



DW

# NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR  
POPULÆR NATURVIDENSKAP

utgitt av Bergens Museum,

redigert av dr. phil. Torbjørn Gaarder

med bistand av prof. dr. phil. Aug. Brinkmann, prof. dr. phil. Oscar Hagem,  
prof. dr. phil. Bjørn Helland-Hansen og prof. dr. phil. Carl Fred. Koldersø

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 3

55de årgang - 1931

Mars

## INNHOLD

OLAF HOLTEDAHL: En regnskur fra jordens oldtid, . . . . .	65
EGIL A. HYLLERAAS: Om den nyere utvikling i atom- læren . . . . .	71
P. A. ØYEN: Fossilfund i Ottadalens serpentinkonglomerat	85
BOGANMELDELSE: Bjarne Aagaard: Fangst og forsk- ning i Sydshavet (Håkon Mosby). — A. Brehm: Dyrenes liv (T. G.) . . . . .	91
SMASTYKKER: Kr. Irgens: Temperatur og nedbør i Norge	96

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær  
John Grieg  
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær  
P. Haase & Søn  
Kjøbenhavn



# En regnskur fra jordens oldtid.

Av Olaf Holtedahl.

På østsiden av Oslofjorden, fra Jeløen og sydover, ligger en rekke mindre øer av en egenartet geologisk karakter. Vi har Revlingen lengst nord, så Sletterøene, Rauø (eller Rauer), Misingen og Søstrene for å nevne nogen av de litt større.

Som professor W. Brøgger har påvist i et arbeide fra 1900<sup>1)</sup> består disse øer, hvis fjellgrunn har en karakteristisk rødbrun farve, av *rombeporfyrkonglomerat*, d. v. s. av et konglomerat (en sammenskyllt bruddstykke-bergart) hvor bergartene i bruddstykkenes, i stenene som bygger op massen, helt overveiende er rombeporfyr, en for Oslofeltet særlig karakteristisk bergart der vesentlig optrer som en lava-bergart, men som også finnes som gjennemsettende ganger. Stykkene i rombeporfyrkonglomeratet representerer rombeporfyr-*lava* der er blitt utsatt for forvitring og så er større og mindre stykker av bergarten blitt skyllet ned i et avsetningsområde hvor svære mengder av dette materiale er blitt lagvis avsatt og partier av denne avsetning er det da vi har oppbevaret i de nevnte øer. Materialet i konglomeratet veksler sterkt i forskjellige lag, snart er det grovt, snart er det fin-kornet. Der finnes partier av konglomeratet hvor der ligger, i massen, kjempestore stener på mange tonns vekt sammen med mindre sten, og lagningen er i disse tilfeller ofte helt utydelig, og massen kan i struktur minne om morenemateriale, bregrus. Imidlertid må man for rombeporfyrkonglomeratet anta en transport med *rinnende vann*, og det er da tydelig at

<sup>1)</sup> Konglomerater i Kristianiafeltet. Nyt Magazin for Naturvidenskaberne, B. 38.

man her må ha hatt med umåtelig raskt strømmende vann å gjøre, for kun under slike forhold kan de veldige stener tenkes ført frem.

Da konglomeratet på Revlingen ligger på rombeporfyr-lava, av samme karakter som stykkene i konglomeratet, er det naturlig å anta at materialet skriver sig fra et nærliggende strøk, i vest eller øst, hvor jordskorpen, etter rombeporfyr-lavaens fremskred og dannelse, var blitt hevet op, langs en forkastning (som rimeligvis har gått i fjordens nuværende, N—S, retning). I dette hevede strøk undergikk så rombeporfyr-lavaen forvitring og erosjon og de løse bruddstykker blev skyldet ned i det tilstøtende lavliggende område og der avsatt ovenpå rombeporfyr-lavaen som her, på grunn av den lave beliggenhet, ikke var blitt gjenstand for ødeleggelse av de tærrende krester.

Det er uhyre masser av rombeporfyr fra det høierliggende strøk som på denne måte, som større og mindre bruddstykker, er blitt transportert ned i det lavereliggende området, for den samlede tykkelse av avsetningen er, etter Brøgger, minst 750 m.

Som ovenfor nevnt varierer materialets grovhetsgrad overordentlig og der finnes ved siden av de grovkornede bruddstykketlag helt finkornige dannelser av sandstens- og endog skiferkarakter. Man kan her tenke seg at der til forskjellige tider har vært forskjellige klimatiske forhold (foruten jo at hellingsforholdene også gjennem tidene kan ha skiftet), med til sine tider voldsomme regnsskyll som skaffet tilveie svære flommende vannmasser som maktet å føre med sig de store stenene, mens til andre tider vannmengden i elvene var ganske liten eller endog helt vekk. De fenomener som her skulde omtales nøyere opptrer i lag av finkornet type, hvor man, vekslende med lag av sand- eller ganske fin gruskarakter, finner lag der en gang har vært et bløtt slam. Et slikt slam, nu tilstede som en skiferlignende rødbrun substans, er det som danner selve lagflaten på det stykke som her er avbildet (fig. 1), mens bergarten forøvrig er av en tydelig sandig beskaffenhet. Det er da dette bergartsstykke, hvis hjemstavn er vestsiden av Rauø, som har først saket denne lille artikkelen.



Fig. 1. En del av stykket med avtrykk av regndråpe-merker og tørke-sprekker fra Rauø, ytre del av Oslofjorden. Litt forminsket ( $\frac{8}{9}$  nat. st.). Lily Monsen fot.

Selve stykkets historie er den at det blev samlet på en ekskursjon som forfatteren av disse linjer, som formann i Norsk Geologisk Forening, arrangerte for foreningens medlemmer til de nordlige av rombeporfyrkonglomeratene i mai 1915. Der blev fra utferden ført med endel typiske bergartsstykker som blev innlemmet i Geologisk Museums samlinger. Det var fundet av regndråpelignende avtrykk i en skifer, funnet i Finnmark sommeren 1929, som minnet mig om at der på den nevnte tur på Rauø, var iaktatt *regndråpeavtrykk* i fjell-lagene, og at der var medbragt et stykke med slike merker. Da stykket blev funnet frem var merkene så vakre og tydelige å se på at jeg fant det kunde være av interesse å få tatt et fotografi av dem til »Naturen«.

Regndråpeavtrykk i finkornige lagdelte bergarter, spesielt lerholdige sandstener (eller sandholdige skiferbergarter) er ikke så helt sjeldne fenomener og særlig fra lag fra Triasformasjonen i Tyskland og det østlige Nordamerika finnes der i litteraturen (også i læreboklitteraturen) adskillige avbildninger av slike merker. De typiske merker utmerker sig foruten ved den grunne, met eller mindre cirkelrunde fordypning på lagflaten, ved at der i periferien av fordypningen finnes en smal ophøiet ring, en slags miniaturvoll som blev presset opp omkring fordypningen idet dråpen traff marken. Stykket fra Rauø representerer et »negativ«, *avtrykket* av den av regndråpene merkede jordoverflate og den perifere ring (i avtrykk) fremtrer kanskje ikke så særlig tydelig på fotografiet, men trer utmerket frem, hvis man, som det er gjort, tar en avstøpning av stykket og derved får frem den gamle jordoverflaten.

Tross de forskjellige fund som er gjort — og gjøres — fra tid til annen, vil dog tydelige regndråpeavtrykk i fjell-lag høre til sjeldenheterne, og det er ikke mer enn rimelig når man tenker sig de betingelser som må være tilstede, alle de forhold som må passe inn, skal man finne slike fossile regnmerker. Man må først ha et slam av passende konsistens, ikke helt bløtt og hemflytende for da er merket forsvunnet i øieblikket etter det er satt, heller ikke tørt og fast for da blir der ikke noget merke. Slammet må med andre ord ha vært halvtørt,

og formbart, plastisk, i det øieblikk dråpene falt. Videre må der ikke falte for mange dråper; er der falt så mange at de har dekket hele overflaten får man for det første ikke de typiske, lett igjenkjennelige merker og dernæst blir gjerne massen derved så gjennembløtt at slammet ikke lenger har sin plastiske karakter.

Ytterligere må det halvbløte slam efter at merkene er satt der helst bli utsatt for en videre tørring så massen blir meget fast og hård slik at den, når vann skyller innover overflaten og avsetter nye dannelser ovenpå, tåler denne påkjønning uten at merkene utslettes. Hertil kommer jo den selvfolgelige forutsetning, at vedkommende dannelser under de kommende tider ikke må bli ødelagt av erosjonen, hvad der for riktig gamle avsetninger vil si at de gjennem uendelig lange tidsrum må ha ligget relativt dypt i jordrelieffet og ikke, ialfall før i den aller siste tid, være blitt hevet høit op, hvad der nemlig er ensbetydende med ødeleggelse, fjernelse.

Det morsomme ved det her avbildede stykke er at det ved sitt utseende direkte forteller oss at den ovenfor omtalte nødvendige forutsetning for opbevaring av de allerede inntrykte merker, nemlig en videre uttørring av slammet, har vært tilstede. Vi ser at lagflaten på en eiendommelig, uregelmessig måte er gjennemkrysset av korte dobbeltlinjer som forteller oss at vi har med gamle »tørkesprekker« å gjøre. Slammet er blitt helt uttørret så der har åpnet sig små gapende sprekker slik som vi kan se i slammet i en inntørket søledam. Det vi har for oss i det fotograferte stykke er da avstøpninger av disse sprekker, d. v. s. vi får avstøpning bare av sprekkenes aller øverste del idet jo hovedmassen av den tynne sprekkefylling blir sittende igjen i sprekken når det overliggende lag, avstøpningen, fjernes. Man ser hvordan tørkesprekkene på flere steder har *spaltet* regndråpemerkene i to deler, som da er blitt fjernet så meget fra hverandre som der tilsvarer sprekkenes tykkelse.

Foruten å ha interesse i og for sig kan da de her nevnte fenomener fortelle oss visse ting om forholdene i vedkommende strøk på den tid lagene blev dannet. Såvel regndråpeavtrykkene som tørkesprekkene angir med full sikkerhet at

vedkommende lag lå tørt, *åpent i dagen*, da merkene blev festet i det. Samtidig kan man temmelig sikkert også anta at slammet som regndråpene satte sine merker i, selv er avsatt under vann likesom i det hele rombeporfyrlagrekken skylder transport ved vann sin tilblivelse. Billedet blir det samme som man har i de kontinentale (d. v. s. utenfor havets område avsatte) røde sandstenslagrekker, slik som f. eks. de førnevnte Trias-avsetninger eller de gamle røde sandstener fra devonperioden i det nordatlantiske område (»Old Red«). Man har for sig lavlandsstrøk utover hvilke der skylles, fra tilgrensende høyland, mengder av grus, sand og slam. Klimatet har vært karakterisert ved sterke periodiske vekslinger i nedbøren, med store flomskyll — som førte materialet frem og som her og der laget grunne vidtstrakte innsjøer — og med mellomliggende inntørningsperioder, da fint slam sank til bunns i disse sjøer som til sist helt tørket inn så hele overflaten blev et nett av tørkesprekker. Under en slik inntørningsperiode har der så kunnet drive en regnskur over området slik som i det tilfelle vi her har spesielt behandlet. Men det var bare nogen få dråper, så var rimeligvis etter himlen klar og de store rødbrunne slamsletter — der har sine paralleller i forskjellige innlandsstrøk i de »semiaride« områder i nutiden, hvor hete tørkeperioder av og til avbrytes av voldsomme regnsvall — blev hårdere og hårdere i overflaten mens et kaos av småsprekker langsomt åpnet sig for ved næste flomskyll etter å dekkes til av nye jordlag.

Og hvor gamle er så disse merker? Som Brøgger nøiere har utredet må man anta at avsetningen av rombeporfyrkonglomeratet har funnet sted allerede i den tid vi betegner Oslofeltets erupsjonsperiode, og som etter all sannsynlighet tilhører den eldre del av devonperioden. Efter den nu alminnelige opfatning av de geologiske tidsrumms lengde ligger denne tid 300—400 millioner år tilbake i tiden. Et for menneskelig innstilling ufattelig langt tidsrum er det ihvert fall som ligger mellom nutiden og de dager, da regndråpene falt tunge og store over slamsletten der nu Rauø ligger.

# Om den nyere utvikling i atomlæren.

Av universitetsstipendiat Egil A. Hylleraas.

(Fortsett fra side 47).

## II.

*Heisenbergs »matrisemekanikk«. Det »virtuelle atomorkester«.*

I årene 1924—26 setter nu som allerede nevnt utviklingen av de nyere teorier inn, en utvikling som i første rekke er karakterisert ved navnene de Broglie, Heisenberg og Schrödinger. Mens de Broglies og Schrödingers arbeider til å begynne med syntes å tyde hen på en mulig tilbakevending til den klassiske fysikkens idealer, betydd Heisenbergs teori en voldsom skjerpning av motsetningsforholdet.

Vi skal prøve å gi en karakteristikk av grunntrekkene også ved Heisenbergs teori, til tross for at den ved sin fullkomne mangel på anskuelighet er den minst tilgjengelige. I denne mangel på anskuelighet ligger der nemlig et bestemt program, det nemlig at man skal undgå å operere med størelser som prinsipielt ikke kan iakttas, og hvis realitet derfor kan trekkes i tvil. Til slike ting hører f. eks. forestillingen om elektronenes bevegelse på bestemte baner i atomet. Det vi kan konstatere ved eksperimenter er at atomene befinner sig i bestemte stasjonære tilstander, at de kan utsende og absorbere lys med frekvenser som svarer til energidifferenser mellom de stasjonære tilstander etter loven: energi lik virkningskvantum gange frekvens. Ut over virker altså atomet nærmest som et system av klassiske elektriske oscillatorer med de nevnte frekvenser, og Heisenberg satte sig nu som oppgave å forme en teori, som direkte skulle kunne føre til en beregning av disse fiktive oscillatorer, uten å gjøre bruk av forestillingen om elektronenes bestemte bevegelser i atomet. Vi kan derfor ganske treffende karakterisere Heisenbergs opfatning av atomet ved et enkelt slagord, »det virtuelle atomorkester«.

Et slikt orkester leverer nu også den eldre kvanteteori (naturligvis under forutsetning av at den var konsekvent for-

muleret). Den forutsetter jo, som jeg har påpekt, at de stationære tilstander svarer til periodiske bevegelser for elektronene, og at altså koordinatene for elektronene er periodiske funksjoner av tiden. Det er en velkjent sak at slike funksjoner ved en såkalt harmonisk analyse eller Fourier-utvikling rent matematisk kan oploses i rene harmoniske svingninger, av forskjellig styrke, og med frekvenser som svarer til den mekaniske grunnfrekvens og multipla av denne, grunntone og overtoner som man sier i akustikken. Det var naturligvis ikke noget iveau for å betrakte frekvensen og styrken av disse enkeltsvingninger, de såkalte Fourier-koeffisienter, som de ukjente størrelser vi har å bestemme, og å angi metoder som kunde føre til direkte beregning av dem, uten at vi behøvde å hefte oss ved selve banene. Dermed vilde vi da naturligvis heller ikke ha fjernet oss det ringeste ifra den klassiske teori.

Forskjellen fra Heisenbergs teori er nu den, at mens deltagerne i dette klassiske orkester, som altså ikke motsvarer virkeligheten, kan ordnes i en enkelt rekke, så er deltagerne i Heisenbergs »virtuelle orkester« karakterisert ved to tall, svarende til en kombinasjon mellom to termer, og kan derfor bare ordnes systematisk i et kvadratisk skjema, en såkalt «matrise». Disse matriser er det nu Heisenberg opererer med istedetfor elektronenes koordinater, og det er da klart at han må »opfinne« nye bestemmelsesligninger for disse. Hvordan dette skal gjøres, er naturligvis fra først av helt på det uvisse, men Heisenberg løser problemet på den måte, at han ved hjelp av de spesielle regneregler som gjelder for disse matriser, og som minner om addisjon, subtraksjon, multiplikasjon, divisjon o. s. v. for almindelige tall, kan la bestemmelsesligningene formelt følge de klassiske bevegelsesligninger for det tilsvarende mekaniske system. Dessuten innfører han en ganske bestemt enkel ligning som motstykke til den eldre teoris kuantebetingelser.

Hermed hadde han skapt et symbolsk regneskjema, som virkelig tillot å løse den oppgave han hadde stillet sig, nemlig å beregne direkte arten og styrken av oscillatorene i det »virtuelle atomorkester«, uten å gjøre bruk av de vanlige kon-

krete mellemforestillinger om elektronebanene, og det merkelige var at hans resultater også stemte med erfaringen, der hvor teorien kunde bringes i anvendelse. Men ikke nok hermed, de ga også en rekke beriktigelse, særlig i teorien for den harmoniske oscillator og den enkle rotator, som begge spiller en vesentlig rolle i teorien for båndspektrene eller molekylspektrene.

Disse resultater i forbindelse med den ting at teorien ikke led av indre inkonsekvenser, slik som den eldre kvanteteori, må betegnes som et meget vesentlig fremskritt, men forøvrig viste teorien sig i matematisk henseende å være så tungvint, at man med den i virkeligheten aldri er kommet utover behandlingen av de aller enkleste atommodeller. Dels herfor, dels på grunn av dens fullkomne mangel på anskuelighet, har vel de fleste egentlig aldri elsket denne teori. Vi foretrekker tross alt anskuelighet, selv om de billede vi tar til hjelp for vår fantasi, kan angripes ved filosofiske spekulasjoner. Den tilskittede tomhet, som har sitt tydelige erkjennelsesteoretiske forbillede i Ernst Machs kritisk innstilte naturfilosofi, tror jeg nok også nu av de fleste opfattes som en mangel ved en fysisk teori, selv om dens betydning i dette tilfelle, som et overmåte fruktbart diskussjonsinnlegg, er uomtvistelig.

Hvad den reelle siden av saken angår, vil jeg pointere at de fysikalske resultater av Heisenbergs teori, for så vidt det gjelder ting som kan gjøres til gjenstand for eksperimenter, er i full overensstemmelse med de resultater som følger av de teorier jeg nu skal omtale, nemlig de Broglies bølgeteori for elektronet og Schrödingers mere vidtrekkende bølgemekanikk.

*De Broglies fasebølger. Bohrs kvantebetingelser som interferensbetingelse for fasebølgene. Eksperimentell påvisning av interferens ved katodestråler.*

de Broglie startet med spekulasjoner over analogien mellom materielle partikler og lyskvanta, hvis energi jo er gitt ved den kvanteteoretiske ligning,

$$E = h\nu$$

hvor  $\nu$  er frekvensen og  $\hbar$  virkningskvantet. Foruten med energi utstyrer vi jo disse lyskvanta også med andre egenskaper som er karakteristiske for materielle partikler, masse, bevegelsesmengde o. s. v. På den annen side kan vi som nevnt ikke fjerne fra lyskvantlæren de siste rester av en bølgeforestilling, slik at frekvensbegrepet her fremdeles må ha en reel betydning, i den forstand at det er knyttet til en periodisk prosess, slik som bølgeteorien lærer.

d e B r o g l i e antok nu at denne kvanteteoretiske forbindelse mellom energi og frekvens måtte være helt almeniglydig, slik at der til enhver partikkelen med en viss energi  $E$  måtte være knyttet en periodisk prosess med den tilsvarende frekvens  $\nu$ , likegyldig om vi har med et lyskvant eller en materiell partikkelen å gjøre. Nu er den absolute energi for en partikkelen med masse  $m$  etter relativitetsteorien lik

$$E = mc^2$$

hvor  $c$  er lyshastigheten, og det er naturligvis denne energi vi har å regne med. Denne antagelse viste sig imidlertid til å begynne med ikke å være i samklang med relativitetsteoriens grunnfordring, at formuleringen av en lov skal være uavhengig av det valgte koordinatsystem, nemlig så lenge som man forsøkte å henlegge den periodiske prosess til partikkelen, eller la oss si, elektronet selv. d e B r o g l i e kunde imidlertid eliminere denne vanskelighet ved å henføre den periodiske prosess til elektronets omgivelser, eller strengt tatt til hele det utstrakte rum. Dette er jo, som vi nu lett innser, nødvendig for å opnå full analogi mellom lyskvanta og materielle partikler. Hvis nu denne periodiske prosess, regnet i et koordinatsystem som' er fast forbundet med elektronet, er synkron i alle rummets deler, så følger av relativitetsteorien at den regnet i et annet koordinatsystem ikke kan være synkron, men tvert imot må fortone sig som en bølge, med forplantningshastigheten

$$u = \frac{c^2}{v}$$

i elektronets bevegelsesretning, og med bølgelengden

$$\lambda = \frac{h}{m v}$$

hvor  $m$  og  $v$  er elektronets masse og hastighet.

Dette er de berømte de Broglie-ske »fasebølger«, et navn som ikke sier nogen ting, men som iafall foreløbig er å foretrekke for det mere vågede navn »materiebølger«, for selve den enkle fasebølge, som jo forplanter sig med en hastighet større enn lysets, kan efter relativitetsteorien ikke transportere hverken masse eller energi og altså heller ikke materie.

Det merkeligste ved disse bølger var nu, at de syntes å gi en plausibel begrunnelse for de så uforståelige Bohr-ske kvantebetingelser. La os betrakte den Bohr-ske modell av vannstoffatomet, og la oss videre for enkelhets skyld velge de mest hensiktsmessige enheter. I vårt vanlige målsystem er jo grunnenhetene cm., gram, sek. Her vil vi som grunnenheter velge elektrisitetsenheten e, masseenheten  $m$ , altså elektronets ladning og masse, og som tredje gunnenhet virkningsenheten

$$\frac{h}{2\pi}$$

Da blir lengdeenheten nettopp lik radien i den første Bohr-ske cirkelbane i vannstoffatomet, hastighetenheten lik elektronets hastighet på denne bane o. s. v. For bølgelengden av de Broglie-bølgen får vi da den enklere formel,

$$\lambda = \frac{2\pi}{v}$$

Når elektronet beveger sig på den første cirkelbane i vannstoffatomet, blir altså bølgelengden av den tilhørende fasebølge lik  $2\pi$  eller cirkelens omkrets. På den neste cirkelbane med den 4-dobbelte radius må hastigheten være sunket ned til det halve, hvis centrifugal- og centripetalkraft skal holde hverandre i likevekt. Bølgelengden av fasebølgen må derfor være blitt fordoblet, men da cirkelens omkrets er blitt 4-doblet går der nu nettopp 2 bølgelengder på den. Vi ser at

kvantebetingelsen her er ensbetydende med den fordring at den til elektronet hørende fasebølge skal være i resonans med sig selv, hvilket vil si at den danner en stående bølge. Forholdene blir altså å ligne med forholdene ved en svingende streng, og kvantetallene får betydningen antall knutepunkter, knutelinjer eller knuteflater i et svingende medium.

Herved syntes det å være forsvarlig å tro, at der måtte stikke en realitet bak disse de Broglie-bølger, en formod-

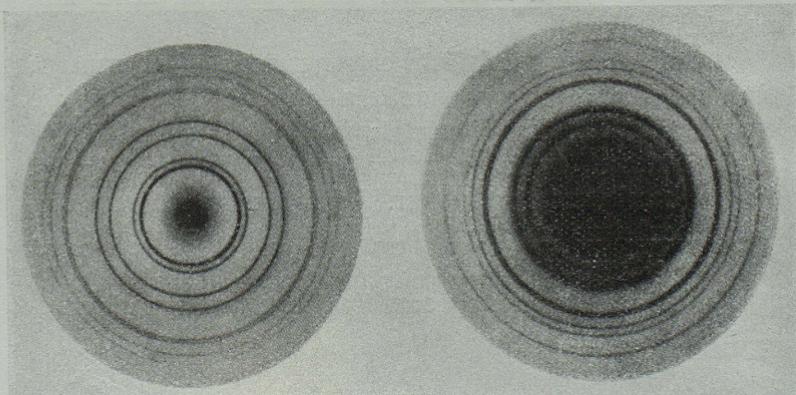


Fig. 1. Interferensbillede for Ag.  
36 kV-Elektroner.  $\lambda = 0.0645 \text{ \AA}$ .  
 $\frac{1}{10}$  sek. belysningstid.

Fig. 2. Interferensbillede for Al.  
41 kV-Elektroner.  $\lambda = 0.0605 \text{ \AA}$ .  
 $\frac{1}{10}$  sek. belysningstid.

Spredning av en rettlinjet, skarpt avgrenset bundt katodestråler etter å ha passert et tynt metallfolium.

(Metallfoliet består av uhyre små krystaller, som er orientert i alle mulige retninger. Den fotografiske plate er stillet op et stykke bak metallfoliet for å få interferensringene passende fra hverandre. Uten metallfolium vilde man bare fått den mørke flekk i midten).

ning som forbausende nok straks etter skulde bli direkte eksperimentelt bekreftet. Jeg sikter har til en rekke forsøk over katodestrålers avbøining i krystaller, som viste at disse avbøies ganske på samme måte som røntgenstråler. Jeg skal i denne forbindelse bare kort nevne navnene Davisson og Germer i Amerika, G. P. Thomson i London og Rupp i Göttingen. I det følgende billede er der gjengitt nogen meget vakre interferensbilleder, som er optatt av Mark og Wierl

i Ludwigshafen, og som helt motsvarer den såkalte D e b y e - S c h e r r e r - metode eller pulvermetoden i krystallanalysen.

Man kunde være fristet til overfor et så slående argument som dette billede å uttale den sats: elektronet *er* en bølge. Vi skal imidlertid være litt forsiktigere og si, at elektronets virkemåte i dette tilfelle i ethvert fall ikke kan beskrives uten ved hjelp av bølgeforestillinger.

d e B r o g l i e s ledemotiv var fra først av å skape en atomteoretisk feltfysikk, altså etter den klassiske teoris idealer. Herpå beror hans forsøk på ved hjelp av bølger så å si å konstruere en materiell partikkel eller et elektron, nemlig som en såkalt bølgepakket. En slik bølgepakket eller bølgegruppe kan man bare få frem ved å superponere en rekke harmoniske bølger med litt forskjellig frekvens. Det merkelige er nu at denne bølgepakket ikke beveger sig med samme hastighet som bølgene selv, altså fasehastigheten, men derimot med den såkalte gruppehastighet, som i dette tilfelle nettopp er lik den mekaniske hastighet som svarer til den ennu på det nærmeste monokromatiske d e B r o g l i e - bølge. Nevnnes kan også at S c h r ö d i n g e r under behandlingen av den harmoniske oscillator har kunnet spesialisere disse forestillinger så vidt, at han har kunnet konstruere bølgepaketter som beveger sig nøyaktig som kvasielastisk bundne materielle partikler.

Den viktigste innvending mot denne rene bølgeopfatningen av materien er vel den at disse bølgepaketter ikke er bestandige. I tidens løp flyter de utover og mister sin individualitet. Jeg kan dog ikke undlate å gjøre opmerksom på den glimrende illustrasjon de gir til H e i s e n b e r g - B o h r s usikkerhetsprinsipp. Som nevnt må vi, for overhodet å få en partikkellignende bølgegruppe, superponere bølger fra et endelig frekvensområde. Denne bølgepakket er imidlertid ikke punktformet, men har en endelig utstrekning, stedet for den kan altså ikke angis eksakt, men bare innenfor visse grenser. Det samme gjelder hastigheten, da vi ikke har en monokromatisk bølge men en samling tilnærmet monokromatiske bølger fra et snevert frekvensområde. Hvis vi vil innsnevre bølgepakketten slik at stedet for den blir mere veldefineret, så må

vi ta bølger fra et videre frekvensområde og da blir hastigheten usikrere, og hvis vi omvendt innsnevrer frekvensområdet for å få en skarpere definisjon av hastigheten, så svulmer bølgepakketten ut. Grensetilfellet en uendelig skarp definisjon av den ene av disse størrelser kan bare opnås ved helt å oppgi å definere den andre.

*Schrödingers bølgemekanikk. Forholdet punktmekanikk — bølgemekanikk som analogen til forholdet geometrisk optikk — bølgeoptikk.*

Til tross for de mange interessante synspunkter de Broglies lære kunde gi anledning til, var den allikevel som teori betraktet høist ufullkommen, og kunde ikke gi det ringeste regnskap for de finere enkeltheter ved atomprosessen. Forholdet blir det samme som i optikken, hvor vi på det grunnlag at vi overhodet har med bølger å gjøre kan anstille en del elementære betraktninger over interferens og lignende. For å kunne beherske problemene nogenlunde fullkommen må vi imidlertid kjenne de eksakte matematiske lover for lysutbredelsen, som er uttrykt i lysets bølgeligninger.

Hvis bølgelæren for materien skulde bli et brukbart instrument i behandlingen av atomproblemene, måtte den derfor utbygges på en ganske annen måte i teoretisk henseende. En slik fullkomnere teori lyktes det nu straks etter Schrödinger å opstille, og det er den vi i almindelighet sikter til med betegnelsen *bølgemekanikk*. Denne teori fremtrer som en virkelig generalisering av den klassiske mekanikk og lar sig dessuten utlede uten relativitetsteoretiske betraktninger. Selvfølgelig må den da senere kompletteres i relativistisk retning, men det er her tilstrekkelig å omtale den almindelige bølgemekanikk.

Utdelingen beror på den merkverdige analogi som består mellom den klassiske mekanikk på den ene side, og den geometriske optikk på den annen side. Som bekjent kan lovene for lysets utbredelse i et inhomogent isotrop medium utledes av et minimumsprinsipp, nemlig Fermat's prinsipp om den korteste lystid,

$$\int_1^2 \frac{ds}{u} = \text{Min.}$$

$u$  er lysets hastighet, som altså kan variere fra punkt til punkt, og 1 og 2 er to faste punkter som lysstrålen skal passere. Hvis hastigheten var konstant ville den raskeste vei være en rett linje og lystiden ville være lik kvotienten mellom den tilbakelagte vei  $s$  og hastigheten  $u$ . Hvis hastigheten varierer fra punkt til punkt kan vi få en krum bane, og lystiden må sammensettes på ovenstående ved summasjon av lystidene for de enkelte uendelig små baneelementer  $ds$ .

Omvendt kan lovene for et massepunkts bevegelse utledes av et lignende minimumsprinsipp, nemlig Maupertuis' prinsipp om den minste virkning,

$$\int_1^2 m v ds = \text{Min.} \quad m v = \sqrt{2m(E-V)}$$

$E$  er her massepunktets totale energi,  $V$  dets potentielle energi og  $mv$  dets bevegelsesmengde eller impuls, som varierer fra punkt til punkt når den potentielle energi  $V$  er foranderlig.

På grunn av likheten mellom de to prinsipper ser vi at det rent geometriske spørsmål om et massepunkts bane i et gitt kraftfelt er fullstendig identisk med spørsmålet om en »lyspartikkels« bane i et »kvadioptisk medium«, som er slik beskaffent at lyshastigheten er omvendt proporsjonal med den mekaniske hastighet for massepunktet,

$$u = \frac{C}{mv}$$

Denne analogi, som Hamilton så sterkt har fremhevet, er etterhånden blitt mindre og mindre påaktet, til tross for at den i virkeligheten ligger til grunn for Hamiltons og Jacobis elegante metoder til løsning av mekaniske problemer. Av Fermats prinsipp kan man nemlig utlede differentialligningen for de såkalte stråleflater, som er ortogonalflater til »lyspartikkelenes« baner, og i og med at stråleflatene er bestemt, er derfor også samtlige mulige baner for lyspartikklene bestemt. I Hamilton-Jacobis teori følger løs-

ningen av de mekaniske problemer ganske på tilsvarende måte, idet man av Maupertuis' prinsipp utleder differentialligningen for den såkalte virkningsfunksjon, som på sin side bestemmer ortogonalflatene til de mekaniske baner. Denne Hamilton-Jacobis partielle differentialligning, som den kalles, kan derfor simpelthen opfattes som ligningen for stråleflatene i det tilsvarende »kvasioptiske« medium.

Nu vet vi jo at disse stråleflater i den geometriske optikk ikke er noget annet enn en slags camouflage for bølgefronter, som bestemmes på en helt annen måte, nemlig ved hjelp av lysets bølgeligning. Videre vet vi at disse stråleflater og bølgefronter nok stemmer overens under »vanlige« forhold og at den geometriske optikk derfor erstatter bølgeoptikken. Derimot stemmer de ikke lenger overens, hvis vi har diskontinuiteter eller brå forandringer i brytningsindeks på områder som kan sammenlignes med bølgelengden. Der svikter den geometriske optikk, idet bare bølgelæren kan forklare slike ting som lysets bøining og lignende fenomener. Derav følger at det er lysets bølgeligning som gir den almengyldige beskrivelse av »lystransporten».

Nu er det klart at vi i det til et mekanisk problem svarende »kvasioptiske« problem kan stille op en ganske tilsvarende bølgeligning som motstykke til Hamilton-Jacobis differentialligning. Begge ligninger bestemmer ortogonalflateler for »materietransporten«, som igjen stemmer overens under »vanlige« forhold og derfor kan erstatte hverandre. Nu kunde det da kanskje være berettiget å spørre: Hvilken av de to beskrivelser er almengyldig, d. v. s. hvilken er riktig når vi kommer til områder hvor de ikke lenger stemmer overens? Dette forhold kan jo nettop ventes å inntreffe ved atomprosessene, hvor vi har sterke forandringer i kraftfeltet, altså også den »kvasioptiske« brytningsindeks på områder som muligens er av samme dimensjoner som den eventuelle bølgelengde. Schrödinger antar nu at det er denne bølgeligning som er almengyldig.

Frekvensen for denne bølgebevegelse må vi naturligvis tenke oss gitt ved den kvanteteoretiske ligning

$$E = h\nu$$

og der står da bare igjen å bestemme enten fasenhastigheten eller bølgelengden d. v. s. proporsjonalitetsfaktoren  $C$  i den næst foregående ligning. Dette kan gjøres enten ved så å si å justere faktoren  $C$  idet man anvender teorien på f. eks. vannstoffatomet, eller kanskje enda bedre ved i tilslutning til de Brøglie å fordre at gruppehastigheten for bølgene skal stemme med den mekaniske hastighet  $v$ . Begge fremgangsmåter gir som resultat

$$C = E = h\nu$$

og da

$$\lambda = \frac{u}{\nu} = \frac{h}{mv}$$

får vi altså samme resultat som for de Brøglie-bølgene.

Hermed er da bølgeligningen, Schrödinger bølgeligning, helt bestemt, men jeg skal ikke trette med å skrive den op. Av denne bølgeligning bestemmer man nu i bølgeomekanikken den såkalte bølgefunksjon  $\psi$ , som da danner det bølgeomekaniske motstykke til virkningsfunksjonen  $S$  i punktmekanikken. Denne virkningsfunksjon er imidlertid i punktmekanikken nærmest en matematisk hjelpefunksjon, som igjen trer mere i bakgrunnen etter at man ved dens hjelp har bestemt banene. Noget lignende gjelder bølgefunksjonen i bølgeomekanikken. Dens fysikalske betydning, altså dens tilknytning til vår erfaringsverden er ikke umiddelbart innlysende. En ting må vi imidlertid i alle tilfeller fordre av den, nemlig at den skal være av en slik beskaffenhet at den overhodet kan uttrykke noget bestemt, og det vil da si at den må være endelig og entydig overalt i rummet. Nu inngår den totale energi som parameter i bølgeligningen, bestemmer altså bølgens forplantningshastighet ganske på samme måte som den i punktmekanikken bestemmer den mekaniske hastighet. Det merkelige og betydningsfulle er nu at man bare får slike endelige og entydige løsninger av bølgeligningen for ganske bestemte verdier av den totale energi  $E$ , de såkalte egenverdier for ligningen. Disse egenverdier viser sig overalt hvor man har anvendt teorien å gjengi de eksperimentelt bestemte energinivåer i atomene. Hermed har vi en teori som bestem-

mer de stasjonære tilstander i atomene uten at vi gjør bruk av nogen tilleggsregler som f. eks. kvantebetingelsene i den eldre teori. Det er innlysende hvilket verdifullt fremskritt dette er i teoretisk henseende, selv om man nok kan si at kvantebetingelsene ikke dermed egentlig er forklart, men at de bare har skjult sig i selve bølgeligningen.

*Rumladningshypotesen. Den statistiske hypotese. Det annet kvantepostulat, Bohrs frekvensbetingelse, og korrespondensprinsippets resultater som en direkte følge av disse hypoteser.*

Til de forskjellige egenverdier svarer der forskjellige løsninger av bølgeligningen, de såkalte egenfunksjoner, og disse må naturligvis på en eller annen måte representerne de stasjonære atomtilstander. Foreløbig gir de oss bare et mere eller mindre treffende bilde av stående svingninger i atomet, hvor ialfall samtlige kvantetall kan tydes som antall knuteflater av forskjellig art. Skal vi komme videre må vi imidlertid gjøre en bestemt antagelse om den fysikalske tydning av bølgefunktjonen. En meget interessant tydning blev straks opstillet av Schrödinger selv. Efter denne representerer *kvadratet* av bølgefunktjonen, (retttere kvadratet av den absolutte verdi, da bølgefunktjonen kan inneholde både reelle og imaginære ledd), en rumlig elektrisk ladning. For å si det mere bent frem, elektronet så å si smelter og brer sig ut i rummet.

Det er noget overordentlig besnærerende ved denne hypotese. For det første representeres de stasjonære tilstander i atomet da ved statiske rumladninger, som jo i beste forstand er stasjonære, idet de heller ikke etter klassiske forestillinger kan produsere nogen strålingsenergi. For det annet viser det sig, når to tilstander eksisterer samtidig, hvilket rent matematisk er forenlig med bølgeligningen, at der da foruten de statiske ladninger som representerer de to tilstander, også optrer en *fluktuerende* ladning, en slags kombinasjonsladning. Denne fluktuerende ladning må etter klassiske forestillinger gi anledning til utstråling av lys, og det merkelige er at frekvensen akkurat stemmer med den som Bohrs frekvens-

betingelse fordrer ved »kvantesprang« mellem de to tilstander. Fører vi nu til at vi på grunnlag av disse kvasiklassiske forestillinger også kan beregne retningen og styrken av disse hypotetiske elektriske fluktuasjoner og dermed utlede utvalgs-, polarisasjons- og intensitetsregler, så blir altså ikke alene de to kvantepostulater men også korrespondensprinsippet helt overflødige.

Så frapperende disse resultater enn er, så må dog opplyses at der også gis en annen likeså velbegrunnet tydning, den *statistiske* hypotese. Efter denne er de nevnte rumladninger ikke å opfatte helt bokstavelig, men som den gjennemsnittlige ladningsfordeling i tiden. Elektronet oploser sig altså ikke i en virkelig rumladning, men utfører en mer eller mindre uregelmessig bevegelse, som ikke kan beskrives i detalj, men som i tidens løp utfyller rummet på lovmessig måte og altså gir anledning til en bestemt midlere ladningsfordeling. Kvadratet av bølgefunksjonen er altså etter denne hypotese et mål for sannsynligheten av å påtrefфе elektronet i et bestemt punkt i rummet. Hvad de resultater vedrørende lysutstrålingen angår, som vi utledet av rumladningshypotesen, så er disse også forenelige med den statistiske hypotese, såfremt vi også oppfatter utstrålingen statistisk.

Hvad det spørsmål angår, hvilken av de to opfatninger er å anse som den riktige, så mener de fleste nu at spørsmålet prinsipielt ikke kan besvares. Vi skal ikke nærmere begrunne dette, men bare bemerke at det som det her kan strides om, nettopp er ting som Heisenberg med vilje »sprang over« i sin teori. Vi skal dog bemerke, at sannsynlighetsopfatningen også ved flerelektroneproblemer har en direkte anskuelig betydning mens rumladningsopfatningen krever visse, forøvrig ganske enkle og naturlige, tilleggsdefinisjoner.

Forøvrig er det meget interessant å merke seg, at det vi har tapt på den klassiske grunn, ved oppgivelse av den klassiske mekanikkens almengyldighet og ved dens erstatning med bølgemekanikken, det har vi etter gjenvunnet ved at den klassiske elektrodynamikkens lover har kunnet anvendes direkte.

*Sammenligning og vurdering av de forskjellige teorier.*

Hvad nu resultatene av Heisenbergs teori og Schrödingers teori i dens forskjellige avskygninger angår, så fører de nøyaktig til samme sammenheng mellom iakttagbare størrelser. Dette har Schrödinger bevist ved å påvise at alle størrelser som optrer i Heisenbergs teori, matriselementene, uten videre kan beregnes, når man kjenner samtlige bølgemekaniske løsninger. Rent matematisk er derfor begge teorier så å si identiske. Forskjellen er i grunnen bare den, at bølgemekanikken er så meget håndterligere samtidig som den gir et veld av tiltalende anskuelige forestillinger, som nok kan tydes på litt forskjellig måte, men hvis betydning for »tenkningens økonomi« ligger klart i dagen.

De tallrike spesielle resultater som følger av de nye teorier på de forskjelligste områder av atomlæren er det uråd å gå inn på denne gang, så lærerikt det enn kunde være. Jeg får derfor nøie mig med den almindelige bemerkning, at det snart ikke finnes det atomteoretiske problem, som ikke med held har latt sig behandle ialfall kvalitativt etter bølgemekaniske metoder og også ofte rent kvantitativt. Sely med utsjaltning av alle slike mere spesielle detaljer, er denne fremstilling av de mere prinsipielle hovedlinjer som jeg her har forsøkt naturligvis bare høist ufullkommen. Jeg har f. eks. helt måttet forbigå de viktige nyutvidelser som skyldes Diracs relativistisk-magnetiske generalisering av Schrödingers bølgelingning, hvor de nevnte resultater vedrørende elektronets egenmagnetisme eller spin følger utvunget uten spesielle tilleggs-hypoteser eller modellforestillinger, altså noget i likhet med at kvantebetingelsene ligger gjemt i den almindelige bølgelingning selv.

De her skisserte nyere atomteorier er fremdeles i full utvikling og kan naturligvis ennu bringe mange overraskelser. Det er jo ennu mange dunkle punkter å opklare, som f. eks. spørsmålet om atomkjernenes opbygning av elektroner og protoner, eller spørsmålet om en mulig nyskapning eller til-intetgjørelse av materie i det hele tatt ute i verdensrummet.

For behandlingen av de ytre elektronenesystemer i atomene, som jo bestemmer alt det som vi *vanligvis* forstår ved atomenes fysiske og kjemiske egenskaper, synes det imidlertid som om man nu har nådd frem til et helt sikkert fundament. Det er derfor rimelig at man i atomlæren en tid fremover hovedsakelig vil være beskjeftiget med å *fullkommengjøre* dette glimrende instrument som de siste års utvikling har bragt oss i hende. Innenfor den nevnte ramme vil da sannsynligvis atomlæren med tiden utvikle sig til nogenlunde nær fullkommenhet.

---

## Fossilfund i Ottadalens serpentinkonglomerat.

Av P. A. Øyen.

Våren 1926 fikk jeg gjennem landbrukskjemiker H e g - g e n h o u g e n meddelelse om en merkverdig steinklump som skulde være funnet av en steinarbeider I v e r H a u g e n i Sell oppe i Åsåren kleberstensbrudd i Ottadalen. På min anmodning fikk hr. H e g g e n h o u g e n den så gjennem gårdsbruker O l a f Å s å r e n tilsendt og overleverte den så til mig. Og i et brev av 30. august 1927 skrev så finneren til mig: »Jeg vil ikke ha noget med andre å gjøre med dette her, jeg er glad over at disse fossilene kom til dig.«

Da jeg fikk denne steinklump gjenkjente jeg straks Ottadalens serpentinkonglomerat og i håndstykket satt et par vakre sneglekjerner, et meget uventet fund som jeg har avbildet i mine »Erindringer fra mitt studie-, lærer- og forskerliv», som nu er under trykning.

Denne steinklump med de i samme innesluttede fossilkjerner vakte i den grad min opmerksomhet og interesse, at jeg allerede samme sommer reiste direkte op til I v e r H a u g e n for å se finnestedet og om mulig gjøre flere fund. Det blev i mange henseender en betydningsfull reise. Fundet var gjort i en meterstor blokk der lå inne på Åsårens klebersten-

brudds område. Og det gikk som jeg ante — vi fant allerede denne første sommer en rekke forskjellige arter. Og siden har jeg hver sommer, unntatt 1928, tilbragt en tid sammen med Iver Haugen innen dette og de tilstøtende områder, og nevnte sommer arbeidet han under mitt fravær i lengere tid etter min anvisning og for min regning med innsamling av fossiler fra serpentinkonglomeratet.



Fig. 1. Serpentinkonglomerat fra Åsårens kleberstenbrudd.

Og resultatet av dette mitt samarbeide med Iver Haugen gjennem disse mange år har vært meget rikt, såvel på fund av bergarttyper som på fund av fossilformer, men særlig fossilindivider. Det viser sig nemlig på flere steder å ha vært ekte skjellbanker for sin tid. Jeg har derfor også ved flere anledninger i dagspressen og ved diskusjon med geologer gjort opmerksom på og fremhevet betydningen av disse fund. Ved denne anledning skal jeg av disse kun nevne et par dels på grunn av historisk interesse og dels på grunn av serpentinkonglomeratets praktiske betydning ved sin nære forbindelse med kleberstensforekomstene, nemlig en artikkel om »Fossil-

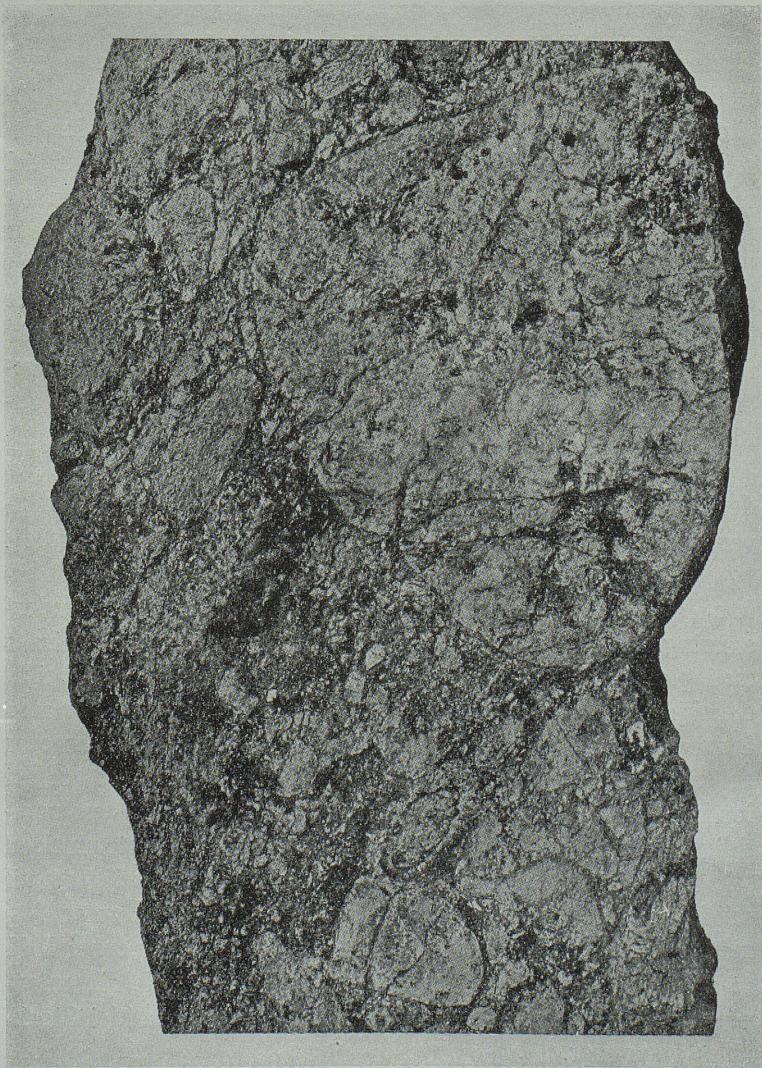


Fig. 2. Konglomerat i høiden vest for Bønes sæter.

førende klebersten fra Sell« og »Fra gammelt av kjente Sølvforekomster i Vågå«.

Til å begynne med lyktes det kun å finne det fossilførende konglomerat i løse blokker, store og små. Blokkantallet kan visstnok nu telles i hundrer. Men allerede ved omkring tyvetrettitallet begynte det systematiske arbeide med å søke det opprinnelige faste fjell ved hjelp av isskurings- og blokkflytteretningen og allerede sommeren 1928 innsamledes en hel del fossiler fra fast fjell. Dette arbeide har så i de senere år vært fortsatt så nu er der kun et lite fåtall blokker igjen som ikke med sikkerhet er henført til sitt faste oprinnelsessted. Men disse forholdsvis få blokker utgjør nu sporen for det fortsatte arbeide som i sommer har pågått og ennu i disse dager pågår for å utvide vårt kjennskap til serpentinkonglomeratets utbredelse og dets innhold av rester etter forverdenens organiske liv.

For å erholde en omhyggelig og nøiaktig bestemmelse av det forholdsvis rikt innsamlede bergart- og fossilmateriale henvendte jeg mig til den udmerkede svenske silurpaleontolog og petrograf, min gamle ven og studiefelle dr. Herman Hedstrom, nu statsgeolog ved Sveriges geologiska Undersökning, som med den gamle kamerats beredvillighet straks med glede påtok sig å gå igang med det vanskelige arbeide, ennskjønt nu dessverre den rike vekst av materialet truer med å overstige hans krefter og snaut tilmalte fritid. Ti i en stor del av materialet er nemlig fossilene så dårlig opbevart at det fordrer en uhørt grad av tålmodighet å utpreparere dem samtidig som det er et meget tidsspillende arbeide. Bestemmelsen selv faller også av de samme årsaker meget vanskelig og vil selvfølgelig i enkelte tilfeller bli noget usikker. Det er dog merkelig å se hvad dr. Hedstrom allerede har evnet å få ut av dette ubekvemme stoff, noget som jeg hadde rik anledning til å overbevise mig om under et studieophold i Stockholm i sommer.

Og under påvisningen av dette funds betydning er det ikke blott fossilene som er det bestemmende, men også de resultater som den mikroskopiske undersøkelse har gitt. Statsgeolog dr. Olaf Andersen hjalp mig før sin avreise til

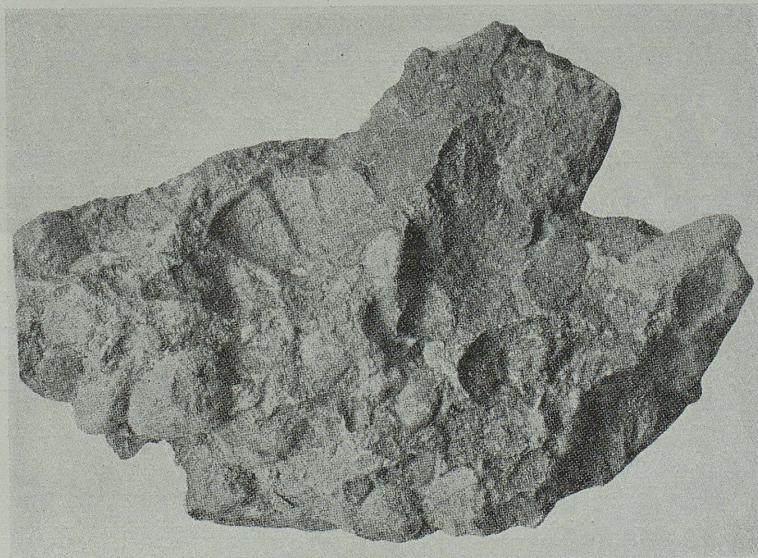


Fig. 3. Serpentinkonglomerat med *Asaphus* fra Åsårskogen.



Fig. 4. Serpentinkonglomerat med *Ortocer* fra Åsårskogen.

Amerika med en del av denne, som det var meningen at han skulde ha fortsatt, og siden har da dr. H e d s t r ø m fortsatt også dette arbeide.

Det har herunder vært en stor tilfredsstillelse for mig at disse to petrografers undersøkelser har stadfestet det resultat jeg allerede var kommet til ved mitt arbeide i marken, nemlig at de organiske levninger er avleiret sammen med grus, sand og ler av olivensten og grønnsten, hvilket altså viser at disse bergarter må være eldre. Og da det nu viser sig at dyrestene skriver seg fra ortocerkalkens tid, den såkalte ordovisiske, så kan ikke de nevnte eruptiver være trengt op nettop på den tid som det har vært almindelig antatt, men de var allerede dengang tilherdne, faste og igjen blottlagt og utsatt for forvitring.

Av arter der klarlegger ortocerkalkens geologiske nivå, sådan som vi kjenner det fra Oslotrakten, Sverige og andre steder, kan nevnes *Asaphus*, *Phacops*, *Pliomera*, *Cybele*, *Ortoceras*, *Maclurea*, *Orthis* m. fl.

Den 12. september 1930 fremla jeg til trykning i Oslo Videnskapsakademi »Foreløbige bemerkninger om det centrale Norges serpentinkonglomerater», hvor der er omtalt og avbildet flere forskjellige konglomeratvarieteter fra Jotunheimens og Vågåtraktenes nordøstlige del. Likeså fremla jeg på samme sted ved samme anledning til trykning en avhandling av dr. H e d s t r ø m : »Om ordoviciska fossil från Ottadalen i det centrale Norge«, hvori han efter en foreløbig undersøkelse av en mindre del av det innsamlede materiale allerede opregner ikke mindre enn over tretti arter, hvorav minst syv er nye for videnskapen.

Det er en bekjent ting som kan iakttas på mange steder, at kleberstenen går gradvis direkte over i serpentinkonglomeratet, så den viser sig kun å være omvandlet serpentinkonglomerat, ofte ennu med bibehold av konglomeratets rullestener som mere eller mindre omvandlede knoller. Mens man i den såkalte »gode kleber« som regel ingen skiktning ser, så finner man i Åsårområdets kleberforekomster ofte mindre god kleber som viser meget vakre tegninger på den finpussede overflate av flammet, foldet, kruset utseende, fullstendig svarende

til hvad man også kjenner så godt til fra en rekke kanadiske forekomster.

Om man i disse tilfeller ennå har for sig rester av den oprinnelige skiktning eller om det kun er trykkfenomener man er vidne til, vil forhåpentlig den senere mere inngående petrografiske undersøkelse ialfall i nogen mon klarlegge. Så meget vet man allerede nu at kleberstenen selv er fossiltørende med bestembare fossiler, så et stykke på vei er man ialfall kommet.

Man kan nemlig meget ofte kløve serpentinkonglomeratet op like i skiktretningen og finne fossilavtrykkene med kjerne og form, som tilfellet er med den i figur 4 gjengitte ortocer.

Disse årene fra 1926 av da en del av mine sommerferier har vært tilbragt oppe i Ottadalens omgivelser på jakt efter serpentinkonglomerats fossiler, med I v e r H a u g e n som en interessert og trofast våbenbror, har vært rike på innsamling av erfaring i mange henseender, og fossilmaterialets vekst har vært over forventning stor, det vokser hadde jeg nær sagt for hver dag.

---

## Bokanmeldelser.

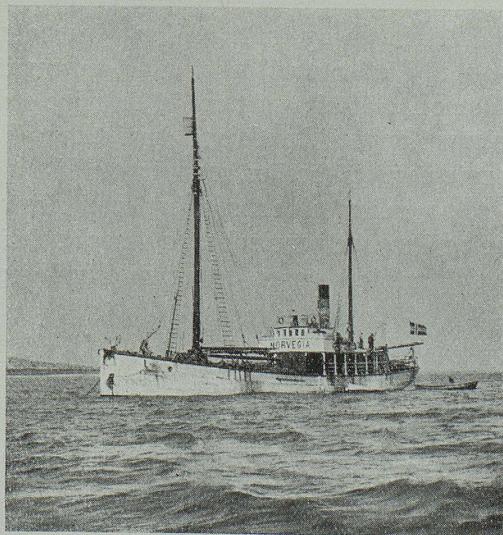
---

Bjarne Aagaard: „Fangst og forskning i Sydshavet“, I og II, tilsammen 1068 sider. Gyldendal norsk forlag. Oslo 1931.

Første bind, „Svunne dager“, handler vesentlig om de eldre norske ekspedisjoner til Sydshavet, som blev påbegynt da Chr. Christensen i 1892 sendte den første norske sel- og hval-ekspedisjon sydover med fartøyet „Jason“ under ledelse av kaptein C. A. Larsen. Siden kom „Antarctic“-ekspedisjonen 1893—95, ferdene med „Jason“, „Hertha“ og „Castor“ 1893—94, den Svenske Antarktiske Ekspedisjon under Norden-skjöld 1902—04, „Admiralen“ 1905—06, „Vesterlide“ 1908—09 og „Tulla“ 1911—12. Det er et rikt stoff for-

fatteren har samlet om disse ekspedisjoner, hvorav flere hittil har vært så godt som ukjente. Ikke minst billedstoffet er bemerkelsesverdig og illustrerer på en fortrinlig måte de forhold man den gang arbeidet under.

Annet bind, „Nye tider“, gir fullstendige beretninger om de av konsul Lars Christensen utsendte ekspedisjoner med „Odd I“ 1926—27 og med „Norvegia“ de tre sesonger



D/S „Norvegia“. (Fot. H. M.).

1927—28—29—30. Formålet var, foruten å se etter hval på nye felter, å gjøre oceanografiske og meteorologiske undersøkelser i de så lite kjente farvann hennede. Konsul Christensens ekspedisjoner er således ikke alene en foretagsom forretningsmanns tiltak for å bryte nye baner for en av vårt lands viktigste næringsveier, men samtidig er de beundringsverdige, aktive utslag av hans interesse for norsk forskning i de sydlige egne. „Norvegia“-ekspedisjonene gjennemstreifet store, tidligere ukjente havområder og opdaget herunder nytt land på flere steder i Antarktis. Bouvet-øen, Peter-øen,

Dronning Mauds Land og Kronprinsesse Märthas Land blev tatt i besiddelse for Norge. Boken inneholder også planene for den fjerde og siste „Norvegia“-ekspedisjon, som nu nærmer sig sin avslutning. Foruten om disse ferder, inneholder annet bind kapitler om kommandør Chr. Christensens Hvalfangstmuseum i Sandefjord og om Bouvet-øens historie. De siste halvhundrede sider er en fortegnelse over antarktisk litteratur og hvalfangstlitteratur og inneholder over 2000 videnskapelige og populære verker. Hvert bind kan leses for sig, uavhengig av det annet.

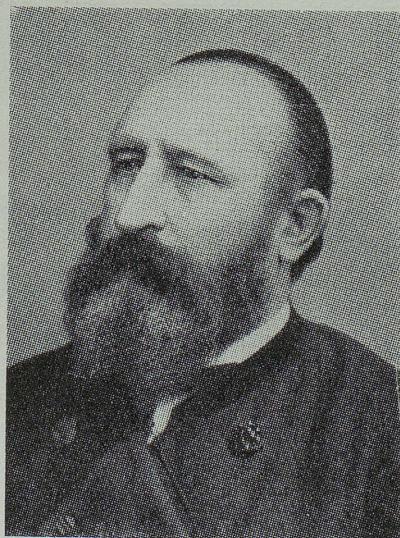
Det hender iblandt, når man ønsker å sette sig inn i et eller annet emne, at man taper motet overfor verker i flere tykke bind. Man tror så lett på forhånd at store bind er vidtløftige og kjedelige. Ved Aagaards bok kan man trygt la denslags bekymringer fare. For den er skrevet i videste forstand populært, ingensomhelst fagkunnskaper behøves forat man kan lese den med fullt utbytte. Selvfølgelig har det på mange steder vært nødvendig å medta tall og tørre fakta, men til gjengjeld er de oplevelser som skildres i mange tilfeller så spennende som nogen roman. Forfatteren har dessuten bragt et pust av humør over skildringene ved de mange små episoder som er gjengitt. Verket, som er publikasjon nr. 9 fra Hvalmuseet i Sandefjord, er elegant utsyrt og rikt illustrert. Det inneholder over seks og et halvt hundrede fotografier og karter.

*Håkon Mosby.*

**A. Brehm: Dyrenes liv.** I fri bearbeidelse ved professor dr.. Kristine Bonnevie. Bind I—III, tilsammen 1446 sider med ca. 50 farvetavler og 1000 illustrasjoner i teksten. Oslo 1929—1931. Gyldendal Norsk Forlag.

Det er ikke mange naturvidenskapelige bøker som har nådd en slik utbredelse over den hele verden som Alfred Brehms „Tierleben“. Det solide videnskapelige grunnlag, det friske, levende sprog, den lettfattelige — i beste forstand populære — fremstillingsmåte og det sjeldent rike og fengslen-

de billedmateriale har overalt skaffet verket tallrike og takknemlige venner. „Brehm“ er da også blitt oversatt til en rekke sprog. Og i Tyskland har den ene utgave etterfulgt den andre. Den siste og 4de utgave kom i 1929 til minne om at det da var 100 år siden Alfred Brehm fødtes. „Der grosse Brehm“ omfatter ialt 13 bind, hvert på 5—7 hundre sider. Der er også en folkeutgave, „Kleine Ausgabe für Volk und



Alfred Brehm.

Schule“ eller „Der kleine Brehm“ på ialt fire bind. Endelig er der utgitt en tysk énbindsutgave av Brehms „Tierleben“.

Hittil har vi i Norge vært henvist enten til den tyske utgave eller også til den danske oversettelse. Men nu foreligger „Brehm“ også på norsk. Og den norske utgave vil bli mottatt med stor glede og interesse som den ypperlige folke-, ungdoms- og skolebok den er. Utgaven omfatter tre store og meget rikt illustrerte bind. Første bind behandler de hvirvelløse dyr samt av hvirveldyrene fiskene og paddene.

Annet bind omfatter krypdyr og fugler og tredje bind pattedyrene.

Den norske bearbeidelse er blitt utført av professor Kristine Bonnevie og som grunnlag tjente den tyske folket-utgave på fire bind fra 1924. Imidlertid er den norske utgave blitt noget ennu mere enn en oversettelse og bearbeidelse av Brehms Tierleben. Der er nemlig også tatt omfattende hensyn til vårt eget lands dyreverden og til dyreverdenen i havet som omgir våre kyster og til det arktiske dyreliv. Dermed er Brehm i særlig grad blitt tilpasset det norske publikum, og vi har fått et verk som samtidig behandler både hele jordens og vårt eget lands dyreverden. For at en sådan plan kunde muliggjøres blev det nødvendig for professor Kristine Bonnevie å foreta en omfattende omarbeidelse av den tyske utgave. Stoff som omfattet sydligere dyreformer av mindre interesse for norske lesere er blitt forkortet eller utelatt, mens til gjengjeld stoffet om de nordiske — og særlig de norske — dyreformer er blitt helt omarbeidet og sterkt utvidet. Samtidig er det glimrende bildestoff av all verdens dyr blitt supplert med et rikholdig og ypperlig bildemateriale av norske dyreformer.

Alt dette har krebet meget både av tid og arbeide og vi må være professor Kristine Bonnevie takknemlig for den utmerkede måte hvorpå hun har løst den alt annet enn lette oppgave som hun her var stillet overfor. Også Gyldendal Norsk Forlag fortjener takk for det vakre utstyr som verket utsendes i.

T. G.

# Småstykker.

## Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved Kr. Irgens, meteorolog ved Det meteorologiske institutt).

Desember 1930.

Stasjoner	Temperatur					Nedbør					
	Mid-del	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
Bodø.....	1.4	+ 3.3	7	4	— 9	26	122	+ 67	+ 122	35	5
Tr.hjem	0.9	+ 3.4	10	4	— 10	27	42	— 24	— 36	11	19
Bergen (Fredriksberg)	4.6	+ 3.0	10	5	— 3	18	220	+ 24	+ 12	49	19
Oksø ....	3.7	+ 2.4	9	4	— 6	18	91	— 8	— 8	16	10
Dalen....	— 0.9	+ 3.0	8	4	— 13	18	143	+ 61	+ 74	22	29
Oslo .....	0.0	+ 3.6	5	4	— 10	19	72	+ 22	+ 44	11	31
Lille-hammer	— 3.6	+ 3.9	2	29	— 19	18	68	+ 19	+ 39	8	11
Dovre....	— 3.5	+ 5.0	8	4	— 19	18	14	— 14	— 50	3	22

Aaret 1930.

	° C.	° C.	° C.	° C.	° C.	mm.	mm.	%	mm.		
Bodø.....	6.0	+ 2.3	25	20/7	— 10	80/1	1014	+ 114	+ 13	73	2/3
Tr.hjem	6.8	+ 2.1	29	3/7	— 12	6/2	728	— 62	— 8	34	3/10
Bergen (Fredriksberg)	8.6	+ 1.7	27	28/8	— 5	8/2	2064	+ 199	+ 11	49	19/12
Oksø .....	8.2	+ 1.2	22	17/6	— 6	18/12	988	+ 125	+ 15	46	15/9
Dalen....	6.0	+ 1.3	26	19/6	— 15	15/3	1083	+ 216	+ 25	30	4/8
Oslo .....	7.2	+ 1.7	29	3/7	— 10	19/12	786	+ 141	+ 22	34	6/7
Lille-hammer	5.1	+ 1.9	27	20/6	— 19	18/12	719	+ 117	+ 19	29	14/4
Dovre....	3.2	+ 2.4	24	2/7	— 19	18/12	345	— 44	— 11	15	21/7

# NATUREN

begynte med januar 1931 sin 55de årgang (6te rekkes 5te årgang) og har således nådd en alder som intet annet populært naturvidenskapelig tidsskrift i de nordiske land.

## NATUREN

bringer hver måned et rikt og allsidig lesestoff, hentet fra alle naturvidenskapens fagområder. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke å holde sin lesekrets underrettet om naturvidenskapenes viktigste fremskritt og vil dessuten etter evne bidra til å utbre en større kunnskap om og en bedre forståelse av vårt fedreland s rike og avvekslende natur.

## NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av tallrike ansette medarbeidere i de forskjellige deler av landet og bringer dessuten jevnlig oversettelser og bearbeidelser etter de beste utenlandske kilder.

## NATUREN

har i en rekke av år, som en anerkjennelse av sitt almennyttige formål, mottatt et årlig statsbidrag som for dette budgettår er bevilget med kr. 1000.

## NATUREN

burde kunne få en ennu langt større utbredelse, enn det hittil har hatt. Der kreves ingen særlige naturvidenskapelige jorkunnskaper for å kunne lese dets artikler med fullt utbytte. Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger får tidsskriftet for under halv pris (kr. 4.00 årlig, fritt tilsendt). Ethvert bibliotek, selv det minste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskapelig lesestoff.

## NATUREN

utgis av Bergens Museum og utkommer i kommisjon på John Griegs forlag; det redigeres av dr. Torbjørn Gaarder, under medvirking av en redaksjonskomité, bestående av: prof. dr. A. Brinkmann, prof. dr. Oscar Hagem, prof. dr. B. Helland-Hansen og prof. dr. Carl Fred. Kolderup.

Fra  
Lederen av de norske jordskjelvsundersøkelser.

Jeg tillater mig herved å rette en inntrengende anmodning til det interesserte publikum om å innsende beretninger om fremtidige norske jordskjelv. Det gjelder særlig å få rede på, når jordskjelvet inntraff, hvorledes bevegelsen var, hvilke virkninger den hadde, i hvilken retning den forplantet sig, og hvorledes det ledsagende lydfenomen var. Enhver oplysning er imidlertid av verd, hvor ufullstendig den enn kan være. Fullstendige spørsmålslister til utfyllning sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjelvsstasjon, hvortil de utfyltne spørsmålslistene også bedes sendt.

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

---

## Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXV, 1929, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 6.00.

---

## Dansk Kennelklub.

Aarskontingent 12 Kr. med Organ *Tidsskriftet Hunden* frit tilsendt.  
**Tidsskriftet Hunden.**

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehefte frit.

**Dansk Hundestambog.** Aarlig Udstilling.

Stormgade 25. Aaben fra 10—2. Tlf. Byen 3475. København B.

---

## Dansk ornithologisk Forenings Tidsskrift,

redigeret af Docent ved Københavns Universitet R. H. Stamm (Hovmarksvej 26, Charlottenlund), udkommer aarligt med 4 illustrerede Hefter. Tidsskriftet koster pr. Aargang 8 Kr. + Porto og faas ved Henvendelse til Fuldmægtig J. Späth, Niels Hemmingsens Gade 24, København, K.