringsaker vara avsevärt kallare än i Uppland, medan våren däremot är förhållandevis tidig och varm.

GREN 1842) och även i övrigt besitter »synnerligen god spridningsförmåga» (SYLVÉN 1905). Redan BERGIUS (1780) betonade »at på climatets sida ingen omöjlighet ville blifva at få detta träd til växt och trefnad här på Stockholms tracten».

Beträffande betingelserna för bokens utbredning i Norge framhåller HØEG (1924 sid. 155): »Alt i alt er det umulig at tro at bøken av klimatiske aarsaker er begrænset til sit nuværende omraade.»

Till vilken grad bokens »spontana» västgräns på kontinenten och dess nordgräns i Storbritannien kan vara influerad av klimatet, skall här ej närmare beröras, då det förefaller vara rätt problematiskt var gränsen alls skall dragas. För egen del anser jag den senare frågan vara av tämligen underordnad betydelse, då åtminstone i Storbritannien klimatet överhuvud taget icke synes lägga hinder i vägen för bokens trivsel: ». . . cold . . . drought . . . do not apparently set limits to the distribution of the species in this country» (WATT & TANSLEY 1932 sid. 302; jfr även ERDTMAN 1932).

Om avenbokens nordgräns.

Nordgränsen för *Carpinus betulus* har även av ENQUIST (1929 tab. 6 och 7) angivits vara en temperaturgräns, bestämd av »klimatkonstanterna» $+19^{\circ}$ max.-temp. eller däröver under minst 45 dagar, samt $+10^{\circ}$ max.-temp. eller därunder under högst 179 dagar. HEMBERG (1913) uppgiver emellertid, att avenboken i Sverige liksom i England »långt ifrån uppnått sin klimatiska nordgräns» (jfr NILSSON 1902). Detsamma är förhållandet i Litauen (RAUKTYS 1934) och i Lettland: »Der weiteren Verbreitung nach Norden wird nicht durch direkte klimatische, sondern durch edaphische Faktoren eine Grenze gesetzt. Auch phytosoziologische Erscheinungen, vor allem der Konkurrenz der Fichte, spielen eine grosse Rolle dabei.» (KIRSTEINS 1932). Avenboken är känd som avsevärt frosthärdigare än boken — den sår sig och växer upp i luckor i bokskogen, där bokföryngringen fryser bort.

Om granens utbredning och reproduktionsförhållanden längs dess skandinaviska västgräns.

I föregående kapitel har jag visat, att de av ENQUIST för granens skandinaviska nordgräns fastställda »klimatkonstanterna» äro en fiktion, och i inledningen till detta kapitel har framhållits, att den å ENQUISTS kartor visade överensstämmelsen mellan den »klimatkonstanterna» motsvarande termoisokronen och granens nordvästgräns saknar reell innebörd. I det följande skola förhållandena längs granens västgräns beröras. ENQUIST anger även denna gräns vara en temperaturgräns: »Emot maritima områden avgöres värmegränsen för detta trädslag av minimitemperaturen: vintern måste

uppvisa fler än 120 frostdagar (för tall 90 frostdagar). Det är denna senare fordran, som exempelvis utestänger granen från Sveriges västkust och från norska västlandet» (ENQUIST 1929 sid. 22).

Det anförda citatet innehåller som synes tvenne skilda påståenden, nämligen dels, att granen är utestängd från västkusten, dels, att det är otillräcklig vinterköld, som betingar detta utestängande. Det är sålunda tvenne frågor, som måste besvaras, nämligen dels: är granen utestängd från västkusten?, dels: vad är det, som betingar dess nuvarande utbredning?

Ett studium av förhållandena längs Sveriges västkust giver ett helt annat resultat, än vad som vore att vänta, därest ENQUISTS antagande vore med verkligheten överensstämmande. Granen, vare sig spontan eller kultiverad, gör i dessa trakter alls icke intryck av att vara ett trädslag i omedelbar närhet av en sin klimatgräns. Den både växer och självföryngrar sig oklanderligt, om blott de lokala förhållandena äro av den art, att tillväxt och självföryngring ligga inom möjligheternas gränser. Beträffande granens svenska västgräns befinna vi oss i den lyckliga situationen, att denna gräns ingående studerats, icke endast med avseende å dess nuvarande sträckning, utan även historiskt. Tack vare dessa undersökningar av HESSELMAN & SCHOTTE (1906), WIBECK (1917) och senast LINDNER (1925), kunna vi få en god uppfattning om de under tidernas lopp växlande skogsförhållandena särskilt i Bohuslän. Barrträdens forna och nuvarande utbredning därstädes har under senare tider underkastats ett noggrant studium på ort och ställe av länsjägmästare JOHN LINDNER. Tyvärr ha resultaten av dessa mångåriga, mycket omfattande undersökningar icke publicerats, men ha de i viss utsträckning välvilligt ställts till min disposition.

Granen i Bohuslän.

Enligt LINDNER sammanfalla de spontana gran- och tallgränserna överallt fullkomligt (med nedan nämnda undantag), och det är därför rättare att i Bohuslän tala om en barrskogsgrens (jfr HESSELMAN & SCHOTTE 1906 sid. 485), eller kanske bättre barrträdsgräns (givetvis bortses därvid från enen!). Den här meddelade kartan, fig. 15, som upprättats med ledning av LINDNERS på platsen gjorda undersökningar, visar den nuvarande sträckningen av denna barrträdsgräns. En jämförelse mellan denna karta och den av HESSELMAN & SCHOTTE (1906) publicerade kartan över granens sydvästgräns visar, att LINDNER genomgående dragit gränsen något längre åt väster. Det låter sig icke utan noggrannare undersökningar avgöra, huruvida differenserna bero på en eventuell framryckning av barrträden, eller på att LINDNER upptagit förut förbisedda förekomster. Att skillnaderna åtminstone i en del fall bero på den förstnämnda anledningen, granens framryckning, torde vara höjt över varje tvivel. HESSELMAN & SCHOTTE (1906 sid. 489)

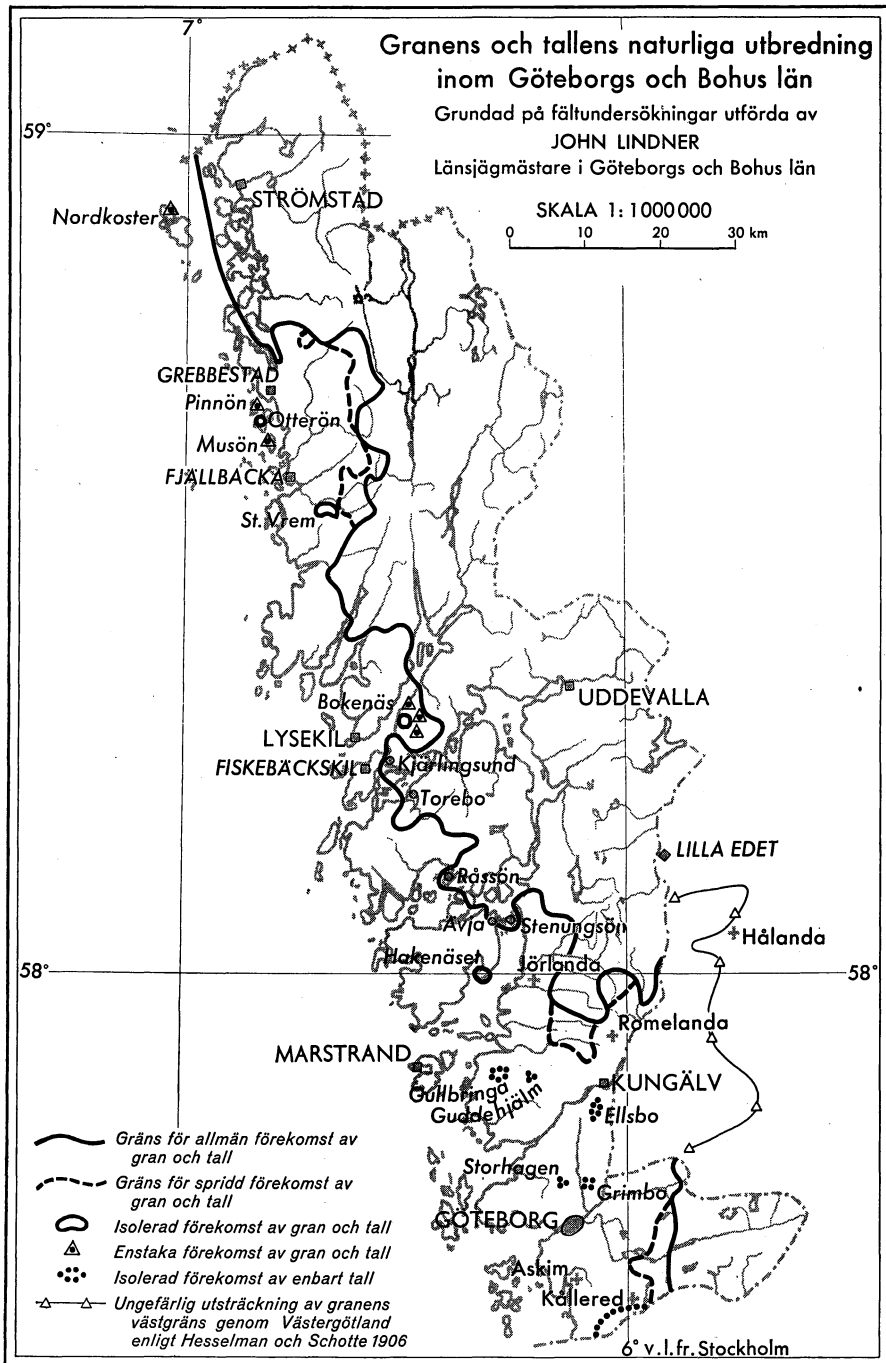


Fig. 15. Karta över förekomsten av spontan gran och tall inom Bohuslän.

Vorkommen von natürlichem Nadelwald (*Picea excelsa* und *Pinus silvestris*) in Bohuslän. — Grenze des Nadelwaldgebiets; - - - Grenze des Gebiets mit zerstreuter Fichte und Kiefer; ●: Isoliertes Gebiet mit nur Kiefer; △: vereinzelt Vorkommen von Fichte und Kiefer; -△-△- annähernde Fichtengrenze durch Västergötland nach Hesselman & Schotte 1906. Die Karte ist von John Lindner, Provinzialoberförster in Bohuslän, errichtet.

påtala såsom särskilt anmärkningsvärt, »att å Orust förekommer granen vanligen i yngre eller medelålders bestånd.» Enligt samma källa fanns i Jörlanda socken blott enstaka granar; nu finnes sig rikligt för yngande gran i östligaste delen av socknen och vidare mot Hällevad i Romelanda socken. Just i dessa båda socknar framtråda de största skillnaderna mellan kartorna. Gränsen har här tydligen ryckt fram kraftigt under senaste decennier.

Det framgår av kartan, att utanför gränsen för granens och tallens allmänna förekomst finnes inom vissa trakter områden med spridd förekomst, där barrträden mera successivt avtaga. Dessa områden äro emellertid varken vidare breda eller utbredda längsefter någon större del av utbredningsgränsen, vilket borde hava varit fallet, därest denna gräns verkligen vore en klimatgräns. Förekomsten av isolerade samt enstaka förekomster av barrträd har visserligen åberopats såsom tecken på, att en klimatgräns skulle föreligga (DU RIETZ 1925). Dessa förekomster skulle då vara att betrakta icke såsom förposter eller relikter, utan endast såsom utposter: gynnsamma omständigheter skulle medgivit en tillfällig spridning ut över klimatgränsen till lokaler, där de mer eller mindre sporadiskt uppträdande barrträdsbuskarna ev. föra en ojämn kamp mot ogynnsamma klimatförhållanden. Dylika enstaka förekomster av tall och gran träffas i Bokenäs socken, å de norr och söder om Otterön belägna Pinnö¹ och Musö,¹ samt å Nordkoster¹ (jfr även DU RIETZ 1925 fig. 3). Isolerade områden med förekomst av tall och gran finnas å Hakenäset¹ (Valla socken), i Bokenäs socken,¹ vid Stora Vrem (Kville socken) samt å Otterön¹ (Tanum socken). Granskog finnes vidare å ögruppen Hvaler i Norge, nordväst om Strömstad (SAXLUND 1924). Då DU RIETZ utan vidare anger dessa isolerade och enstaka förekomster vara sådana »utposter», som i regel finnas »utanför varje naturlig klimatisk vegetationsgräns» (ibid. sid. 90), och därav finner bevisat, att barrträdsgränsen i detta fall »i stort sett är naturlig» (ibid.), så kan detta närmast betraktas som ett exempel på faran av att vid diskussion av betingelserna för växtgränserns förlopp varken taga hänsyn till den historiska utvecklingen eller till de biologiska förhållandena längs gränserna.

Jag skall här icke närmare ingå på de historiska vittnesbörden om den forntida förekomsten av skog och barrskog, eller ens granskog, i Bohuslän, utan skall inskränka mig till att efter WIBECK (1917) anföra, att, enligt FELTERUS' länskartan av år 1673 (samt andra äldre källor), hade Otterön även då någon trädvegetation, Hakenäset var skogbevuxet, och vid Stora Vrem fanns skog, varjämte därifrån även omnämndes grandungar. Av WIBECKS meddelanden framgår även, att redan vid denna tid skogen var illa åtgången, och att den ännu tidigare sträckt sig längre mot väster, varom även ett flertal ortnamn bära vittne. De isolerade förekomsterna utanför den sammanhängande utbred-

¹ Dessa lokaler äro icke anmärkta av HESSELMAN & SCHOTTE (1906).



Foto av J. LINDNER 1922.

Fig. 16. Unga, spontana granar vid spontana gran-tallgränsen, 3 km öster om Fiskebäckskil. Kjärulingsund, Dragsmarks socken.

Junge, spontane Fichten an der natürlichen Fichten-Kieferngrenze, Kjärulingsund (58°15' n. Br., 11°30' ö. Greenwich), Bohuslän.

ningsgränsen torde därför vara att betrakta som relikter (jfr HESSELMAN & SCHOTTE 1906). Oberoende därav kunna de naturligtvis eventuellt även vara att betrakta som förposter, om nämligen granen drivits tillbaka innan den hunnit nå sin maximala utbredning.

Det nuvarande västkustlandskapet är till avsevärd del en kulturprodukt: skogen, med både löv- och barrträd, har utrotats, varefter den in till sen tid bedrivna ljungränningen i förening med kreatursbetning förhindrat skogens återframträngande (jfr HESSELMAN & SCHOTTE 1906, WIBECK 1917, LINDNER 1925). Särskilt har detta drabbat barrträden, såsom varande mera känsliga för skogseld, och alldeles särskilt granen med dess grunda rotsystem. Till dessa svårigheter kommer ytterligare, att spridningen västerut måste ske mot rådande huvudvindriktning (jfr SMITT 1924). Barrträdsgränsens artificiella natur framgår ytterligare vid undersökningar av dess detaljerade förlopp: »den nuvarande grangränsen följer anmärkningsvärt mycket hägnader (stenmurar), hemmans-, socken- och länsgränser samt mera svårtillgängliga eller avskilda bergstrakter» (LINDNER 1925, jfr även HESSELMAN & SCHOTTE 1906). Granens västgräns är artificiell, även om den numera flerstädes beror på förekomsten av svårförygrade ljungheder i kusttrakten (jfr SMITT 1924);



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

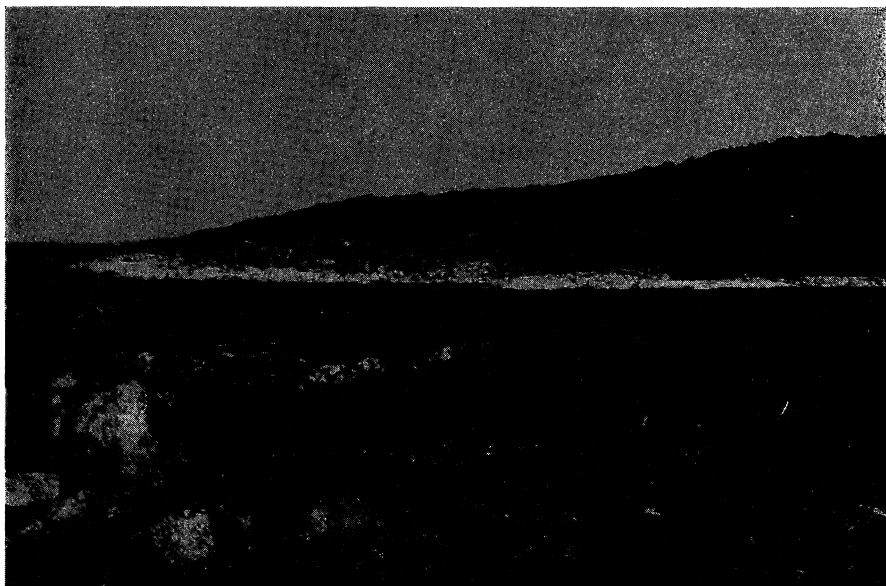
Foto av förf. 1934.

Fig. 17. Skogsbild från Stenungsön med självföryngring av gran, c:a 100 m från stranden och gran-tallgränsen.

Naturverjüngung der Fichte auf der Insel Stenungsön (58°3' n. Br., 11°45' ö. Greenwich), etwa 100 m vom Meere und von der Fichten-Kieferngrenze. Bohuslän.

dessa ljunghedar äro ju nämligen i sin tur en kulturprodukt. En helt annan, »naturlig» karaktär hade den gräns, som i förflutna tider av bl. a. ekskog torde hava satts för granens vandring mot väster.

Om det sålunda framgår av de historiska vittnesbörden, att skogen, och även barrskogen under forna tider sträckt sig längre mot väster, och att den



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1934.

Fig. 18. Å Särö bildar Västerskogen ett mot havets sluttande skogstak av en mosaik av tall och vinterek. Till vänster å bilden öppna havet.

Auf Särö (57°31' n. Br., 11°56' ö. Greenwich) besteht das Kronendach aus einer mosaikartigen Mischung von *Pinus silvestris* und *Quercus sessiliflora*. Links offenes Meer.

nuvarande gränsen till sin sträckning är i högsta grad kulturpåverkad, så visar en undersökning av invid gränsen befintliga skogsbestånd ävenledes, att gränsen icke är en klimatgräns. Detta framgår bland annat av den rikliga föryngring av gran, som av LINDNER meddelas från många ställen invid den nuvarande gränsen för spontan gran, även där denna befinner sig som mest framskjuten mot havsbandet, så exempelvis vid Ävja¹ (Valla socken), å Rossö¹ (Stala socken), vid Torebo (Morlanda socken) eller vid Kjäringsund¹ (Dragmarks socken), endast 3 km öster om Fiskebäckskil, fig. 16 (jfr även HESSELMAN & SCHOTTE 1906 sid. 488: »Vid Ledum i Qville socken förekomma t. ex. 25—50-åriga granbestånd»). Själv har jag haft tillfälle iakttaga den flerstädes mycket rikliga självföryngringen av gran inom den ovan omnämnda, mellan Romelanda och Jörlanda nedskjutande fliken av granens utbredningsområde, såväl som förhållandena å Stenungsön, fig. 17. Å Stenungsön kommer granföryngringen flerstädes som en tät matta. Bilden visar spontan granföryngring i barrskogen invid öns sydvästra strand, vilken här utgör barrskogsgränsen. — Även vid en ytterst växtlig plantering av tysk

¹ Dessa lokaler äro icke anmärkta av HESSELMAN & SCHOTTE (1906); de ligga utanför den av dessa författare utmärkta grangränsen.



Ur Statens skogsförsöksant. saml.

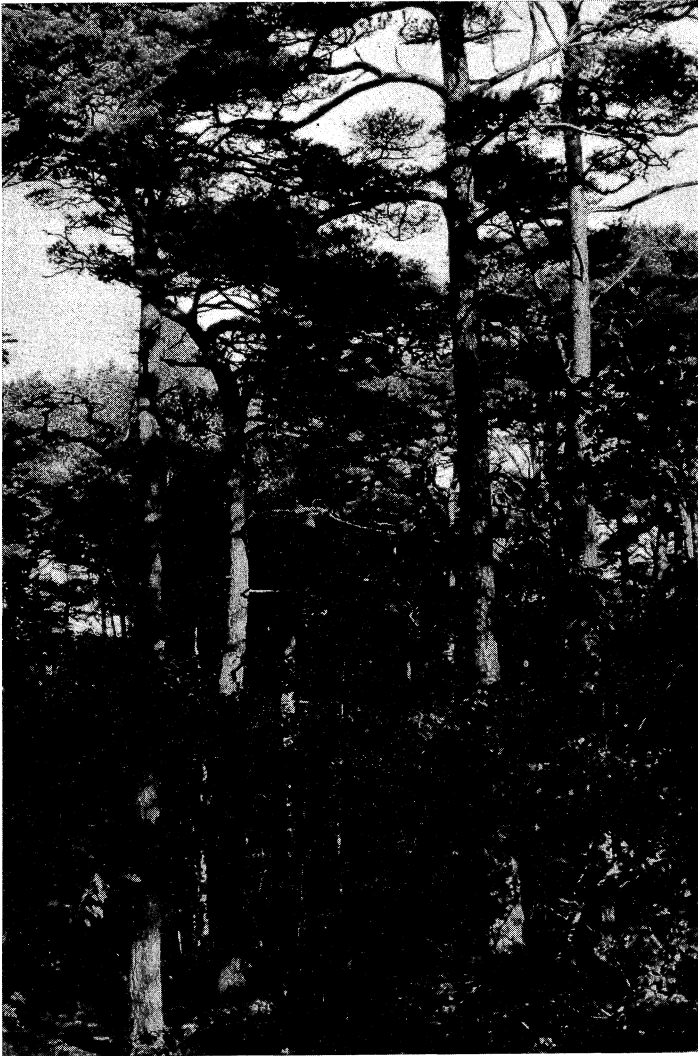
Foto av förf. 1934.

Fig. 19. I strandskogen vid Särö antaga tallarna ofta fantastiska och pinjeliknande former.

Im Strandwald auf Särö zeigen die Kiefern oft phantastische und Pinien-ähnliche Gestalt.

gran vid Ellsbo (Rödbo socken) kunde enstaka självsådda granplantor iakttagas.

Till skillnad mot granen, som inom Bohuslän icke förekommer väster om den gemensamma tall-grangränsen, uppträder tallen ensam inom några mindre områden i trakten kring Göteborg. Dessa områden, vilka å kartan



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1934.

Fig. 20. I vindskyddade delar av Särö Västerskog visar tallen ofta raka och vackra stammar, liksom även eken.

In den vom Wind mehr geschützten Teilen des Waldes auf Särö zeigen oft die Kiefern, wie auch die Eichen, schöne, gerade Stämme.

fig. 15 särskilt utmärkts, äro belägna vid Gullbringa¹ (Håлта socken), Guddehjälm (Ytterby socken), Ellsbo och norr därom (Rödbo socken), Storhagen

¹ Möjligen är det en del av detta område, som åsyftas av OHLSÉN (1924 sid. 208). Det är givetvis ytterst svårt att i fält säkert kunna skilja mellan spontana förekomster och äldre planteringar.



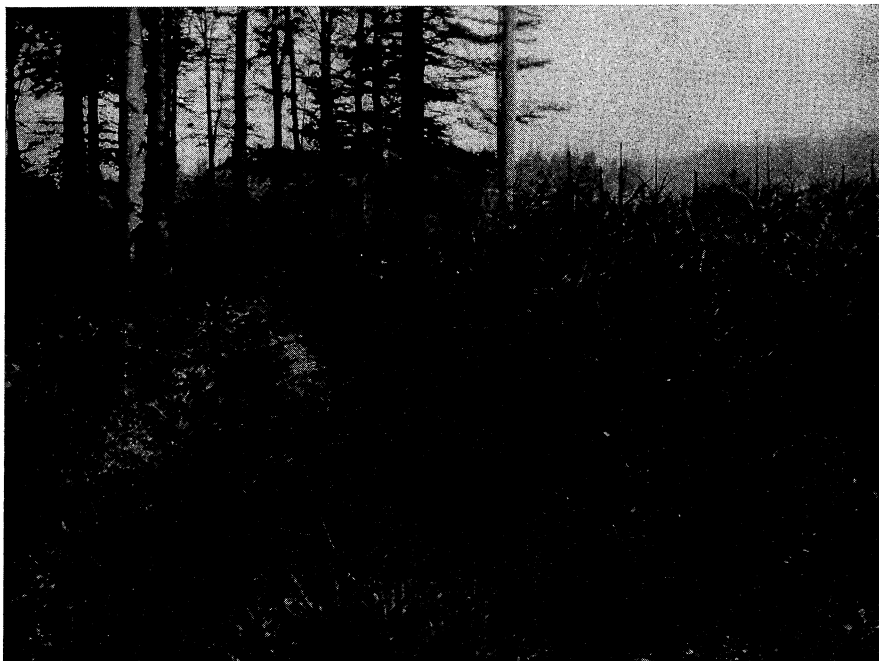
Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1934.

Fig. 21. Den »1000-åriga» granen i Särö Västerskog. I bakgrunden, t. h. om den stora granen, synes en av de mindre av de spontana granar, som träffas i närheten av densamma.

Die »1000-jährige» Fichte in Särö Västerskog, eine alte Fichte, die von spärlicher Naturverjüngung verschiedenen Alters umgeben ist. Rechts im Hintergrund eine junge Fichte. Halland.

(Backa socken), samt Grimbo (Tuve socken), varjämte ett något större område träffas invid Hallandsgränsen i Askims och Kållereds socknar. Den västligaste av dessa lokaler är Gullbringa, där enligt uppgift av numera av-



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1934.

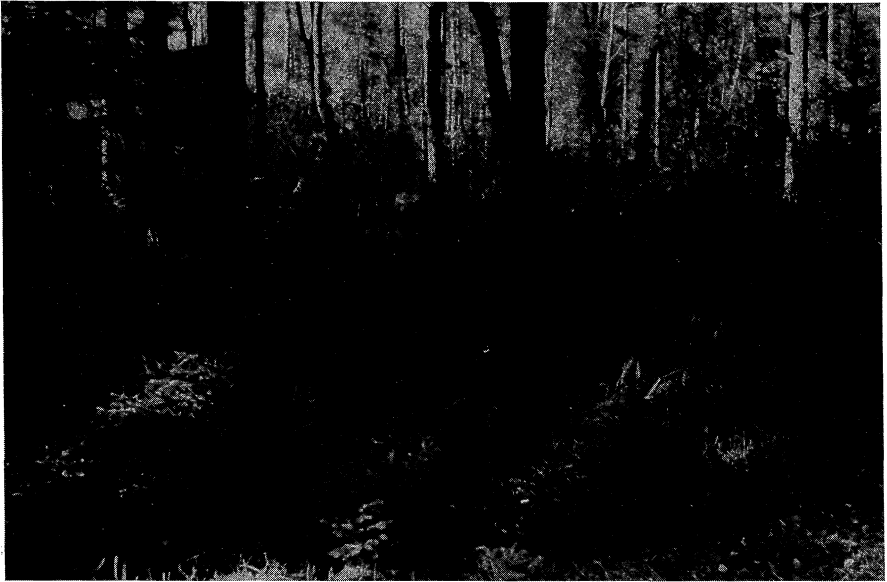
Fig. 22. Spontan föröngning från planterad tysk gran å hygge i bokskog. Tönnersjöhedens försökspark.

Natürliche Verjüngung von gepflanzten Fichten deutscher Provenienz. Versuchswald Tönnersjöheden (56°42' n. Br., 13°10' ö. Greenwich), Halland.

lidne länsskogvaktaren O. J. LINDBERG omkring sekelskiftet åtminstone en vild gran skulle ha funnits.

Granen i Halland och Skåne.

Strax söder om länsgränsen ligger i Halland i exponerat läge den kända Särö Västerskog, där den spontana tallen går ut till yttersta havsbandet, och där det mot stranden jämnt fallande »skogstaket» utgöres av en mosaik av ek (*Quercus sessiliflora*) och tall (fig. 18). Det är mer än troligt, att vi här ha en rest av västkustens forna skogbeklädnad: tall och ek, båda i samma grad vindpinade och antagande fantastiska former på utsatta lokaler (fig. 19), men också båda resande sig med raka stammar, så snart vindskydd gives (fig. 20). I Säröskogen finnes även spontan gran (jfr även HÖGDAHL & SERNANDER 1914 sid. 55). En av dessa granar är jättelik, fig. 21, dess omkrets är drygt 2,5 m i brösthöjd. Spridda kring denna gran träffas åtskilliga andra granar av växlande ålder, somliga även de stora träd, andra helt små. Granen självföröngrar sig således även i den ytterst maritimt belägna Västerskogen,



Ur Statens skogsförsöksanst. saml.

Foto av förf. 1934.

Fig. 23. Spontan förnygring från planterad svensk gran. Tylösand.

Natürliche Verjüngung von gepflanzten Fichten schwedischer Provenienz. Tylösand (56°38' n. Br., 12°44' ö. Greenwich), Halland.

ehuru denna förnygring — under skärm av ek, tall, björk, rönn samt även enstaka äldre granar — är rätt sparsam, så som i regel är fallet med förnygringen från enstaka granar och fåtaliga grupper av sådana, särskilt då de äro inbäddade i ekskog. En säkerligen spontan gran anträffade jag skjutande upp över snären av ek och tall i exponerat läge vid stranden (fig. 18, ungefär i bildens mitt).

Det torde vara otvetydigt, att granens gräns mot väster icke gärna kan vara betingad av klimatet. Sålunda finnes spontan gran i havsbandet i Säröskogen, medan längre mot norr granens gräns löper mer än 4 mil öster om kustbandet, mellan Lilla Edet och Hålanda, varefter gränsen svänger ned mellan Romelanda och Jörlanda, med en västra gräns knappa två mil innanför Marstrand. På det viset går ingen termoisokron!

I Halland äro förhållandena av samma art som i Bohuslän: grangränsen är icke en klimatgräns. Å Tönnersjöhedens försökspark (MALMSTRÖM manuskr.) finnas sålunda exempelvis vidsträckta, äldre kulturer av såväl tysk gran som gran ur frö från trakten, vilka otvetydigt visa, att granen därstädes icke blott växer utan även själv förnygras mycket lätt. Fig. 22 visar spontan förnygring av tysk gran å ett hygge i bokskog, beläget å en av försöksparkens frostfriaste lokaler. Tönnersjöhedens försökspark ligger visserligen inom ett område med strödda förekomster av spontan gran, men utanför den egentliga grangränsen.

Långt utanför grangränsen ligger dock Tylösand, där det finnes en granplantering av svensk härstamning (enl. länsjägm. frih. G. PFEIFF), som där visat sig vara i stånd till riklig självföryngring, fig. 23. Platsen ifråga torde onekligen höra till landets i temperaturhänseende mest maritima delar, där enligt ENQUISTS karta (1929 fig. 18) antalet frostdagar ej borde uppgå till mer än c:a 100. Något längre söderut efter kusten träffas spontan föryngring av svensk (säkerligen ursprungligen värmländsk) gran i gammal tallkultur å Tönnersa sand vid Lagans utlopp.

I Skåne, söder om den »spontana» grangränsen, har granen även flerstädes visat sig i stånd till spontan spridning (jfr LINDQUIST 1932, CARBONNIER 1934 sid. 19—20); det mest bekanta exemplet torde utan tvivel vara den ymniga självföryngringen av tysk gran vid Wrams Gunnarstorp (SPARRE-ULRICH 1925, 1931). Ännu ett exempel skall här nämnas, nämligen granens spontana spridning ut i kärrmarker vid Christinehof i Andrarums socken (enl. doc. MALMSTRÖM).

HESSELMAN & SCHOTTE (ibid. sid. 482) påpeka, att granen i norra Skåne »först under de senaste två hundra åren eröfrat den största delen av sitt nuvarande utbredningsområde samt under denna tid erhållit sin nuvarande skogsliga betydelse». Det är svårt att finna någon anledning, varför dess spridning skulle hava upphört just nu.

Granen i Danmark.

Ikke heller i Danmark lägger klimatet till synes några större hinder i vägen för granens självföryngring, varken å Jylland (jfr HAUCH 1926, BOJESEN 1930, LINDQUIST 1932, KIERULF 1934, GRØN 1934), å Fyn (BLOCH 1889, WEISMANN 1900, BUHL 1931, LINDQUIST 1932), å Själland (GRINNDAL 1927, FABRICIUS 1928, KINDT 1931) eller å Bornholm (OSTENFELDT 1921). — Enligt ENQUIST skulle ju granen fordra minst 120 frostdagar om året. Detta villkor är visserligen uppfyllt här och var på Jylland, så i trakten av Silkeborg, men å andra platser i Danmark, där granen villigt föryngrar sig, varierar antalet frostdagar från 110 och nedåt. På Bornholm, där »De forskjellige Naaletrær: Gran, Ædelgran, Skovfyr o. s. v. trives fortræffeligt» (OSTENFELDT 1921 sid. 30), uppgå frostdagarnas antal icke till 100 (Danmarks Klima 1933).

Enligt ENQUISTS ovan nämnda karta över antalet frostdagar, skulle dessa i Danmark variera från 80 till inemot 100 (ENQUIST 1929 fig. 18). I verkligheten ha förhållandena under 40-årsperioden 1886—1925 gestaltat sig på följande sätt: Frostdagarnas antal ha vid olika stationer växlat mellan lägst 71 och högst 123 (120 dagar vid Bodholt, Gaardbogaard och Studsgaard, 121 vid Tylstrup och 123 vid Palsgaard, alla å Jylland). Frostdagar till ett antal av 100 eller däröver ha registrerats vid 32 (av 46) meteorologiska stationer å Jylland, vid 9 (av 19) å Själland samt vid 2 (av 9) å Fyn. I medeltal uppgå frostdagarnas antal vid

samtliga ifrågakommande stationer på Jylland till c:a 100,5 och i hela Danmark (med alla småöar men utom Bornholm) till c:a 96 (Danmarks Klima 1933).

Granen å norska Vestlandet.

I Norge synas förhållandena vara ensartade. På Vestlandet finnes gran (jfr HAUGE 1921, VE 1931, 1933) — ehuru icke på alla ställen, där ENQUISTS temperaturkrav för trädslaget äro uppfyllda. Detta borde väl, åtminstone för ENQUIST, vara ett fullgott bevis för att granen inom ifrågavarande trakter icke når fram till någon klimatgräns; där skall ju, som ENQUIST (1933 b sid. 10) själv citerar: »i hele det Indre Sogn være fullt op av steder med klima som tilfredsstillter disse krav» (VE 1931 sid. 74), men där gran icke finnes — ännu. Emellertid fortsätter VE (ibid.): »På den annen side er der også ting som tyder på at heller ikke klimaet er den avgjørende hindring, for der er en kjendt sak at det finnes plantet norsk gran som vokser og sår sig selv flere steder på Vestlandet, hvor vintertemperaturen visstnok er meget høiere enn i de laveste strøk i Indre Sogn.» — PRINTZ (1933 sid. 192) påpekar även: »Likeledes vil en nøire og detaljert granskning av Enquists angivelser vise, heller ikke hans hypotese passer i de enkelte tilfelle.»

Som konkret exempel kan följande tjäna. Skogforvalter R. BLYTT (Beretning etc. 1929) rapporterar: »I juli fant jeg i Flekke i Fjaler¹ mange frøplanter av almindelig gran i et c:a 50-årig bestånd. På flere steder var det som en bredsåning i en planteskole. Frøplantene stod kun i strødekket. De kommer ingen vei, men jeg har nu mange eksempler på at granen er villig til å foryngre sig her på Vestlandet. Jeg nevner det, fordi jeg stadig hører at granen dessverre ikke kan foryngre sig her.» (Jfr även SKINNEMOEN 1925 sid. 224.)

HAGEM (1933) betonar, att »man har intet reelt grunnlag for den påstand at granen nu har nådd en klimatisk vestgrense [kurs. av HAGEM] i Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane og Møre fylker.» (Jfr SMITT 1924, 1933.) HAGEM framhåller vidare, att man kan »efter erfaringer fra Danmark være sikret rikelig foryngelse ned til 100 frostdager». Nu är det emellertid varken nödvändigt eller ens troligt, att granen skall besitta förmåga till »rikelig foryngelse» ända fram till sin ev. klimatgräns. Tvärtom torde man av vad som hittills anförts kunna draga den slutsatsen, att vid en granens (hypotetiska) temperaturgräns, betingad av bristande vinterköld, torde antalet frostdagar icke behöva uppgå ens till 100. — Denna slutsats står icke i strid med ORDINGS konstaterande, att i Sydnorge såväl granens som tallens föryngringsförmåga synes avtaga mot väster, som ORDING antager på grund av klimatets mot detta väderstreck tilltagande maritimitet. ORDING har funnit god överensstämmelse mellan tallens föryngringsintensitet och nederbördsförhållandena, men framhåller samtidigt, »at det ikke kan

¹ Belägenhet c:a 61°20' n. br., 5°25' ö. Greenw.

være differenser i lufttemperaturen som forårsaker variasjonen i foryngelsevilkårene» (ORDING 1933 sid. 233; rörande granen se ORDING 1934). — För egen del är jag icke övertygad om, att klimatet spelar rollen av viktigaste betingande faktor i detta fall, utan håller för troligt, att för granen samma orsaker som i Sverige även i södra och västra Norge måste tillmätas stor betydelse, nämligen människans påverkan samt konkurrensen med andra växtsamhällen (särskilt ekskog, jfr GLØERSEN 1934; även nedan sid. 377).

Här skall icke närmare beröras frågan om granens uppträdande vid dess gräns i norra Norge, ehuru åtskilligt talar för, att arten icke heller där skulle hava nått fram till någon definitiv klimatgräns (jfr BATHEN 1931, 1935).

I norsk skoglig litteratur träffas ej sällan meddelanden, vilka giva vid handen, att granen är stadd i framrykning mot väster och norr (jfr även GRANIT 1907, VE 1931), vilket synes vara fallet ej minst inom dess hittillsvarande utbredningsområde (jfr t. ex. JUUL 1924, 1934, AAENG 1925, LIE 1927, GLØERSEN 1934). — NORDHAGEN (1933 sid. 170) skriver om granen, att för detta trädslag »gjelder til dels det samme som for Bøken, nemlig at den i mange distrikter særlig i fjordene vestpå, endnu ikke har opnådd sin maksimale utbredelse . . . Plantet gran av god proveniens slår utmerket til på Vestlandet¹ og har på en del steder sådd sig selv i de senere år. Noget perfekt kysttre er dog granen neppe; men teorien om at bøken og granens vestgrense i Norge er klimatisk betinget kan ikke oprettholdes.» (spärr. av mig).

Det faktum, att granen självsått sig under senare år, behöver lika litet stå i samband med någon slags klimatförändring som de under senare år anträffade spontana granförekomsterna (jfr ENQUIST 1933 *b* sid. 11). Det torde helt enkelt bero på, att någon föryngring alls icke är att vänta, innan de planterade bestånden nått en viss ålder. Frågan om granens förmåga att självföryngra sig undandraget sig egentligen allt bedömande — åtminstone i negativ riktning — innan bestånden nått sådan ålder, att avverkningar med ändamål att inleda föryngring börjat vidtagas (jfr HAGEM 1933, 1935, SMITT 1933 *a*).

Det visar sig således, att inom Skandinavien är granens väst- och sydvästgräns icke någon klimatgräns, utan en historisk och även konkurrensbiologisk gräns. Detta gäller helt oberoende av om granen på sina ställen tidigare nått längre mot väster än nu, så blivit tillbaka-trängd, och nu ånyo rycker fram. Grangränsens natur inom Sydsverige har tidigare framhållits såsom varande till övervägande del en historisk gräns av HESSELMAN & SCHOTTE (1906 sid. 484): »Såväl talrika observationer i

¹ Jfr Skogplantning i Norge 1921, SKINNEMOEN 1925, SMITT 1924, 1933 *a*, *b*, NILSEN 1934. Granen går mycket bra även i Skottland, som i klimatiskt hänseende erinrar om Vestlandet (OPSAHL 1925).

naturen som studiet af äldre uppgifter om skogarnas sammansättning visa sålunda, att grangränsen i norra Skåne är en historisk gräns, som visar hur långt granen för närvarande hunnit, icke hur långt den kan gå. Detsamma gäller säkerligen äfven granen i Blekinge och stora delar af Halland.»

Innan frågan om granens utbredningsförhållanden här lämnas, skall med några ord beröras även en detalj av dess uppträdande i Mellaneuropa. Enligt av DENGLER (1912), ENQUIST (1929, 1933 *b*) och RUBNER (1932, 1934; jfr även ERDTMAN 1933) publicerade kartor finnes gran inom stora delar av Schlesien, bl. a. i närheten av Breslau, Liegnitz, Oppeln och Ratibor. Genomsnittliga antalet frostdagar per år utgjorde för perioden 1881—1910 (HELLMANN 1921 Tab. 4) för dessa orter respektive 98, 102, 102 och 104. Villkoret 120 dagar var alltså här icke uppfyllt å orter inom granens utbredningsområde. Alldeles oavsett om granens utbredningsgräns därstädes är klimatbetingad eller icke, torde det sålunda vara ganska visst, att icke är den betingad av »klimatkonstanterna» 120 frostdagar (jfr även nedan sid. 374).

Om tallens förekomst i trakter med maritimt klimat.

Förhållandena längs tallens västgräns äro icke heller av den art, att de lämna något stöd för ENQUISTS hypoteser. ENQUIST (1929 sid. 22, jfr även kartan 1924 fig. 5) anger dess köldkrav till minst 90 frostdagar per år.

I Danmark fanns på Anholt tall ännu in på 1600-talet, då skogen emellertid slutgiltigt utrotades. Den egentliga orsaken till att skogen där försvann tidigare än på Læsø, utgjordes av bränsleåtgången vid den på 1560-talet uppförda fyren (STEENSTRUP 1896). Anholt uppvisar nu i medeltal endast 76 frostdagar. Frostfrekvensen kan, om ENQUISTS »konstanter» vore riktiga, knappast vara anledningen till att tallen saknas i Danmark. ENQUISTS temperaturvillkor för trädslaget äro nämligen uppfyllda där. Av Jyllands 46 meteorologiska stationer uppvisa 34 en frostfrekvens överstigande 90 dagar, å Fyn är detsamma fallet vid 7 (av 9), å Själland vid 12 (av 19), å Bornholm vid 1 (av 4), å småöarna vid 3 (av 15) stationer.¹ (Danmarks klima 1933.) Någon olägenhet för tallens tillväxt eller dess reproduktionsförhållanden sammanhängande med för låg frostfrekvens har icke heller mig veterligen påtalats i den danska skogslitteraturen.

Så är däremot visserligen fallet i den norska beträffande granen (PRINTZ 1933, 1934), men gentemot denna åsikt har anförts bl. a. liknande argument (HAGEM 1933, 1935, SMITT 1933), som här åberopats emot uppfattningen av granens norska

¹ Den ovannämnda kartan (ENQUIST 1924 fig. 5) öfver tallens utbredning, där frostfrekvensen i Danmark uppgives falla mellan 65 och 90 dagar (å kartan angivet såsom frostfri tid av 300 till 275 dagar), är sålunda åtminstone vad Danmark beträffar fullständigt missvisande.

västgräns som temperaturgräns (jfr även nedan sid. 382); PRINTZ' jämförelse mellan den västnorska och östnorska barrskogens tillväxt, vilken utföll till den förstnämndas nackdel, har visats bero på missuppfattning om huru det använda siffermaterialet får behandlas (NILSEN 1934).

I Norge å Vestlandet finnes spontan tall ännu väster om Bergen, där frostdagarna enligt ENQUISTS egen karta (1929 fig. 18) utgöra 75 per år. Under 11-årsperioden 1921—1931 var, enligt min beräkning, den årliga frostfrekvensen i medeltal 69,6 dagar. Å Florö, som dock icke är den allra västligaste lokalen för spontan tall, torde frostfrekvensen möjligen vara ännu något lägre, enär månadsmedeltemperaturerna under vintern äro högre vid Florö än vid Bergen; Florö är den mest maritima av de båda stationerna vad beträffar temperaturförhållandena.

Differensen är för oktober $0^{\circ},1$, för november $0^{\circ},4$, för december $0^{\circ},7$, för januari $0^{\circ},6$ och för februari $0^{\circ},2$ (MOHN 1895); GRAARUD & VIRGENS (MOHN 1923) uppgiva dock 75—76 frostdagar för Florö såväl som för Bergen.

Här växer alltså tallen å Vestlandet i trakter, där frostfrekvensen med 15—20 dagar understiger dagantalet i den av ENQUIST fastställda »klimatkonstanten» (jfr även VOGT 1933).

I Tyskland är tallens spontana utbredningsområde noggrant studerat (DENGLER 1904, 1910). Inom detta område träffas orter, som utmärkas av en frostfrekvens (enligt HELLMANN 1921 Tab. 4) vida understigande 90 dagar, så t. ex. Frankfurt a/M. (68,3 dagar), Berlin (77 dagar), Swinemünde (81 dagar), Halle (82,6 dagar) samt Leipzig (85,3 dagar). I kultur går tallen inom långt varmare eller mera maritima trakter, där den växer väl och föryngrar sig, så i Nederländerna (LEIJONHUFVUD 1928), där enligt ENQUISTS karta antalet frostdagar skulle vara endast 60—80 per år. Enligt WERTH (1934, jfr nedan) skall i det närmaste hela nordvästra Tyskland, där ungefär likadant klimat råder, falla inom tallens naturliga utbredningsområde.

DENGLER (1904 sid. 98) framhåller: »Ihre klimatische Grenze erreicht die Kiefer im Erhebungsgebiet im allgemeinen nirgends, nur in den an der Nordsee belegen Küstenstrichen scheinen die starken, häufigen Seewinde ihr Gedeihen so zu beeinträchtigen, dass der künstliche Anbau sie daselbst bis nahe an die Grenzen ihrer Lebens- und Erhaltungsfähigkeit gebracht hat!» »Die Westgrenze der Kiefer an der Elbsaalelinie mit den einzelnen vorgelagerten Inseln sporadischen Vorkommens ist das natürliche Ergebnis eines florensgeschichtlichen Entwicklungsganges, bei welchem die Kiefer, die zu Beginn dieser unter dem Einfluss des abschmelzenden Inlandseises stehenden Periode überall herrschte, im Kampf ums Dasein von den übrigen neu einwandernden Holzarten, vor allem der Buche, überall da zurückgedrängt worden ist, wo die klimatischen und standörtlichen Verhältnisse ihr nicht

mindestens das Gleichgewicht jenen Holzarten gegenüber zu geben imstande waren!» (ibid. sid. 97).

Beträffande det isolerade utbredningsområdet i nordvästra Tyskland skriver DENGLER (1921 sid. 130): »Mit Sicherheit lässt sich die Kiefer in diesen ganzen Landesteil überhaupt nur genau in dem gleichen Umfange wie die Fichte [spärr. av mig] als urwüchsig nachweisen. Ihre Grenze fällt also hier mit dieser zusammen, was sich aus dem gemeinsamen biologischen Charakter dieses Vorkommens — Rückzugsposten auf moorigen Böden im Kampfe mit den Laubhölzern — auch zwanglos erklärt!» Här återkommer således samma förhållande som i Bohuslän: tallens och granens utbredningsområden sammanfalla och vi ha icke längre en tallgräns och en grangräns, utan en gemensam barrskogsgräns. Denna gräns kan då icke rimligtvis samtidigt vara betingad av frostfrekvens av 90 och av 120 dagar, vilket enligt ENQUISTS hypoteser och kartor (1924 fig. 5 resp. 1929 fig. 9 eller 1933 *b* fig. 1) skulle vara fallet.

Enligt WERTH (1934 sid. 324) däremot »ist kaum mit einer natürlichen Verbreitungsgrenze der Kiefer innerhalb Deutschlands — natürlich abgesehen von der allgemeinen maritimen Waldgrenze — zu rechnen». Granen saknar enligt samma källa helt hemortsrätt i nordvästra Tyskland. Som synes passa förhållandena i detta fall lika litet ihop med ENQUISTS hypoteser och hans kartor som i det nyssnämnda fallet.

En granskning av förhållandena längs bokens och avenbokens nordgränser samt granens och tallens västgränser har sålunda givit vid handen, att dessa gränser icke äro betingade till övervägande del av klimatet, och ännu mindre till sina lägen direkt eller uteslutande betingade av temperaturförhållandena. ENQUIST har sålunda fastställt »klimatkonstanter» för gränser, som icke äro klimatbetingande.

KAP. 4. OM DE UTBREDNINGSBETINGANDE FAKTORERNA.

Det återstår nu att beröra den egentliga anledningen till, att ENQUISTS metod, åtminstone i dess nuvarande utformning, icke leder till eftersträvat resultat. Anledningen härtill är påtaglig nog: »Som synes grunda sig de anförda bestämningarna dels på det faktum att trädet tolererar det klimat, som råder på växtplatsen . . . dels på det antagande [spärr. av mig], att det rådande klimatet . . . förhindrar växtligheten utanför utbredningsområdet» (ENQUIST 1933 *a* sid. 155). Detta uttalande kan kompletteras sålunda, att ENQUIST i realiteten utgår från, dels att en växt finnes överallt, där dess existens

är möjlig, dels att dess existens utanför utbredningsgränserna omöjliggöres uteslutande av temperaturförhållanden, som uttryckas i frekvens av extremtemperaturer; detta såvida »klimatkonstanter» av ENQUIST fastställts enligt den grafiska metoden.

ENQUIST har visserligen i en not (1929 sid. 16) medgivit, att »Växterna hava utöver värmefordringarna naturligtvis även andra vilka kunna tänkas inskränka utbredningen; uppfyllandet av dylika krav verka emellertid aldrig utvidgande på utbredningsområdet, de kompensera icke värmekraven». Även om så nu icke skulle vara förhållandet, måste man dock fråga: hur skall man utan vidare kunna lita på, att utbredningsgränserna icke äro influerade av just dylika, inskränkande faktorer, antingen i det stora hela, eller kanske just i närheten av de meteorologiska stationer, som finnas att tillgå för bestämningen av »konstanterna»? De synpunkter, som ENQUIST givit uttryck åt i ovanstående citat, ha sålunda icke i realiteten tagits i beaktande vid vare sig utarbetandet eller tillämpandet av hans metodik.

Om klimat- och ståndortsfaktorer.

Vore blott nämnda förutsättningar uppfyllda, så vore metoden för visso otadlig, men så är emellertid icke fallet. Även om en utbredningsgräns är en aldrig så typisk klimatgräns, så är den i alla fall icke betingad uteslutande av klimatet, och ännu mindre av en enda temperaturfaktor¹ (jfr t. ex. HOFFMANN 1857, 1865, BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 233 och följ., GRANLUND 1925 sid. 84, RUBNER 1934 sid. 296). Markbeskaffenhet (jfr t. ex. EKLUND 1931), bevattningsförhållanden, exposition (jfr t. ex. SENDTNER 1854, KÜNKELE & GEIGER 1925), snölägen (jfr FRIES 1913) eller tidigt snöfri mark (jfr MICHAELIS 1934 *b*) etc. — kort sagt allt som kan innefattas i begreppet ståndort (jfr DU RIETZ 1928) spelar sin roll vid sidan av den faktor, som vi för tillfället önska studera, eller som vi eventuellt tro innebära nyckeln till problemets lösning. Klimatet bestämmes icke uteslutande av luftens värmeförhållanden,² utan även marktemperatur (jfr t. ex. KOLOSKOFF 1932), nederbörd och humiditet (jfr HESSELMAN 1932), strålning (jfr SCHANDERL & KAEMPFERT 1933), dagens längd (jfr ALLARD 1932) samt vindförhållandena (jfr DU RIETZ 1925, HAGEM 1926, BARTH 1934) måste tagas med i beräkningen (jfr även SCHWARZ 1933, FEDOROV 1934). »We must be sure, however, that the resting power of a plant to any single condition will prove to be markedly influenced by other concomitant conditions» (Li-

¹ Om i denna faktor ingå extremtemperaturer, så utgör den därför intet undantag från regeln. »Ebenso klar zeigt sich, dass sich auch keine Extreme einzelner Faktoren finden lassen, die die Baumgrenze bestimmen» (BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 233).

² Då klimatets inflytande å växternas fysiologiska reaktioner eller deras livsfunktioner avses, är det emellertid intet som hindrar, att för en av dessa funktioner t. ex. temperaturen, för en annan t. ex. fuktigheten i vissa fall kan vara av helt dominerande betydelse (jfr FEDOROV 1934 sid. 168).

VINGSTON & SHREVE 1921 sid. 191; jfr även yttranden av VON POST och SERNANDER efter ENQUISTS föredrag: ENQUIST 1924 sid. 211 resp. 212 samt t. ex. CAJANDER 1926 sid. 80, DU RIETZ 1930 sid. 474 och följ.).

Gott lokalklimat, god vattentillgång och lämplig jordmån kan tillåta växter existera på extremt nordliga eller högt belägna ståndorter; vindpåverkan (jfr t. ex. CLEVE-EULER 1912, BARTH 1934) och eventuellt även mineraliskt svagare mark (jfr MALMSTRÖM 1933 sid. 38) kan verka sänkande på trädgränserna, vilka kunna pressas ned avsevärt under den nivå temperaturen enbart skulle medgiva, så på de ytterligt torra lågfjäll i Pite lappmark, vilka nyligen studerats av WISTRAND (1934; jfr FRÖDIN 1916, SAMUELSSON 1917 sid. 87 och följ., även SZYMKIEWICZ 1930). Det torde näppeligen kunna vara uteslutande temperaturen, som åstadkommer, att trädgränserna på lägre fjäll ligga på lägre nivå (jfr HANNERZ 1923, STEFANOFF 1930 sid. 115). »Wo das Klima oder andere Faktoren nicht mehr optimal sind, tritt der Faktorenersatz durch besondere Bodenansprüche auf» (RÜBEL 1932). I Nordnorge synas svårigheterna för tallskogens framtida föryngring »mer at ligge i jordbundsforholdene end i de klimatiske betingelser» (EIDE 1923 sid. 77). Nära sin köldgräns föredrager *Fagus sylvatica* kalkhaltig mark (jfr även GANSSEN 1934) — liksom även exempelvis *Sorbus suecica* (HALDEN 1920) och *Fraxinus excelsior* (HALDEN 1928) — vid sin värmegräns åter är den kalkflyende (jfr STOYANOFF 1932 sid. 190). Bokens sammanhängande utbredningsområde i norra Spanien »fällt mit einem Gebiet besonderer Niederschlagsverhältnisse zusammen, die mitteleuropäischen Zuständen ähnlich sind» (CUATRECASAS 1932 sid. 458). På Balkanhalvön skall luftfuktigheten vara avgörande för förekomsten av bok (STOYANOFF 1932), i Vogeserna betingas bokens höjdgående av åter en annan faktor: »Von allen Klimafaktoren ist wohl die Windwirkung von einschneidendster Bedeutung» (ISSLER 1932). I Geigenbachtal betingas bokens övre gräns av för liten värmsomma under sommaren, dess nedre gräns av vårfrosternas nedåt tilltagande frekvens (GEIGER, WOELFLE & SEIP 1934 sid. 362).

Granens utbredning inom vissa delar av Norge står enligt RESVOLL-HOLMSEN (1921) i samband med nederbördsförhållandena, och detsamma är enligt ORDING (1933) i viss mån förhållandet med tallen. I Ostpreussen sammanfaller granens naturliga utbredning med förekomsten av ombrogena mossar, och dess gräns mot väst och sydväst beror på nederbördens avtagande mot dessa väderstreck (RUBNER 1929, GROSS 1934). »La zone dépourvue de l'épicéa, en Pologne, c'est à dire les étendues entre la limite équatoriale et la limite verticale, n'est pas conditionnée par les facteurs climatiques, étant plutôt le résultat des facteurs édaphiques et de l'activité humaine. . . La limite équatoriale est une ligne de migration inachevée de nord de l'épicéa» (TYSZKIEWICZ 1934).

Om konkurrens med andra växter.

En faktor, som ofta om än icke alltid måste tagas med i beräkningen, är konkurrensen med andra växter (jfr t. ex. HOFFMANN 1865 sid. 123, BROCKMANN-JEROSCH 1919, CAJANDER 1926, ERNST 1934). Särskilt bokens (VAUPELL 1863) och granens förhållande i detta avseende har väckt intresse. De båda trädslagen konkurrera även med varandra, och det kan bero på olika omständigheter vilketdera som blir härskande på en viss lokal (jfr t. ex. HULT 1885, HOLLGREN 1903, HESSELMAN & SCHOTTE 1906, WIBECK 1909, HEMBERG 1918, LINDQUIST 1931, samt även ISSLER 1932 angående bokens konkurrens med *Abies alba* och DENGLER 1904 angående dess konkurrens med tall), även om granen i stort sett befinner sig på en ännu icke avslutad framryckning mot söder (jfr även VON POST 1924 sid. 112), en framryckning, som icke är mindre reell, därför att den kanske mera påtagligt yttrar sig som arealvinst inom utbredningsområdet (t. ex. HEMBERG 1917), än som direkt förskjutning av de yttersta gränsposterna. »Mit den Einwirkungen des Klimas und des Bodens sind die der Konkurrenz aufs innigste verknüpft», konstaterar VIERHAPPER (1932; jfr även GUNNAR ANDERSSON 1902, KIRSTEINS 1932).

Det torde väl utan vidare vara klart, att en sådan konkurrens i hög grad kan inverka på utbredningsgränsernas förlopp (jfr BROCKMANN-JEROSCH 1919, ERNST 1934), så exempelvis på förloppet av granens västgräns i södra Norge (GLØERSEN 1934) och på den svenska västkusten (MALMSTRÖM manusk.), där granen haft att kämpa med ekskogen — en jämförelsevis mycket stabil skogstyp (jfr SERNANDER 1892) — och där den nu ofta har att kolonisera för den olämplig ljunghärad (jfr HESSELMAN & SCHOTTE 1906, SMITT 1924), och varest dess föryngring å mark av bättre bonitet ofta i väsentlig grad försvåras av yppig markvegetation (jfr t. ex. CARBONNIER 1934).

HALDEN (1917) betonar den betydelse konkurrensen med granen haft för utbredningen av bl. a. hassel och lönn vid deras svenska nordgränser — huruvida dessutom en ev. klimatförändring bidragit till förskjutningen av gränserna i dessa fall, torde ännu icke vara fullt fastslaget (jfr MALMSTRÖM 1931 sid. 76—78).

»Die Abgrenzung des natürlichen Verbreitungsgebietes der Kiefer und die Verteilung derselben innerhalb desselben ist in Nord- und Mittel-Deutschland in erster Linie durch den Boden bestimmt, das Klima hat nur insofern einen mittelbaren Einfluss, als es unter günstigeren Wärme- und Niederschlagsverhältnisse dem die Kiefer verdrängenden Laubholz, besonders der Buche, eine grössere Stosskraft verleiht, wodurch diese dann die Kiefer auch auf solchen Böden verdrängen konnte, die unter ungünstigeren klimatischen Verhältnissen noch heute von der Kiefer in urwüchsigen Vorkommen beherrscht werden!» (DENGLER 1910 sid. 539; jfr även RUBNER 1934 sid. 352).

Står striden mellan tvenne arter och det väsentligen är en klimatfaktor, som genom sitt inflytande mer eller mindre medelbart avgör vilken av par-

terna, som i varje särskilt fall avgår med segern, så är gränsen ändock icke en klimatgräns (jfr BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 232). Den är en av klimatet och konkurrensen betingad gräns; ändras klimatet så förskjutes gränsen, ändras konkurrenskraften hos en av parterna¹ så förskjutes gränsen, även om i detta fall klimatet förblir oförändrat. Det är lätt att inse, att gränsen under dylika omständigheter kan komma att gå som om den vore betingad uteslutande av någon klimattfaktor. En god eller t. o. m. fullständig överensstämmelse mellan å ena sidan förloppet av en växtgräns, å andra sidan en isoterm eller termoisokron kan därför innebära icke endast ett korrelationsförhållande, utan även ett kausalförhållande, men är icke heller i det senare fallet något bevis för att gränsen betingas uteslutande av kurvorna motsvarande temperaturförhållanden.

Detta är tydligen av nöden att understryka. Förutom ENQUIST själv (1933 *b* sid. 9) synes sålunda även t. ex. GAMS anse, att en dylik överensstämmelse skulle utgöra ett bevis för att växtgränsen ifråga vore betingad av temperaturförhållandena: »ENQUIST 1929, welcher zeigt, dass die lange für eine Ausbreitungsgrenze gehaltene Westgrenze der Fichte in Norwegen eine Wärmegrenze ist» (GAMS 1931 sid. 323; även ENQUIST 1933 *b* sid. 5). Låt oss då närmare efterforska, när och hur ENQUIST har »zeigt», att så är förhållandet.

Vi börja med det senaste arbetet, där ENQUIST skriver (1933 *a* sid. 149—150): »Mina egna undersökningar återigen hava lett mig till den uppfattningen, att granens gräns i norra Skandinavien är lika så väl klimatbetingad som björkens och tallens och att följaktligen WAHLENBERGS regionindelning bör upprätthållas. Motiven härför framlade jag i föredrag på Växtbiologiska seminarier i Uppsala i maj 1923 och i Geologiska föreningen i Stockholm i januari 1924 (ENQUIST 1924) [spärr. av mig].

I ett senare arbete (ENQUIST 1929) sammanfattar jag de slutsatser beträffande granens utbredning jag ansett mig kunna draga på följande sätt: 'Granens karakteristiskt förlöpande nordgräns, liksom dess höjdgränser i de skandinaviska fjällerna och fjälldalarna, bero på maximitemperaturen: 65 sommardagar måste över-skrida 12°,5. Den är följaktligen en klimatgräns, och icke . . . en . . . invandringsgräns. . . Emot maritima områden avgöres värmegränsen för detta träds slag av minimitemperaturen: vintern måste uppvisa fler än 120 frost dagar (för tall 90 frost dagar). Det är denna senare fordran som exempelvis utestänger granen från Sveriges västkust och från norska västlandet.'

I sitt arbete av 1929 meddelar ENQUIST intet annat om granen än vad som innehålls i den åsyftade sammanfattningen, vars viktigare delar ovan anförts; dessutom meddelas endast värdena å granens »klimatkonstanter» bland andra dylika i ett par tabeller, samt en karta över granens utbredningsområde, vars gränser angivas samtidigt vara termoisokroner, motsvarande samma »konstanter» (jfr ovan sid. 351).

Vi måste således tydligen gå tillbaka till det preliminära meddelandet (ENQUIST 1924), för att söka motiveringen för samt eventuella bevis för de påståen-

¹ Exempelvis genom uppträdande eller försvinnande av någon betydelsefull parasit. Här skall dock ej exemplifieras i vad mån parasiter mer eller mindre direkt inverka på utbredningsgränserna (jfr t. ex. RUBNER 1929, SCHMUCKER & DRUDE 1934).

den, som innehållas i ENQUIST 1933 *a* citerade sammanfattning av år 1929. Men — 1924 knappast ens omnämner ENQUIST granen! (Detta sker egentligen blott i samband med demonstration av karta och profil över skogs-trädens höjdgående i Pite lappmark, jfr ENQUIST 1933 *a* fig. 8 och följ.). Under diskussionen efter föredraget yttrade visserligen SERNANDER, att han »alltid ställt sig skeptisk mot att räkna granens fennoskandiska västgräns som en vandringsgräns». Denna SERNANDERS åsikt har emellertid icke heller motiverats — åtminstone finnes därom intet antytt i referatet (jfr ovan sid. 370—371).

Det måste sålunda konstateras, att ENQUIST ännu icke offentliggjort något bevis för att granens västgräns i Skandinavien skulle vara en klimatgräns.

Kanske kan det synas onödigt, att så ingående som här skett behandla denna sak, men ENQUIST (1933 *b* sid. 4) åberopar det ovan citerade uttalandet av GAMS för att visa, att han visat, att granens västgräns är en klimatgräns. — Det hela torde för övrigt vara ett rätt instruktivt exempel på hur det kan gå till, när en åsikt blir »vedertagen» och kommer in i litteraturen såsom varande ådagalagd.

Om människans inflytande.

En annan faktor, som icke får underskattas i detta sammanhang, är människans mer eller mindre direkta inflytande. Detta kan under tidernas lopp bli av ganska påtaglig effekt (jfr t. ex. BARTH 1924), vare sig denna består i sänkning av trädgränserna i fjälltrakter (t. ex. LIE 1924, VE 1931, WILSE 1931, HESS 1935), i trädgränsernas tillbakaträngande från kustlinjen (t. ex. GLØERSEN 1884, HEMBERG 1904, HESSELMAN & SCHOTTE 1906, WIBECK 1917, DU RIETZ 1925, LINDNER 1925), i bortrödjande av skog för odlingsändamål (t. ex. KIRSTEINS 1932), i skogsplantering å ljunghedar och annan kalmark (t. ex. MALMSTRÖM manuskr.) eller i att genom vissa ingrepp bokskogar kunna omvandlas till eller ersättas av granskog, eller genom andra huggningsmetoder bibehållas som bokskog (norrut eventuellt via ett mellanstadium med björk, under vilket trädslag bokföryngring lätt kan erhållas, liksom fallet även är under tall, jfr HOLLGREN 1903, WIBECK 1909). Exempel givas likaledes på att trädslags nordgränser till sitt läge kunna vara påverkade av mänskliga ingrepp (jfr t. ex. BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 77—78, HEIKINHEIMO 1921 sid. 18, BATEN 1925, SAMBUK & DEDOFF 1933 sid. 52); så torde, förutom bokens nordgräns i Sverige (jfr t. ex. GUNNAR ANDERSSON 1905, ALMQUIST 1929 *b* sid. 135, LINDQUIST 1931; även NILSSON 1902), även askens nordgräns åtminstone delvis vara att betrakta som en »utrotningsgräns» (HALDEN 1928 sid. 612; jfr även ANDERSSON & BIRGER 1912 sid. 175).

Utrotningen kan även vara avsiktlig, såsom då i Sydnorge granen ansågs för »ogräs» och medvetet utrotades för betets skull (GLØERSEN 1934 sid. 360—361) — i andra fall flyttades påträffade granar in till gårdarna såsom varande sällsyntheter, och förolyckades sedan lätt (GLØERSEN 1884) — eller då på svenska västkusten eken i viss utsträckning utrotats, måhända en remi-

niscens från den tiden, då ekarna tillhörde kronan, och jordägaren ej hade lust att låta dem »suga ut» jorden på sina marker («ROBUR» 1935). JUUL (1924 sid. 227) skriver: »Kun i et henseende er granen skattet paa Vestlandet og det er som juletræ. Jeg tænker de fleste vestlandsgutter kan fortælle

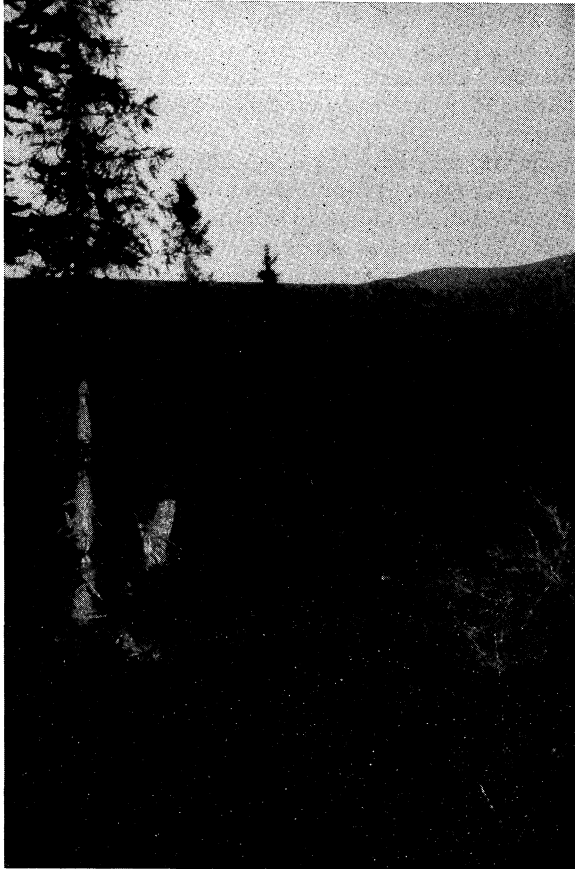


Foto av BORG MESCH 1933.

Fig. 24. Granförekomsten i Vistesavagge, 500 m ö. h. Subspontane Fichten in Vistesavagge (etw. 67°55' n. Br., 19° ö. Greenwich), 500 m ü. d. M. Die Fichten sind wahrscheinlich mit Lappländern während derer Wanderzüge verbreitet.

om hvordan de gik og ledte efter granplanter i utmarkene, og fandt de saa nogen, saa var dette en hemmelighet som ikke blev betrodd selv til ens bedste venner. De blev passet paa og vernet om til de naadde op i juletræstørrelse, men da blev de ogsaa tat uten skaansel.»

Betningens betydelse för förhindrande av föryngring skall här icke beröras; den är givetvis av betydelse för skogen även vid dess utbredningsgränser

(jfr t. ex. BATHEN 1931 sid. 204, RODIN 1933 sid. 299). Ovan har betydelsen av betesskydd för bokens reproduktion redan exemplifierats (Vaxön; jfr även GIÖBEL 1905 samt ovan sid. 355); beträffande boken på Omberg yttrade ALBERT NILSSON (1902 sid. 204): »Där boken är skyddad mot beteskreaturen föryngrar den sig».

Människan kan naturligtvis även påverka utbredningen i positiv riktning, och det även omedvetet (jfr EKLUND 1931). Så anses några granförekomster i Beiarn herred i Norge, belägna norr om grangränsen (jfr HALL 1884, ENQUIST 1933 *a* fig. 2), ha tillkommit genom att kott eller frö spridits med lappar under flyttningsfärderna (HELGESEN 1927, OPSAL 1930). Samma spridningsätt antages av MESCH (enl. brev 1930) för att förklara uppkomsten av ett granbestånd vid Vistesavagge, och gäller kanske även för en granförekomst i ravinen mellan Kamastjerro och Huornats (meddelad av jägm. E. I. HAMMARBERG). Beståndet vid Vistesavagge, fig. 24, beläget 500 m ö. h. och 5—6 mil utanför grangränsen å ENQUISTS karta (1933 *a* fig. 2), har tidigare omnämnts bl. a. av ALM (1921), som uppgivit detsamma omfatta »ett 20-tal träd, tillhörande flera olika former». Här torde det sålunda vara fråga om frösädd av flera individ, icke om den eljest i fjälltrakter vanliga vegetativa förökningen (jfr RESVOLL-HOLMSEN 1918, NORDFORS 1921).

Om den fysiologiska variabiliteten.

Ytterligare en faktor, som alltid torde få tagas med i beräkningen, så snart förhållandena skola studeras regionalt, är växternas fysiologiska variabilitet. Denna företeelse har å många arter studerats av TURESSON (t. ex. 1922, 1930), som uppställt begreppet ekotyp, samt, som inledningsvis omnämndes, av förf. undersökts beträffande *Pinus silvestris* (LANGLET 1929 *b*, 1934 *a*, *b*) å ett omfattande material. Inom zoologiska kretsar har uppmärksamheten tidigt varit riktad på variabiliteten (jfr RENSCH 1929 och där anförd litteratur, GOLDSCHMIDT 1932). Det är fysiologiskt — och genetiskt — alls icke samma tall, som förekommer längs trädslagets västgräns i norska Vestlandet, i Sverige, i Tyskland, i Skottland eller i Frankrike (LANGLET 1934 *a* tab. I), det är tallpopulationer, vilkas egenskaper äro sinsemellan rätt olika. Detta gäller bl. a. sådana egenskaper som köldhärdighet, tillväxthastighet och motståndskraft vid infektion av vissa parasit-svampar (jfr även HAGEM 1926), vilka egenskaper onekligen äro av största betydelse, om träden skola kunna uthärda klimatets påfrestningar eller framgångsrikt deltaga i konkurrensen med andra växter. Detta är icke något för tallen speciellt — det gäller även granen (jfr BATHEN 1929, HAGEM 1932, TIRÉN 1935) — utan torde vara en inom såväl växt- som djurriket allmän före-

teelse, som särskilt utmärker mera spridda arter¹ (jfr TURESSON t. ex. 1922, 1930 samt även HOFFMANN 1857 sid. 541, MALMSTRÖM 1920).

Det finnes all anledning förutsätta, att i allmänhet en och samma klimatfaktor icke kan vara på samma sätt utslagsgivande för läget av olika delar av en utbredningsgräns, som förlöper genom trakter med klimat av olika typ (jfr ALBERT NILSSON 1897 sid. 147, DENGLER 1912 sid. 98, HAGEM 1931, 1932, 1933).

Den nu nämnda variabiliteten av en del egenskaper visar en långt gående anpassning efter hemtraktens klimatförhållanden, åtminstone är detta fallet beträffande tallen (LANGLET 1934 *a, b*). En uppfattning om denna variabilitet giver kartan fig. 25, vilken i stora drag åskådliggör torrsubstanshalten i årsplantor av tall ur frö från olika delar av Sverige, odlade vid Experimentalfältet. Torrsubstanshalten samvarierar (i positiv eller negativ riktning) i större eller mindre grad med köldhärdighet, tillväxthastighet och andra egenskaper, på vilkas lämpliga kombinerande och kvantitativa avpassande plantornas anpassning till resp. hemorters klimatförhållanden väsentligen torde bero.

Flyttas en planta (eller ett frö) till en trakt med kallare klimat, är växtens (resp. fröplantans) förmåga att där fortleva mindre, än om arten så småningom vandrat dit på egen hand och därvid haft tid att bilda en population med efter förhållandena anpassade egenskaper. HAGEM (1933) ger ett exempel på detta: »De graner som vi finner överallt i høiereliggende trakter i Vestlandets indre deler stammer fra fjellskog i de nærmaste fjelltrakter øst for vannskillet. Følgelig inneholder de fjellskogens arvekompleks som er tilpasset til et fjellklima, og som betinger en meget langsom vekst. Disse graner er av denne grunn lite skikket til at vokse i lavere egne . . . Men er først de nye, for lavlandet passende genotyper dannet, går granens videre framtrengen temmelig raskt, hvad bl. a. VES undersøkelser i Aardal viser.» Ett exempel på anpassning efter olika klimatförhållanden meddelar MORK (1933), som funnit, att beträffande gran »østlandsfrøet på de lavere temperaturtrin fordrer c:a 2° C. høiere spiretemperatur enn trøndelagsfrøet». I detta sammanhang kan även erinras om den skillnad i fråga om temperaturkraven, som KÖPPEN (1926; jfr ovan sid. 329) uppgiver finnas mellan på lågland och i bergstrakter växande bok.

Med kännedom om den fysiologiska variabilitetens betydelse torde man knappast kunna undgå att ställa sig skeptisk gentemot de slutsatser beträffande de å Vestlandet växande granarnas fysiologiska reaktioner, som

¹ Undantag från denna regel gives naturligtvis, så bl. a. om arterna äro kosmopolitiska eller av fylogenetiskt mycket hög ålder (jfr RENSCH 1929 sid. 78—80).

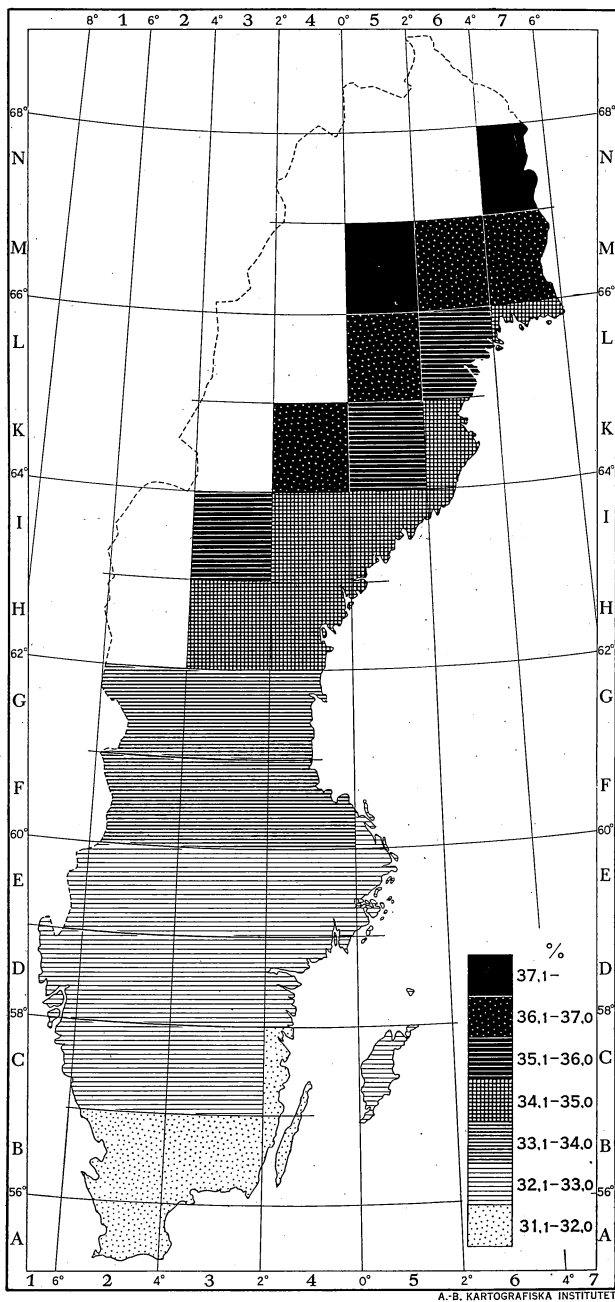


Fig. 25. »Torrsubstanshalten i årsplantor av tall härstammande från c:a 580 insamlingslokaler i Sverige. Bestämningarna utfördes vid Experimentalfältet i november 1931» (LANGLET 1934 a sid. 95, fig. 3).

»Torrsubstanzgehalt in Kiefernssämlingen, aus Samen von etwa 580 verschiedenen Orten in Schweden. Die Bestimmungen des Trockensubstanzgehaltes wurden in Experimentalfältet im November ausgeführt.» (LANGLET 1934 a). — Eine Variabilität ähnlicher Art wie die des Trockensubstanzgehaltes kennzeichnet die Kälteresistenz, Zuwachsgeschwindigkeit usw.

nyligen av PRINTZ (1933, 1934) dragits med ledning av fysiologiska försök utförda vid Ås (jfr HAGEM 1933, KIERULF 1934).

Klimatgränsernas relativitet belyses på sitt sätt även av följande citat: »Ein Sondersuchtziel für Buche steht uns hier in Danzig greifbar vor Augen. Wir befinden uns bekanntlich am Ostrande des natürlichen Verbreitungsgebietes der Buche. Gelingt es uns, nun eine möglichst spät ausschlagende Buche zu ziehen, so scheint die Möglichkeit nicht von der Hand weisbar zu sein, dass diese vor den Spätfrösten geschützte Buche doch ihr Fortkommen weiter östlich finden würde, was nicht nur eine botanische Merkwürdigkeit, sondern auch ein wirtschaftlicher Erfolg sein würde. Hierzu ermutigt der grosse Erfolg im Weizenanbau in Canada, wo man einen Sommer-Weizen mit nur 8otätiger Vegetationsdauer gezüchtet hat, wodurch das Weizenanbaugebiet Hunderte von Kilometern vorbetrieben werden konnte.» (NICOLAI 1931).

Om betydelsen av växters spontana förekomst.

Ovan påpekades (sid. 352), att det kan vara av viss betydelse om en växt är spontan eller icke, då man av dess trivsel och spridningsförmåga önskar sluta sig till artens existens- och utbredningsbetingelser. Efter vad som här ovan framhållits rörande de fysiologiska egenskapernas anpassning till klimatet, torde framgå, att om en växt förflyttats i riktning mot en utbredningsgräns, och trots detta ändock är i stånd att ej blott vegetera, utan mer eller mindre effektivt självföryngra sig, såsom fallet är exempelvis med boken flerstädes i Mälardalen, granen mångenstädes i Danmark samt tallen i Nederländerna, så bör man kunna vara lika övertygad om, att ståndorten ligger inom alla av klimatet betingade utbredningsgränser, som om växten ifråga förekomme »spontan» på platsen. Den odlade, förvildade eller på annat sätt »införda» växten har ju, som nyss framhölls, i allmänhet mindre förutsättningar än den spontana att effektivt kunna sprida sig och hävda sig i kampen för tillvaron. Skulle därför t. ex. den bekanta ek, som växer vid Torneå eller den vackra eken på Frösön, som dock har burit ollon (GROTH 1913), giva upphov till en ekdunge med tiden, visade i så fall detta endast, att ekens nuvarande »spontana» nordgräns till väsentlig del vore betingad av andra faktorer än temperaturförhållandena.

Enl. upplysning av överjäg. J. WALLMARK, har den förstnämnda eken — det är endast en ek, ehuru den är tvåstammig och därför vanligen omtalas i pluralis — planterats »av den i Torneå bosatte norske konsul GOVENIUS fader, som för jämnt 100 år sedan hämtade plantorna från Leningrad» (jfr även ANDERSSON & BIRGER 1912 sid. 178).

ENQUISTS metod att fastställa »klimatkonstanter» förutsätter, som i inledningen till detta kapitel påpekades, först och främst, att temperaturen en-

sam är utbredningsförhindrande faktor. Dessutom måste även förutsättas, att växterna finnas överallt, där klimatet tillåter deras existens. Ohållbarheten av den första av dessa förutsättningar har jag här ovan sökt ådagalägga; den andra förutsättningen är likaså grundlös.

»Es ist, wie man sieht, vor Allem nothwendig, dass wir uns ganz von der üblichen Vorstellung lossagen, wonach das Nichtvorkommen einer Pflanze in einer bestimmten Gegend für einen Beweis gehalten wird, dass diese Pflanze da nicht vorkommen könne aus Gründen des Bodens und des Klimas. Es ist ganz wie bei den Menschen. Der Umstand, dass vor hundert Jahren noch kein Europäer in Australien lebte, kann natürlich nicht als Beweis gelten, dass sie dort nicht leben könnten; man sieht, sie können es besser noch, als die Eingeborenen, welche verdrängt werden, wie so manche heimische Pflanze von eingeschleppten Unkraute.» (HOFFMANN 1857 sid. 544—545).

ENQUIST har själv citerat VE, som meddelar, att det i Vestlandet finnes fullt upp av platser där gran saknas, trots att ENQUISTS temperaturkrav för trädslaget där äro uppfyllda (jfr ovan sid. 370). Exempel på arter, som icke förekomma »spontan» inom hela det område, där klimatet väl skulle tillåta deras existens, finnas många; här skall endast anföras släktena *Larix* (jfr SCHOTTE 1916, ILVESSALO 1926, KIERULF 1931, LANG 1932) och *Pseudotsuga* (t. ex. SCHWARZ 1933) samt *Robinia pseudacacia* (jfr MAYR 1906). — Boken har icke av sig själv kunnat spridas till Bornholm, ehuru klimatet alls icke synes lägga några hinder i vägen för dess kolonisation av ön (jfr SERNANDER 1892 s. 86, OSTENFELD 1921), icke heller av ENQUISTS »konstanter» att döma (jfr fig. 13). Även *Abies alba* trives utmärkt på Bornholm och föryngrar sig villigt därstädes (jfr SCHOTTE 1904), samt föryngrar sig förresten även t. ex. å Fågelön vid Drottningholm.

Mera odiskutabla vittnesbörd utgöres av sådana växter, som under historisk tid erövrat nya, vidsträckta utbredningsområden i för dem ursprungligen främmande världsdelar, såsom t. ex. *Agave* och *Opuntia* kring Medelhavet samt *Cynara* på Pampas. Även i vårt land finnas ju dylika, under sen tid inkomna växter, t. ex. den som det antages via klosterträdgårdarna spridda *Berberis* (vars utbredning man här i landet nu som bäst med växlande framgång söker påverka i negativ riktning), samt *Matricaria discoidea*, om vilken THEDENIUS (1871) skrev: »På gator, gårdar, vägkanter och odlade ställen i Uppsala och derifrån spridd efter vägarne vesterut ända till Simtuna i Fjerdhundra. Den har kommit ut från botaniska trädgården, men synes ämna bosätta sig i landet. — Tros härstamma från Ryska Amerika.» LINDMAN (1918) uppgiver rörande artens förekomst: »Sk.-s. Lpl., Öl., Gtl., i vissa trakter ymnig. (N. Amer.)» KROK & ALMQUIST (1923) betecknar icke längre arten såsom »odlad el. förvildad» (jfr även BIRGER 1910).

Utbredningsgränserna för *Picea canadensis* och *P. sitchensis* i Alaska

(GRIGGS 1934) utgöra exempel på otvetydiga vandringsgränser; dessa *Picea*-arter äro här på vandring mot norr (jfr ovan sid. 346—347).

Man får icke bortse från spridningsmöjligheterna (jfr t. ex. HOFFMANN 1857, HALL 1884, EKLUND 1931) och från betydelsen av tillfälligheter.¹ »Es ist in hohem Grade der Zufall, welcher entscheidet, ob es einer Art gelingt, Fuss zu fassen, bevor sich der Vegetation geschlossen hat und damit der Einwanderung neuer Elemente ein mehr oder weniger effektives Hindernis errichtet wird» (PALMGREN 1925, jfr SCHMUCKER & DRUDE 1934 s. 553 o. följ.).

Det nu anförda torde vara tillräckligt för att exemplifiera, att »spontan» är ett begrepp av rätt växlande betydelse. Detsamma gäller de »spontana» utbredningsgränserna (jfr även GAMS 1931), vilka måste studeras även historiskt. Dessa gränser kunna visserligen under alla omständigheter vara av växtgeografiskt intresse, men därav följer förvisso icke, att man av förloppet av en sådan gräns utan vidare kan sluta sig till en arts existensekologiska (EKMAN 1922) utbredningsbetingelser, och ännu mindre till dess absoluta temperaturfordringar.

KAP. 5. OM »KLIMATKONSTANTERNAS» OCH EXTREMTEMPERATURERNAS BETYDELSE.

Om »klimatkonstanternas» växtklimatologiska betydelse.

I tre av de föregående kapitlen har jag sökt påvisa, huru ENQUISTS metod för bestämmande av »klimatkonstanter» motsvarande växters temperaturkrav dels i och för sig innebär vissa, beaktansvärda osäkerhetsmoment, dels för sin praktiska tillämpning fordrar vissa förutsättningar, vilka alls icke alltid äro tillfinnandes, samt vidare, att de av ENQUIST hittills publicerade bestämningarna av »klimatkonstanter» (för gran, tall och björk) icke kunna bestå inför närmare granskning.

Den grafiska metoden i och för sig är givetvis intet att anmärka på. Felet ligger däruti, att rena omöjligheter fordras eller förväntas av sagda metod. Skall ett dylikt förfaringssätt användas för att erhålla kännedom om en växts temperaturfordringar invid en utbredningsgräns, så bör väl först undersökas, om den ifrågavarande gränsen verkligen är temperaturbetingad, eller åtminstone om den i det stora hela är till avsevärd del temperaturbetingad. Även om så skulle vara fallet, kan dock icke rimligtvis förväntas, att något

¹ Som sådan torde väl få räknas förekomsten av det hittills enda kända exemplaret av *Larix sibirica* å Kola-halvön. Detta är även »spontan», d. v. s. »Eine Einschleppung dieses Baumes durch menschliche Mitwirkung ist vollständig ausgeschlossen» (ZINZERLING 1933).

temperaturvillkor skall läta sig framkonstrueras, vilket uppfylles å alla lokaler, där växten finnes,¹ och som aldrig är uppfyllt på platser, där växten saknas. Man torde få vara nöjd, om eventuellt ett temperaturvillkor kan härledas, vilket passar icke blott för de flesta punkter längs utbredningsgränsen (så har ENQUIST själv uppenbarligen nödgats förfara vid bestämningen av »konstanterna» för bokens nordgräns; jfr ovan sid. 348), utan särskilt för de punkter, där man har grundad anledning antaga, att temperaturen verkligen är utslagsgivande faktor. Vi få aldrig glömma, att enbart statistiska metoder visserligen kunna upplysa om den sannolikhet, varmed olika företeelser kunna sammanträffa, men icke om orsakssammanhanget. Den grafiska metoden kan lika väl användas för att söka erhålla »konstanter» uttryckande frekvens av t. ex. lufttryck (eller nederbörd: jfr HOFFMANN 1865) som av temperatur. Metoden i och för sig garanterar icke arten av de resultat, som eventuellt kunna erhållas medelst densamma.

Det återstår att ägna någon uppmärksamhet åt »klimatkonstanterna» och undersöka, vilken betydelse dessa värden eventuellt kunna visa sig hava. De ha ju, oberoende av den kritik, som riktats mot den för deras fastställande använda metodiken, dock visat en approximativ överensstämmelse med flera växtgränser, för vilka de bestämts.

ENQUIST räknar i stort sett med värmekrav vid växternas köldgränser och köldkrav vid deras värmegränser, varvid temperaturkraven uttryckas i bestämda fordringar å viss kortaste eller längsta varaktighet (egentligen lägsta eller högsta frekvens) av viss extremtemperatur. Det dagantal och den temperatur, som i viss kombination skulle betinga läget av en utbredningsgräns, kallas av ENQUIST »konstanter». Som redan torde hava framgått, benämnes såväl dagantalet som temperaturgraden med termen »konstant», ehuru ibland med detta ord kombinationen åsyftas (exempelvis ENQUIST 1933 *a* sid. 154). Någon slags konstanter i matematisk bemärkelse äro de i en sådan kombination ingående värdena naturligtvis icke; jag föredrager därför benämningen: dag-temperatur-kombination.

ENQUIST synes räkna med tvenne dylika kombinationer för sommaren — ett värme- och ett köldkrav — samt med två analoga kombinationer för vintern. »Dessa värmekrav äro att uppdelas såväl på sommarens som på vinterns inflytande» (ENQUIST 1929 sid. 17). Då emellertid såväl värme- som köldkrav kunna tänkas ställda å såväl maximi- som minimitemperatur, bör man

¹ Om man med ENQUIST förutsätter ett orsakssammanhang mellan en temperaturfaktor och en växtgräns, så att växtgränsen sålunda i viss mån blir en funktion av temperaturen, så måste ett visst värde å temperaturfaktorn gälla för alla punkter längs samma växtgräns (jfr BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 45, HAMBERG 1924 sid. 370, ENQUIST 1933 *a* sid. 155).

Tab. VIII. Teoretiskt möjliga dag-temp.-kombinationer.
Theoretisch mögliche Tag-Temp.-Kombinationen. Anzahl (n) von Tagen mit
Temperatur t° .

Temperatur	Temperaturkrav Temperaturbedürfnis	Sommar Sommer	Vinter Winter
Maximi- temperatur	Värmekrav Värmebedürfnis	$\geq n_1$ dagar med $\geq t_1^\circ$	$\geq n_3$ dagar med $\geq t_3^\circ$
	Köldkrav Kältebedürfnis	$\leq n_2$ dagar med $\leq t_2^\circ$	$\leq n_4$ dagar med $\leq t_4^\circ$
Minimi- temperatur	Värmekrav Värmebedürfnis	$\geq n_5$ dagar med $\geq t_5^\circ$	$\geq n_7$ dagar med $\geq t_7^\circ$
	Köldkrav Kältebedürfnis	$\leq n_6$ dagar med $\leq t_6^\circ$	$\leq n_8$ dagar med $\leq t_8^\circ$

åtminstone teoretiskt ha att räkna med fyra dylika kombinationer för sommaren och lika många för vintern (oberäknat eventuella temperaturkrav under vår och höst). Dessa åtta kombinationer äro sammanförda i tab. VIII.

»Rörande den fråga, som givetvis genast framställde sig: huru kommer det sig att växterna reagera för dessa parvis inom fyra grupper fördelade konstanter, kunde föredragshållaren på grund av bristande kunskaper icke yttra sig.» (ENQUIST 1924 sid. 209). Utsättas på ett diagram t. ex. de fyra kombinationer, som uttrycka fordringar å maximitemperaturen enligt tab. VIII, så torde emellertid lätt framgå, att dessa fyra punkter helt enkelt begränsa läget av frekvenskurvor av maximitemperatur, fig. 26. En sådan kurva genom punkterna $n_2 t_2^\circ$ samt $n_3 t_3^\circ$ representerar det mest kontinentala klimat, som en viss växt tolererar, kurvorna genom $n_1 t_1^\circ$ och $n_4 t_4^\circ$ det mest maritima, genom $n_2 t_2^\circ$ och $n_4 t_4^\circ$ det i genomsnitt varmaste och genom $n_1 t_1^\circ$ och $n_3 t_3^\circ$ det i genomsnitt kallaste tolererade klimatet. På motsvarande sätt kan läget av kurvor återgivande minimitemperaturernas (eller dygnsmedeltemperaturernas etc.) frekvens begränsas.

Jämför SCHOUW (1822 sid. 78): »Vil man derimod fremsætte de temperaturforhold, som en enkelt Planteart udkræver, saa bør man udentvivl, foruden den aarlige Middeltemperatur, angive Middeltemperaturen samt maximum og minimum af de Maanader, i hvilke Hovedepocheerne af dens Livsyttninger indtræffe; ogsaa her er Anvendelsen af Curver hensigtsmæssig, og jeg skulde troe det meest passende for den givne Planteart at angive først tvende Curver, der viste de yderste Grændser for dens Temperatursphære, eller de for samme mindst fordeelaktige Forhold, under hvilke den dog forekommer; og dernæst en Curve, der udtrykte det Forhold, som Erfaringen har lært at være det fordeelaktigste.» (Jfr även SCHOUWS kurvor för *Fagus*, ibid. sid. 184).

Analoga diagram kunna naturligtvis lika väl — och avsevärt enklare — upprättas på så sätt, att i stället för enligt den direkta metoden erhållna

frekvenstal som grund för frekvenskurvorna väljas de varaktighetstal, som erhållas enligt den indirekta metoden (jfr. HAMBERG 1918 tab. A). På ännu enklare sätt kan i princip samma mål ernås genom att direkt uppdraga kurvor genom punkter motsvarande de olika månadernas temperaturmedeltal (jfr t. ex. HAGEM 1931). Man kan även på så sätt erhålla uppfattning om de extrema klimattyper, som en viss växt kan antagas tolerera.

Det är dock icke säkert, att i verkligheten de mot de fyra punkterna å diagrammet fig. 26 svarande temperaturkraven alla kunna uttryckas i samma temperaturslag. En köldgräns kan sålunda tänkas betingad av viss fordran å maximitemperaturernas frekvens under viss årstid, ehuru samtidigt icke några sådana fordringar ställas å minimitemperaturen, att denna på någon punkt kommer att bliva begränsande faktor, o. s. v. Man kan därför i ett dylikt diagram komma att erhålla den ena punktens läge angivet i maximitemperatur, en annans i minimitemperatur o. s. v., precis så som fallet är i fråga om de av ENQUIST (1929 tab. 6—8) fastställda »konstanterna». På motsvarande sätt kan man givetvis även förfara utgående från årskurvor genom månadsmedeltal, då man ju har att tillgå sådana medeltal av dygnens extremtemperaturer såväl som av dess medeltemperaturer.

Huruvida lämpligast maximi-, medel- eller minimitemperatur bör väljas, därför kan, som ovan framhållits, någon generell regel icke givas, varför intet annat torde återstå än att pröva alla tre möjligheterna (jfr även SCHOUW 1822 sid. 77).

Minimitemperaturernas frekvens har naturligtvis sin givna betydelse i ett mycket stort antal fall; i den mån maximitemperaturen är ett gott uttryck för temperaturen under dagen (jfr HOFFMANN 1865 sid. 41) och insolationen

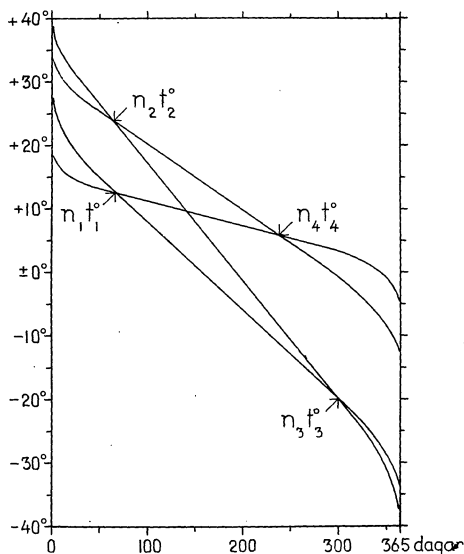


Fig. 26. Diagram visande huru dag-temperatur-kombinationer (= »klimatkonstanter» enl. ENQUIST) motsvarande värme- och köldkrav under sommar och vinter kunna tänkas begränsa läget av varaktighetskurvor och därmed den variationsvidd beträffande klimattyper, som tolereras av en växt, för vilken ifrågavarande dag-temp.-kombination gäller (jfr. tab. VIII).

Tag-Temperatur-Kombinationen (= »Klimakonstanten» von ENQUIST), die dem Wärme- bzw. Kältebedürfnis einer Pflanze während des Sommers und des Winters entsprechen könnten, können evtl. den Verlauf von Häufigkeitskurven (= »Dauerkurven» von ENQUIST) und also auch von Klimatypen, in denen die Pflanze gedeihen kann, begrenzen (vgl. Tab. VIII).

(HOFFMANN 1857, jfr sid. 309) är även den att tillmäta en ofta avgörande betydelse. Vilket samband som är starkast, det mellan dagens temperatur och maximitemperaturen, eller mellan dagens temperatur och dygnsmedeltemperaturen, samt huru och i så fall på vad sätt dessa samband förändras då klimattypen varierar, är mig veterligen ännu icke utrett; utredandet av dessa samband torde dock vara önskvärt i och för erhållande av svar på frågan om valet av temperaturfaktor (jfr även nedan sid. 395 om strålningens inverkan på växternas temperatur).

Betydelsen av ENQUISTS »konstanter», liksom av andra på analogt sätt erhållna värden, torde emellertid under alla omständigheter vara, att de kunna vara ett slags »indikatorer» på av en växt tolererade klimattyper. Det är ytterst osannolikt, att de skulle besitta någon specifik betydelse för växten i fysiologiskt avseende, så att de därigenom komme att skilja sig från andra dag-temp.-kombinationer av jämförbar storleksordning, d. v. s. motsvarande andra, närbelägna punkter på samma kurva, därest denna representerar en av växten tolererad klimattyp.

Om »klimatkonstanternas» växtfysiologiska betydelse.

ENQUISTS senare inställning till frågan om »konstanternas» omedelbara betydelse för växterna belyses bäst genom följande citat:

»Det måhända intressantaste resultatet av ifrågavarande statistiskt sett objektiva utredning¹ är tidsmomentets betydelse: ett visst antal dagar behöver temperaturen överskrida ett visst, relativt lågt temperaturvärde. Det är fullkomligt betydelselöst om enstaka av dessa dagar eller följder av dagar varit soliga och mycket varma, någon kompensation för relativt kyliga dagar (med temperaturvärden under konstantens ifråga) vinnes icke härigenom. Den fysiologiska förklaringen till detta hittills obekanta förhållande ligger emellertid icke i öppen dag, utan påfordrar vidare undersökningar. Antagligt är att trädens funktioner eller vissa av dessa (tillväxt, fruktsättning etc.) låta sig anknyta till just dessa konstanter.» (ENQUIST 1933 *a* sid. 160 noten).

Även om högre lufttemperatur i praktiken ofta kan göra sig gällande såsom en för assimilationsresultatet skadlig faktor (jfr t. ex. KOLOSKOFF 1932, PRINTZ 1933), så betyder detta icke, att värmeintensiteten överhuvud taget är likgiltig, så snart den överskridit ett visst, relativt lågt tröskelvärde (jfr även LINDQUIST 1931 sid. 341), eller att icke en följd av varma dagar i vissa avseenden skulle kunna uppväga några kallare. Det torde nog knappast vara för växterna betydelselöst, om dagarna äro soliga eller icke (jfr t. ex. STÄLFELT 1924, MICHAELIS 1934 *b*). För tillväxt, fruktsättning etc. är det icke likgiltigt, på vad sätt de varmare och kallare dagarna fördela sig under vegetationsperioden (jfr t. ex. FRIES 1843, TIRÉN 1935).

¹ Därmed torde avses den grafiska metoden att »fastställa klimatkonstanter».

Då emellertid »konstanterna», såväl som varaktighetskurvorna, representera medeltillstånd under ett flertal år, alltså medelfrekvens, så ligger det i sakens natur, att de olika varma dagarnas fördelning under året icke i någon mån kommer till synes. En dag under vår eller höst, då »konstant»-temperaturen nått och jämnt uppnås under en kortare stund, tillmätas enligt ENQUISTS betraktelsesätt precis samma betydelse för växten, som en varm sommar dag, då samma »konstant»-temperatur kanske aldrig underskrides. Det torde utan överdrift kunna betecknas som mycket djärvt att tillmäta två sådana dygn samma inflytande på växtens fysiologiska funktioner och samma betydelse för dess utveckling.

Konsekvensen av ett dylikt betraktelsesätt blir givetvis, att exempelvis tallen skulle trivas bra, om maximitemperaturen uppnådde $+17^{\circ}$ under 26 sommar dagar, men icke om den uppnådde t. ex. $+25^{\circ}$ under 25 dagar, men blott 16° den 26:e dagen. Låt vara, att sådana klimat icke finnas; det spelar härvidlag ingen roll. Äro tallens funktioner anknutna »till just dessa konstanter» — » $+17^{\circ}$ max.-temp., 26 dagar» — så kunna dessas betydelse prövas under sådana förhållanden, att temperaturen kan regleras (jfr BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 234). ENQUIST säger nämligen icke (och så vitt jag kan förstå, så underförstår han icke heller), att trädens funktioner äro anknutna till de genomsnittliga värmeförhållanden, som äro utmärkande för klimat, vilka uppfylla minst de nämnda villkoren, utan de skola vara anknutna till just denna bestämda dag-temp.-kombination.

Den icke uttalade förutsättningen för ENQUISTS metodik, nämligen att »konstanterna» ligga på en varaktighetskurva av normal eller åtminstone rimlig form (jfr dock ENQUIST 1929 sid. 17 not 2), får icke heller förbises, när det gäller försök att utreda deras betydelse eller att tillskriva dem specifik betydelse för växternas funktioner. Nödvändigheten av den nu nämnda förutsättningen visar just det osannolika i att »trädens funktioner» skulle »låta sig anknyta till just dessa konstanter». Av betydelse för växten är nämligen icke punkten, »klimatkonstanterna», utan varaktighetskurvan, som åskådliggör klimattypen.

Måste man således fränkänna »klimatkonstanterna» varje specifik, omedelbar fysiologisk verkan, (jfr dock ovan sid. 375 not 2), står det dock fast, att de böra kunna användas som »indikatorer» å av en växt tolererade klimattyper — n. b. om de invändningsfritt kunna fastställas, varpå ännu icke givits något exempel. Av större betydelse och intresse än de mot ev. »klimatkonstanter» svarande punkterna, torde de kurvor vara, som eventuellt kunna i stort sett skilja de heldragna och de streckade linjernas områden å diagrammen (jfr fig. 9—11). Dessa kurvor komma nämligen att motsvara vissa klimattyper, som under de förhandenvarande omständigheterna representera genomsnittliga temperaturförhållanden längs utbredningsgränserna. — Även i detta fall böra motsvarande konstruktioner kunna ske med utgång från varaktighetstal bestämda på indirekt väg, eller ev.

från direkt genom månadsmedeltal dragna kurvor, angivande temperaturens utjämnade, årliga gång. — Hur mycket som till äventyrs vore att vinna genom härledandet av dylika kurvor, skall emellertid här fullständigt lämnas därhän.

Här skall heller icke diskuteras, i vad mån beräkning av olika »värmesummor» eventuellt för närmare målet. Mycket god överensstämmelse mellan dylika värden beräknade ur månadsmedeltemperaturer samt utbredningen av *Lymantria monacha* har nyligen påvisats av ZWÖLFER (1934). HOFFMANN (1859) jämförde utvecklingen av *Linum* med värmesummor av medeltemperaturen och maximitemperaturen i skugga samt marktemperaturen å ett djup av 1 fot, och fann då som medeltal för 8 försök under olika år följande värmesummor: medeltemperatur = 657,4 (\pm 6,3), marktemperatur = 648,7 (\pm 10,2), maximitemperatur = 912,1 (\pm 19,0). Värdet å spridningen, i procent av medeltalen, har visat sig vara 2,7, 4,4 resp. 5,9; i HOFFMANNS försök har sålunda värmesummorna av medeltemperaturen givit det bästa resultatet. Beräkning av värmesummor kan säkerligen med stor fördel användas i många fall (jfr TIRÉN 1935).

Om extremtemperaturernas betydelse för växters utbredning.

Med vad som ovan uttalats, är det naturligtvis alls icke avsikten att påstå, att icke vissa dag-temp.-kombinationer eller ännu mera vissa extremtemperaturer för växter kunna vara av existensekologisk betydelse; så är ju nämligen fallet i allra högsta grad (jfr ERNST 1934). Odlas sydliga arter på en nordlig ort, kunna de växa och övervintra bra i många år, men så kommer en period med extremt ogynnsamma temperaturförhållanden, och då göra sig minimitemperaturernas inflytande gällande (jfr t. ex. SYLVÉN 1924 a, FABRICIUS 1930, TARASCHKEWITSCH 1931, BOSCH 1932). Å andra sidan kunna enstaka, gynnsamma år vara av avgörande betydelse för uppkomsten av en ny generation av arter, vilka leva nära gränsen för sin möjliga utbredning (jfr t. ex. SCHMUCKER & DRUDE 1934 sid. 562). Så kunna några ovanligt varma somrar i följd uppe vid norska Ishavskusten medföra föryngring i barrskogens där belägna nordligaste utposter, men sådant händer icke ofta (jfr RENWALL 1912, HAGEM 1917); dock torde fröar även där inträffa oftare än hittills antagits (EIDE 1923, 1932, OPSAHL 1934). Det är säkerligen sådana förhållanden HOFFMANN (1857 sid. 304) avser med orden: »Die Extreme nämlich, nicht aber die Mittel, bedingen Gedeihen und Vorkommen der Pflanzen, insoweit überhaupt das Klima bei Beiden betheiligt ist.» (HOFFMANN ansåg ju, att dagens temperatur bäst uttrycktes genom maximitemperaturen, jfr ovan sid. 309 samt sid. 390.)

Som ovan framhölls, äro de av ENQUIST använda varaktighetstalen (egentligen frekvenstalen) medelvärden för längre perioder (ALMQUIST 1929 a), och de innebära därför »medelvaraktighet» (medelfrekvens) för de perioder, som ligga till grund för deras beräkningar. ENQUIST har emellertid själv visat,

att för skördeutbytet — och detsamma gäller föryngringsmöjligheterna längs klimatgränser — är det icke endast temperaturens normala årliga gång, som är av betydelse, utan de varierande temperaturförhållandena under olika år (jfr även ORDING 1934 sid. 387). Som exempelvis HOFFMANN (1857 sid. 543) uttrycker saken: förekomsten av palmer påverkas icke av en frost vart hundra år, men en frost vart tionde år lägger avsevärda hinder i vägen för deras existens, och årliga, längre frostperioder betager dem varje möjlighet att existera. Dylika, sällan inträffande, men för utbredningsgränserna ej sällan avgörande temperaturförhållanden komma icke till uttryck, då medeltemperaturer angivas (ehuru väl i de årliga resp. månatliga minimitemperaturerna, om frostfrekvensen avses), men komma även att utöva ett mycket litet inflytande på förloppet av en ENQUISTS varaktighetskurva, och icke något inflytande alls på de delar av sådana kurvor, som ENQUIST hittills använt sig av för att erhålla »konstanter». Å andra sidan måste rättvisligen framhållas, att om tillräckligt långa perioder läggas till grund för varaktighetskurvorna, så komma även dessa sällsynta extremtemperaturer dock i någon mån till synes, som framgår av nedanstående data för Karesuando 1891—1930:

Maximitemperatur, som under-skridits	Antal observationer under 40 år	Medelfrekvens (summerad) i dagar pr år
— 39°	1	0,100
— 40°	1	0,075
— 41°	1	0,050
— 42°	1	0,025
— 43°	0	0,000

För att återkomma till HOFFMANNS exempel, se vi, att i detta fall en skillnad mellan frekvenserna 0,01 och 0,1 (1 dag vart 100:de resp. 1 vart 10:de år) kan vara av avgörande betydelse. Man får dock härvid icke förbise, att detta gäller frostfrekvens, alltså frekvens av en temperatur med specifik fysiologisk verkan, under det att de »klimatkonstanter» ENQUIST sökt fastställa snarast torde avse att motsvara växternas »normala» värme- (resp. köld-) behov — några som helst upplysningar om de för växterna verkligen skadliga eller kritiska temperaturförhållandena giva de emellertid alldeles icke; det är därför även omotiverat, att betrakta de i »konstanterna» ingående temperaturtalen som någon slags »Grenztemperaturen» (jfr GAMS 1931 a sid. 342). Vid frostsador föreligger ju inverkan av viss temperaturgrad,¹ ehuru denna naturligtvis även för en och samma växt varierar efter

¹ Givetvis fordras även i detta fall inverkan under viss tid, kortare ju lägre temperaturen är, varjämte föregående temperatur är av stor betydelse o. s. v. (jfr MAXIMOV 1929). Observera, att ENQUIST icke tager någon hänsyn till extremtemperaturernas varaktighet under det enskilda dygnet, d. v. s. deras varaktighet i egentligaste bemärkelse, vilken för direkta skadeverkningar är av största betydelse.

årstiden och förhållandena i övrigt. Så snart det gäller temperaturer, som icke ligga alltför nära de värden, där för växten köld- resp. värmedöd kan inträffa, bli förhållandena avsevärt mera komplicerade, enär vi då hava att räkna med just att t. ex. en varm, solig dag i viss utsträckning kan kompensera någon kallare, mulen dag. HOFFMANN (1857 sid. 302) betonar: »dass eine ganze Combination von Witterungs-Factoren gleichzeitig an jeder Wirkung betheiligt ist, dass ferner eine höchst mannigfaltige Compensation der einzelnen Witterungs-Factoren durch andere Statt finden kann, dass endlich derselbe Factor zu verschiedenen Jahreszeiten verschieden wirkt».

Vad beträffar jämförelser mellan temperaturförhållanden i olika klimat, så gäller även, att man icke kan förutsätta, att samma temperatur alltid har samma inverkan i olika klimat (jfr. BROCKMANN-JEROSCH 1919 sid. 73) oberoende av föregående temperaturförhållanden, olikheter i luftfuktighet etc. Dygnsamplituden måste bl. a. av denna anledning vara en faktor av viss betydelse (jfr dock FEDOROV 1934 sid. 167). Ett särfall inträder, när temperaturvariationerna bli så stora, att därigenom skador direkt tillfogas vegetationen (jfr HOFFMANN 1865, LANGLET 1929 *a*). Ett annat särfall inträder, då på våren transpirationen under inflytande av strålningen når hög intensitet, samtidigt som marken är frusen, så att vattenförlusten icke kan ersättas.

Om växternas temperatur och lufttemperaturen.

Det är ett välbekant förhållande, att växtdelar ofta hava annan temperatur än den omgivande luften. Tages hänsyn blott till lufttemperaturen, är det därför redan av denna anledning icke möjligt att härleda de växternas reaktioner direkt reglerande temperaturerna (jfr. t. ex. FRÖDIN 1916, HAMBERG 1924, NORDFORS 1928, GAMS 1931, LINDQUIST 1931). Visserligen kan man söka — och säkerligen i många fall även finna — samband mellan lufttemperatur och växtgränsers förlopp, men det kan dock vara lämpligt, att i detta sammanhang erinra om, att de inuti växtdelarna rådande temperaturerna — och det är ju dessa, som för växternas funktioner äro aktuella — icke endast äro beroende av den omgivande luftens temperatur, utan även av dess rörelsehastighet (FRÖDIN 1916 sid. 29 och följ., BERNBECK 1920, BARTH 1934) samt framför allt av strålningens intensitet, vilken varierar avsevärt efter rådande klimattyp (jfr HOFFMANN 1857, 1859, 1865, GOODMAN 1891, RESVOLL-HOLMSEN 1918, RUBNER 1921 *b*, STÄLFELT 1924, ÅNGSTRÖM 1925, 1932, 1933, WALLÉN 1930 sid. 268—269, AURÉN 1930, 1933, 1934, ÅNGSTRÖM & TRYSELIUS 1934).

HOFFMANN ansåg, att anledningen till att man ej lyckas erhålla någon fullständig överensstämmelse mellan temperaturförhållandena och växters

utbredning, till väsentlig grad utgöres just av att insolationen lämnats ur räkningen (jfr ovan sid. 309). Som ett exempel på strålningens betydelse kan anföras, att vintertiden i Tyrolen på höjdlägen kunde av solstrålningen träffade granbarr höja sin temperatur med 9° , årskvistar med över 11° jämfört med lufttemperaturen 2 cm därifrån; skedde jämförelse med lufttemperaturen utanför trädkronan, fingo differenserna ökas med $3-7^{\circ}$ (MICHAELIS 1934 *b*). Detta är icke några maximalvärden, utan de kunna enligt MICHAELIS betraktas som »häufige Normaltemperatur». Tack vare denna starka strålning kan även transpirationen under en vinterdag bli av samma intensitet som under sommaren på en torr ståndort (MICHAELIS 1934 *a*).

Särskilt betingelserna för föryngringen, i den mån groningen och de unga plantornas vegetationsförhållanden avses, kan man icke heller sluta sig till av de vanliga temperaturuppgifterna. Temperaturförhållandena invid och nära markytan kunna i hög grad avvika från lufttemperaturen, som vanligen är bestämd vid en höjd av 1,5 à 2 m i instrumentburar (jfr GEIGER 1927). Som exempel kan anföras, att vid Berlin förekommer 30 % flera frostdagar 5 cm än 2 m över marken (SCHWALBE 1922), samt att enligt WEGENER (1923) vid Danmarkshavn å Grönland medeltemperaturen för juli månad endast är $+4^{\circ},4$, men vid markytan »zwischen Zweigen der Vegetation» ej mindre än $+13^{\circ},0$. — Framhållas bör kanske i detta sammanhang, att de meteorologiska stationernas placering i och invid samhällen (»stadsklimat») och vid gårdar å platser med gynnsamt lokalklimat ofta medför, att de där avlästa temperaturerna endast mycket approximativt kunna tillämpas för omgivande terräng.

De tankar HOFFMANN (1865 sid. 39) uttryckte för tre kvarts sekel sedan, ha fortfarande sin fulla aktualitet, nämligen att »die Verhältnisse, wenn man das Gesamtareal in's Auge fasst, viel zu compliciert sind, als dass irgend eine Hoffnung bleibe, dieselben auf einen einfachen Ausdruck zurückzuführen».

Sammanfattning av resultat och slutsatser.

De viktigaste resultaten och slutsatserna av de undersökningar och studier, för vilka ovan redogjorts, kunna i korthet sammanfattas som följer.

1. Betydelsen av att en tidfaktor kombineras med, eller ingår i en temperaturfaktor, då temperaturens inflytande på vegetationen skall uttryckas, har sedan länge tillbaka upprepade gånger betonats, och även praktiskt tillämpats; i den klimatologiska litteraturen har sålunda använts såväl frekvens- som varaktighetstal av både medeltemperatur och extremtemperaturer.

2. Frekvensen av maximi-, medel- och extremtemperaturer i Gällivare har beräknats för åren 1926—1930. Av de erhållna värdena har framgått, att sambanden mellan dygnens medel- och extremtemperaturer under 5-årsperioden äro praktiskt taget fullständiga, vilket är fallet även med sambanden mellan medel- och extremtemperaturer av samma frekvens, varför temperaturförhållandena i allmänhet karakteriseras lika väl genom angivande av frekvens- eller varaktighetsvärden av dygnens medeltemperatur som av deras maximi- eller minimitemperatur.

3. Månadsmedeltal av dygnens medeltemperaturer samt medeltal av dylika månadsmedeltal för längre perioder karakterisera temperaturförhållandena under samma perioder på praktiskt taget samma sätt som frekvenstal av dygnens maximi-, medel- eller minimitemperaturer. Det är därför anledning att alltid först pröva, huruvida icke de lätt beräknade medeltemperaturvärdena äro användbara, innan tidsödande beräkningar av dygnstemperaturers frekvens utföras.

4. Skall jämförelse ske mellan orter belägna inom trakter med samma klimattyp, torde det vara likgiltigt vilken temperaturfaktor som väljes; skall åter jämförelse ske mellan orter belägna inom trakter med olika klimattyp, kommer givetvis valet av temperaturfaktor att spela in i mer eller mindre hög grad.

5. Det råder ett starkt och i viss utsträckning nästan lineärt samband mellan varaktighetstal av temperaturer, vilka erhållas indirekt genom grafisk bestämning med utgång från månadsmedeltemperaturer, och de frekvenstal, vilka erhållas direkt genom summering av de olika dygnens observerade (eller beräknade) temperaturer (d. v. s. enligt ENQUISTS förfaringssätt).

6. Kurvor angivande frekvens eller varaktighet av temperaturer äro, då de erhållas genom beräkning av medelfrekvens resp. varaktighet under ett flertal år, och avse att återgiva genomsnittliga temperaturförhållanden, alltid behäftade med viss osäkerhet.

7. På grund av klimatfluktuationer variera kurvornas lägen icke endast från år till år, utan även, då de återgiva medelvärden, från decennium till decennium. Klimatets systematiska förändringar äro i större eller mindre utsträckning regionala. Det är därför nödvändigt, särskilt när temperaturförhållandena skola jämföras beträffande varandra närbelägna meteorologiska stationer, att de meteorologiska data (och även frekvens- eller varaktighetskurvor), som skola sinsemellan jämföras, hänföra sig till en och samma period.

8. En granskning av den av ENQUIST (1933 *a*) beskrivna metoden för fastställande av vissa »klimatkonstanter» (= frekvenstal av extremtemperatur) för växter, har givit vid handen, att några dylika för granens, tallens och

björkens nordgränser karakteristiska frekvenstal av maximitemperatur, vilkas isolinjer (termoisokroner) till sina förlopp överensstämna med nämnda gränser, icke låtit sig fastställas. Frekvenstal har beräknats av maximitemperaturen för åren 1922—1932 vid 8 svenska meteorologiska stationer, vilka omgiva granens och tallens nordvästgränser.

9. Å den av ENQUIST (1929 fig. 9, 1933 *b* fig. 1) publicerade kartan över granens utbredning, angivas nord- och västgränserna av utbredningsområdet samtidigt vara termoisokroner motsvarande granens »konstanter», trots att vissa delar av gränserna förlöper genom trakter, där de meteorologiska stationernas ringa antal icke möjliggör bestämmande av termoisokroners närmare förlopp.

10. Nordgränserna för *Fagus sylvatica* och *Carpinus betulus* inom Skandinavien samt västgränserna för *Picea excelsa* och *Pinus silvestris* inom Skandinavien etc., äro icke eller icke uteslutande betingade av klimatet, och ännu mindre av temperaturen allenast, varför eventuella överensstämmelser mellan dessa gränser och å ENQUISTS kartor angivna termoisokroner endast visa, att ENQUIST kan fastställa »klimatkonstanter» för utbredningsgränser, som icke äro betingade av klimatet! Att det ev. går att enligt ENQUISTS metodik »fastställa klimatkonstanter» är sålunda i och för sig icke något bevis varken för riktigheten av ENQUISTS metodik, eller ens för att »klimatkonstanterna» i det enskilda fallet hava någon betydelse för utbredningsgränsernas förlopp.

11. Granens väst- och sydvästgräns inom Skandinavien är till övervägande del en historisk samt konkurrensbiologisk gräns; granen har visat sig vara i stånd till effektiv självföryngring såväl vid västkusten som i Danmark.

12. Planterad bok både växer och självföryngrar sig mycket bra i Stockholmstrakten och ännu norr därom, t. ex. vid Östanå och Wik.

13. Vid kritiken av ENQUISTS diskussion om sambanden mellan klimat och växtgränser har anledning funnits att särskilt framhålla,

att så länge närmare kännedom saknas om temperaturens inverkan på växternas reaktioner under olika omständigheter, äro alla uttryck för temperaturförhållandena endast att betrakta som »indikatorer»,

att av största betydelse är icke endast temperaturernas frekvens, utan även vilken tid på året olika temperaturer inträffa,

att en klimatgräns icke utan vidare kan betraktas som en temperaturgräns, att vid studiet av de faktorer, som betinga växters utbredningsgränser måste hänsyn tagas icke blott till övriga klimatfaktorer, såsom strålning, nederbörd, vind etc., och ståndsortsfaktorer, såsom markbeskaffenhet, vattentillgång, exposition, utan även till konkurrens med andra växter, den mänskliga odlingens inverkan, växternas fysiologiska variabilitet samt deras invandrings- och spridningshistoria.

att man av en växts spontana utbredningsgränser icke utan vidare kan sluta sig till dess existensekologiska utbredningsbetingelser och ännu mindre till temperaturbetingelserna för dess fysiologiska reaktioner, enär man icke är berättigad förutsätta, varken att en växt alltid når fram till sina existensekologiska utbredningsgränser, eller att dessa gränser äro betingade uteslutande av temperaturen, även om de sammanfalla med förloppen av vissa isotermer och termoisokroner.

14. Förfaringssättet, att medelst en grafisk konstruktion utvälja en faktor (t. ex. »klimatkonstanter» = dag-temperatur-kombination), vars isolinje närmast överensstämmer med förloppet av en viss utbredningsgräns, innebär icke någon säkerhet för att gränsen i verkligheten är betingad av mot isolinjen svarande klimattfaktor.

15. Någon specifik, fysiologisk inverkan på växternas livsfunktioner kunna de i »klimatkonstanterna» ingående temperaturerna och dagantalen icke tillmätas, bl. a. emedan det för de fysiologiska reaktionerna avgörande icke är lufttemperaturen, utan temperaturen inuti växtens delar, vilken även bestämmes av strålning och vindhastighet.

16. Av betydelse för växterna är icke punkten, »konstanterna», utan frekvens- eller varaktighetskurvan, som representerar klimattypen.

Slutord.

Det sätt varpå klimatet, enkannerligen temperaturförhållandena, för olika ändamål lämpligast böra uttryckas, har jag icke avsett att här söka utreda, lika litet som jag eftersträvat att giva någon utförligare redogörelse för hithörande litteratur. Min avsikt har närmast varit att framhålla en del synpunkter, som icke få förbises, då det gäller att behandla frågan om samband mellan temperatur och växtgränser, samt dessutom att uppvisa det bristfälliga i en viss angiven metodik, vars resultat synas hava godtagits inom vida kretsar (SWEDBERG 1930 sid. 33—35, E. D[U]. R[IEZ]. 1933 sp. 703). Jag vill emellertid alls icke förneka, att — i likhet med SUPAN, HAMBURG, LIVINGSTON & SHREVE, ENQUIST, HAGEM och andra — även jag är av den uppfattningen, att frekvens- och varaktighetstal äro synnerligen användbara för att återgiva temperaturförhållandena, ja kanske rent av nödvändiga, då man önskar sinsemellan jämföra olika klimattyper. Därav följer emellertid alls icke, att vid alla tillfällen endast och allenast dylika tal äro användbara som »klimatindikatorer». Uppriktigt sagt måste jag erkänna, att min tilltro till varaktighetsvärdenas företräden i nämnda avseende var större innan jag hade utfört de studier, för vilka jag i detta arbete redo-

gjort. Det förhåller sig naturligtvis så, att frekvensen av temperaturgrader i väsentlig grad kommer till uttryck även i medeltal av dygnstemperaturer.

Beträffande förloppen av växters utbredningsgränser må framhållas, att dessa — i likhet med biologiska företeelser i allmänhet — sällan eller aldrig äro på något komplicerat sätt betingade av en faktor; synas förhållandena invecklade, beror detta på samspel mellan ett flertal faktorer, av vilka var och en för sig sannolikt inverkar på ett ganska enkelt sätt. Det må visserligen vara möjligt, att genom geografisk-statistiska metoder härleda en temperaturfaktor, som står i samband med en utbredningsgräns för en viss växt, men denna temperaturfaktor får icke utan vidare förutsättas direkt betinga utbredningen genom omedelbar inverkan å växtens fysiologiska reaktioner; ehuru visserligen ej sällan den viktigaste, är dock temperaturen allenast en av grundfaktorerna i det stora och invecklade växtbiologiska komplex, som på varje lokal betingar växtens vara eller icke vara.

* * *

»In der That, die letzte Aufgabe bei naturwissenschaftlichen Fragen dieser Art kann nicht die sein, eine Formel zu finden, sondern — die Erscheinung zu verstehen» (HOFFMANN 1865 sid. 41).

Rättelse.

Å fig. 12 (sid. 347) har kurvan för Storlien (6) beklagligtvis erhållit ett något felaktigt förlopp, i det att den dragits 0,75 mm för långt åt höger, så att den för maximitemperaturen $+19^{\circ}$ angiver en varaktighet av 18 dagar, då det riktiga värdet istället skall vara 16 dagar (jfr tab. V sid. 344). Den hel-dragna linjen 6 skall därför vid denna temperatur gå ungefär lika långt till vänster om den streckade linjen 8, som den å figuren ligger till höger om densamma. Felet å figuren saknar emellertid varje betydelse för diskussionen.

Anförd litteratur.

- AAENG, R., 1925. Kan tiden for skogklædning av vore snaumarker betydelig forkortes? — Tidsskrift for skogbruk, 33.
- ALLARD, H. A., 1932. Length of day in relation to the natural and artificial distribution of plants. — Ecology, 13.
- ALM, C. G., 1921. Bidrag till Kebnekaisetraktens flora. — Svensk botanisk tidskrift, 15.
- ALMQUIST, E., 1929 a. Upplands vegetation och flora. — Acta phytogeografica suecica, 1.
- 1929 b. Träd och buskar i Upplands vegetation. — Lustgården, 10.
- ANDERSSON, G., 1902. Hasseln i Sverige fordom och nu. — Sveriges geologiska undersökning, ser. Ca, no. 3.
- 1903. Några drag ur de svenska skogarnas historia. — Skogsvårdsföreningens tidskrift, 1.
- 1905. Die Entwicklungsgeschichte der skandinavischen Flora. — Wissenschaftliche Ergebnisse des internationalen botanischen Kongresses, Wien 1905. Jena 1906.
- & BIRGER, S., 1912. Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria. — Norrländskt handbibliotek, 5.
- ARRHENIUS, O., 1917. Några smärre bidrag till kännedomen om Stockholmstraktens växter. — Svensk botanisk tidskrift, 11.
- AURÉN, T. E., 1930. Ljus klimatologiska undersökningar. — Skogsvårdsföreningens tidskrift, 28.
- 1933. Illumination from sun and sky. — Arkiv för matematik, astronomi och fysik, 24 A, no. 4.
- 1934. Witterung und Holzgewächs. — Bioklimatische Beiblätter, 1.
- BARTH, A., 1924. Om vore skoger og vort skogstel. — Tidsskrift for skogbruk, 32.
- 1934. Om vindens produktjonsnedsettende innflytelse i skogen og midlerne til å bekjempe den. — Bilag til Tidsskrift for skogbruk, 42.
- BATHEN, R., 1925. Skogtilstanden i Troms. — Tidsskrift for skogbruk, 33.
- 1929. Fra Troms. Proveniensi betraktninger. — Ibidem, 37.
- 1931. Skogforholdene i Troms. — Ibidem, 40. 1932.
- 1935. Vore polare furuskoger. — Ibidem, 43.
- Beretning om det norske skogvesen for 1929. — Oslo 1930.
- BERGIUS, P. J., 1780. Tal, om Frukt-Trægårdar och deras främjande i vårt Rike. — Stockholm 1780.
- BERNBECK, O., 1920. Wind und Pflanze. — Tharandter forstliches Jahrbuch, 71.
- BIRGER, S., 1910. Om förekomsten i Sverige af *Elodea canadensis* L. G. Rich. och *Matricaria discoidea* DC. — Arkiv för botanik, 9, no. 7.
- BLOCH, C., 1889. Naturlig Foryngelse af en Rødgranbevoksning. — Tidsskrift for Skovvæsen, Række A, 1.
- BOJESEN, H., 1930. Rødgranens Spredningsevne. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, 15.
- BOSCH, R., 1932. Riesige Frostschäden in den Waldkarpathen. — Mitteilungen der deutschen dendrologischen Gesellschaft, 44.
- BROCKMANN-JEROSCH, H., 1913. Der Einfluss des Klimacharakters auf die Verbreitung der Pflanzen und Pflanzengesellschaften. — Engler's botanische Jahrbücher, 49.
- 1919. Baumgrenze und Klimacharakter. — Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme, 6. Zürich.
- BUHL, V., 1931. Smaaskovforeningene. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, 17. 1932.
- BÜSGEN, M., 1911. *Cupulifera*. — KIRCHNER, O., LOEW, E. & SCHROETER, C., Lebensgeschichte der Blütenpflanzen Mitteleuropas, Stuttgart 1911.
- CAJANDER, A. K., 1926. Zur Frage der allgemeinen Bedingungen der Kultur ausländischer Gewächse mit spezieller Rücksicht auf die Kultur der ausländischen Holzarten in Finnland. — Mitteilungen der deutschen dendrologischen Gesellschaft, 36.
- CARBONNIER, H., 1934. Kulturgranskogens föryngring. — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 32.
- CLEVE-EULER, A., 1912. Skogsträdens höjdgränser i trakten av Stora Sjöfallet. — Svensk botanisk tidskrift, 6.
- CUATRECASAS, J., 1932. Die Verbreitung von *Fagus sylvatica* auf der Iberischen Halbinsel. — Veröffentlichungen des geobotanischen Instituts Rübel in Zürich, 8.

- DAHLGREN, K. V. O., 1917. Frösäkersboken. — Skogen, 4.
 Danmarks Klima, 1933. — Köbenhavn 1933.
- DENGLER, A., 1904. Die Horizontalverbreitung der Kiefer (*Pinus silvestris* L.). — Neudamm 1904.
- 1910. Neues zur Frage des natürlichen Verbreitungsgebietes der Kiefer. — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 42.
- 1912. Die Horizontalverbreitung der Fichte (*Picea excelsa* Lk.). — Neudamm 1912.
- DU RIETZ, G. E., 1925. Den sydsvenska kustens naturskyddsfrågor. — Sveriges natur, 16.
- 1928. Kritik an pflanzensoziologischen Kritikern. — Botaniska notiser 1928.
- 1930. Vegetationsforschung auf soziationsanalytischer Grundlage. — ABDERHALDEN, E., Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Berlin & Wien 1930.
- 1933. Trädgränser. — Nordisk familjebok, 3:e uppl., bd. 19.
- EIDE, E., 1923. Om temperaturmaalingner og frøsetning i Nord-Norges furuskoger 1920. — Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen, 1.
- 1930. Sommervarmens betydning for granfrøets spireevne. — Ibidem, 3.
- 1932. Furuens vekst og foryngelse i Finnmark. — Ibidem, 3.
- EKHOLM, N., 1914. Beräkning av luftens månadsmedeltemperatur vid de svenska meteorologiska stationerna. — Bihang till Meteorologiska iakttagelser i Sverige, 56. 1916.
- EKLUND, O., 1931. Über die Ursachen der regionalen Verteilung der Schärenflora Südwest-Finnlands. — Acta botanica fennica, 8.
- EKMAN, S., 1922. Djurvärldens utbredningshistoria på skandinaviska halvön. — Stockholm 1922.
- ENEROTH, O., 1930. »Till frågan om sambandet mellan en Orts värmeklimat och hårdheten hos dess tallvegetation». — Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift 1930.
- ENQUIST, F., 1924. Sambandet mellan klimat och växtgränser. — Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar, 46.
- 1929. Studier över samtida växlingar i klimat och växtlighet (Studies of contemporary changes in climate and vegetation). — Svensk geografisk årsbok 1929.
- 1932. Om klimatets inverkan på skördevariationer. — Ibidem, 1932.
- 1933 a. Trädgränsundersökningar (Baumgrenzuntersuchungen). — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 31.
- 1933 b. Officiell geografisk sakkunskap år 1932. — Uppsala & Stockholm 1933.
- ERDTMAN, G., 1932. The northwestern distribution limit of *Fagus sylvatica* L. — Svensk botanisk tidskrift, 26.
- 1933. Granens utbredning i Europa. — Ibidem, 27.
- ERNST, F., 1934. Die Bedeutung der Klimaextreme für den Waldbau in Mitteleuropa. — Forstwissenschaftliches Centralblatt, 56.
- EVENBY, J., 1925. Vernskogen i Gudbrandsdalen. — Tidsskrift for skogbruk, 33.
- FABRICIUS, L., 1930. Die Schäden des Winterwetters 1928/29 an den fremdländischen Holzarten des forstlichen Versuchsgartens in Grafrath bei München. — Forstwissenschaftliches Centralblatt, 52.
- FABRICIUS, O., 1928. Gran-Selvsaaninger i Tisvilde Hegn. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, 13.
- FEDOROV, E. E., 1934. Die Beziehung zwischen dem Ernteertrag und der Entwicklungsdauer von Feldpflanzen und den »klimatischen» Wittertypen. — Bioklimatische Beiblätter, 1.
- FISHER, R. A., 1932. Statistical methods for research workers, 4th ed. — London 1932.
- & HOBLYN, T. N., 1928. Maximum- and Minimum-correlation tables in comparative climatology. — Geografiska annaler, 10.
- FLODERUS, M., 1911. LINNÉS resor i Västmanland. — Västmanlands läns tidnings julnummer (»Från Målarstrand till Städjan») 1911.
- 1931. Åholmens naturpark. — Lustgården, 12.
- FRIES, C., 1933. Den svenska tundran. — Sveriges natur, 24.
- FRIES, E., 1843. Botaniska utflygter. I. — Upsala & Stockholm 1843.
- FRIES, TH. C. E., 1913. Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. — Vetenskapliga och praktiska undersökningar i Lappland anordnade av Luossavaara-Kiirunavaara A.-B. Upsala 1913.
- 1918. Några kritiska synpunkter på skogsgränsproblemet. — Svensk botanisk tidskrift, 12.
- FRÖDIN, J., 1916. Studier över skogsgränserna i norra delen av Lule Lappmark. — Lunds universitets årskrift, N. F. avd. 2, bd. 13. 1917.

- GAMS, H., 1931 a. Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen. — Forschungen und Fortschritte, 7, no. 25/26.
- 1931 b. Die klimatische Begrenzung von Pflanzenarealen und die Verteilung der hygrischen Kontinentalität in den Alpen. — Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 66.
- GANSSEN, R. H., 1934. Untersuchungen an Buchenstandorten Nord- und Mitteldeutschlands. — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 66.
- GEIGER, R., 1927. Das Klima der bodennahen Luftschicht. — Braunschweig 1927.
- WOELFLE, M. & SEIP, L. PH., 1934. Höhenlage und Spätfrostgefährdung. VI. Mitteilung. — Forstwissenschaftliches Centralblatt, 56.
- GIÖBEL, F., 1905. Några bilder från en svensk löfång. — Skogsvårdföreningens tidskrift, 3.
- GLØERSEN, A. T., 1884. Vestlands-Granen og dens Invandrings-Veie. — Den norske Forstförenings Aarvog 1884.
- GLØERSEN, F., 1934. Granen lengst sør i Norge. — Tidsskrift for skogbruk, 42.
- GOLDSCHMIDT, R., 1932. Genetik der geographischen Variation. — Forschungen und Fortschritte, 8, no. 27.
- GOODMAN, K., 1881. Ueber den täglichen Gang der Temperatur und Feuchtigkeit in Pawlowsk an heiteren und trüben Tagen. — Wild's Repertorium für Meteorologie, 14.
- GRANIT, A. W., 1907. Nordlig fyndort för gran. — Skogsvårdföreningens tidskrift, 5.
- GRANLUND, E., 1925. Några växtgeografiska regiongränser. *Betula nana*, *Erica tetralix* och *Ledum palustre* i Sverige. — Geografiska annaler, 7.
- GRIGGS, R. F., 1934. The Edge of the Forest in Alaska and the Reasons for Its Position. — Ecology, 15.
- GRINNDAL, TH., 1927. Med danska skogsmän på exkursion. — Skogen, 14.
- GROSS, H., 1934. Die Fichte (*Picea excelsa* Lk.) in Ostpreussen. — Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen, 66.
- GROTH, E. F., 1913. Eken å Frösön i Jämtland. — Skogsvårdföreningens tidskrift, 11.
- GRØN, H., 1934. Skoven og Mennesket gennem de vekslende Tider. — København 1934.
- HAGEM, O., 1917. Furuens og granens frøsetning i Norge. — Meddelelse nr. 2 fra Vestlandets forstlige forsøksstation.
- 1926. Schütteskader paa furuen (*Pinus silvestris*). — Ibidem, nr 7.
- 1931. Forsøk med vestamerikanske træslog. — Ibidem, nr. 12.
- 1932. Om skogplantning og fremmede treslag. — Naturen, 56.
- 1933. Vestlandsskogens foryngelsemuligheter. — Skogbrukeren, 9. 1934.
- 1935. Ändningssvekkelse som skogbegrensande faktor i Vest-Norge. — Ibidem, 10.
- HALDEN, B., 1917. Om torvmossar och marina sediment inom norra Hälsinglands litorinaområde. — Sveriges geologiska undersökningens årsbok, 11.
- 1920. Om de norrländska skalbankarnas växtgeografiska betydelse. — Svensk botanisk tidskrift, 14.
- 1928. Asken (*Fraxinus excelsior* L.) vid sin svenska nordgräns. — Svenska skogsvårdföreningens tidskrift, 28.
- HALL, H., 1884. Gran nordenfor Polarcirkelen. — Den Norske Forstforenings Aarvog 1884.
- HAMBERG, A., 1924. Till frågan om förhållandet mellan växtgränser och klimat. — Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar, 46.
- HAMBERG, H. E., 1907. Medeltal och extremer af lufttemperaturen i Sverige. — Bihang till Meteorologiska iakttagelser i Sverige, 49. 1908.
- 1918. Termosynkroner och termoisokroner på den skandinaviska halvön (Thermosynchromes et thermoisochrones dans la péninsule scandinave). — Ibidem, 60. 1922.
- HANN, J. VON, 1932. Handbuch der Klimatologie, Bd 1, 4. Auflage. — Stuttgart 1932.
- & SÜRING, R., 1926. Lehrbuch der Meteorologie, 3. Auflage. — Leipzig 1926.
- HANNERZ, A. G., 1923. Die Waldgrenzen in den östlichen Teilen von Schwedisch-Lappland. — Svensk botanisk tidskrift, 17.
- HAUCH, L. A., 1926. Den lukkede Skov. — København 1926.
- & OPPERMAN, A., 1898—1902. Haandbog i Skovbrug. — København 1898—1902.
- HAUGE, A., 1929. Granen er begynt å spre sig selv i Luster. — Tidsskrift for skogbruk, 37.
- HEIKINHEIMO, O., 1921. Die Waldgrenzwälder Finnlands und ihre künftige Nutzung. — Meddelanden från forstvetenskapliga försöksanstalten, 4.
- HELGESEN, J. A., 1927. Granforekomsten i Graataadalen. — Tidsskrift for skogbruk, 35.

- HELLMANN, G., 1917 a. Die wärmsten und die kältesten Tage in Berlin seit 1766. — Bericht über die Tätigkeit des Kgl. Preussischen Meteorologischen Instituts im Jahre 1916. Veröffentlichungen no. 292.
- 1917 b. Über strenge Winter. — Sitzungsberichte der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften, 52. 1917.
- 1918 a. Über milde Winter. — Ibidem, 11. 1918.
- 1918 b. Über warme und kalte Sommer. — Ibidem, 39. 1918.
- 1921. Klima-Atlas von Deutschland. — Veröff. d. Preuss. Meteorolog. Inst. no. 312.
- HEMBERG, E., 1904. Tallens degenerationszoner i södra och västra Sverige. — Skogsvårdsföreningens tidskrift, 1.
- 1913. Afvenboken (*Carpinus betulus*), dess utbredning i Europa och spridningsbiologi. — Ibidem, fackavdelningen, 11.
- 1917. Berättelse öfver skogsvårdsstyrelsens i Kronobergs län verksamhet och förvaltning under år 1916. — Ibidem, 15, Bilaga 5.
- 1918. Bokens (*Fagus silvatica* L.) invandring till Skandinavien och dess spridningsbiologi. — Ibidem, 16.
- HEMMENDORF, E., 1897. Om Ölands vegetation. — Akademisk afhandling, Upsala 1897.
- HESS, E., 1935. Die Holzgefunde am Findelengletscher. — Schweizische Zeitschrift für Forstwesen, 86.
- HESELMAN, H., 1932. Om klimatets humiditet i vårt land och dess inverkan på mark, vegetation och skog. — Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt, 26.
- & SCHOTTE, G., 1906. Granen vid sin sydvästgräns i Sverige. — Ibidem, 3.
- HOFFMANN, H., 1857. Witterung und Wachstum oder Grundzüge der Pflanzen-klimatologie. — Leipzig 1857.
- 1859. Ueber den klimatischen Coëfficienten der Vegetation. — Botanische Zeitung, 17.
- 1865. Untersuchungen zur Klima- und Bodenkunde mit Rücksicht auf die Vegetation. — Ibidem, 23.
- HOLLGREN, C. A., 1903. Boken i Halland. — Tidskrift för skogshushållning, 31.
- HUDECZEK, F., 1933. Die Korrelationsrechnung als forstliche Arbeitsmethode. — Tharandter forstliches Jahrbuch, 84.
- HULT, R., 1885. Blekinges vegetation. — Meddelanden af Societas pro fauna et flora fennica, 8.
- HÅRD AF SEGERSTAD, F., 1924. Sydsvenska florans växtgeografiska huvudgrupper. — Malmö 1924.
- HØEG, O. A., 1924. Bøken i Norge. — Tidsskrift for skogbruk, 32.
- HÖGDAHL, T. & SERNANDER, R., 1914. Särö och Västerskog. — Sveriges natur, 5.
- ILVESSALO, L., 1926. Über die Anbaumöglichkeit ausländischer Holzarten. — Mitteilungen der deutschen dendrologischen Gesellschaft, 36.
- ISSLER, E., 1932. Die Buchenwälder der Hochvogesen. — Veröffentlichungen des geobotanischen Instituts Rübel in Zürich, 8.
- JUUL, J. G., 1924. Granens vekstgrænser i Norge. — Tidsskrift for skogbruk, 32.
- 1925. Iakttagelser over vegetativ formering hos fjellbjørken (*Betula odorata*, Bechst.) — Ibidem, 33.
- KIERULF, TH., 1931. Fra Sørlandet. — Ibidem, 39.
- 1934. HENRIK PRINTZ: Granens og furuens fysiologi og geografiske utbredelse. (Referat) — Ibidem, 42.
- KINDT, S., 1931. Dyrkning av Rødgran paa Moser. — Dansk Skovforenings Tidsskrift, 16.
- KIRSTEINS, K., 1932. Das natürliche Vorkommen und die Oekologie der Hainbuche (*Carpinus betulus*) in Lettland. — Comptes rendus, Congrès de Nancy, Union internationale des institutes de recherches forestières. Nancy 1933.
- KOLLER, TH., 1924. Bøken i Norge. — Tidsskrift for skogbruk, 32.
- KOLOSKOFF, P. I., 1932. Die Wärme als ein Faktor der Lebensaktivität der Pflanze. — Commission de météorologie agricole. Procès-verbaux des séances de Munich, 19—21 septembre 1932. Utrecht 1933.
- KROK, TH. O. B. N. & ALMQUIST, S., 1923. Svensk flora för skolor. I. Fanerogamer. 18:e upplagan utgiven av E. ALMQUIST. — Stockholm 1923.
- KÖPPEN, W., 1926. Methoden die Andauer der Temperatur über bestimmten Schwellen zu finden, und deren Anwendung auf die Verbreitungsgrenzen von Buche und Stieleiche. — Engler's botanische Jahrbücher, 60.
- LANG, R., 1932. Der Standort der Lärche innerhalb und ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes. — Forstwissenschaftliches Centralblatt, 54.

- LANGLET, O., 1929 *a*. Några egendomliga frosthärjningar å tallskog, jämte ett försök att klarlägga deras orsak. — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 27.
- 1929 *b*. Die Entwicklung der Provenienzfrage in Schweden. — Verhandlungen des internationalen Kongresses forstlicher Versuchsanstalten, Stockholm 1929. Stockholm 1930.
- 1934 *a*. Om variationen hos tallen (*Pinus silvestris* L.) och dess samband med klimatet (Über die Variation der Kiefer (*Pinus silvestris* L.) und deren Zusammenhang mit dem Klima). — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 32.
- 1934 *b*. Provenienzfrågan i ny belysning. — Skogen, 21.
- LEIJONHUFVUD, A. C:SON, 1928. Skogar och skogsbruk i Holland. — Ibidem, 15.
- LIE, H., 1924. Fjeldskogen. — Tidsskrift for skogbruk, 32.
- 1927. Litt om granens utbredelse i Norge. — Ibidem, 35.
- LINDGREN, S. J., 1842. Exkursioner vid S. Ö. stranden af Venern. — Botaniska notiser 1842.
- LINDMAN, C. A. M., 1918. Svensk fanerogramflora. — Stockholm 1918.
- LINDNER, J., 1925. Bohuslänska skogsfrågor. — Göteborgs handels- och sjöfartstidning, 9 september 1925.
- LINDQUIST, B., 1931. Den skandinaviska bokskogens biologi. — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 29.
- 1932. Den sydsandinaviska kulturgranskogens reproduktionsförhållanden. — Ibidem, 30.
- LIVINGSTON, B. E. & SHREVE, F., 1921. The distribution of vegetation in the United States, as related to climatic conditions. — Carnegie Institution of Washington, no. 284.
- MACDOUGAL, D. T., 1907. Factors affecting the seasonal activities of plants. — Plant World, 10.
- MALMSTRÖM, C., 1910. Åholmen. Ett bidrag till kännedomen om bokens förekomst i Sverige. — Skogsvårdsföreningens tidskrift, 8.
- 1920. *Trapa natans* L. i Sverige. — Svensk botanisk tidskrift, 14.
- 1931. Om faran för skogsmarkens försumpning i Norrland. — Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt, 26.
- 1933. Om skogsdikning och försumpningsfaran i Norge. — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 31.
- manusk. Tönnersjöhedens försöksspark i Halland. Ett bidrag till kännedomen om sydvästra Sveriges skogar, ljunghedar och torvmarker. — Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt, (ej publ.).
- MAXIMOV, N. A., 1929. Internal factors of frost and drought resistance in plants. — Protoplasma, 7.
- MAYR, H., 1906. Fremdländische Wald- und Parkbäume für Europa. — Berlin 1906.
- MICHAELIS, P., 1934 *a*. Ökologischen Studien an der alpinen Baumgrenze. II. Die Schichtung der Windgeschwindigkeit, Lufttemperatur und Evaporation über eine Schneefläche. — B. B. C., Abt. B, 52.
- 1934 *b*. III. Über die winterlichen Temperaturen der pflanzlichen Organe, insbesondere der Fichte. — Ibidem.
- MILLS, F. C., 1925. Statistical Methods applied to Economics and Business. — London 1925.
- MOHN, H., 1895. Klima-Tabeller for Norge. 1. Luftens Temperatur. — Videnskabselskabets Skrifter. 1. Mathem.-Naturv. Klasse, no. 10.
- 1923. Atlas de climat de Norvège. Nouvelle édition par AA. GRAARUD et K. IRGENS. — Geofysiske publikationer, II. Oslo.
- MORK, E., 1933. Temperaturen som foryngelsefaktor i de nordtrønderske granskoger. — Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen, 5.
- MÜNCH, E. & LISKE, F., 1926. Die Frostgefährdung der Fichte in Sachsen. — Tharandter forstliches Jahrbuch, 77.
- NICOLAI, E., 1931. Anregungen zur Individual- und Rassenzucht. — Berichte des Westpreussischen botanisch-zoologischen Vereins, 54.
- NILSEN, J., 1934. Vestlandsskogenes tilvekst. — Skogbrukeren, 9.
- NILSSON, A., 1897. Om Norrbottens växtlighet med särskild hänsyn till dess skogar. — Tidskrift för skogshushållning, 25.
- 1902. Om bokens utbredning och förekomstsätt i Sverige. — Ibidem, 30.
- NORDFORS, A. G., 1921. Något om den vegetativa förnygringen i våra skogar med särskild hänsyn till granens förnygring i fjällskog. — Norrlands skogsvårdsförbunds tidskrift 1921.

- NORDFORS, A. G., 1928. Fjällskogens och exponerade skogars föryngringsmöjligheter med särskild hänsyn till det producerade fröets grobarhet under extrema klimatbetingelser. — *Ibidem* 1928.
- NORDHAGEN, R., 1933. De senkvartære klimavekslinger i Nordeuropa og deres betydning for kulturforskningen. — Institutet for sammenlignende kulturforskning, ser. A, 12.
- OHLSÉN, R., 1924. Bidrag till kännedomen om kärlväxtfloran i Södra Inland, Bohuslän. — *Acta horti gothoburgensis*, 1.
- OPSAHL, W., 1925. Fra Skotland. — *Tidsskrift for skogbruk*, 33.
- 1934. Våre polare furuskoger. II. — *Ibidem*, 42.
- OPSAL, A., 1930. Ny granforekomst i Beiarn. — *Ibidem*, 38.
- ORDING, A., 1933. Om furuplanter og kystklima. — *Ibidem*, 41.
- 1934. Orienterende pollenanalyser fra de norske kystdistrikten. — *Meddelelser fra det norske skogforsøksvesen*, 5.
- OSTENFELD, C. H., 1921. Bornholms Amt. Plantevækst. — *Danmark Land og Folk*, bd. 5. København 1921.
- PALMGREN, A., 1925. Die Artenzahl als pflanzengeographischer Charakter, sowie der Zufall und die säkulare Landhebung als pflanzengeographische Faktoren. — *Acta botanica fennica*, 1.
- POST, L. VON, 1924. Ur de sydsvenska skogarnas regionala historia under postarktisk tid. — *Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar*, 46.
- PRINTZ, H., 1933. Granens og furuens fysiologi og geografiske utbredelse. — *Nyt magasin for naturvidenskaperne*, 73.
- 1934. Bemærkninger om barskogens vekst- og foryngelseforhold i vintermilde kyststrøk. — *Skogbruken*, 9.
- RADLOFF, F., 1805. Beskrifning öfver norra delen af Stockholms län. Andra delen. — Uppsala 1805.
- RAUKTYS, J., 1934. Die Verbreitungsgrenze der Weissbuche (*Carpinus betulus* L.) in Litauen. — *Mitteilungen der deutschen dendrologischen Gesellschaft*, 46.
- RENSCH, B., 1929. Das Princip geographischer Rassenkreise und das Problem der Artbildung. — Berlin 1929.
- RENWALL, A., 1912. Die periodischen Erscheinungen der Reproduktion der Kiefer an der polaren Waldgrenze. — *Acta forestalia fennica*, 1.
- RESVOLL-HOLMSEN, H., 1918. Fra fjeldskogene i det østenfjeldske Norge. — *Tidsskrift for skogbruk*, 26.
- 1921. Forholdet mellem granens utbredelse og sommernerbørdnen i vore fjelddale foruten andre skogsspørsmål. — *Ibidem*, 29.
- RETZIUS, A. J., 1806. Försök till en flora oeconomica sveciæ. — Lund 1806.
- »ROBUR», 1935. Bohusläns forna ekskogar. — *Göteborgs handels- och sjöfartstidning*, 29 januari 1935.
- RODIN, L. E., 1933. Materialien zur Kenntnis der Wälder des Tian-schan. Die Fichtenwälder des Nordabhanges im Dshungarischen Alatan. — *Acta instituti botanici academiae scientiarum U. R. S. S., Leningrad, series III geobotanica*, 1.
- RUBINSTEIN, E., 1924. Beziehungen zwischen dem Klima und dem Pflanzenreiche. — *Meteorologische Zeitschrift*, 41.
- RUBNER, K., 1921 a. Die Spätfröste und die Verbreitungsgrenzen unserer Waldbäume. — *Forstwissenschaftliches Centralblatt*, 43.
- 1921 b. Ökologische und pflanzengeographische Lichtfragen. — *Ibidem*, 43.
- 1929. Das klimatische Optimum Mayrs. — *Forstarchiv*, 5.
- 1932. Das ursprüngliche Areal der Fichte in Europa. — *Beiheft zum Botanischen Centralblatt (Ergänzungsband)*, 49.
- 1934. Die pflanzengeographisch-ökologischen Grundlagen des Waldbaus. 3. Auflage. — Neudamm 1934.
- RUDEN, T., 1934. Fra vore nordligste skoger. — *Tidsskrift for skogbruk*, 42.
- RÜBEL, E., 1932. Zusammenfassende Schlussbetrachtungen zur Vortragsrunde über die Buchenwälder Europas. — *Veröffentlichungen des geobotanischen Instituts Rübels in Zürich*, 8.
- SAMBUK, F. A. & DEDOFF, A. W., 1933. Die Unterzonen der Petschora-Tundren. — *Acta instituti botanici academiae scientiarum U. R. S. S., Leningrad, series III geobotanica* 1.
- SAMUELSSON, G., 1915. Über den Rückgang der Haselgrenze und anderer pflanzengeographischer Grenzlinien in Skandinavien. — *Bulletin of the geological institution of the university of Upsala*, 13.

- SAMUELSSON, G., 1927. Studien über die Vegetation der Hochgebirgsgegenden von Dalarne. — *Nova acta regia societatis scientiarum*, Upsala, ser. 4, vol. 4. no. 8.
- 1934. Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nordeuropa. — *Acta phytogeographica suecica*, VI.
- SAXLUND, M., 1924. Norges vernskog. II. Hvaler. — *Tidsskrift for skogbruk*, 32.
- SCHANDERL, H. & KAEMPFFERT, W., 1933. Über die Strahlungsdurchlässigkeit von Blättern und Blattgeweben. — *Planta*, 18.
- SCHMUCKER, T. & DRUDE, G., 1934. Über Verbreitungsgesetze bei Pflanzen, insbesondere *Allium ursinum*. — *B. B. C.*, Abt. A, 52.
- SCHOTTE, G., 1904. Sommarexkursionen till Skåne och Bornholm. — *Skogsvårdsförningens tidskrift*, 2.
- 1916. Lärken och dess betydelse för svensk skogshushållning. — *Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt*, 13—14.
- SCHOUW, J. F., 1822. Grundtræk til en almindelig Plantegeographie. — Kjøbenhavn 1822.
- SCHWALBE, G., 1922. Fröste am Erdboden in Norddeutschland (Ref.). — *Die Naturwissenschaften*, 10.
- SCHWARZ, H., 1933. Wuchsgebiete der Küstendouglasie in Europa. — *Centralblatt für das gesamte Forstwesen*, 59.
- SCHÜBELER, F. C., 1886. *Viridarium Norvegicum*, I. — Christiania 1886.
- SEEGER, M., 1913. Ein Beitrag zur Samenproduktion der Waldbäume im Grossherzogtum Baden. — *Naturwissenschaftliche Zeitschrift für Forst- und Landwirtschaft*, 11.
- SENDTNER, O., 1854. Die Vegetations-Verhältnisse Südbayerns. — München 1854.
- SERNANDER, R., 1892. Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien. — *Engler's botanische Jahrbücher*, 15.
- 1901. Växtvärlden. — Uppland, skildring av land och folk. Uppsala 1905.
- 1933. Parker och trädgårdar i gamla Närke. — Närke. Studier över landskapets natur och odling, 1. Stockholm 1933.
- SKINNEMOEN, K. A., 1925. Vestlandsintryck. — *Tidsskrift for skogbruk*, 33.
- Skogplantning i Norge, 1921. Utgitt av Skogdirektøren. — Bilag til *Tidsskrift for skogbruk*, 29.
- Skogsvännen, 1880. Några anmärkningsvärda träd (Osignerad notis). — *Skogsvännen*, 17.
- SMITT, A., 1924. Granens vestgränser i Norge. — *Tidsskrift for skogbruk*, 32.
- 1933 a. Striden om de vestlandske plantninger. — *Aftenposten*, 3 juni 1933.
- 1933 b. Granplantningen på Vestlandet. — *Tidsskrift for skogbruk*, 41.
- SPARRE-ULRICH, E., 1925. Foryngelse af Granbevoksninger ved Selvsaaning. — *Dansk Skovforenings Tidsskrift*, 10.
- 1931. Foryngelse af Granbevoksninger ved Selvsaaning. — *Ibidem*, 16.
- STEENSTRUP, K. J. V., 1896. Om Fyrreskovens Forsvinden paa Anholt. — *Tidsskrift for Skovvæsen*, 8.
- STEFANOFF, B., 1930. Versuch zur Darstellung einer parallelen Klassifikation der Klimate und der Vegetationstypen. — *Verhandlungen der bulgarischen Akademie der Wissenschaften*, 26.
- STOYANOFF, N., 1932. The beech woods of the Balkan Peninsula. — *Veröffentlichungen des geobotanischen Institutes Rübel in Zürich*, 8.
- STRÖM, I. A. AF, 1830. Handbok för skogshushållare. 2:a upplagan. — Stockholm 1830.
- STÄLFEIT, M. G., 1924. Tallens och granens kolsyreassimilation och dess ekologiska betingelser. — *Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt*, 21.
- SUPAN, A., 1887. Die mittlere Dauer der Haupt-Wärmeperioden in Europa. — *Petermann's Mitteilungen*, 33.
- SWEDBERG, S., 1930. Geografi för det differentierade gymnasiet, 1. — Stockholm 1930.
- SYLVÉN, N., 1905. Sveriges nordligaste vilda bokbestånd. — *Skogsvårdsförningens tidskrift*, 3.
- 1924 a. Om våra främmande barrträds vinterhärdighet. — *Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt*, 21.
- 1924 b. Till Drottningens ö. — *Lustgården*, 5.
- 1925. Ekebyhov. — *Ibidem*, 6.
- 1931 a. Tvenne höstdagar vid Stockholms skärgård. — *Ibidem*, 12.
- 1931 b. I Mälar- och Bergslagsbygd. — *Ibidem*.
- 1933. Närke under dendrologisk synvinkel. — *Ibidem*, 14.

- ZYMKIEWICZ, D., 1930. La limite thermique des arbres existe-t-elle? — Acta societatis botanica poloniae, 7.
- TARASCHEWITSCH, A., 1931. Die Frostschäden-Katastrophe in den Wäldern Polens. Bericht von E. BUCHHOLZ. — Forstarchiv 1934.
- THEDENIUS, K. F., 1871. Flora öfver Uplands och Södermanlands fanerogamer och bräkenartade växter. — Stockholm 1871.
- TIRÉN, L., 1934. Några iakttagelser öfver den naturliga föröngningens uppkomst på Kullbäckslidens försöksfält. — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 32.
- 1935. Om granens kottsättning, dess periodicitet och samband med temperatur och nederbörd. — Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt, 28.
- TSCHERMAK, L., 1929. Die Verbreitung der Rotbuche in Österreich. — Mitteilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Österreichs, Heft 41.
- TURESSON, G., 1922. The genotypical response of the plant species to the habitat. — Hereditas, 3.
- 1930. The selective effect of climate upon the plant species. — Ibidem, 14.
- TYSZKIEWICZ, S., 1934. Contribuant à la question de deux aires d'épicéa en Pologne. — Institut de recherches des forêts domaniales, travaux et comptes rendus, ser. A, no. 5—6.
- VAUPELL, C., 1863. De danske Skove. — Kjøbenhavn 1863.
- VE, S., 1931. Skogstrærnes forkomst og høidegrenser i Årdal. — Meddelelser fra Vestlandets forstlige forsøksstation, 13.
- 1933. Villtveksende gran i Lærdal. — Tidsskrift for skogbruk, 41.
- VIERTHAPPER, F., 1932. Die Rotbuchenwälder Oesterreichs. — Veröffentlichungen des geobotanischen Instituts Rübel in Zürich, 8.
- VOGT, C. I., 1933. FREDRIK ENQUIST. Trädgränsundersökningar. (Referat). — Skogbrukeren, 8.
- WALLÉN, A., 1930. Klimatet förr och nu. — Svenska skogsvårdsföreningens tidskrift, 28.
- WALTER, H., 1931. Die Hydratur der Pflanze und ihre physiologisch-ökologische Bedeutung. — Jena 1931.
- WATT, A. S. & TANSLEY, A. G., 1932. British Beechwoods. — Veröffentlichungen des geobotanischen Instituts Rübel in Zürich, 8.
- WEGENER, A., 1923. Das Wesen der Baumgrenze. — Meteorologische Zeitschrift, 40.
- WEISMANN, C., 1900. Skove og Skovbrug paa Fyn. — Odense 1900.
- WERTH, E., 1934. Weitere Untersuchungen zur klimatischen Bedingtheit unserer Forstgehölze. II. Die maritime Waldgrenze, die atlantische Heide und die Verbreitung und das Alter des Podsolböden in Nordwestdeutschland. — Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft, 21.
- WIBECK, E., 1909. Bokskogen inom Östbo och Västbo härad av Småland. — Meddelanden från Statens skogsförsöksanstalt, 6.
- 1917. Ur skogens historia i forna tiders Bohuslän. — Göteborg 1917.
- WIKSTRÖM, J. E., 1840. Stockholms Flora, I. Tillägg till Florans Förra del. — Stockholm 1840.
- WILSE, E., 1931. Granens vei mot vest. — Tidsskrift for skogbruk, 39.
- WISTRAND, G., 1934. Bidrag till kännedomen om floran i Pite lappmarks barrskogsregion. — Svensk botanisk tidskrift, 28.
- ZINSERLING, G. D., 1933. Über die Nordwestgrenze der sibirischen Lärche (*Larix sibirica* Ledb.). — Acta instituti botanici academix scientiarum U. R. S. S., Leningrad, ser. III geobotanica, 1.
- ZWÖLFER, W., 1934. Die Temperaturabhängigkeit der Entwicklung der Nonne (*Lymantria monacha* L.) und ihre bevölkerungswissenschaftliche Auswertung. — Zeitschrift für angewandte Entomologie, 21.
- ÅNGSTRÖM, A., 1925. On radiation and climate. — Geografiska annaler, 7.
- 1932. P. M. betrefvs forskjellige Fragen im Zusammenhang mit agrikulturmeteorologischen Untersuchungen. — Commission de météorologie agricole. Procès-verbaux des séances de Munich, 19—21 septembre 1932. Utrecht 1933.
- 1933. On the radiation from sun and sky at Sveanor. — Geografiska annaler, 15.
- & TRYSELIUS, O., 1934. Total radiation from sun and sky at Abisko. — Ibidem, 16.
- ÖRTENBLAD, TH., 1901. Anteckningar om trädens biologi. — Bihang till Årsskrift från föreningen för skogsvård i Norrland 1901.

Über den Zusammenhang zwischen Temperatur und Verbreitungsgrenzen von Pflanzen.

Seit einigen Jahren bin ich mit Untersuchungen über die Provenienzfrage und folglich auch mit den Zusammenhängen zwischen Klima und Pflanzenverbreitung beschäftigt. Obwohl die vorliegenden Studien gewissermassen als Grund zur Behandlung von solchem meteorologischem Material dienen sollen, das sich für künftige Arbeiten über die Provenienzfrage der Waldbäume als erforderlich zeigen kann, werden sie hier in einer separaten Veröffentlichung dargelegt, nicht zum wenigsten aus dem Grunde, weil auch solche Fragen hier zur Behandlung aufgenommen werden, die für die Provenienzforschung nicht von direkter Bedeutung sind.

Mit den Temperaturwerten, die als Mass der Temperaturverhältnisse an den Verbreitungsgrenzen von Pflanzen angegeben werden, hat man im allgemeinen wohl nur beabsichtigt, eine annäherungsweise Auffassung von dem durchschnittlichen Wärmegrad und dem allgemeinen Klimatyp zu vermitteln. Neuerdings ist jedoch von ENQUIST (vgl. 1933 *a*) eine neue Methode ausgearbeitet worden, die zu solchen Temperaturfaktoren führen soll, welche durch physiologische Auswirkung an den Funktionen der Pflanzen unmittelbar den Verlauf gewisser Verbreitungsgrenzen bedingen. Bei meinen Studien wurde es mir klar, dass ohne Bearbeitung des meteorologischen Primärmaterials eine zuverlässige Beurteilung dieser bemerkenswerten Methode, »Klimakonstanten« für Pflanzen zu ermitteln, nicht möglich ist. Häufigkeitswerte von Temperaturmaxima einiger meteorologischen Stationen sind daher an der Meteorologisch-Hydrographischen Staatsanstalt berechnet und mir gütigst nebst früherem Material zur Verfügung gestellt worden; die Häufigkeitswerte von Temperaturmaxima bzw. -minima einiger Stationen, sowie die Häufigkeits- bzw. Dauerwerte von Mitteltemperaturen u. s. w. habe ich selbst errechnet.

In früheren Arbeiten hat ENQUIST (1924, 1929) behauptet, dass es niemals gelungen worden sei, irgendwelche Zusammenhänge zwischen Mitteltemperaturen längerer Perioden (z. B. Julitemperatur, Mitteltemperatur der Vegetationsperiode, der wärmsten drei Monate u. dgl. m.) oder Dauerwerten von Tagesmitteltemperaturen einerseits und biologischen Erscheinungen andererseits nachzuweisen.

An Hand von Data aus Gällivare (1926—1930) wird hier gezeigt, dass die Korrelation zwischen Dauerwerten¹ der Extremtemperaturen und der Mitteltemperatur des Tages fast vollständig (obgleich nicht ganz linear) ist (Abb. 1 und 2). Der Zusammenhang zwischen 5-jährigen Monatsmitteln (Abb. 3) bzw. sämtlichen Monatsmitteln der 5-jährigen Periode (Abb. 4) der Tagesmitteltemperatur einerseits und der Extremtemperaturen andererseits, ist für das Klima charakteristisch.

¹ ENQUIST nennt die Anzahl der Tage, während welcher eine bestimmte Temperatur über- bzw. unterschritten wird: »Dauerwerte«. Ich habe unten diese Benennung nicht verwendet, weil sie nicht zutreffend ist; die Werte ENQUISTS sind ja Häufigkeitswerte

In der Abb. 3 liegen die 4 Punkte für die Monate Januar, März, Mai und Juli fast in einer geraden Linie ($r = + 0,997$); in der Abb. 4 liegen die 20 Punkte für dieselben Monate etwas zerstreut, $r = + 0,981$. Wird mit den Maximum- und Mitteltemperaturen aller 620 Tage derselben Monate während der 5 Jahre gerechnet (Tab I), so scheint die Zerstreung etwas grösser zu sein, $r = + 0,976$. Die Korrelation ist also von solcher Stärke, dass man nicht ohne weiteres berechtigt ist, der Mitteltemperatur jede biologische Bedeutung abzusprechen und nur die Temperaturmaxima (bzw. -minima) als ausschlaggebend anzusehen.

Abb. 5 zeigt, dass die Temperaturabweichungen der einzelnen Jahre durch Häufigkeitswerte der Mitteltemperaturen ebenso gut wie durch Häufigkeitswerte der Temperaturmaxima charakterisiert werden können. Auch Mittelwerte von Monatsmitteltemperaturen können mindestens gleich gut die Temperaturabweichungen zum Ausdruck bringen (Tab. II). Es wird noch gezeigt, wie die Dauerwerte der Temperaturen, die indirekt aus Monatsmittelwerten berechnet worden sind (vgl. z. B. HAMBERG 1918), mit den den Tagestemperaturen entsprechenden Häufigkeitswerten übereinstimmen (Abb. 6 und 7). RUBINSTEIN (1924) hat gefunden, dass Thermoisochronen der Tagesmitteltemperaturen von $+ 5^{\circ}$ C. oder darüber und die Nordgrenzen einiger Baumarten in Russland fast denselben Verlauf haben (Abb. 8). Verf. hat gezeigt (LANGLET 1934 a), dass zwischen dem Trockensubstanzgehalt der Nadeln junger Kiefernpflanzen und der Länge der Vegetationsperiode ihrer Heimat (= Dauer der Tagesmitteltemperaturen von $+ 6^{\circ}$ C. oder darüber) ein enger Zusammenhang besteht ($r = + 0,94$).

Vor kurzem hat ENQUIST (1933 a) in einer Abhandlung die Methode der Ermittlung der sog. »Klimakonstanten« für Pflanzenarten veröffentlicht. Er berechnet für einige meteorologische Stationen ausser- bzw. innerhalb der Verbreitungsgrenzen einer Pflanze Häufigkeitswerte der täglichen Temperaturmaxima (oder -minima). In Diagrammen werden die Häufigkeitskurven der Stationen ausserhalb der Grenze voll ausgezogen, diejenigen der Stationen innerhalb der Grenze dagegen gestrichelt (vgl. HOFFMANN 1865 s. 36). Die »Konstantenbestimmung« geschieht dann in der Weise, dass die Lage desjenigen charakteristischen Punktes im Diagramm festgestellt wird, wo links alle Kurven gestrichelt, rechts alle Kurven ausgezogen sind (vgl. Abb. 9 und 10). Dieser Punkt repräsentiert in den genannten Fällen die »Konstanten« (von mir Tag-Temperatur-Kombination genannt) des Wärmebedürfnisses der Pflanzenart während des Sommers.

Die »Konstantenbestimmungen« ENQUISTS werden eingehend erörtert; ihre Ausführung nach der veröffentlichten Methode scheint aus mehreren Gründen unmöglich zu sein.

Das Klima, und u. a. also auch die Häufigkeitswerte der Temperaturmaxima, schwankt sehr bedeutend von Jahrzehnt zu Jahrzehnt (Tab. III and IV). Die Häufigkeitskurven sind stets mit mehr oder weniger grossen Fehlern behaftet; eine geringe Differenz zwischen Häufigkeitswerten derselben Temperatur an verschiedenen Kurven ist deshalb nicht immer von Belang.

Die »Konstanten«, welche ENQUIST für Fichte, Kiefer und Birke festgestellt haben will (Abb. 9—11), können überhaupt nicht ermittelt werden, wenn für die von ihm benutzten meteorologischen Stationen mit Häufigkeitswerten derselben Jahresfolge gerechnet wird (ENQUIST hat für die 6 schwedischen Stationen mit 6 verschiedenen Jahresfolgen gerechnet; vgl. die tabellarische Übersicht S. 337), oder wenn ausserdem noch eine Station hinzukommt, für Birke: Riksgränsen (vgl.

Abb. 11), für Fichte: Merkenes oder Suorva (Tab. V, Abb. 12, Tab. VI), für Kiefer: Merkenes (Tab. V, VII).

Die von ENQUIST veröffentlichten Verbreitungskarten (z. B. Abb. 13) sind keine Beweise für einen Kausalzusammenhang zwischen den »Konstanten« und der Verbreitungsgrenze, für welche die »Konstanten« ermittelt wurden. Es wird gezeigt, dass die Nordgrenze der Buche in Schweden, sowie die West- und Südwestgrenze der Fichte in Skandinavien keine Klimagrenzen sind. Gerade für diese Grenzen hat aber ENQUIST »Klimakonstanten« ermittelt!

Nach ENQUIST (1933 a) soll *Fagus sylvatica* höchstens 120 Tage mit Maximumtemperaturen von + 5° oder weniger ertragen; die Buche verjüngt sich jedoch in Gegenden, wo (nach Abb. 13) eine Tageszahl von etwa 140 mit der genannten Temperatur normal ist. Die Buche kann sich nährlich bei Stockholm (Abb. 14) und noch weiter nördlich, beispielsweise bei Wik (59° 45' n. Br.) und Östanå (59° 34' n. Br.), gut verjüngen. Natürlich entstandene Buchen gibt es noch bei Leufsta (60° 25' n. Br.) und bei Älvkarleö (60° 34' n. Br.), wo der stärkste Stamm einen Durchmesser von ca. 25 cm hat.

Betreffs der Fichte sagt ENQUIST (1933 a): »Nach maritimen Gebieten hin wird die Wärmegrenze für diese Baumart durch die Minimumtemperatur bestimmt: der Winter muss mehr als 120 Frosttage aufweisen (für Kiefer 90 Frosttage). Diese letztere Forderung ist es, die beispielsweise die Fichte von der schwedischen Westküste und von dem norwegischen Westlande ausschliesst.« Die Fichte verjüngt sich aber sehr gut an der schwedischen Westküste, in Bohuslän (Abb 16, 17), Halland (Abb. 22, 23) und Skåne wie auch in Dänemark. In Särö, wo Überbleibsel der ehemaligen, aus *Pinus silvestris* und *Quercus sessiliflora* bestehenden Küstenvegetation der schwedischen Westküste anzutreffen sind (Abb. 18—20), gibt es urwüchsige *Picea excelsa* (Abb. 21), die sich auch verjüngt. — Tatsächlich gibt es in Bohuslän, dem nördlichen Teil der schwedischen Westküste, eigentlich nicht eine Fichtengrenze und eine Kieferngrenze, sondern eine gemeinsame Nadelholzgrenze (vgl. die Karte Abb. 15); nur in sechs Lokalen in Bohuslän kommt die Kiefer westlich der Fichtengrenze spontan vor. Diese für Kiefer und Fichte gemeinsame Verbreitungsgrenze kann doch nicht zu gleicher Zeit von den »Konstanten« 90 und 120 Frosttage bedingt sein!

Das Fehlen der Nadelbäume an der schwedischen (und wahrscheinlich auch zum Teil der norwegischen) Westküste hängt teils davon ab, dass diese Gegenden einst von Eichenwäldern u. dgl. eingenommen waren, teils ist es aber ein Werk des Menschen; in Bohuslän folgt die Verbreitungsgrenze oft Mauern, Guts-, Gemeinde- oder Provinzgrenzen. Die natürliche Verbreitung der Nadelbäume in Bohuslän wird in Abb. 15 nach einer Karte wiedergegeben, die mir vom Provinzialoberförster J. LINDNER gütigst zur Verfügung gestellt wurde. — Tatsächlich hat ENQUIST durchaus nicht gezeigt, »dass die lange für eine Ausbreitungsgrenze gehaltene Westgrenze der Fichte in Norwegen eine Wärmegrenze ist«, wie es GAMS (1931 S. 323) behauptet.

Eine Methode, wie die von ENQUIST, wäre nur unter der Voraussetzung zulässig, wenn die Pflanzen überall vorkämen, wo ihre Existenz möglich war (vgl. HOFFMANN 1857 S. 544) und wenn die Verbreitungsgrenzen ausschliesslich durch die Temperatur bedingt wären. Dies dürfte aber im allgemeinen nicht der

Fall sein. Man muss stets auch andere Faktoren berücksichtigen, und nicht nur Klimafaktoren (wie Strahlung, Niederschläge, Wind) und Standortfaktoren (wie Boden, Wasserverhältnisse, Exposition), sondern auch die Konkurrenz seitens anderer Gewächse (z. B. Konkurrenz zwischen Fichte einerseits und Buche oder Eiche andererseits), die Folgen menschlicher Eingriffe (z. B. Senkung der Waldgrenzen in den Bergen, Entwaldung der Küstengebiete) und auch die Einwanderungs- und Verbreitungsgeschichte der Pflanzen.

Ferner muss die physiologische Variabilität innerhalb der Arten berücksichtigt werden (vgl. TURESSON 1922, 1930, und auch RENSCH 1929). Es ist beispielweise physiologisch gar nicht dieselbe *Pinus silvestris*, die an der Westgrenze der Art in Norwegen, Südschweden, Deutschland, Schottland oder Frankreich wächst (LANGLET 1934 a Tab. I). Die Variabilität des Trockensubstanzgehaltes der Kiefern sämlinge aus Samen von verschiedenen Orten in Schweden ist aus Abb. 25 ersichtlich. Eine grundsätzlich entsprechende Variabilität zeigt auch die Kälteresistenz sowie die Wachstumsgeschwindigkeit (ibid. S. 107), d. h. Eigenschaften, die für die Resistenz bzw. Konkurrenzkraft der Pflanzen unter verschiedenen klimatischen Bedingungen von grösster Bedeutung sind. Es ist daher auch nicht zu erwarten, dass ein und derselbe Klimafaktor auf dieselbe Weise für die Lage verschiedener Teile einer Verbreitungsgrenze, die Gebiete mit ungleichartigen Klimatypen durchzieht, ausschlaggebend sein kann.

Die Frage, welche Bedeutung den »Klimakonstanten« ENQUISTs beizumessen ist, wird näher erörtert. Diese Tag-Temp.-Kombinationen drücken eventuell die Temperaturforderungen der Pflanzen aus (vgl. Tab. VIII) und können die Variationsweite der Häufigkeitskurven begrenzen (vgl. Abb. 26), d. h. sie können die von einer Pflanze tolerierten Klimatypen angeben — vorausgesetzt jedoch, dass die »Klimakonstanten« einwandfrei festgestellt worden sind! — Eine direkte, physiologische Bedeutung für die Lebenserscheinungen der Pflanzen kommt den »Konstanten« kaum zu; von Bedeutung ist nicht der Punkt, die »Konstanten«, sondern die Linie, welche den Klimatyp wiedergibt.

Es ist selbstverständlich auch nicht die Lufttemperatur, die für die Reaktionen in der Pflanze direkt massgebend ist, sondern die in den Geweben herrschenden Temperaturen, welche durch Strahlung und Wind mitbedingt werden. Diese inneren Temperaturen können ja die Lufttemperatur nicht unbeträchtlich übersteigen und nicht nur die Temperatur der einen Baum umgebenden Luft, sondern auch die Temperatur der Luft in unmittelbarer Nähe (2 cm) eines Pflanzenorgans (vgl. MICHAELIS 1934 b).

ENQUIST berücksichtigt nicht, zu welcher Zeit des Jahres die verschiedenen Extremtemperaturen eintreten, was aber für die Existenzmöglichkeiten der Pflanzen von entscheidender Bedeutung sein kann.

Die Verbreitungsgrenzen von Pflanzen werden — wie biologische Erscheinungen im allgemeinen — selten oder nie in komplizierter Weise von nur einem Faktor bedingt; sind die Verhältnisse verwickelt, so hängt dies von der Zusammenwirkung mehrerer Faktoren ab, von welchen jeder für sich ganz gewiss ziemlich einfach einwirkt. Es kann zwar möglich sein, durch geographisch-statistische Methoden ein Temperaturfaktor zu ermitteln, welcher mit einer Verbreitungsgrenze einer

Pflanze im Korrelationsverhältnis steht; doch darf nicht ohne weiteres angenommen werden, dass dieser Einfluss der Temperatur sich unmittelbar auf die physiologischen Reaktionen der Pflanze auswirkt. Vielmehr ist dieser Einfluss der Temperatur, obwohl nicht selten der wichtigste, doch nur als einer der Grundfaktoren in dem grossen und verwickelten ökologischen Komplex zu betrachten, der an jedem Ort das Sein oder Nichtsein der Pflanze bedingt.

«In der That, die letzte Aufgabe bei naturwissenschaftlichen Fragen dieser Art kann nicht die sein, eine Formel zu finden, sondern — die Erscheinung zu verstehen» (HOFFMAN 1865 S. 41).
