

This article was downloaded by: [UZH Hauptbibliothek / Zentralbibliothek Zürich]

On: 05 May 2015, At: 14:36

Publisher: Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954

Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



## Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar

Publication details, including instructions for authors  
and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/sgff19>

### Den kvartärgeologiska forskningen i Sverige under de senaste 25 åren

R. Sandegren

Published online: 04 Jan 2010.

To cite this article: R. Sandegren (1921) Den kvartärgeologiska forskningen i Sverige under de senaste 25 åren, Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar, 43:3-4, 119-156, DOI: [10.1080/11035892109445911](https://doi.org/10.1080/11035892109445911)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11035892109445911>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan,

sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

## Den kvartärgeologiska forskningen i Sverige under de senaste 25 åren.

AV

R. SANDEGREN.

### Inledning.

År 1896, då Geologiska Föreningen i Stockholm firade sitt 25-årsjubileum, gjorde A. G. NATHORST i majhäftet av föreningens förhandlingar en återblick över geologiens utveckling i Sverige under föreningens första 25-årsperiod. Detta år kan för övrigt sägas bilda epok inom den svenska kvartärgeologien, i det att under detsamma tvenne arbeten utkommo, vilka äro av en oerhört stor betydelse såväl därigenom, att de inom var sitt område gävo en sammanfattning av dåtida vetande som genom att de verkat inriktande och uppslagsgivande på följande tiders forskning. Dessa arbeten äro »Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» av GERARD DE GEER och »Svenska växtvärldens historia» av GUNNAR ANDERSSON.

Under den följande, här till behandling föreliggande 25-årsperioden<sup>1</sup> finnes en annan viktig milstolpe i svensk geologisk och där-

<sup>1</sup> Av utrymmesskäl har förf. funnit nödigt begränsa denna översikt till att söka lämna en orientering främst rörande de problem inom kvartärgeologien, vilka under tidsavsnittet i fråga i särskilt hög grad tagit forskarnes intresse i anspråk, medan andra endast erhållit ett mera summariskt omnämnande. Att framställningen härvidlag måste bli huvudsakligen refererande och ej dömande eller värdesättande är ju alldeles nödvändigt, helst som många av hithörande frågor ännu stå under den allra livligaste diskussion. Beträffande den anförda litteraturen hänvisas till följande lätt tillgängliga bibliografier: Förteckning över Sveriges Geologiska Undersöknings publikationer (senaste upplaga 1920), Generalregister till Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar (utgivet t. o. m. 1919), Index to Bulletin of the Geological Institution of the University of Upsala Vol. I—X 1893—1910, S. G. U. Maps and Memoirs on Swedish Geology Stölm 1910, Person-, sak- och kartregister till årg. 1—30 av Ymer (1881—1910), Bibliographia De Geeriana 1881—1918 G. F. F. Bd 40. H. 5. 1918, Förteckning över Skandinavisk litteratur sammanställd i G. F. F. för varje år i årgångarna 1888—1893, för 1899—1900 i Bd 23, för 1901—1903 i Bd 25, för 1904—1906 i Bd 29, svensk för 1907—1917 i Bd 41 samt för 1918—1919 i Bd 42.

för även kvartärgeologisk forskning, nämligen året 1910, det år då den 11:te internationella geologkongressen sammanträdde i Stockholm. Vid detta tillfälle gjordes så att säga en bouppteckning över det under 80- och 90-talen samt det första decenniet av det nya århundradet insamlade materialet i form av en serie publikationer, där våra främste forskare var och en på sitt område gav en sammanfattning av den geologiska vetenskapens dåvarande ståndpunkt i vårt land. Härigenom gavs så tillvida en utgångspunkt för det fortsatta arbetet inom den svenska geologiens olika grenar, att man dels vann en tämligen fullständig översikt över vad som utträttats och vad man visste eller ansåg säkert, dels att många luckor i vårt vetande blottades.

Vidare må framhållas, att kvartärgeologien vid det nya seklets början hade nått så långt i sin utveckling, att de flesta stora problemen beträffande sina huvuddrag erhållit en preliminär, ehuru ofta på mera översiktliga undersökningar grundad utredning. Nittonhundratalet utmärker sig genom den stora mängden detaljundersökningar, ägnade att belysa problemens kärnpunkter och ej sällan anlagda med mera fördjupad frågeställning och mera skärpta arbetsmetoder än vad förut varit möjligt. När dessa arbeten publiceras, ha de därför ofta formen av monografier och innehålla en sådan rikedom av iakttagelsematerial, att de oavsett författarnes tolkning äga ett bestående värde.

Det viktigaste nya, som framkommit inom kvartärgeologien under här behandlade tidsskede, torde vara: rullstensåsarnas tolkning, den De GEERSKA kvartärkronologien samt den LAGERHEIM—VON POSTSKA pollenanalysmetoden för datering av postglaciala lagerföljder. För övrigt har intresset koncentrerat sig kring följande ämnen: detaljundersökningar av de isdämda sjöarna, fortsatt utredning av nivåförändringarna samt av klimatets och vegetationens utveckling, grundad på studier av torvmossor och kalktuffer. Därjämte tillkommer, att interglacialfrågan livligt dryftats och riktats med nya fakta samt att intresset för fysiskt geografiska och topografiska studier allt mera framträtt. Härvid ha en hel del forskare upptagit amerikanaren W. M. DAVIS' betraktelsesätt av de geodynamiska processerna och landskapets härav orsakade morfologi. Geomorfologien har fått betydelse för kvartärgeologien särskilt i fråga om glacialerosionen samt rörande flodernas erosion och ackumulation.

De olika frågorna gripa ofta över i varandra. Sålunda måste t. ex. klimatets, växt- och djurvärldens förändringar ses i samband med nivåförändringarna. För överskådlighetens skull behandlas emeller-

tid vid denna redogörelse de olika frågornas utveckling i möjligaste mån var för sig. Kapitlet »Markstudier» har författats av S. JOHANSSON.

Trenne större sammanfattande arbeten rörande Norrland, vilka lämna översikt över kvartärgeologien eller delar därav, ha på senare år utkommit och torde här bära särskilt omnämnas. Dessa äro: A. G. HÖGBOM, »Norrland» 1906 och »Geologisk beskrivning över Jämtlands län», ny omarbetad upplaga 1920 samt GUNNAR ANDERSSON och SELIM BIRGER, »Den norrländska florans geografiska fördelning och invandringshistoria» 1912.

### Interglacialfrågan.

Omkring frågan, huruvida istiden i Skandinavien varit avbruten av interglacialtider eller ej, rörde sig redan under 1880- och början av 1890-talet en livlig polemik mellan G. De GEER och N. O. HOLST. Under det här till behandling föreliggande tidsskedet har denna strid fortsatts huvudsakligen mellan H. MUNTHE och HOLST, varvid den förre sökt samla bevis för existensen av interglacialtider, medan den senare i ofta skarpt polemiska inlägg sökt göra gällande, att istiden varit enhetlig och att de bildningar, vilka tolkats som interglaciala, vore att uppfatta antingen som post- eller preglaciala eller ock som interstadiala.

En central ställning i denna fråga intog diskussionen om fyndet av en av morän täckt fossilförande gyttja på Härnön i Ångermanland. År 1904 lämnade MUNTHE en utförlig redogörelse för lagringsförhållandena på denna lokal och för där funna fossil samt kom därvid till den slutsatsen, att gyttjan var interglacial. År 1906 var frågan föremål för livlig diskussion på geologiska föreningens aprilsammanträde, varvid HOLST förfäktade, att gyttjan vore av postglacial ålder, medan MUNTHE vidhöll sin förra åsikt. År 1909 tog den förre åter till orda i frågan, men hade då kommit till den uppfattningen, att gyttjan vore preglacial. Båda de av HOLST företrädde meningarna om gyttjans ålder bemöttes av MUNTHE samma år, och 1910 lämnade samme författare en preliminär lista över de i gyttjan funna växtlämningarna. Insectrester från densamma ha beskrivits av E. MjöBERG 1904, 1905 och 1916.

Fyndet på Härnön gjordes av MUNTHE redan 1889. Orsaken, varför han dröjde så länge med en utförlig publikation, var, att han hyste den förhoppningen, att flera fynd av liknande art skulle göras, vilka kunde lämna stöd för hans tolkning av den dittills enastående Härnögyttjan. Sent omsider, sedan stridens vågor redan börjat lägga sig, kom också detta stöd, i det att vid Bollnäs i Hel-

singland en avlagring uppdagades, vilken utförligt beskrivits av B. ERIKSSON HALDEN 1912 och 1915. Bollnäsfyndet är såväl beträffande stratigrafi som fossilinnehåll ganska likartat med det från Härnön och tolkas av HALDEN på ett övertygande sätt som interglacialt. Mot denna tolkning ha inga röster höjts, varför numera den uppfattningen synes ha slagit igenom, att Skandinavien åtminstone under en av interglacialtiderna varit till stor del isfritt.

Skåne är ganska rikt på moräntäckta eller i morän inneslutna fossilförande bildningar, om vilkas ålder olika uppfattningar gjort sig gällande. N. O. HOLST har naturligtvis förfäktat deras preglaciala ålder, medan däremot L. HOLMSTRÖM 1912 vad beträffar de s. k. Bjäresjöholmslagren framlade bevis för att dessa i varje fall icke kunna vara preglaciala utan troligen interstadiala. Vissa avlagringar inom den s. k. Alnarpsflodens dal var emellertid HOLMSTRÖM ense med HOLST om att tolka som preglaciala. H. MUNTHE anser dem emellertid 1920 i överensstämmelse med motsvarande danska fynd vara interglaciala. Å andra sidan beskriver han samtidigt en del bildningar från bladet Sövdeborg, vilka, i likhet med de av A. G. HÖGBOM först som interglaciala tydda moräntäckta lagren vid Storsjön i Jämtland, äro interstadiala, d. v. s. råkat bli täckta av morän vid smärre oscillationer av isranden under dess sista tillbakaryckande.

Slutligen må i detta sammanhang omnämnas de spridda fynd av lämningar efter mammut (sammanställda av G. FRÖDIN 1916) samt det av H. MUNTHE 1905 beskrivna fyndet av myskoxe vid Nol, vilka i de fall, då fyndomständigheterna äro närmare kända, visat sig ha legat i morän eller isälvsgrus. Huruvida dessa fynd äro av preglacial eller interglacial ålder, kan väl enbart av fyndomständigheterna knappast avgöras, men då man nu i varje fall har att räkna med en interglacialtid, är det ju å priori mera sannolikt, att de förskriva sig från denna än från den preglaciala kvartärtiden, vars avlagringar ju haft ännu större utsikt att fullständigt bort-sopas från vårt land än interglacialtidens.

### Glacialgeologi.

#### Rullstensåsar, randbildningar, moränbildningar etc.

Frågan om rullstensåsarnas bildningssätt hade under långa tider väckt geologernas intresse, och en hel rad olika tolkningsförsök hade sett dagen, utan att dock något av dem lyckats förklara alla med åsarna sammanhörande fenomen. Med stöd av detaljiakttagel-

ser dels vid de stora tvärsåsarna i Dalsland dels vid Stockholms- och Upsalaåsarna framlade emellertid G. DE GEER 1897 första gången sin teori om rullstensåsarna såsom submarginala deltabildningar, avsatta av isälvarna i själva glaciärportarna vid israndens successiva tillbakaryckande. Han påvisade här det förhållandet, att åsarna låta sig uppdelas i skilda kullar, var och en med en av grovt material uppbyggd proximal del och en av allt finare grus och sand bestående distal del. Dessa åscentra bilda liksom ett radband (åsen), och varje kulle representerar ett års avlagring. Teorien lämnar en enkel förklaring bl. a. även till ett förut så oförståeligt förhållande som åsarnas s. k. »kastningar», d. v. s. att en viss åssträckning plötsligt upphör för att därefter åter fortsättas av en ny något på sidan om den förra. DE GEERS fortsatta undersökningar över sambandet mellan årsmoränerna, rullstensåsarna och den varviga leran, som ju är isälvarnas finaste, mest distalt avlagrade slam, har också på ett övertygande sätt bevisat teoriens riktighet. Den torde ock numera vara allmänt både känd och erkänd.

De märkliga randbildningar, vilka under namn av raerna i Norge, medelsvenska ändmoränerna i Sverige och Salpauselkä i Finland, bilda en gördel tvärs över Fennoskandia, hade av DE GEER ursprungligen uppfattats som gränsen för en särskild nedisning, under vilken för övrigt en lång istunga skulle hava utfyllt Östersjön och i väster och söder nått fram till de stora ändmoränområdena i respektive Jylland och Nordtyskland. De fortsatta undersökningarna av dessa bildningar ha emellertid visat, att de endast markera ett temporärt stillastående av iskanten under dess tillbakaryckande, vilket stillastående varit åtföljt av smärre oscillationer, och vidare anser DE GEER numera, att iskanten vid detta skede sträckt sig från Södertörn raka vägen över till Hangö på finska sidan utan att bilda någon utskjutande tunga i Östersjöns dal.

Förutom av DE GEER ha de glaciala randbildningarna studerats av H. MUNTHE, H. HEDSTRÖM, S. DE GEER, H. AHLMANN, H. NELSON och K. SANDLER. Särskilt betydelsefulla ha MUNTHES kartbladsarbeten varit. Vid dessa fastställde han nämligen de medelsvenska ändmoränernas förlopp och beskaffenhet inom stora delar av Västergötland och beskrev de där förekommande kamelandskapen och stora randplatåerna. En sammanfattning av dessa arbetens resultat framlade han till geologkongressen 1910. AHLMANN kunde genom lermätningar på ömse sidor om den stora norra moränlinjen i Västergötland konstatera, att israndens uppehåll vid denna inskränkt sig till något mer än 100 år. NELSON har genom sina detaljstudier av en hel rad randdeltan och randåsar i södra och mellersta Sverige lämnat vik-

tiga bidrag till kännedomen om dessas stratigrafi och bildningshistoria.

Den speciella utbildningsform av moränbildningar, som gå under namn av radialmoräner eller drumlins ha ingående beskrivits från Norrland av A. G. HÖGBOM och från Närke av K. E. SAHLSTRÖM. G. DE GEER har 1919 beskrivit olika former av moränmaterial i sekundärt läge.

Till kännedomen om inlandsisens rörelseriktning under olika skeden av istiden, olika isströmmar o. s. v. ha bidrag lämnats av G. AMINOFF, som studerat älvdalsporfyrernas utbredning som erratiska block samt av L. HOLMSTRÖM, som sammanställt observationsmaterialet av glacialräfflor inom Sydskandinavien. Den fullständigaste sammanställningen av åsar, ändmoräner och räfflor finnes å den av Sveriges Geologiska Undersökning genom G. DE GEER 1910 utgivna kartan över södra Sverige i sen-glacial tid.

Förhållandena vid inlandsisens avsmältning har i Jämtland studerats av G. FRÖDIN och inom Nordvästskandinavien i dess helhet av F. ENQUIST, vilken framför allt utrett den intressanta frågan om den sen-glaciala lokalglaciationen i dessa trakter.

#### Istidens orsaker.

N. EKHOLM sökte 1899 istidens orsak i en under föregående geologiska perioder starkt ökad kolsyreförbrukning, vilken medfört en minskning i luftens kolsyrehalt och därav framkallad temperatur-sänkning över hela jorden. På senare tid har frågan upptagits av F. ENQUIST 1915 samt av H. AHLMANN och B. HELLAND-HANSEN 1918.

ENQUIST söker istidens orsak i en sänkning av havsytan, till följe vilken landområdena kommit upp i relativt högre luftlager, så att »glaciationsgränsytan» sänkts. På grund av havsytans sänkning kunde, trots att stora delar av nuvarande land voro nedisade, växt- och djurvärld finna reträttplatser på kontinenternas nu av hav täckta kustområden, där då samma klimatiska förhållanden rådde som inom de trakter, där respektive organismer nu leva. Någon hela jorden likformigt drabbande klimatförsämring, vilken ju skulle tvingat de mest värmefordrande arterna att utdö, skulle sålunda lika litet enligt denna som enligt nedan refererade teori behöva antagas som istidens orsak.

AHLMANN och HELLAND-HANSEN antaga, i överensstämmelse med G. DE GEERS 1910 uttalade uppfattning, att istiden föregicks av en landhöjning av 300 m. Genom en dylik landhöjning bleve förbindelselederna mellan Atlanten och Norskhavet så grunda och smala, att det varma vattnet från den förra endast i ringa utsträck-



ning kunde intränga i det senare, varigenom Nordeuropa avstängdes från detta vattens uppvärmande inflytande. Fjällområdena i Skandinavien skulle då, liksom genom den av ENQUIST antagna sänkningen av havsytan, bliva nedisade, varvid särskilt rimfrostbildningen på de högst uppstickande fjälltopparna skulle varit av stor betydelse. När genom inlandsisens tilltagande tyngd landet nedpressades, öppnades åter väg för det varma atlantervattnet in i Norskhavet, varigenom det atmosfäriska klimatet småningom mildrades och föranledde inlandsisens avsmältning.

#### Den senkvartära geokronologien.

Redan på 1880-talet voro varvens i den varviga leran karaktär av årslager fastslagen, och G. DE GEER hade framlagt principen för den metod, enligt vilken varven i olika profiler kunde identifieras. Det var dock först 1904, som DE GEER på allvar började de geokronologiska forskningarna, vilka avse att fastställa tiden för och förloppet vid landisens avsmältning från det skandinaviska nedisningsområdet och vilka allt sedan dess intagit det kanske främsta rummet i denne forskares tid och intresse. Spridda meddelanden om dessa undersökningar hade lämnats i föredrag såväl inför geologiska sektionen av naturvetenskapliga studentsällskapet i Uppsala som inför Geologiska föreningen i Stockholm. Vid geologkongressen i Stockholm 1910 framlade DE GEER emellertid i sammanfattning de då approximativt färdiga resultaten.

Den sen-glaciala tiden indelar DE GEER i: 1) den daniglaciala, under vilken isen drog sig tillbaka från större delen av Danmark, 2) den gotiglaciala, under vilken iskanten på en tid av ca 3000 år drog sig tillbaka från det israndläge, som utmärkes av de Bohuslän och Halland genomlöpande stora ändmoränerna samt av gränsen för den yngsta baltiska isströmmens maximitbredning och fram till de stora medelsvenska ändmoränerna, 3) den finiglaciala, under vilken iskanten slutligen på en tid av ca 2000 år ryckte tillbaka från dessa till isdelaren i Jämtland, där vid dennas tudelning i Indalsälvens dalgång den centraljämtska issjön tappades. Därefter inträdde den postglaciala tiden, vilken skulle haft en längd av ca 7000 år, denna senare siffra baserad på mätningar av postglaciala varviga sediment i den 1796 uttappade Ragundasjön. Sen-glacial och postglacial tid bildade enligt DE GEERS terminologi tillsammans den senkvartära tiden. En summarisk redogörelse för de geokronologiska arbetena intill 1909 lämnades

av L. VON POST i Populär Naturvetenskaplig Revy 1911. DE GEERS eget föredrag vid kongressen trycktes först 1912.

De geokronologiska forskningarna ha sedan fortsatts såväl av DE GEER själv som av dennes lärjungar. Genom dessa undersökningar framgick snart, att den varviga postglaciala sedimentserien i Ragundasjön icke nådde fram till 1796, varför något säkert mått på den postglaciala tidens längd icke kunde erhållas därstädes. R. LIDÉN, som i Ångermanland utrett isavsmältningen, kom emellertid på en delvis annan väg än DE GEER till ett med dennes genom extrapolation vunna siffra i stort överensstämmande värde för längden av denna tid. Vidare har isavsmältningens kronologi studerats av C. CARLZON i Jämtland, av E. ANTEVS i Skåne och av C. J. ANRICK i Uppland.

Beträffande den ovan anförda terminologien för den senkvartära tidens indelning föreslog DE GEER själv 1911, att termen finiglacial skulle utbytas mot skandiglacial. H. MUNTHE ansåg båda termerna olämpliga såsom beteckning för sådana avlagringar från denna tid, vilka bildats så långt från iskanten, att de tillfölje sitt fossilinnehåll icke äga »glacial» utan »postglacial» karaktär. Senare (1912) återupptog emellertid DE GEER av flera skäl termen »finiglacial» medan termen »skandiglacial» skulle utgå, och 1917 föreslog han för bildningar, danade av glaciärer eller glaciärälvar termen »glacigen» och för sådana, som i skilda trakter vila under, mellan eller över dessa, termerna »pre-», »intra-» eller »postglacigen» utan hänsyn till den generella tidsskalan. DE GEERS först föreslagna terminologi har i allmänhet kommit till användning vid behandling av geokronologiska frågor. Som undantag kan nämnas, att R. LIDÉN 1913 föreslog »ungkvartär» som geokronologisk term i stället för »postglacial» av den anledningen, att sistnämnda term allmänt användes att beteckna alla sådana lager, som avsatts ovanpå »glaciala» bildningar (jfr ovan DE GEERS »postglacigen») samt att utsträcka det finiglaciala skedet till det sista issjögenombrottet mot öster. L. VON POST föreslog för sin del 1916 införande av termen »postarktisk» för tiden efter istidsklimatets upphörande eller en tidpunkt i början av DE GEERS finiglaciala skede, »den finiglaciala klimatförbättringen». F. ENQUIST åter uttalade sig 1918 för bibehållande av termen »postglacial» och att denna tid borde anses börja i och med iskantens begynnande tillbakaryckande från de medelsvenska ändmoränerna, alldenstund ett tempererat klimat då inträdde. Till LIDÉNS förslag anslöt sig C. CARLZON 1920, men med den modifikationen, att han ville kalla DE GEERS finiglaciala skede eller tiden för iskantens förflyttning från de medelsvenska ändmoränerna till

Stugun i Jämtland, där det första issjögenombrottet ägde rum, för »skandiglacial» och med »finiglacial» beteckna skedet från detta första genombrott fram till det sista issjögenombrottet mot öster.

Till baltiska utställningen i Malmö 1914 hade DE GEER utarbetat en karta i skala 1:1 000 000 över istäckets avsmältning inom den baltiska dalen, där israndens läge framställdes för vart 500:de år av avsmältningsperioden. Denna karta trycktes även samma år i skalan 1:10 000 000 i Populär Naturvetenskaplig Revy.

Det nyaste på geokronologiens område är de s. k. fjärrkonnektionerna. Förut hade det i allmänhet icke lyckats, att konnektera lerdigrammen på längre avstånd än 5 å 10 km. I januari 1916 meddelade emellertid DE GEER, att han lyckats att i marginal riktning konnektera en hel del punkter på svenska fastlandet icke blott med varandra utan även med punkter på Gottland, i Finland, Norge och Danmark. På grund härav ansåg han bevisat, att variationerna i den årliga lersedimentationen betingats av generella klimatiska orsaker, varför också möjlighet borde föreligga att erhålla konnektion med det forna nedslingsområdet i norra Amerika. Tanken på konnektion med Amerika möttes av något tvivel bl. a. från A. G. HÖGBOM, som framhöll den bristande likheten i de nuvarande temperaturväxlingarna på ömse sidor om Atlanten. Däremot ansåg A. WALLÉN en betydande likhet föreligga mellan å ena sidan lerdigrammens kurvor och å andra sidan årstemperaturens och årsnederbördens nuvarande växlingar samt att samtidigheten mellan de senares växlingar på ömse sidor om Atlanten vore större, än man haft anledning förmoda.

V. NORDMANN opponerade sig mot den av DE GEER föreslagna konnektionen med Danmark, varigenom bl. a. de s. k. Allerödlagren skulle erhålla en betydligt högre ålder än de av danska geologer ansågos äga. Mot denna anmärkning framhöll DE GEER, att det varviga issjösedimentet vid Stenstrup på Fyen måste vara avsatt i israndens närhet, när sjön var uppdämd av denna och att lager-serierna såväl där som vid Alleröd identifierats med liknande lager-serier vid Bara och Svedala i Skåne. Fortsatta undersökningar synas emellertid vara nödvändiga för utredande av denna fråga.

År 1917 meddelade DE GEER ytterligare en del fjärrkonnektioner dels utefter de finiglaciala gränsmoränerna inom Sverige, Norge och Finland, dels utefter de gotiglaciala gränsmoränerna i Sverige och Danmark, av vilka senare han ansåg framgå, att de s. k. Allerödlagren på Bornholm måste vara närmare 2000 år yngre än de lika benämnda lagren på Fyen. Vidare ansåg han sig ha erhållit konnektion mellan Sverige och Nordamerika, visande att ett visst

stationärt israndläge därstädes vore att parallellisera med de gotiska glaciala ändmoränerna i Sverige.

För att kontrollera denna uppfattning och närmare studera de geokronologiskt avseende viktiga avlagringarna i norra Amerika företog DE GEER 1920—21 en resa dit, och i februari 1921 meddelade han, att han ansåg sig ha fått säker konnektion med den svenska tidsskalan.

Från den på exakta mätningar grundade DE GEERSKA geokronologien skilja sig de försök till beräkning av den senkvartära tidens längd, som gjorts av N. O. HOLST 1909 och av H. MUNTIE 1910, i det att de helt och hållet vila på rent teoretiska resonemang. De sinsemellan mycket olika siffror, som dessa beräkningar giva, ådagalägga klart den dem vidlådande osäkerheten. Särskilt må framhållas, att det måste anses absolut omöjligt att, såsom HOLST gör, av mäktigheten hos gytte- och torvlager draga slutsatser rörande längden av den tid, som åtgått för deras bildning.

#### Issjöar.

Sedan det under senare hälften av 80-talet och början av 90-talet framför allt genom A. G. HÖGBOMS arbeten blivit utrett, att isdelaren i norra Sverige under istidens senaste skede legat långt öster om vattendelaren, vanns förklaringen till en del tidigare observerade strandlinjer och i samband med dessa förekommande sediment, i det att dessa måste ha bildats i sjöar, som uppdamms mellan fjällkedjans höjddkam och den i öster kvarliggande isresten, alltså i isdämda sjöar, eller kortare, issjöar. En del sådana bildningar hade även blivit närmare beskrivna av HÖGBOM.

Den första översiktliga framställningen av de centraljämtska issjöarna lämnades 1897 av GUNNAR ANDERSSON. Vidare beskrev A. GAVELIN 1900 issjöar i Ume älvs dal och 1906 issjöstrandlinjer från fjälltrakterna NV om Kvikkjokk. A. HAMBERG lämnade 1901 en redogörelse för issjöarna i Sarektrakten. Torneträskområdets issjöar blevo i detalj behandlade av O. SJÖGREN 1909.

Till geologkongressen 1910 utkom det viktiga arbetet »Norra Sveriges issjöar» av A. GAVELIN och A. G. HÖGBOM, där en sammanställning gavs över vad som då var känt om dessa. Nya detaljstudier över issjöarna i Norrland ha sedan lämnats 1913 och 1914, då G. FRÖDIN och KJ. ERIKSSON beskrev sådana från Jämtland och J. FRÖDIN från Stora Lule älvs övre dal.

Beträffande södra Sverige hade G. DE GEER 1890 framhållit det faktum, att issjöar måste ha förekommit där, men först 1897 fram-

lades en undersökning av en sådan. Detta år beskrev nämligen A. HOLLENDER »Stråk-issjön», en issjö, uppdämd av den mot norr tillbakaryckande iskanten i en dalgång på norra sluttningen av det småländska höglandet, och 1899 lämnade samme författare en del notiser rörande Vätter-issjön. Efter HOLLENDER upptogs issjöstudier i dessa trakter av H. MUNTHER, vilken vid sina kartbladsarbeten underkastade issjöarna där en ingående utredning, och till geologkongressen 1910 lämnade han i sina studier över södra Sveriges senkvartära historia en sammanfattande framställning över issjöarna därstädes, främst den sydbaltiska issjön, Vätter-issjön samt Falbygdens issjöar och de fenomen, som stodo i samband med dess successiva avtappning. Slutligen har R. SANDEGREN 1918 beskrivit en del avloppsrännor, utbildade vid tappningen av en mindre issjö i Viskans dalgång.

De skånska issjöarna ha först på senare tid blivit uppmärksammade. Frågan om dem upptogs av A. H. WESTERGÅRD och O. BOBECK 1906 och av H. MUNTHER 1907. Den sistnämnde har ägnat dem en närmare utredning i beskrivningen till geologiska kartbladet Sövdeborg 1920.

#### Glacialerosionen.

Frågan om den glaciala erosionens inflytande på vår nuvarande topografi har varit föremål för stort intresse, och uppfattningarna härom ha varit ganska växlande. På 80-talet hade denna fråga varit uppe i samband med olika teorier om våra sjöbäckens uppkomst. Man hade då gent emot en äldre uppfattning, som förklarade sjöbäckena uppkomna genom glacialerosion, blivit tämligen enig om, att landisens eroderande verksamhet inom södra och mellersta Sveriges urbergsområde varit relativt obetydlig och att sjöbäckena uppkommit på annat sätt.

Genom studier av urkalkstenarnas topografi kom A. G. HÖGBOM 1899 till den uppfattningen, att denudationen genom inlandsisens avnötande verksamhet varit obetydlig, men att isen å andra sidan verkat lösbrytande på sådana ställen, där berggrunden varit starkt förklyftad. Å andra sidan framhöll han den fluvioglaciala erosionens betydelse, i det han påvisade dels en del erosionsföreteelser i lösa jordlager ovan högsta marina gränsen, vilka måste ha åstadkommit av isälvar, dels att de subglaciala isälvarna förmått att i fast berg åstadkomma ett betydande ursvarvnings- och avslipningsarbete, varpå han funnit vackra exempel bl. a. i Indalsälvens preglaciala dal vid Ragunda.

Beträffande speciellt de norrländska sjöarna uttalade O. NORDENSKJÖLD 1900 den uppfattningen, att de vore slutna klippbäcken. K. AHLENIUS, som undersökt de lappländska sjöarnas djupförhållanden, gav däremot 1901 följande förklaring till dessa sjöars uppkomst: dalarna, i vilka sjöarna ligga, ha urholkats genom preglacial floderosion. Vid istidens slut låg isresten kvar över sjöarnas nuvarande djupbäcken och hindrade dessas utfyllning, medan däremot dalarnas nedre delar blevo utfyllda av sen- och postglaciala lösa avlagringar, vilka sålunda dämt upp sjöarna. Av O. SJÖGREN'S undersökningar vid Torne träsk framgick emellertid, att denna sjö intager ett verkligt klippbäcken, och 1909 uttalade han den uppfattningen, att detta uppkommit därigenom, att den preglaciala dalgången fördjupats genom glacial erosion.

Vid geologkongressen 1910 utvecklade A. G. HÖGBOM vidare sin ovan refererade åsikt: den glaciala denudationen har inom de svenska urbergsplatåerna icke varit stor och har huvudsakligen koncentrerat sig på förklyftningszoner och spricklinjer, där den genom bortsopande och lösbrytande av material tillskärpt landskapets relief och på samma gång avslipat och avrundat de mindre detaljerna. Vidare höll han före, att de norrländska sjöarna till största delen uppdämmas av lösa jordlager och endast i ringa mån äro klippbäcken. Torne träsk, som ju är ett genom glacialerosion i avsevärd grad fördjupat klippbäcken vore ett undantag och i flera avseenden icke jämförbart med de övriga lappländska sjöarna. Slutligen framhöll han åter, att den fluvioglaciala erosionen däremot måste ha varit ganska betydande i de gamla floddalarna. Samtidigt gjorde O. NORDENSKJÖLD gällande, att fjordarna, som ursprungligen varit floddalar, vidare utmodellerats och fördjupats genom glacial erosion. Denna uppfattning hade för övrigt A. HAMBERG uttalat redan 1901. Vid kongressen framhöll den senare även, att den glaciala erosionen i fjälltrakternas dalgångar varit betydande. G. DE GEER framhöll, ävenledes 1910, glacialerosionens selektiva karaktär. Fjordarnas och de lappländska sjöarnas primära ursprung vore enligt hans uppfattning sprickzoner, uppkomna vid den våldsamma höjning Skandinavien undergått före istiden.

J. FRÖDIN kom vid sina undersökningar i Stora Lule älvs dalgång 1914 beträffande de stora flata vidderna, som endast erbjudit obetydliga angreppspunkter, till samma uppfattning som HÖGBOM, nämligen att iserosionen där varit obetydlig och huvudsakligen verkat avjämnande på de små ojämnheterna. Fjälltopparna och i all synnerhet dalgångarna ansåg han däremot ha varit utsatta för en högst betydande erosion. Sålunda fann han, att sjöarna tvärtemot AHLE-

NIUS' och HÖGBOMS åsikt, intaga verkliga klippbäcken, uppkomna genom glacial erosion, ehuru de nuvarande sjöytorna i någon mån uppdämmas av lösa avlagringar.

H. AHLMANN höll samma år gent emot HÖGBOM före, att glacialerosionen även inom urbergsplatåerna varit betydande. Kalkstenarna måste enligt hans tanke i preglacial tid ha varit djupare nedvittrade än graniterna och gnejserna, och då de förra efter nedisningen framstå som kullar, måste stora kvantiteter material av det senare slaget ha blivit bortförda. Beträffande iserosionen i dalgångarna kom han genom morfologiska studier i Indalsälvens dal till den uppfattningen, att isen ej nämnvärt fördjupat den preglaciala dalen, men väl vidgat densamma inom Ragundamassivets av starkt förklyftade bergarter uppbyggda område. I dalen nedanför detta hade däremot icke någon sådan utvidgande erosion kunnat göra sig gällande.

K. E. SAHLSTRÖM har vid studiet av klippformerna i Stockholms yttre skärgård funnit (1914), att de jämna, avslipade ytorna icke fortsätta över större hållpartier utan äro avbrutna av hak och ojämnheter. Han finner båda formerna vara glaciala och anser, att medan inlandsisens erosion genom avslipning varit ringa, den däremot genom bortplockning och lösbrytning icke blott på hällarnas läsidor utan även på deras stötsidor varit ganska avsevärd. De genom denna bortplockning uppkomna ojämnheterna benämner han ärr och finner, huru deras förekomst stå i direkt samband med bergarternas förklyftningssprickor, utefter vilka isen alltså efter hand lösbrutit större och mindre stycken av frisk bergart. Den första lösbrytningen av dessa block anser han ha skett genom under isen försiggången frostsprängning. Som slutresultat av undersökningen finner han, att iserosionens avjämnande inflytande varit underordnat i jämförelse med dess tillskärpande av reliefen i smått, varigenom bl. a. klippbäcken, större och mindre, uppkommit.

I ett arbete 1916 framställde W. WRÅK den hypotesen, att vissa som fluvioglaciala, senglaciala och postglaciala ansedda kanjonartade dalbildningar i fast berg vore äldre än sista nedisningen, eller sannolikt av interglacial ålder. Denna åsikt, som ju strider mot alla förut gjorda utredningar och förutsatte en ytterligt obetydlig glacialerosion, bemöttes 1917 av G. FRÖDIN.

Rörande den glacifluviala erosionen kan slutligen nämnas, att rännor, bildade genom denna, ytterligare beskrivits från Gottland av H. MUNTHE 1913 och från Norrland av B. HÖGBOM 1916, varjämte F. SVENOXIUS 1918 lämnat bidrag till jättegrytornas morfologi och systematik.

### Nutida glaciärer.

På glaciärforskningens område har i främsta rummet A. HAMBURG nedlagt ett synnerligen omfattande arbete. Vidare ha under 1890- och första decenniet av 1900-talet våra glaciärer studerats av A. GAVELIN, F. SVENONIUS, J. WESTMAN och F. ENQUIST. Till geologkongressen 1910 utkom vår första glaciärmonografi, det stora sammanfattande arbetet »Die Gletscher Schwedens im Jahre 1908». Från tiden efter 1910, ha iakttagelser rörande glaciärerna lämnats av J. FRÖDIN 1915 och av F. ENQUIST 1917, varjämte deras systematik behandlats av O. NORDENSKJÖLD 1918.

### Nivåförändringarna.<sup>1</sup>

Redan före 1896 hade G. DE GEER genom att upptaga en av T. F. JAMESON framställd hypotes, vilken gick ut på att inlandsisen genom sin tyngd pressat ned jordskorpan och att denna vid isens avsmältning småningom sökte återtaga sitt förra läge, funnit den med fakta bäst överensstämmande förklaringen till den senkvartära landhöjningen, och vidare hade, främst genom hans och H. MUNTHERS arbeten, huvuddragen av nivåförändringarna blivit utredda, varför han i »Skandinavians geografiska utveckling efter istiden» icke blott kunde lämna en sammanfattande översikt över dessas allmänna förlopp utan även med kartor framställa de viktigaste skedena. De under här till behandling föreliggande tidsavsnitt fortsatta forskningarna på detta område ha sålunda kunnat koncentreras på insamlande av detaljobservationer, ägnade att fördjupa kännedomen om och giva större skärpa åt bilden av nivåförändringarna. Då DE GEER utgav nyssnämnda arbete förelåg ej material till uppdragande av isobaserna för den högsta havsgränsen i Norrland. Strax efter sedan arbetet ifråga utkommit, meddelade emellertid A. G. HÖGBOM en hel rad av noga avvägda observationspunkter för högsta marina gränsen därstädes samt en med ledning av dessa uppgjord isobaskarta för landhöjningen inom området. Det viktigaste resultatet härav var, att landhöjningen syntes ha varit större vid svenska kusten av Kvarken än längre in i landet. År 1898 hade G. DE GEER utfört flera nya bestämningar av M. G. i Norrbotten. I en uppsats, där han bl. a. kritiserade en del av

<sup>1</sup> När denna uppsats redan förelåg i tryckfärdigt manuskript, utkom A. G. HÖGBOMS stora arbete, »Nivåförändringarna i Norden, ett kapitel ur den svenska naturforskningens historia», där en uttömmande historik lämnas över denna gren av kvartärgeologien och därmed sammanhängande frågor.



HÖGBOMS siffror, vilka han ansåg vara för låga, sammanställde han sina siffror med sådana från Finland. Den vid denna sammanställning uppgjorda isobaskartan avvek från HÖGBOMS framför allt i det avseendet, att, medan denne lät t. ex. isobasen för 200 m:s landhöjning gå tvärs över Böttniska viken, drog DE GEER denna isobas runt om vikens norra ända, därmed angivande att nämnda depression blivit mindre upplyftad än omgivande landområden.

Efter att ytterligare ha gjort en del nya bestämningar av M. G. i Norrland bemötte HÖGBOM 1899 DE GEERS kritik. Dessutom meddelade han dels en tabell över samtliga vid denna tid utförda bestämningar av M. G. i denna landsdel, dels en på dessa grundad ny isobaskarta över det norrländska kustområdet. Å denna ha isobaserna i stort sett det förlopp och de värden, med vilka de allt sedan dess brukat framställas å dylika kartor. Året därpå besökte H. MUNTHE samma trakter. I stort sett stämde hans iakttagelser rörande M. G. bäst överens med HÖGBOMS, medan han ansåg DE GEERS siffror för höga. Han uppgjorde även en isobaskarta, vilken liksom HÖGBOMS tydligt framhåller, att M. G:s höjd över havet är störst vid kusten och sjunker inåt landet. Slutligen meddelade HÖGBOM 1904 och O. SJÖGREN 1905 ännu en del nya siffror för M. G. i Norrland, vilka ytterligare bekräftade detta förhållande. Orsaken härtill är icke, att den absoluta höjningen varit mindre i inlandet än vid kusten, utan att, som R. LIDÉN 1913 för Ångermanland visat, landhöjningen vid tiden för isens avsmältning från denna trakt varit så hastig, att en stor del av inlandets absoluta höjning var fullbordad, innan detta blev isfritt och havet där kunde inrista sina strandmärken. En sammanfattande översikt över marina gränsen i Sverige lämnades, dels av den av Sveriges Geologiska Undersökning 1898 utgivna översiktskartan över de kvartära havsavlageringarnas område och vad södra delen av landet beträffar av G. DE GEERS karta över södra Sverige i sen-glacial tid (1910), vilken karta upptager alla då gjorda bestämningar av högsta marina gränsen. Av vad ovan sagts framgår, att denna karta icke visar fördelningen av land och hav under något visst skede av den sen-glaciala tiden, utan endast hur högt havet nått inom olika delar av landet under den, allt efter som isen smalt bort, mot norr succesivt fortskridande landhöjningen.

De nivåförändringar, som ägt rum inom Östersjöområdet under Ancyclus- och Litorinatiderna ha varit föremål för detaljerat studium främst av H. MUNTHE och N. O. HOLST. Härvid fullföljdes av P. T. CLEVE de i samarbete med MUNTHE påbörjade undersökningarna rörande Ancyclus- och Litorinalagrens fossila diatomacéflora. Ett

på fakta rörande dessa frågor rikt arbete publicerades av HOLST 1899 och däri lämnade CLEVE en översikt över de postglaciala bildningarnas klassifikation på grund av deras fossila diatomacéer. A. HOLLENDER gjorde 1901 en sammanställning över förhållandet mellan människans första invandring till Sverige och nivåförändringarna. Utredandet av Ancylussjöns och Litorinahavets utbredning har fortsatts av MUNTIE, grundat på iakttagelser främst från Kalmartrakten (meddelade bland annat i beskrivningarna till de geologiska kartbladen) och från Gotland, men även från andra delar av landet, t. ex. Närke. Till geologkongressen 1910 utkommo hans tvenne sammanfattande arbeten över Gotlands och över södra Sveriges senkvartära historia. I det förstnämnda storslagna arbetet, som utförligt behandlar de flesta kvartärgeologiska problem, fastställdes bl. a. i detalj förloppet av Ancylus- och Litorinagränserna på Gotland, där markerade av utomordentligt vackra transgressionsvallar. Den geografiska utvecklingen inom det Baltiska bäckenet är enligt MUNTIE följande. När isranden drog sig tillbaka från södra Östersjöområdet stod Skåne via Danmark i fast landförbindelse med norra Tyskland, varför inom Östersjöbäckenet en isdämd sjö uppkom, den sydbaltiska issjön. Denna skulle under en kortare period erhållit förbindelse med Vita havet och då legat vid världshavets nivå (Zannichelliahavet), men vid fortsatt landhöjning ånyo uppdamts. När isranden nådde Billingens nordspets, avtappades den sydbaltiska issjön till Västerhavet, och Östersjön blev ett ishav, Yoldiahavet. Genom den fortsatta landhöjningen avstängdes emellertid så småningom havsförbindelsen över mellersta Sverige. Härvid uppkom Ancylussjön, vilken först hade sitt avlopp vid samma plats som de gamla sunden, men genom den fortsatta landhöjningen tvangs att transgrediera mot söder, varvid sjön erhöll avlopp i Öresunds- och Bälttrakterna. Vid tiden för Ancylussjöns maximitransgression anser MUNTIE, att sjöns vattenyta tillfölje en betydande landhöjning i söder legat högt ovan världshavets. Vid den sedan inträdande Litorinasänkningen sattes Östersjön åter i förbindelse med Västerhavet genom sunden i söder och erhöll salt vatten. Inom södra delarna av vårt land och mot norr upp till Gotlands och Smålands kuster markerar Litorinagränsen en verklig transgression av havet, vilken längre mot norr synes ekvivaleras endast av en retardation i landhöjningen. Från tiden för Litorinahavets maximistånd och fram emot nutiden har den sista landhöjningen pågått, ehuru den inom de södra delarna av landet sedan länge varit avslutad.

Det närmare förloppet av denna postglaciala landhöjning har i

Ångermanland studerats av R. LIDÉN och den ännu pågående landhöjningen vid Bottniska vikens kuster av A. BYGDÉN. J. V. ERIKSSON har i anslutning till de arkeologiska undersökningarna i Uppland i stora drag dels utrett landhöjningsförloppet därstädes under de olika förhistoriska perioderna, dels fastställt havsstrandlinjen inom landskapet under tvenne viktiga arkeologiska skeden, nämligen de uppländska stenåldersboplatsernas tid, »Åloppetid» och under ett skede från den yngre bronsåldern, »Hågatid».

Även på den svenska västkusten hade redan före 1896 konstaterats en postglacial sänkning svarande mot Litorinasänkningen, i det att flerstädes i Skåne och Halland lagerföljder iakttagits, vilka visade, att en tydlig transgression av havet ägt rum i postglacial tid. Vid studiet av skalbankarna i Bohuslän kom G. DE GEER till en hel del viktiga resultat beträffande nivåförändringarna, vilka han framlade till geologkongressen 1910. Enligt denna framställning följde en landhöjningsvåg den tillbakavikande iskanten fram till de medelsvenska ändmoränerna. Därefter inträdde en särskild finglacial landsänkning, vilken sedermera åter följdes av en landhöjning. Slutligen följde härpå den postglaciala sänkningen, vilken till sist följts av den sista landhöjningen. DE GEERS undersökningar av de bohusländska skalbankarna ha fortsatt av E. ANTEVS, vilken 1917 parallelliserade den finglaciala sänkningens maximum med Ancylussjöns maximistånd inom Östersjöområdet. Enligt ANTEVS skulle Ancylussjöns vattenyta icke, såsom MUNTHE antog, legat högt över utan i nivå med havsytan och den finglaciala sänkningen i Bohuslän och Ancylussjöns transgression vara ett och samma fenomen, en verklig landsänkning. Att Ancylussjön kunnat behålla sött vatten, förklarar han med att Öresund och Bälten, där förbindelsen med Västerhavet gått fram, på grund av dessa trakters höga läge under tidsskedet ifråga varit så smala och grunda, att intet salt vatten förmått intränga väster ifrån gent emot den kraftiga utströmning, som måste ha ägt rum tillfölje allt det smältvatten från inlandsisresten, som tillförts Östersjöbäckenet. De av MUNTHE såsom bevis för att Ancylussjön varit helt avstängd anförda submarina torvbildningarna i södra Östersjön, Öresund och Kattegatt anser ANTEVS icke nå tillräckligt stort djup för att kunna bevisa att så varit fallet.

Den av DE GEER utarbetade och av honom och ANTEVS använda statistiska analysmetoden för undersökning av de fossila molluskerna i skalbankarna och dem över- eller underlagrande leror grundar sig på antagandet, att dessa lager bildats genom autokton pålagring av sediment, i vilka man alltså lager för lager kunde följa

molluskfaunans utveckling på en viss punkt och av denna faunas sammansättning draga slutsatser beträffande växlingar i vattnets djup, salthalt och temperatur på platsen i fråga under den tid sedimentationen där pågått. Denna uppfattning rörande skalbankarnas bildningssätt bestrides av bl. a. B. HALDEN 1920, vilken anser, att skalbankarna företrädesvis utgöras av distalt strandgrus, vilket genom havsvågornas verksamhet nedsvämmats från stranden till kanske flera 10-tal meters djup, varför molluskfaunan i skalbankarna enligt hans tanke icke alltid kan anses lämna säkra upplysningar om det djup, på vilket dessa bildats. Ej heller kan då en lera, som överlagrar en skalbank med grundvattensformer vara tillräckligt bevis för att en landsänkning inträffat. I samband härmed föreslår han, att de gängse termerna »djupvattenssediment» för finkorniga, »grundvattenssediment» för grövre mekaniska sediment utbytas mot respektive »lugnvattenssediment» och »ström-» eller »stridvattenssediment», i sådana fall då inga andra bevis finnas för de batymetriska förhållandena än de, som kornstorlek och lagerstruktur lämna.

G. DE GEER hade redan 1893 påpekat, att insjöarna i södra Sverige på grund av den olikformiga landhöjningen förskjutits mot söder, varför, om avloppet befinner sig i denna ända, stora arealer i deras forna norra delar torrlagts, medan i motsatt fall områden i söder blivit översvämmade. Talrika sydsvenska sjöars förskjutningar och gamla strandlinjer ha sedermera blivit undersökta och lämnat värdefulla bidrag till kännedomen om nivåförändringarna. Bland de forskare, som varit verksamma på detta område, må anföras A. GAVELIN 1907, H. MUNTJE 1910, R. SANDEGREN 1916 samt U. SUNDELIN 1917 och 1920. Samma betydelse har studiet av lutningen hos de strandlinjer, som utbildats av de isdämda sjöarna framförallt i Norrland, haft för kunskapen om den olikformiga landhöjningen i ovan högsta marina gränsen belägna trakter.

Av kännedomen om den allmänna lagen för de senkvartära nivåförändringarna framgick alltså, att Vänern under den sista landhöjningens successiva fortskridande måste ha stjälpits ut genom sitt i söder belägna avlopp. I »Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» lät därför G. DE GEER å kartan 6 (»Under stenåldern: den sista landsänkningen vid sin gräns») Vänern täcka betydande delar av södra Värmland. Förekomsten av postglaciala sötvattnessediment inom Vänerområdet (vid Kristinehamn och i närheten av Mariestad) konstaterades 1899 av N. O. HOLST och P. T. CLEVE.

Då under de senare åren Sveriges Geologiska Undersöknings kartbladsarbeten förlagts till Vänerns omgivningar, har frågan om denna sjös postglaciala nivåförändringar blivit föremål för en när-

mare utredning. Uppslaget härtill var, att L. von Post vid arbeten å geologiska kartbladen Lidköping och Säffle samt sedan vid översiktsresor uppåt västra Värmland fann en markerad strandlinjenivå »den postglaciala Vänergränsen» samt i anslutning till och nedanför denna en postglacial sedimentserie, ofta av en egendomlig finsandig eller mjällig beskaffenhet. Av flera orsaker anser han strandlinjen i fråga vara till tiden ekvivalent med Litorina-Tapesgränsen. Ett av skälen härför är förekomsten av en annan, ofta mycket väl utbildad, men hittills icke i detalj följd strandlinje belägen högre än Vänergränsen i ungefär samma relation till denna som Ancylogränsen till Litorinagränsen inom angränsande delar av det baltiska området. von Post anser denna högre strandlinje ekvivalera Ancylogränsen och finner sig därför böra antaga, att Ancylostransgressionen åtminstone till en del beror på ett allmänt avbrott eller återslag i landhöjningen.

Undersökningarna av Vänergränsen och Vänersedimenten ha sedermera i anslutning till von Posts undersökningar och i samarbete med honom fortsatts av R. SANDEGREN inom Vänerens östra och norra kusttrakter samt på Värmlandsnäs. Av von Posts och SANDEGRENS ännu ej slutförda undersökningar, vid vilka Vänersedimentens diatomacéflora studerats av A. CLEVE von EULER, har framgått, att Vänergränsen, som vid Göta älvs utlopp ur Väneren ligger 2 m över dennas nutida medelhögvattenstånd, i stort stiger successivt mot norr, så att den i Fryksdalen ligger c:a 40 m över samma nivå. I smått uppvisar emellertid strandlinjens absoluta höjd en del oregelbundenheter, vilka stå i ett påtagligt samband med områdets tektonik. Vänerområdets berggrund uppbygges av en serie i ungefär norr till söder utsträckta ribbor eller block, skilda från varandra av i samma riktning löpande förkastningar och sprickdalar. Vid dessa tektoniska brottlinjer framträda på många håll verkliga språng i isobassystemet. Då det icke finnes anledning betvivla strandlinjens synkronitet inom området, framgår det av strandlinjenivelleringarna, att vid den sista landhöjningen skållorna mellan de stora dislokationslinjerna höjts ojämnt, så att den ena kanten lyfts mera än den andra. Vidare synes Vänerbäckens centrala del ha blivit efter vid höjningen. Denna våldsamma sönderbrytning av jordskorpan här i så sen tid är icke så förvånande, om man besinnar, att området är ett av dem, som uppvisa den största nutida jordskalvsfrekvensen i vårt land.

De postglaciala Vänersedimenten äro sötvattensbildningar, karakteriserade av en diatomacéflora nästan identisk med Ancylossjöns (arenariaflora). De äro alltså avsatta i ett stort bäcken med klart

vatten. På låga nivåer vila de på och visa successiv övergång från brackvattensleror, avsatta i Vänerfjorden före dennas isolering från Västerhavet. På högre nivåer däremot vila de diskordant på varvig ishavslera. Detta och en del andra förhållanden synas möjligen tala för, att Väneren redan under ett tidigt postglacialt skede varit utsatt för en mer eller mindre långt gången utstjälpning mot söder. Vänergränsen skulle då markera en särskild transgression, framkallad av en tillbakastjälpning av sjön mot norr »den postglaciala landsänkningen». Därefter skulle sjön vid den sista landhöjningen åter ha stjälpits ut mot söder.

### Postglaciala klimatförändringar samt växt- och djurvärldens utveckling.

Intresset för utredande av klimatets förändringar samt vegetationens utveckling under postglacialtiden har varit ett av de mera framträdande dragen i de senare årtiondenas kvartärgeologiska forskning. För vinnande av upplysningar om dessa spørsmål ha i främsta rummet våra torvmossor och kalktuffer varit föremål för undersökning. Stora framsteg ha gjorts på området, trots eller kanske just tack vare att ytterst starkt mot varandra stridande meningar gjort sig gällande beträffande såväl undersökningarnas metoder som tolkningen av deras resultat.

Torvmossundersökningar hade redan under slutet av 80- och förra hälften av 90-talet med iver bedrivits i främsta rummet av GUNNAR ANDERSSON och RUTGER SERNANDER. Den förre arbetade efter en av JAPETUS STEENSTRUP i Danmark först använd metod, vilken metod vidare utvecklades av ANDERSSON. Enligt denna insamlades ur lager efter lager de i torvmossorna bevarade fossilen och med ledning av dessa vanns sedan upplysningar om växternas invandring och klimatets förändringar under tiden för de undersökta mossornas bildning. Tidsbestämningar vunnos genom anknytning till nivåförändringarna. Mossornas lagerföljder indelades efter vissa ledfossil i Dryas-zon, björk-zon, furu-zon, ek-zon och gran-zon, varje zon motsvarande en period i florans utveckling, inledd av vederbörande trädslags invandring. Det samlade resultatet av sina mångåriga forskningar framlade ANDERSSON i sin 1896 utgivna »Svenska växtvärldens historia». Med vilket stort intresse detta vårt första och hittills enda stora sammanfattande arbete över hithörande frågor möttes, framgår därav att det redan samma år utkom i en andra tillökad upplaga. Av stor betydelse även för Sverige var samme författares efter liknande plan lagda arbete över Finlands torv-

mossar och fossila kvartärflora, vilket utkom 1898. Särskilt värdefulla äro de i detta arbete lämnade talrika avbildningarna av kvar-  
tära växtfossil.

SERNANDER åter upptog en av norrmannen AXEL BLYTT framställd teori om växlande perioder av torrt och fuktigt klimat och gav densamma en klar och koncis form i det bekanta s. k. BLYTT-SERNANDERSKA klimatväxlingsschemat. Undersökningarna av torvmossarna enligt SERNANDERS metod gingo ut på fastställandet av den växtformation, som givit upphov till varje enskilt lager, dettas s. k. moderformation. Den mer eller mindre hydrofila karaktären hos de olika lagrens moderformationer gävo upplysningar om mossarnas utvecklingshistoria och om de förändringar i klimat och nederbördsförhållanden, som enligt teorien ägt rum och betingat utvecklingen. Viktigast var för SERNANDER de i mossarnas lagerföljd uppträdande »stubblagren», vilka skulle härstamma från de torra perioderna. Det BLYTT-SERNANDERSKA schemat erhöll småningom följande utseende:

Arktisk och subarktisk period, den förra motsvarande G. ANDERSSONS Dryastid.

Boreal period, varm och torr, motsvarande Aneylustiden.

Atlantisk period, varm och fuktig, fallande omkring Litorinahavets maximistånd.

Subboreal period, varm och torr, nående fram till bronsålderns slut.

Subatlantisk period, börjande med hastig klimatförsämring, kall och fuktig, sträckande sig från järnålderns början fram emot nutiden, vilken sistnämnda åter skulle vara något torrare.

Vidare införde SERNANDER begreppen »den postglaciala värmetiden» innefattande de boreala, atlantiska och subboreala perioderna samt »den postglaciala klimatförsämringen», vilken inträdde vid den subatlantiska periodens början. Dessa termer ha varit synnerligen viktiga för uppkarandet av begreppen och åskådningarna rörande postglaciantidens klimathistoria.

SERNANDER och med honom bl. a. K. KJELLMARK sökte alltså ställa klimatets och växtvärldens förändringar i samband icke blott med nivåförändringarna utan även med de arkeologiska perioderna, var-  
till ledning erhöles genom fynd av fornsaker i torvlagerföljderna.

Som en oerhört viktig komplettering till de ofta knapphändiga upplysningar, som lämnades av de makroskopiskt identifierbara växtrester, vilka uppbygga torvmossarna, kom under denna tid den på G. LAGERHEIMS arbeten grundade kännedomen om den fossila mikrofloran.

GUNNAR ANDERSSON hade redan under början av 90-talet angripit den BLYTT-SERNANDERSKA klimatväxlingsteorien och i flera arbeten sökt visa, att denna vore alldeles otillräckligt grundad och icke motsvarades av fakta. Detta angrepp ledde till en ytterst häftig polemik mellan honom och SERNANDER. Den meningsskiljaktighet mellan de båda nämnda forskarne, som häri tog sig uttryck, kvarstod alltjämt under de följande decennierna. I en rad av arbeten av såväl kvartärgeologiskt som botaniskt innehåll förfäktade SERNANDER klimatväxlingsteorien. Från GUNNAR ANDERSSONS hand må från denna tid främst anföras den stora monografien »Hasseln i Sverige fordom och nu» utgiven 1902. Han kom här till det resultatet, att temperaturen under vegetationsperiodens senare del vid tiden för hasseln's största utbredning i vårt land varit  $2,4^{\circ}$  C varmare än nu. Denna tidpunkt ansåg han sannolikt ha inträffat något före Litorinahavets maximistånd. Beträffande klimatförsämringens orsak anslöt han sig till N. EKHOLM, som 1899 sökt förklara denna ur de långperiodiska ändringarna i jordaxelns lutning mot ekliptikan. Enligt dessa astronomiska beräkningar skulle det värmemaximum, då enligt ANDERSSON och EKHOLM hasseln haft sin största utbredning, ha inträffat för 9,100 år sedan. Vid jämförelse med DE GEERS kronologi framgår emellertid att dessa beräkningar tillmätte den postglaciala tiden en alltför stor längd, och att alltså de nämnda astronomiska förhållandena icke kunnat orsaka klimatförändringen i fråga.

Den smittande entusiasm SERNANDER i tal och skrift lade i dagen för de torvgeologiska och klimathistoriska forskningarna förmådde åtskilliga personer att igångsätta detaljundersökningar för att pröva hållbarheten av hans teorier. Bland dessa märkas LENNART VON POST, som i »Norrländska torfmossesstudier» 1906, rörande klimatväxlingarna anslöt sig till SERNANDERS uppfattning och gent emot GUNNAR ANDERSSON gjorde gällande, att det varma klimatet fortfarande ännu under subboreal tid, när blott ett par 10-tal procent av landhöjningen återstod. För övrigt framlades i detta arbete de grundläggande dragen för den närmare kändedomen om de norrländska myrarnas uppkomst och utveckling. Även AXEL GAVELIN kom vid sina studier över de postglaciala nivå- och klimatförändringarna på norra delen av det småländska höglandet (1907) till med SERNANDERS uppfattning överensstämmande resultat.

Å andra sidan angreps den SERNANDERSKA klimatväxlingsteorien av E. HAGLUND, vilken i arbeten 1907, 1908 och 1909 dels förnekade klimatväxlingarna och av dem framkallade förändringar i sjöarnas vattenstånd, dels sökte göra gällande, att de stubblager,



som ofta anträffas under Sphagnumtorv, icke härröra från skogar, dödade genom försumpning vid den fuktiga subatlantiska periodens inträdande utan från sådana, vilka i sen tid ödelagts genom kytting och skogsbrand, som medfört dödbränning av torven. Härav skulle ha följt försumpning, dels genom *Sphagnas* inträngande på grund av dödbränningen, dels och framför allt tillfölje upphörandet av skogens dränerande inflytande på marken. Denna teori generaliserade han sålunda, att våra högmossor i allmänhet skulle ha uppkommit på detta sätt och fann bevis härför i fynd av kol i stubblager under Sphagnumtorv. SERNANDER sökte i avhandlingar 1908 och 1909 gendriva HAGLUND och förfäktade gent emot honom klimatväxlingsteorien. En central ställning i denna diskussion intog frågan om Hornborgasjöns och omgivande torvmarkers utvecklingshistoria, varom mera nedan.

Till geologkongressen 1910, då i en särskild publikation med bidrag från alla länder frågan om postglaciala klimatväxlingar upptogs till behandling, framlade åter såväl SERNANDER som GUNNAR ANDERSSON i flera sammanfattande arbeten och i synnerligen skarp form sina alltjämt ytterst oförenliga uppfattningar i dessa frågor. Medan den förre kämpade för klimatväxlingsteorien, sökte den senare att ett efter annat vederlägga de stöd, som andragits för densamma, hävdande att det enda man säkert visste om klimatväxlingarna var, att en hastig klimatförbättring inträtt vid istidens slut, möjligen med mindre oscillationer bl. a. efter den s. k. Allerödtiden, att klimatoptimum inföll under Litorinatiden och att från och med Litorinahöjningens inträdande temperaturen började långsamt sjunka. Speciellt framhöll han därvid, dels att mossarna nästan aldrig innehålla mer än ett stubblager i stället för två eller flera, som teorien krävde, dels att stubblager i torvmossor och på sjöars botten i och för sig intet bevisa rörande alternerande torra och våta perioder. Till GUNNAR ANDERSSONS uppfattning beträffande klimatoptimums placering anslöt sig H. MUNTIE i »Gottlands senkvartära historia».

Ett stort framsteg i torvmoss- och klimatforskningen betecknar L. VON POSTS ävenledes till geologkongressen utkomna studier över torvmossor i Närke. Detta är den första i detalj genomförda undersökningen över ett större område. Äldre forskare hade låtit sig nöja med stratigrafisk undersökning i en dimension (nedifrån och upp) på en eller några få punkter i varje mosse, medan dessa punkters inbördes sammanhang i ingen eller ringa mån brukat utredas. VON POST klarlade emellertid mossarnas stratigrafi i två dimensioner genom att utefter en linje undersöka lagerföljden på ett

så stort antal än tätare än glesare liggande sinsemellan noggrant avvägda punkter, att korrekta sektioner genom mossarna erhöles. Genom bestämmande av »granpollengränsen» i lagerföljderna åvägbragte han en för alla mossarna samtidig lednivå, vars ålder daterades arkeologiskt och i relation till landhöjningsförloppet. Vidare indelade han torvslagen systematiskt, delvis efter C. A. WEBER, i limniska, telmatiska, semiterrestriska och terrestriska samt införde i torvmossforskningen begreppen »vattenståndsamplitud» och »limnotelmatisk kontakt», varigenom sambandet mellan mossarnas stratigrafi och fornsjöarnas hydrografi klarlades. Härigenom erhöles ett säkrare grepp på problemen än någonsin förut varit möjligt, och resultaten blevo i samma mån tillförlitligare. Undersökningens facit gav ett övertygande belägg för den SERNANDERSKA klimatväxlingsteorien.

Den verkliga behållningen av geologkongresspolemiken mellan GUNNAR ANDERSSON och SERNANDER var, att det blev klarlagt, att de äldre undersökningar, vilka lågo till grund för diskussionen, till stor del voro allt för ofullständiga, för att man av dem skulle kunna vinna en kunskap om mossarnas lagerföljd och utvecklingshistoria, tillräcklig för dragande av säkra slutsatser beträffande växlingar i klimatet. L. VON POSTS Närkesundersökningar gävo anvisning på arbetsmetoder, med hjälp av vilka det var möjligt att ernå ett fastare underlag för bedömande av dessa frågor.

Delvis efter dessa riktlinjer igångsatte SERNANDER och hans lärjungar en rad av nya detaljundersökningar. De närmaste åren efter geologkongressen rörde sig diskussionen ännu mest om frågan, när det postglaciala klimatoptimet inföll. Sålunda utkommo 1911 ett par arbeten av SERNANDER och ett av F. JONSSON behandlande detta ämne. JONSSON kom härvid i likhet med SERNANDER till det resultatet, att klimatförsämringen inträffat vid övergången mellan brons- och järnåldern.

L. VON POST beskrev i ett arbete 1913 svenska högmossar med sådan tvådelad lagerföljd, som av C. A. WEBER visats karakterisera nordvästra Tyskland, men dittills knappast beaktats i Sverige, nämligen en yngre och en äldre Sphagnumtorv skilda från varandra av den s. k. »gränshorizonten». Den yngre Sphagnumtorven visar han vara subatlantisk, gränshorizonten betecknar en större eller mindre stratigrafisk lucka under sista delen av subboreal tid, medan den äldre Sphagnumtorven i allmänhet är subboreal eller vad nedersta delen därav beträffar äldre. Härmed avvisas definitivt HAGLUNDS hypotes om våra högmossars uppkomst i sen tid genom kyttnig och skogsbrand.

R. SANDEGREN redogjorde 1915 i anslutning till DE GEERS kronologi för vegetationens invandring och klimatutvecklingen i Ragundadalen i Jämtland. Redan 600 år efter inlandsisens bipartition hade björk-tallskogen invandrat dit och ytterligare 600 år senare så värmefordrande arter som alm och *Stachys silvatica*. Under de följande 2000 åren, eller så långt de varviga sjösedimenten räcka, rådde värmetidens flora, karakteriserad utom av de tvenne ovan nämnda arterna av hassel, *Carex pseudocyperus*, *Lycopus europæus* m. fl. Därefter inträdde en period med lägre vattenstånd i Ragundasjön. Under denna period bildades torvmossar i sänkor på då torrlagda delar av den gamla sjöbotten, och granen började uppträda inom området. Detta skede parallelliserades av SANDEGREN med den subboreala perioden. Sedermera följde med den subatlantiska periodens inträdande åter stigning av vattenståndet, och den värmefordrande floran försvann.

Samma år utkom ett arbete av G. SAMUELSSON, där han, utgående från relationen mellan högsommartemperaturen och vegetationsperiodens längd vid hasselns nutida klimatiska nordgräns sökte fastställa arten och storleken av den klimatförändring, som förorsakat hasselgränsens och andra växtgeografiska gränslinjers tillbakagång. Han fann härvid, att en sänkning av högsommartemperaturen av ca 1,5° C och en förkortning av vegetationsperioden med ca 15 dagar vore tillräcklig för att förklara alla kända förskjutningar mot söder och nedåt av växtgeografiska gränslinjer inom Skandinavien.

R. SANDEGRENS undersökning av Hornborgasjön (1916) bekräftade i allt väsentligt SERNANDERS tidigare uttalade uppfattning om sjöns och torvmarkernas utvecklingshistoria och visade tydligt och klart ohållbarheten av HAGLUNDS tolkning även av detta av honom jämförelsevis detaljerat studerade område. Samma år utkom L. VON POSTS viktiga arbete om sydsvenska källmossar. Efter ett inledande kapitel om torvmossarnas systematiska indelning, visar han, att källmossarna i sin lagerföljd nästan schematiskt avspegla samtliga de BLYTT-SERNANDERSKA klimatväxlingarna, alltså även en uttorkning under boreal tid.

I detta arbete kom för första gången pollenanalysmetoden till användning för datering och parallellisering av torvlagerföljderna. Metoden hade redan i princip skisserats av N. O. HOLST efter G. LAGERHEIM 1909, men har vidare utarbetats av VON POST. Den framlades av honom i tvenne föredrag 1916 dels inför Geologiska Föreningen i Stockholm dels inför 16:de skandinaviska naturforskarmötet i Kristiania. På grundvalen av ett stort material från hela

södra Sverige visade han, att trädpollenfloran i torvlagerföljderna i stort förete sådana regelbundna förskjutningar i sin relativa sammansättning, att man med stöd därav kan känna igen och parallellisera åtskilliga nivåer i mossarna inom detta område, och att kurvorna på »diagrammen» från olika delar av samma mosse eller från olika mossar i samma trakt ofta kunna konnekteras med varandra. Torvlagerföljdernas parallellisering lager för lager bliver härigenom möjlig, likaså datering av oklara lagerföljder med hjälp av otvetydiga närliggande. En säker lednivå, fyndet av en fornsak o. s. v. kan med denna metod »spridas» till en hel trakts mossar och omvänt kan en lös, sedan länge i museum förvarad fornsak från en mosse dateras genom analys av å densamma kvarsittande torvrestes. Med denna metod öppnades alltså nya möjligheter för en noggrann datering av torvmossarnas lagerföljder i förhållande till florans invandring, nivåförändringar, arkeologiska perioder o. s. v. Vid alla senare torvmossundersökningar har också pollenanalysmetoden kommit till användning i större eller mindre utsträckning.

von Post försökte även att med stöd av pollendiagrammen rekonstruera skogsträdens invandring och våra skogars utvecklingshistoria. Bland huvudresultaten härav må nämnas att värmetidens karaktärsarter invandrat till södra Sverige, medan ännu den subarktiska floran befann sig i utdöende, att den STEENSTRUP-ANDERSSONSKA »talltiden» försvinner ur den utvecklingshistoriska bilden samt att gran och bok efter att synnerligast under värmetidens senaste del hava nått en mer eller mindre sporadisk utbredning, i och med den postglaciala klimatförsämringen börjat hastigt arbeta sig fram mot sin nutida dominerande plats i södra och mellersta Sveriges skogssamhällen.

Beträffande dessa av pollendiagrammen dragna slutsatser framhåller von Post, att så länge man saknar konstanter dels för de olika trädslagets relativa pollenproduktion, dels för den olika grad, i vilken deras pollen sprides, man icke har rätt att i pollenprocent-siffrorna söka ett adekvat uttryck för skogsbeståndens relativa sammansättning, men väl för frekvensförskjutningarna skogstyperna emellan. Att pollenfrekvensernas relativa tal icke äro användbara som uttryck för den procentuella sammansättningen av de skogar, som alstrat pollenet, har ytterligare understrukits av H. HESSELMAN. Därjämte anser denne på grund av utförda undersökningar, att en stor del av det i torven bevarade pollenet transporterats lång väg med vinden och alltså icke härstammar från den närmast omgivande skogen. Särskilt skulle enligt hans uppfattning den genom pollendiagrammen konstaterade regelbundna förekomsten av

granpollen i mycket låg frekvens i äldre postglaciala lager böra tillskrivas långflykt och icke, såsom VON POST för sin del velat anse sannolikt, en sparsam förekomst av trädet inom landet redan under värmetidens äldre delar. Till stöd för sin uppfattning kan emellertid VON POST peka på en del fynd av makroskopiska granlämningar i gamla lager, bland vilka särskilt bör nämnas fyndet av granved i en finiglacial grusavlagring vid Fryksta i Värmland.

De senaste åren utmärka sig för regional undersökning av torvmarker. Sålunda utkom 1917 B. E. HALDENs arbete över torvmossar inom Hälsinglands Litorinaområde och U. SUNDELINs över fornsjöarnas och mossarnas utveckling i Småland och Östergötland 1917 och 1919. Båda dessa författare funno bekräftelse för de SERNANDERSKA klimatväxlingarna. HALDEN framhåller emellertid kalkhaltens i marken, speciellt skalbankarnas, betydelse för sådana växter som hassel, *Carex pseudocyperus* och *Najas marina*, varför han anser deras tillbakagång inom området huvudsakligen bero på en »ståndortsförsämring» på de lägre nivåerna och icke på klimatförsämringen. SUNDELIN har genom A. CLEVE VON EULERS diatomacéundersökningar kunnat påvisa den begynnande saltkoncentration i vattnet hos den boreala tidens tidtals avloppslösa sjöar, som av A. G. HÖGBOM 1916 efterlystes från den subborealas. HÖGBOM riktade för övrigt i det nyssnämnda arbetet en synnerligen hälsosam kritik emot de svaga punkterna i bevisföringen för den SERNANDERSKA teorien.

Slutligen bör i detta sammanhang nämnas den nu pågående av Sveriges Geologiska Undersökning utförda förrädsstatistiska undersökningen av torvmarkerna inom Göta- och Svealand utom Dalarna. Denna undersökning har visserligen huvudsakligen praktiskt syfte, men det under densamma insamlade materialet äger jämväl ett synnerligen stort vetenskapligt värde. Bland annat insamlas vid torvinventeringen systematiskt provserier från representativa torvlagerföljder av alla slag inom landets olika delar. Denna provsamling, som för närvarande innefattar över 19 000 prov, kommer att bliva av mycket stort värde för det fortsatta utforskandet av torvmossarna och de vid dem knutna problemen. Detta material har också redan kommit till användning dels vid VON POSTS pollenstatistiska undersökningar, dels i smärre arbeten av t. ex. R. SANDEGREN, G. ERDMAN och G. LUNDQVIST 1920.

En fråga, som för kännedomen om den postglaciala klimatförsämringen varit av stor betydelse, är nedgången av trädgränserna i våra fjälltrakter. Denna har behandlats av A. GAVELIN, R.

SERNANDER, A. HAMBERG, G. SAMUELSSON, TH. C. E. FRIES, J. FRÖDEN, H. SMITH och T. Å. TENGWALL.

De norrländska kalktufferna hade redan på 80-talet undersökts av A. G. NATHORST och 1890 av R. SERNANDER. År 1897 beskrevos några kalktuffer från Närke av K. KJELLMARK. Sedan de jämtländska kalktufferna 1899 åter behandlats av SERNANDER, vilken ansåg dem bildade under den atlantiska perioden, och kalktuffen vid Skultorp i Västergötland samma år beskrivits av M. HULT och tolkats enligt den SERNANDERSKA klimatväxlingsteorien, blev intresset för kalktufferna mycket aktuellt. C. KURCK beskrev Benestadstuffen och en del andra skånska tuffer, K. KJELLMARK några jämtländska och T. HALLE en kalktuff från Gotland, i vars lagerföljd han fann bevis för klimatväxlingarna. Kalktufferna behandlades även i klimatkongressen vid geologkongressen 1910. Senare ha de jämtländska kalktufferna ånyo undersökts av HALLE 1915, varvid han konstaterade, att *Dryas* och *Hippophæ* förekomma endast i de understa delarna av dessa tuffer och alltså enligt hans uppfattning representera den första flora, som från väster koloniserade området under israndens återtag mot öster. Detta arbete innehåller även en historik över de jämtländska kalktuffernas utforskande och deras betydelse i frågan om klimatet och florans invandring. Slutligen bör SERNANDERS sammanfattande arbete »Svenska kalktuffer» (1915—1916) anföras, i vilket särskilt kalktuffernas bildningssätt ingående belyses.

GUNNAR ANDERSSONS angrepp mot den BLYTT-SERNANDERSKA klimatväxlingsteorien gav som ovan visats impulsen till en hel rad detaljundersökningar. Vid dessa anlades åtskilliga nya synpunkter, och kommo nya metoder, som gävo större precision åt arbetet, till användning. Härvid kommo många gamla misstag och feltolkningar i dagen, men varje sådan slutförd självständig undersökning har givit bekräftelse åt huvuddragen i den SERNANDERSKA klimatväxlingsteorien. Dessutom ha en mängd nya fakta tillkommit, vilka givit en fylligare, mindre schematisk bild av postglacialtidens klimatologiska och växtgeografiska historia. En sådan djupare, mera differentierad framställning av klimatutvecklingen ha framför allt VON POSTS arbeten givit. Såsom exempel härpå må nämnas, att han 1920 finner det troligt, att den boreala tidens klimat varit av maritim typ och att detta havsklimat i tämligen normal form härskat inom södra Sveriges västra delar. Den intensiva boreala uttorkningen inom östra Sverige vill han tillskriva inverkan av de från den norrländska isresten utgående vindarna, vilka befördrat avdunstning och insolation inom detta område sommartiden.

Den »postarktiska värmetiden» finner man vidare kunna uppdelas i två beträffande klimattypen skilda huvuddelar: 1) en tidig del, motsvarande den boreala perioden, karakteriserad av att *Cladium mariscus*, gynnad av det maritima klimatet med milda vintrar, då nådde sin största frekvens i vårt land, samt 2) en senare del motsvarande den subboreala perioden, karakteriserad av att *Trapa natans*, gynnad av denna tids varma kontinentala klimat, då hade sin största utbredning mot norr. Detta förhållande, nämligen att *Cladium* och *Trapa* i sitt uppträdande inom värmetiden hava sina tyngdpunkter inom tydligt skilda delar av denna, motsvarar fullständigt deras nutida fördelning inom Europa, i det *Cladium* här har tydligt västlig, maritimt betonad utbredning, medan *Trapa* kan sägas vara en av karaktärsväxterna för de sydostliga kontinentala områdena. Det atlantiska skedet, under vilket klimatet även i öster varit rent maritimt, skulle ha bildat en övergångsperiod mellan de båda nyssnämnda. Den boreala periodens maritima klimat i de sydvästra delarna av vårt land har enligt VON POST gynnat uppkomsten av vidsträckta hasselskogar där under denna tid.

AV R. SANDEGRENS undersökning över *Najas flexilis* (1920) framgick, att denna växt ansluter sig till *Cladium* såväl såsom fossil i vårt land, där den nästan endast anträffats i lager från boreal tid, som genom sin nutida nordvästeuropeiska utbredning. AV dessa tre växter är det sålunda endast *Trapa* (behandlad av C. MALMSTRÖM och U. SUNDELIN 1920), vars tillbakagång i vårt land huvudsakligen får skrivas på den postglaciala klimatförsämringens konto, medan *Cladium* och *Najas flexilis* hade sitt optimum under den boreala tidens speciella klimatförhållanden och redan vid denna tids slut började slå till reträtt. Härav framgår, som VON POST påpekat, att man icke torde kunna tala om något enhetligt »klimat-optimum». Under värmetiden ha olika växter var och en efter sina speciella fordringar under olika skeden funnit de gynnsammaste villkoren för sin trevnad.

Beträffande faunans invandring till och utveckling i vårt land, äro de fossila dokumenten härom med undantag för molluskerna, sparsammare än rörande floran. Den fossila molluskfaunan har studerats av H. MUNTHE, G. DE GEER, R. HÄGG, N. ODHNER och E. ANTEVS. Fynd av fossila ryggradsdjur ha närmare beskrivits av bl. a. N. O. HOLST, H. MUNTHE, R. SERNANDER, E. LÖNNBERG och C. KURCK. En del märkligare fynd torde här böra omnämnas. I Västgötaslättens ishavslera har *Yoldia arctica* och andra ishavsmollusker anträffats på ett flertal platser belägna under 120 m:s

höjdkurvan. Vidare äro i ishavslera i Västergötland funna gröndlandssäl och storsäl, gröndlandsval samt kolja. Dessutom lämnade H. MUNTHE 1914 en sammanställning av äldre och nyare fågelfynd i senglaciala lager från olika delar av landet. I Litorinalera vid Skattmansö har anträffats ett skelett av piggvar. Kärrsköldpad-dans forna utbredning i Sverige och angränsande länder behand-lades av C. KURCK 1917. Bland de talrika fynden av däggdjur i torvmossar torde särskilt böra framhållas landbjörn från Skåne samt uroxer från Skåne och Öland. Fynden av mammut och mysk-oxe ha redan omnämnts i samband med de interglaciala bild-ningarna.

De i våra sjöar och vid våra kuster levande ishavsrelikterna ha behandlats av S. EKMAN, L. A. JÄGERSKIÖLD och N. VON HOFSTEN.

### Postglacial geomorfologi.

I »Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» har G. DE GEER utförligt redogjort för de geologiska processer, som äro verk-samma inom isens, havets och landets respektive områden. Forsk-ningarna rörande glacialerosionen under den senaste 25-årsperioden ha ovan behandlats. Det återstår att i korthet omnämna en del undersökningar över de omdanande krafternas verksamhet inom vårt land efter istiden.

Bland de arbeten, som särskilt behandla flodernas eroderande och ackumulerande verksamhet samt de former, vilka härvid uppstå, böra först och främst nämnas S. DE GEERS stora arbete över Klar-älvens serpentinlopp och flodplan 1911 samt H. AHLMANNNS över Ragundasjöns geomorfologi 1915. A. HAMBERG hade tidigare stu-derat den postglaciala erosionen och ackumulationen inom Rapa-ättnos dal i Lappland. Vidare ha Dalälvens utskärningar nedanför Älvkarlebyfallen och de egendomliga nipldalarna vid Säter, vilka A. G. HÖGBOM 1901 fäste uppmärksamheten på, närmare studerats av S. DE GEER. Ett arbete av AHLMANN behandlande mekaniken vid materialtransporten och flodloppet utveckling utkom 1914. Storleken av den postglaciala floderosionen i fast berg, vilken tidigare med exempel belysts av bl. a. A. G. HÖGBOM och H. AHL-MANN (Döda fallet) har 1916 diskuterats av W. WRÅK och 1917 av G. FRÖDIN.

Vågornas eroderande och ackumulerande verksamhet vid strän-derna samt sjöisens inflytande på dessas former har ingående be-skrivits från småländska sjöar av J. P. GUSTAFSSON 1904 och från



Torne träsk av O. SJÖGREN 1909. Strandzonens allmänna morfologiska utveckling avhandlades och belystes med en undersökning över morfologien inom den uttappade sjön Arpojaure i Torne lappmark i tvenne arbeten av H. AHLMANN 1914. De av havet i postglacial tid utskulpterade raukarna och strandgrotterna på Gotland ha i flera arbeten beskrivits av H. MUNTHE och den postglaciala abrasionen vid Hallandsås och Kullen av H. AHLMANN 1916.

Flygsandsbildningar ha beskrivits av bl. a. A. G. HÖGBOM, A. NILSSON, H. HESSELMAN, H. MUNTHE, I. HÖGBOM, K. SANDLER och G. LUNDQVIST. H. HEDSTRÖM meddelade 1903 i en uppsats »Om konstgjord framställning af vindnötta stenar» resultaten av en del försök att med tillhjälp av sandbläster efterbilda sådana. Vid dessa experiment lyckades han å stenarna erhålla alla de fenomen, som uppträda å vindnötta stenar inom flygsandsområdena.

### Spetsbergen.

I vetenskapligt avseende kan Spetsbergen betraktas som en svensk koloni. Visserligen ha de svenska vetenskapsmännens arbeten därstädes huvudsakligen omfattat landets geografiska utforskande och vad geologien beträffar de geologiska system, som äro äldre än det kvartära, men även på kvartärgeologiens område ha iakttagelser av stor betydelse insamlats. Sålunda har G. DE GEER 1900 visat, att östra Spetsbergen under istiden varit utsatt för en betydande nedisning, varvid ismassorna brett sig ut även över stora delar av det omgivande grundhavsområdet.

GUNNAR ANDERSSON sammanställde (1910) gjorda iakttagelser rörande postglaciala klimatväxlingar på Spetsbergen. Han framhöll därvid, att under istiden landet varit praktiskt taget helt och hållet täckt av inlandsis, att Spetsbergens flora invandrade under mycket gynnsammare klimatförhållanden än de nutida, enligt hans tanke sannolikt under en tid, som motsvarar Ancylostiden i Skandinavien, och att därefter, sannolikt i tämligen sen tid en klimatsämring (enligt hans uppskattning c:a 2,5° C för vegetationsperioden) inträffat. Bevis för denna klimatsämring lämnas av följande sakförhållanden. Den fossila kvartära faunan och floran innehålla arter, vilka numera icke leva så långt mot norr. Torvmossor finnas på Spetsbergen, ehuru torvbildning numera icke äger rum därstädes. Inom den nuvarande floran finnas dels talrika arter, vilka aldrig sätta frukt, dels hybrider, vilkas stamformer ej längre leva inom landet.

B. HÖGBOM meddelade 1911 en del iakttagelser rörande Isfjordsområdets kvartärgeologi. Han anser det sannolikt, att västkustens bergskedja under istiden överskridits av en minst 600 *m* mäktig inlandsis med sydvästlig rörelseriktning. Av ett betydande tidsrum skild från den stora nedisningen skulle därefter en glaciation av dalgångar och fjordar ha ägt rum, varvid de ännu bevarade, längs fjordarna gående räfflor skulle ha inistats. Sedan fjordarna blivit isfria, har en landhöjning ägt rum. Den högsta marina gränsen ligger i Isfjordsområdet 70 å 80 *m* ö. h. Från en höjd av 20 *m* ö. h. och ned till nuvarande havsyta uppträda de av *Mytilus edulis* karakteriserade havsavlagringar, vilka härstamma från det skede, som utmärkt sig för ett klimat, varmare än det nutida. På grund av att *Mytilus*faunan uppträder på ett relativt sent landhöjningsstadium och att en del glaciala randbildningar från en tid före *Mytilus*skedet äro jämförelsevis väl bevarade, anser HÖGBOM att den tid, som förflutit, sedan detta skedes början, måste ha varit mycket kort i jämförelse med hela den postglaciala tiden, då alla äldre istidslämningar äro så gott som utplånade.

Till frågan om Spetsbergens *Mytilus*tid återkom HÖGBOM i en uppsats 1913. Han vände sig här emot GUNNAR ANDERSSONS uppfattning, att den varma klimatperioden inträtt omedelbart efter inlandsisens avsmältande. Han anser, att ANDERSSONS parallellisering av *Mytilus*tiden med *Ancylus*tiden i Skandinavien är föga sannolik, att *Mytilus*tiden är en sen epok i den postglaciala tideräkningen och att före densamma rått en lokalglaciation lika betydande som den nuvarande. Vidare fann han, att det vore vanskligt uttala sig om storleken av den sedan inträffade klimatförsämringen, alldenstund både 1910 och 1911 *Empetrum nigrum* anträffats med mogna bär på Spetsbergen. Denna art är nämligen en av dem, som enligt GUNNAR ANDERSSON icke sätta mogen frukt därstädes.

De nutida glaciärerna på Spetsbergen och deras oscillationer ha studerats av G. DE GEER, A. HAMBERG och B. HÖGBOM.

### Markstudier.

(av SIMON JOHANSSON.)

Marklära är läran om jordmånerna. Med jordmån förstås en av skilda processer ombildad jordart. Namnet ägrogeologi, som senare införts, är för snävt; bättre är det svenska namnet marklära, motsvarande tyskarnas *Bodenkunde*.

Markläran omfattar vitt skilda vetenskapsgrenar. Hit höra först och främst undersökningar över moderavlagringens eller jordartens genesis. För kännedomen om våra jordmånstyper, som äro av relativt ungt datum och ännu bära moderavlagringens prägel, är kännedomen om dennas genesis av större betydelse än inom områden med starkt omvandlade jordarter. Hithörande studier falla emellertid inom kvartärgeologien och skola icke här omnämnas. Till marklärans område höra naturligtvis undersökningar över jordarternas sammansättning ur mekanisk, kemisk och mineralogisk synpunkt, vidare undersökningar över de i de övre jordlagren pågående omdanningsprocesserna av mekanisk eller kemisk art (vittrings-, förmultnings- och förruttelseprocesser). Studiet av de sistnämnda processerna leda över till jordbaktereologien eller till studier av mikrofloras inverkan på marken, liksom undersökningar av växelverkan mellan marken och den högre vegetationen leda över till rent växtbiologiska och agrikulturkemiska spörsmål. Av särskild vikt för de markbildande processerna äro fuktighetsförhållandena i marken. Frågor av hithörande art falla delvis inom hydrologien och klimatologien. Det anförda må vara nog för att antyda marklärans stora omfattning och, då denna unga vetenskap ännu icke fått sina gränser reglerade, inses svårigheten i att avgöra, vad som i en resumé som denna bör medtagas. Detta må tjäna som ursäkt för dess ofullständighet.

Tidigare undersökningar på marklärans område voro, kan man säga, ofta direkt inriktade på lösningen av det stora problemet att utfinna de faktorer, som bestämma en jordmåns fruktbarhet. De otaliga misslyckandena härvidlag hava emellertid haft det goda med sig, att de öppnat blicken för mångfalden av de faktorer, som härvid spela in, och för problemets ytterligt komplicerade natur. Man nöjer sig också numera med att utforska en sak i sänder, en omständigare men på samma gång säkrare väg.

En gammal erfarenhet är, att olika jordmåner hava olika agromiskt värde, och att denna olikhet inom ett fuktigt klimat som vårt i första hand betingas av olikhet hos jordarternas mekaniska sammansättning, speciellt av kvantiteten ingående lerpartiklar. Den mekaniska jordanalysen, som angiver jordarternas mekaniska sammansättning, har också mycket länge varit i bruk såsom ett medel att karakterisera jordarter. A. ATTERBERG var den förste, som mera systematiskt undersökte de olika kornstorleksgruppernas fysikaliska egenskaper, och på grundval av dessa undersökningar uppställde han (1903, 1908) sitt bekanta schema för partiklarnas uppdelning i kornstorleksgrupper, vilket schema sedermera blivit antaget till in-

ternationell användning. För slamningen konstruerade ATTERBERG bekväma slamcylindrar, vilka även vunnit allmän användning. Sedermera har S. ODÉN (1915) lyckats konstruera en automatiskt verkande slamapparat, varigenom partiklarna kunna uppdelas i ett stort antal korngrupper. På grund av den långt drivna uppdelningen är det möjligt framkonstruera en exakt fördelningskurva för partikelstorleken, vilket giver en åskådligare och fylligare bild av den mekaniska sammansättningen än ATTERBERGS schema. Tyvärr göra de tidsödande beräkningarna av slamresultatet apparaten mindre användbar utom vid rent vetenskapliga arbeten. I samband med dessa arbeten har ODÉN företagit jämförande undersökningar av effektiviteten hos olika prepareringsmetoder för jordprovns beredande till slamning. De minsta partiklarna förekomma nämligen hopgyttrade i flockar, vilka det är svårt att sönderdela i enkelkorn utan tillgripande av reagens, som samtidigt verka lösande av partiklarna.

Av den mekaniska sammansättningen är det dock icke möjligt att sluta till avlagringens fysikaliska egenskaper, ty, även om man kände varje korngrupps egenskaper, så blir effekten av en blandning av alla möjliga korngrupper, vilket just är fallet hos en naturlig avlagring, något helt oberäkneligt. Ett flertal försök hava därför gjorts att karakterisera en jordart genom direkt bestämning av någon karakteristisk egenskap hos densamma. Lätt utförbara och snabba metoder härtill voro naturligtvis av stort värde vid agrogeologiska karteringar, där ett stort antal prov måste undersökas, även om metoderna endast kunna giva relativa uttryck för någon jordartskaraktär. På detta område hava ATTERBERG (1910, 1916) och SIMON JOHANSSON (1914, 1916) arbetat och nu senast *Statens järnvägars geotekniska kommission*. För sandslagen har S. JOHANSSON (1913) föreslagit bestämningar av kapillariteten, och för lerorna har ATTERBERG föreslagit bestämningar av flytgränsen, plasticiteten och hållfastheten. S. JOHANSSON har föreslagit hållfastheten vid en viss vattenhalt (omslagspunktens), som han benämner styvleksgraden. *Geotekniska kommissionen* har vänt på saken och tagit vattenhalten vid en viss hållfasthet (finlekstalet) som karakteristikum. Det må anföras, att *Geotekniska kommissionen* bestämmer hållfastheten efter en annan metod, på samma gång enkel som objektiv.

Genom studier av olika minerals plastiska egenskaper efter pulverisering kom ATTERBERG till den åsikten, att dessa egenskaper huvudsakligen äro bundna vid glimmer och andra fjällformiga mineral med en kornstorlek liggande under  $2\ \mu$ , alltså efter kornstorleken räknat tillhörande lergruppen. ATTERBERG drager därav den slut-

satsen, att de fjällformiga mineralen hos en jordart betinga jordartens plastiska egenskaper.

Övriga fysikaliska företeelser hos jordarterna, såsom vissa jordarters benägenhet att råka i flytande tillstånd vid upptagande av vatten (de s. k. flytlerorna eller jäslerna), och dessa företeelsers roll som geomorfologisk faktor (säterdalsbildning och jordskredsföreteelser) hava studerats av ett stort antal forskare, bland vilka kunna nämnas A. G. HÖGBOM, J. G. ANDERSSON, R. SERNANDER, S. DE GEER, B. HÖGBOM och J. FRÖDIN. Den sistnämnde har gent emot B. HÖGBOMS regelationsteori påvisat vattenimpregnationens avgörande betydelse för jordflytningens uppkomst. ÅTTERBERG, S. JOHANSSON och nu senast G. FRÖDIN hava bestämt den för flytbenägna jordarter karakteristiska mekaniska sammansättningen. Vad beträffar speciellt jordskredsföreteelserna, så hava dessa studerats av A. H. WESTERGÅRD, L. v. POST, G. FRÖDIN och synnerligen ingående av *Geotekniska kommissionen*, som i samband härmed dessutom nedlagt ett förtjänstfullt arbete på förbättring av borrhöjningen. De i samband med tjälbildningen stående markförskjutningarna, såsom uppfrysningssfenomenen, rutmarksbildningen och uppkomsten av s. k. palsar, hava studerats av A. HAMBERG, H. HESSELMAN, B. HÖGBOM, TH. C. E. FRIES, E. BERGSTRÖM och K. HÄLLÉN.

Den för vegetationen och för de jordmänsbildande processerna otvivelaktigt mest betydelsefulla faktorn är jordartens förhållande till vatten. Ehuru hithörande frågor tillhöra en särskild vetenskapsgren, hydrologien, som gör anspråk på en självständig ställning, skola emellertid de utförda undersökningarna på detta område omnämnas, dock utan kommentarier. Här bland märkas främst J. RICHERTS grundläggande arbete Om Sveriges grundvattensförhållanden (1911) med de vackra exemplen på teoriernas tillämplighet i praktiken, H. HEDSTRÖMS undersökningar över grundvattensförhållandena i Visbytrakten (1912) och F. SVENONIUS' källundersökningar samt HESSELMANS verifiering av OTORSKY'S på stäppområden gjorda undersökning, där han påvisat grundvattensytans sänkning under skogbärande mark. Vad beträffar vattenförhållandena i markens ytliga lager ovan grundvattensytan, hava undersökningar häröver verkställt av S. DE GEER och K. E. SAHLSTRÖM, vilka utfört bestämningar av permeabiliteten hos olika jordarter i naturlig lagring, och av S. JOHANSSON, som följt fuktighetsvariationerna i de ytliga lagren under en längre period.

Beträffande jordarternas mineralogiska sammansättning har man ansett dem vara rena krossningsprodukter av berggrunden, vilka sedermera vittrat mer eller mindre. Redan H. von POST har fram-

hållit, att de fjällformiga mineralen äro relativt anrikade inom de finaste storleksgrupperna. S. ODÉN och A. REUTERSKIÖLD (1919) hava genom kemisk analys av de olika korngrupperna hos en lera påvisat en med kornstorleken avtagande halt av kisel syra och en samtidigt tilltagande halt av aluminium och järn. O. TAMM har i sitt senaste arbete (Markstudier, 1920) uppvisat, att lergruppen till sin kemiska sammansättning har utpräglad lersammansättning till skillnad från de grövre korngruppernas granitsammansättning. Vid berggrundens sönderkrossande och under slammets transport i vatten före sedimentationen har enligt TAMM genom hydrolytisk sönderdelning av de minsta fältpatpartiklarna och utlösning av alkalierna ett aluminiumöverskott uppkommit. I lergruppen ingår därför en komplex av sannolikt kaolinartad sammansättning.

De efter jordarternas bildning inträdande omvandlingsprocesserna av mekanisk och kemisk art, eller de jordmånsbildande processerna, hava hos oss ingående studerats av HESSELMAN och TAMM. Över den mekaniska vittringens jordartsombildande roll hava dessa gjort undersökningar, som visa, att i de ytliga lagren en mekanisk sönderprängning av mineralkornen försiggår, orsakad av frost och temperaturväxlingar. De ytliga lagren hos sand- och mjälavlagringar äga nämligen en större halt av finare partiklar än de djupare, för temperaturvariationer mindre utsatta lagren.

Åt den kemiska vittringen, i synnerhet åt podsolvittringen hava nämnda forskare ägnat omfattande undersökningar; i synnerhet har TAMM i sitt förut omnämnda uttömmande arbete belyst hithörande processer. Genom talrika analyser av olikåldriga jordmånstyper och av sådana med olika markbetäckning har han kunnat giva en framställning av podsoleringsprocessernas intensitet och av intensitetens nära relation till den rådande markbetäckningen. För norrländska förhållanden har han funnit, att å de lavklädda tällhedarna råder den svagast utbildade podsoleringstypen, under det att den starkaste podsolvittringen försiggår å mark, bevuxen med granskog och med *Myrtillus* som undervegetation.

De vid podsolvittringen verksamma agenterna äro, utom den i vatten lösta kolsyran, företrädesvis de av humusämnena absorberade starka syror av organisk eller oorganisk art. De olika humusformernas innehåll av vittringsagentier är ännu icke närmare undersökt. De kolloidalt lösta humusämnena anses även i sin egenhet av skyddskolloider medverka vid vittringen på så sätt, att de befördra transporten av vittringsprodukterna ned till rostjordslagret. Vid en undersökning av markvattnets syrehalt och densamma inverkan på skogens försumpning och skogens växtlighet har HESSEL-

MAN (1910) funnit, att ett torvartat humustäcke berövar det genom-sippande regnvattnet en stor del av dess syre, och, då det är på-visat, att växtrötterna vid syrebrist alstra starka organiska syror, kan man förmoda, att i ett syreabsorberande humustäcke särskilt starka syror böra förefinnas, som starkt angripa mineralen.

Av HESSELMANS grundläggande undersökningar har det klart fram-gått, vilken betydande roll de olika humusformerna spela icke blott för markvittringen utan även för skogens växtlighet. Denna roll för skogens produktivitet, speciellt för dess föryngring, beror, såsom nämnde forskare i ett par senare, mycket betydelsefulla arbeten (1917) lyckats visa, huvudsakligen på humuskvävets nitrificerbarhet hos de olika humusformerna. Det har sålunda visat sig, att sal-peterbildningen i hög grad är beroende på förekomsten av elektro-lyter, och att elektrolythalten hos sur råhumus är mycket ringa med därav följande obetydlig salpeterbildning och kvävehunger hos de unga plantorna. HESSELMAN har visat, att bland andra åtgärder en inblandning av mineraljord till sådan råhumus gör kvävet hos denna nitrificerbart, på grund av att elektrolyter därigenom tillfö-ras. I praktiken låter sig detta lätt göra genom bearbetning, och HESSELMANS undersökningar hava sålunda lett till praktiskt värde-fulle resultat. Den i åkerjord försiggående salpeterbildningen har tidigare studerats av WEIBULL, BARTHEL och S. JOHANSSON.

Sedan man fått klart för sig humusämnenas stora roll, har in-tresset för deras kemiska utforskande åter väckts till liv. Humus-ämnenas kemiska natur har ingående studerats av ODÉN (1919). Gent emot BAUMANN och GULLY, som framkommo med den åsikten, att humussyrorna icke äro verkliga syror utan endast kolloidala ämnen, som på grund av absorptionsföreteelser visa syrekaraktärer, har ODÉN förfäktat humussyrornas verkliga existens. Enligt ODÉN föreligger hos humusens alkalilösliga del en humussyra med myc-ket hög molekylarvikt, fast den är ytterst svag, och som därför icke spelar någon roll för markens surhetsgrad. Humusens syre-verkan beror på absorberade syror av organisk och oorganisk na-tur.

De döda växt- och djurresternas övergång till respektive humus och gyttja har R. SERNANDER beskrivit i sitt arbete »Förna och äfja» (1918), där han åt dessa förut något obestämda begrepp gi-ver bestämda definitioner. Gyttje- och dybildningsprocesserna hava vidare studerats av E. NAUMANN (1917), vilken även studerat jär-nets förekomstsätt i dylika avlagringar (1919); han har även kon-struerat särskilda apparater för provtagning av dessa bildningar.

Att markens surhetsgrad spelar en mycket viktig roll för vege-

tationen har länge varit ett bekant faktum. För ungefärlig bestämning av surhetsgraden hos åkerjord har WEIBULL (1912) infört lackmusprovet. Han vill därur bestämma åkerjordens kalkbehov i stort sett enligt regeln, ju surare ju mera kalkbehövande. Senare tidens forskningar hava visat, att surhetsgraden beror på flera faktorer. Man har även på sista tiden påvisat, att surhetsgraden eller väteionskoncentrationen spelar mycket stor roll vid sådana kemiska processer, som försiggå under medverkan av ferment, så tillvida nämligen att dessa processer försiggå hastigast vid en viss, optimal väteionskoncentration, vilken är olika för olika fermentreaktioner. Då fermentreaktionerna spela stor roll vid de kemiskt fysiologiska processerna, och då surhetsgraden efter behag kan regleras genom markens kalkning, förstår man, vilken praktisk betydelse ett närmare utforskande av de faktorer, som bestämma surhetsgraden, bör äga. Den moderna markforskningen står också, kan man säga, i väteionskoncentrationens tecken.

---