



# NATUREN

ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR  
POPULÆR NATURVIDENSKAP

utgitt av Bergens Museum,

redigert av prof. 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. Kolderup

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 6

58de årgang - 1934

Juni

## INNHOOLD

- EGIL A. HYLLEAAS: Positronet, det positive elektron . 161  
H. M. QUANJER: Virussykdommer hos planter ..... 168  
SVEN RUNNSTRØM: Om den norske silds gyteinnisig og  
raseforhold ..... 174  
TOM. F. W. BARTH: Temperaturen i lava- og magma-  
masser, samt et nytt geologisk termometer ..... 187

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

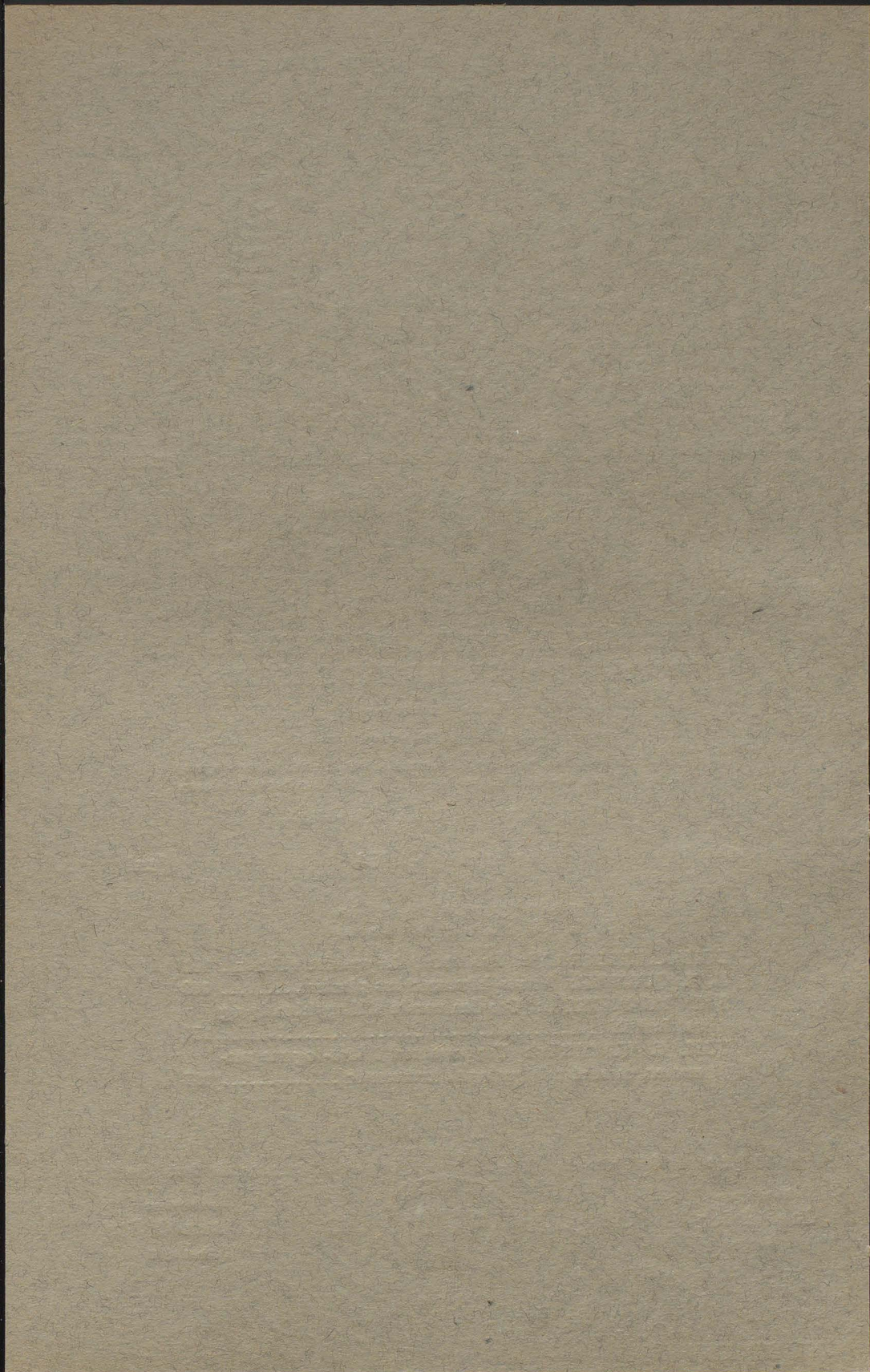
Kommisjonær  
John Grieg  
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær  
P. Haase & Søn  
Kjøbenhavn









## Positronet, det positive elektron.

Av Egil A. Hylleraas.

De siste 2—3 års mange nyopdagelser på atomfysikkens område har til dels gjort våre forestillinger om materiens opbygning mere komplisert. Når jeg nu, som antydnet i en tidligere artikkel om *neutronet*, skal forsøke å gi en liten utredning om opdagelsen av det *positive elektron* eller *positronet*, som det også kalles, må jeg for å undgå sammenblanding begynne med å sammenfatte nogen allerede kjente ting.

Helt til *Bothe* og *Beckers* påvisning av den gjennemtregende polonium-beryllium-stråling i 1930, som førte til *Chadwicks* opdagelse av *neutronet*, var det almindelig antatt at all materie var bygget op av elektroner og protoner alene. Det lette negative elektron og det 1800 ganger tyngre positive proton, vannstoffkjernen, hvis ladning er jevnstor med elektronets, er vel nu for de fleste velkjente begreper, og at disse, efter dels kjente, dels ukjente lover, kan bygge op de atomer som de 92 kjente grunnstoffer består av, er en tanke man lett blir fortrolig med.

Opdagelsen av *neutronet* og det tunge vannstoffatom eller den tunge vannstoffkjerne, »*deutonet*«, eller »*diplonet*«, som engelske fysikere og kjemikere vil kalle den, behøver ikke å bringe nogen særlig endring i dette billede. »*Deutonet*« kommer jo på linje med andre isotoper atomkjerner og kan tenkes sammensatt av to protoner og ett elektron. *Neutronet* kan tenkes sammensatt av ett proton og ett elek-



tron, og med sin totale ladning null avslutter det på en viss måte atomrekken nedover som et grunnstoff med atomnummer null. Det er på ingen måte bevist ennå at neutronet er sammensatt, så det kunde tenkes at man måtte regne med tre elementærpartikler, elektronet, protonet og neutronet, men allikevel foreligger dog muligheten for å greie sig med det tidligere billede, hvor elektronet og protonet er de eneste elementærpartikler.

Heri bringer nu opdagelsen av det *positive elektron* en forandring. Det *positive elektron* eller *positronet* må ikke forveksles med protonet. Det har samme positive ladning, men dets masse eller vekt er omtrent 1800 ganger mindre enn protonets og efter all sannsynlighet nøiaktig lik massen eller vekten av det negative elektron. I grunnen reiser denne opdagelse med en gang spørsmålet om der også eksisterer et tilsvarende motstykke til protonet, det *negative proton*. Man er imidlertid klar over at dette, såfremt det eksisterer, vil være meget vanskelig å påvise.

Opdagelsen av *positronet* er et karakteristisk eksempel på hvordan videnskapen billedlig talt beveger sig i en sirkel, eller i en opadgående spiral, som vi kanskje heller bør uttrykke det for å antyde den stadige fremgang. Oprinnelig hadde jo elektrisiteten visse polære kjennetegn, den ene var glasselektrisitet, den annen lakkelektrisitet. Det videre fenomenologiske studium førte til den opfatning at de to sorter elektrisitet var fullkommen likeverdige, og at betegnelsene *positiv* og *negativ* var rent konvensjonelle. Atomfysikken viste så igjen at det var en fundamental forskjell, idet de to sorter elektrisitet blev knyttet til to vesentlig forskjellige materielle partikler, protonet og elektronet. Antar vi nu utenom det sikkert påviste *positive elektron* også eksistensen av det hypotetiske *negative proton*, så er den prinsipielle forskjell mellom positiv og negativ elektrisitet igjen ophevet, og tilbake blir bare det gåtefulle spørsmål, hvorfor naturen har foretrukket å bygge op materien hovedsakelig av elektroner og protoner, når positive elektroner og negative protoner kunde gjøre akkurat samme nytte.

Vi har to vesentlig forskjellige kilder for produksjon av



positive elektroner. Den ene er den bekjente gjennemtrengende kosmiske stråling, den annen er de hårdeste radioaktive gamma-stråler. Det var norskamerikaneren *Anderson* i Pasadena, *Millikans* elev og mest fremragende medarbeider, som høsten 1932 først opdaget at den kosmiske stråling frembragte partikler som han bare kunde tyde som positive elektroner. Han anvendte den vanlige metode til studium av elektriske partikler, tåkekammermetoden, hvor partiklenes baner kan gjøres synlige og fotograferes. Når de kosmiske stråler passerer tykke lag av bly eller andre absorberende stoffer, dannes der elektriske partikler i store mengder, og i et magnetfelt avbøies de positive og negative elektroner til hver sin side. Iakttagelsen av »positivt« krummede baner var dog i og for sig ikke det avgjørende, da disse jo kunde skyldes protoner. Ved å sammenholde krumningen av banen med banens lengde, altså partiklenes rekkevidde i luft, var det dog lett å fastslå at det ikke var protoner man hadde for sig, men langt lettere positive partikler. Beregninger på grunnlag av tusenvis slike fotograferte baner, og på grunnlag av senere undersøkelser, har vist at ladningen og massen av disse partikler innenfor ganske små feilgrenser svarer til elektronets ladning og masse, og at forskjellen bare ligger i ladningens fortegn.

Det betydde et meget viktig fremstøt i undersøkelsen av disse positive elektroner da man opdaget at de også kan frembringes ved meget hårde gamma-stråler. For det første blir man mere herre over forsøksbetingelsene, og for det annet optrer de positive elektroner under renere forhold. De kosmiske stråler fremkaller gjerne rene »byger« av negative og positive elektroner, mens gamma-strålene som oftest frembringer enkelte elektronpar bestående av et positivt og et negativt elektron, et meget viktig forhold, som vi skal komme tilbake til. Foruten *Anderson* har *Blackett* og *Occhialini* i Cambridge, *Curie* og *Joliot* i Paris og *Meitner* og *Phillip* i Berlin gjort viktige undersøkelser på dette område. Det er særlig gamma-strålene fra thorium C", hvor de enkelte lyskvanta har en energi på 2,62 millioner elektronvolt, og den hårde gamma-stråling som led-



sager neutronstrålingen fra beryllium (+ polonium), som særlig er blitt anvendt. Denne siste har en energi på 5 millioner elektronvolt.

Når en bunt av slike homogene gamma-stråler absorberes i en plate av bly eller et annet tungt metall, kastes der både positive og negative elektroner ut i strålenes retning. De negative elektroner er i almindelighet i overveiende flertall og omfatter to hovedgrupper, hvis opprinnelse er klar. Den ene inneholder *fotoelektroner*, som ganske enkelt har optatt et helt lyskvant. Den andre består av *Compton-elektroner*, *spredningselektroner*, som fremkommer ved »elastiske« støt mellom et foton og et elektron. Disse har en annen energi, men maksimalenergien er bare litt mindre enn for fotoelektronene resp. lyskvantene. Der er f. eks. 2,39 millioner elektronvolt når energien for primærstrålingen er 2,62 millioner. Procentgehalten av positive elektroner er større jo tyngre det absorberende stoff og jo hårdere gamma-strålene er. Bly er en langt bedre produsent av positive elektroner enn f. eks. aluminium, og uran er igjen merkbart bedre enn bly. Polonium-berylliumstrålingen på 5 millioner elektronvolt er betydelig mere effektiv enn thorium-strålingen på 2,62 millioner og denne igjen bedre enn radium-strålingen på 2,2 millioner.

Beregner man det tilsynelatende effektive tverrsnitt av en atomkjerne på grunnlag av de resultater som foreligger fra disse studier, finner man at den er betydelig større enn den man vanlig regner med. Videre er energien for de positive elektroner ikke vesentlig forskjellig for de forskjellige absorberende atomer. Dette synes å vise at dannelsen av positive elektroner ikke er en utpreget kjerneprosess, men at disse tvert imot dannes utenfor selve atomkjernen. Det ser ut som om atomkjernene bare virker som en slags katalysatorer på grunn av sitt intense kraftfelt.

Hvis det er så at de positive elektroner kommer fra områder utenfor atomkjernen, kan vi dra mange viktige slutninger. I atomlæren kan vi ikke finne nogen grunn for at et positivt elektron skulde kunne eksistere permanent utenfor kjernen. Det blir derfor nødvendig å anta at det er opstått



der i øieblikket, at det er »født« der. Videre har vi ikke nogen som helst erfaring for at elektrisk ladning opstår av sig selv. Tvert imot fremkommer elektriske ladninger bare ved »fordeling«, og vi må da anta at der samtidig er »født« et negativt elektron. At de positive elektroner ialfall i de fleste tilfeller fremkommer ved slike »tvillingfødsler« av positive og negative elektroner, synes å fremgå med all ønskelig tydelighet av de fotograferte baner. På slike fotografier kan man stadig iaktta dobbeltbaner med motsatt krumning i magnetfeltet og med samme utgangspunkt i rummet. Rent stofflig synes altså elektronparene å opstå av »intet«, men energetisk sett stiller saken sig selvfølgelig anderledes, og vi kan igjen med tilfredshet notere at energiloven synes å gjelde, eller mere fullstendig uttrykt, relativitetsteoriens lov om at masse og energi er likeverdige.

Elektronparet må jo efter relativitetsteorien besitte en egenenergi  $(m_1 + m_2) c^2$  eller  $2 mc^2$ , hvis de to elektroner, som alt tyder på, har samme masse,  $m_1 = m_2 = m =$  elektronets masse. En enkel regning viser at  $2 mc^2$  svarer til en energi på 1,01 millioner elektronvolt. Nu viser det sig at den maksimale energi for et slikt elektronpar, eller mere spesielt for enkeltvis iaktatte positive elektroner, ligger minst 1 million elektronvolt under energien for primærstrålingen. Dette synes da med sikkerhet å tyde på at nettop 1 million elektronvolt av primærstrålingen er gått med til selve dannelsen av elektronparet i overensstemmelse med energiprinsippet. For gamma-strålingen av thorium skulde man efter dette vente en maksimalenergi på 1,61 millioner elektronvolt for de dannede elektronpar, mens *Chadwick*, *Blackett* og *Occialini* i utmerket overensstemmelse hermed finner  $1,58 \pm 0,07$  millioner. Dette resultat kan da omvendt betraktes som en meget streng bekreftelse på at positronets masse er nøiaktig lik elektronets.

Hvis elektronepar kan dannes på denne måte, må man også vente at de igjen kan forenes, og heri ser vi grunnen til at det positive elektron bare kan bestå en meget kort tid. Denne forening må da foregå akkurat på omvendt måte av dannelsen av elektronparet, altså under dannelse av strålings-



energi, enten i kvanta på 1 million elektronvolt, svarende til begge elektroners masser, eller i kvanta på  $\frac{1}{2}$  million, svarende til de enkelte masser. Det synes allerede å være konstatert med sikkerhet at så er tilfelle, og at lyskvanta på henholdsvis 1 og  $\frac{1}{2}$  million elektronvolt er tydelig fremherskende i sekundærstrålingen fra prosesser, hvor positive elektroner optrer.

De resultater som her er anført vedrørende *positronets* eksistens og egenskaper, beror utelukkende på eksperimentelle data kombinert med almindelige velprøvede fysikalske prinsipper. At Diracs relativistiske teori for elektronet forutsier eksistensen av partikler med nettop de egenskaper som *positronet* besitter, er derfor desto mere betydningsfullt og gir sterke grunner for å tro at hans teori, så vanskelig den enn kan se ut, i meget vesentlige trekk er riktig.

Det lykkedes Dirac for en del år tilbake å stille op en »relativistisk invariant« bølge ligning for elektronet (som inneholdt en lineær differentialkvotient med hensyn på tiden i motsetning til tidligere relativistiske formuleringer, hvor tiden optrådte kvadratisk). Rent formelt sett var ligningen nokså fremmedartet og opsiktsvekkende, men den førte straks foruten til en fullstendig oppløring av vannstoffspektrets finstruktur, også til en rasjonell forklaring av selve elektronets spinn og magnetiske moment, som litt tidligere var blitt opdaget av Uhlenbeck og Goudsmit.

I tillegg til de løsninger som svarte til de »normale« velkjente energitilstander i atomene, gav imidlertid denne bølge ligning også et sett andre løsninger. Disse forutsa tilstander med *negativ kinetisk energi* for elektronene og syntes derfor ikke å svare til partikler i vanlig forstand. Imidlertid var det ikke tilfredsstillende å sette dem helt ut av betraktning, da teoretiske beregninger efter vanlig fremgangsmåte viste at der måtte finne overganger sted mellom disse og de »normale« tilstander og at de derfor tross alt måtte motsvare et eller annet reelt. Dirac grep så til den merkelige utvei å anta at alle mulige »negative« tilstander allerede var fullt besatt med elektroner, slik at overganger av den grunn ikke



kunde finne sted. Videre antok han at denne tilstand så å si var den »naturlige«, d. v. s. at disse fullt besatte »negative« tilstander ikke gav noget ytre felt. En ubesatt tilstand, et »hull«, må da nødvendigvis gi et felt som svarer til et elektron med positiv ladning. Det positive elektron er altså etter denne teori identisk med et slikt »hull«.

Man må naturligvis ikke legge altfor sterk vekt på de ord som brukes i denne forbindelse, og ta »hull«-teorien altfor bokstavelig. Terminologien gir mere uttrykk for de rent begrepsmessige vanskeligheter man stilles overfor, som fremtvinges av de nye opdagelser, og av den form den matematiske teori for beskrivelsen antar. Den er på ingen måte uttrykk for trang til metafysiske spekulasjoner. Men i og for sig er det jo ikke så merkelig om »eteren«, som på tross av sin evne til å forplante elektromagnetiske felter nu i et halvt hundre år har fått lov til å figurere som det »absolutt tomme rum«, plutselig viser sig å bestå av positive elektroner, »hull«, og negative elektroner som nøytraliserer disse, eller om vi vil, »gjenfyller hullene«. At adskillelsen av et positivt og et negativt elektron, dannelsen av et elektronpar, da bare kan skje i et sterkt elektrisk felt, i nærheten av en høit ladet atomkjerne, blir da i ethvert fall mere forståelig. Forøvrig blir der mellem denne »eterteori« og forholdene i et atom mange likhetspunkter. Når et elektron i et nøytralt atom fjernes, så atomet blir positivt, så kan det »efterlatte hull« i visse henseender betraktes og endog matematisk behandles som et positivt elektron.

Diracs teori er i sig selv meget vanskelig, både matematisk og anskuelig sett, og dens komplikasjoner gjennom disse »negative« energitilstander skal ikke gjøre saken lettere. Dens anvendelse på *positronet* støter på mange vanskeligheter, men det synes dog som om den bl. a. allerede kan forklare *positronets* »levealder« tilfredsstillende, i overensstemmelse med lengden av de funne baner.

Alt i alt må vi derfor si at opdagelsen av det *positive elektron*, *positronet*, og den sammenheng som der sikkert er mellem dette og de merkelige løsninger av Diracs bølge-



ligning for elektronet, er av de ting som gir løfter for fremtiden, tross vanskelighetene i øieblikket. Forhåpentlig vil den med tiden føre til en fullkommere forståelse av atomkjernenes opbygning.

## Virussykdommer hos planter.

Belyst ved hollandske undersøkelser.<sup>1)</sup>

Av prof. dr. H. M. Quanjer, Wageningen.

For omkring 50 år siden studerte professor Adolf Mayer i Wageningen, Holland, en tobakksplante-sykdom som han kalte »mosaikksyke«. Han påviste at denne sykdom kan spredes med saften av syke planter. Og det er tilstrekkelig at man bare berører plantene med hånden, slik at hårene knekkes; berører man først en syk og etterpå en frisk plante, så overføres smittestoffet. Også ferdigpreparert røketobakk og tyggetobakk, cigarer og sigaretter kan være smittebringende (infektøs).

Omkring 1892 fant Iwanowski i Russland at tobakkmosaikk-smittestoffet kan passere gjennom ultrafiltre (porselensfiltre), som er så finporet at de holder tilbake alle bakterier. Seks år senere fant Löffler og Frosch i Tyskland at munn- og klove-syke kan overføres ved smittestoff, som har passert gjennom slike ultrafiltre. Blandt medisinerere og i veterinærkretser kalles slike smittestoffer for *ultravirus*; i botaniske kretser taler man om virus og *virussykdommer*. Smitten er altså hvad vi kaller filtrabel. Prof. Beyerinck i Wageningen kalte tobakksmittestoffet for »*contagium vivum fluidum*«, men av forsøk som i de siste år er blitt utført i Amerika og England, fremgår at partikkel-størrelsen av de forskjellige virus-sorter veksler fra omkring 5  $m\mu$  til 300

<sup>1)</sup> Foredrag holdt den 22. januar 1934 ved Universitetets botaniske laboratorium, Oslo.



$m\mu^1$ ), viruspartiklene er altså større enn oppløste stoff-molekyler, men mindre enn bakterier.

En del potet-sykdommer er nu næsten overalt anerkjent som virus-sykdommer. Men like fra 1770 til idag forekommer der en meget overfladisk og spekulativ litteratur om dette emne. Allerede for 150 år siden skrev man om »potet-degenerasjon«, og ennå idag skriver man i Tyskland om »Abbau«, som i grunnen ikke er noget annet enn »degenerasjon«. *Merkenschlager* sier i sin »Pflanzliche Konstitutionslehre«, som utkom i 1933, at poteten bare egner sig for det kjølige klima slik som i Chile og Nord-Europa. I mildere klimaer som Tysklands, Frankrikes og Syd-Englands trives den ikke. Han påpeker at poteten her blir gjenstand for »Abbau«, nedbrytning, »degenerasjon«, som kommer tilsyne ved vegetativ forplantning i et uskikket klima og på uskikket jord.

Hvordan ser så degenererte potetplanter ut? »Bladrulle-syke«, »mosaikksyke« og »krøllesyke« skulde efter tyske meninger være et uttrykk for »degenerasjon«. For mere enn 25 år siden begynte jeg å sammenligne bladrullesyke, og mosaikksyke planter og friske planter, og fant da at de bladrullesyke har et indre symptom, som jeg beskrev som nekrose (hendøen) av silrørene. I bladene hos syke planter finnes ophopet stivelse. Er dette nu en fysiologisk sykdom forårsaket av klimatisk innflytelse eller en smittsom sykdom forårsaket av sopp, bakterier eller andre mikrober? Jeg kunde ikke finne mikrober, så podet — inokulerte — jeg knopper av syke planter på friske og påviste i 1913 gjennom slike transplantasjoner at bladrullesyken er en smittsom sykdom.

2 år senere viste landbruksingeniør dr. *Oortwijn Botjes* i Holland, gjennom seleksjonsforsøk at bladrullesyken spredes over på naboplanter. Han valgte ut friske som stod ved siden av syke planter, og også friske planter som stod i større avstand fra syke planter, og fant blandt avkommet av de første flere syke; blandt avkommet av de siste fant han derimot bare friske. Smitten som fant sted i

---

<sup>1)</sup>  $1\text{ m}\mu = 0,001\ \mu = 0,000001\text{ mm}$ .



1914, kom til syne i 1915. Med andre ord: Smitten angriper naboplanter og inkubasjonstiden er lang.

Dette resultat var av stor betydning for landbruket, fordi det har lært oss å dyrke hele serier eller kloner av friske planter og derigjennom motarbeide den nevnte »degenerasjon«. I Nordvest-Holland har vi nu sanert alle de potet-sorter som dyrkes, og gjennom denne metode fikk man en stor mengde friske poteter for eksport til sydligere land.

Hvordan kan nu *Merckenschlagers* »Abbau« forklares? Jo, vi fant i Holland at seleksjon gav det beste resultat ved sjøkysten, hvor der ikke vokser nogen trær. Også i Skottland har man erfaring for at det her finnes mindre degenerasjon enn i England og i Øst-Preussen mindre enn i Rhinprovinsen. Vi fikk det inntrykk at dette skyldes insekter, da disse er tallrikere i de beskyttede hav-områder i den østlige del av Holland enn i den vestlige, hvor vinden alltid blåser. Hvad har nu insektene å gjøre med disse sykdommer? La oss se på forholdene i Japan og Kalifornia. I Japan opdaget man i begynnelsen av det tyvende århundre at en bestemt Cicade-art og en japansk ris-sykdom alltid følges ad. I Kalifornia opdaget man nogen år senere et lignende forhold mellem Cicade-arten *Eutettix tenellus* og en kalifornisk sukkerroe-sykdom. Og i Holland lykkedes det så i 1919 dr. Oortwijn Botjes å overføre potet-bladrullesyken fra syke til friske planter ved hjelp av bladlus-arten *Myzus persicae* som lever på ferskentreet. Dette forhold forklarer hvorfor denne sykdom er så vanskelig å bekjempe på beskyttede steder, hvor der dyrkes ferskener.

Nu suger bladlusen saft fra plantens silrør ved hjelp av sine fine munddeler. Den overfører på denne måte smittestoff fra syke til friske planter og smittestoffet sprer sig langs silrørene. Bladrullesykens virus virker så voldsomt på silrørene at de får nekrose. De kullhydrater og proteinsubstanser som lages i bladene ved sollysets innvirkning, ledes gjennom silrørene. Man forstår derfor at når silrørene ødelegges ved nekrose, så ophoper kullhydratene sig i bladene. Følgen er at potetknollene ikke kan vokse og forblir små.



Samme år som bladlusens evne til å sprede bladrullesyke blev opdaget i Holland, påviste amerikanske forskere bladlusens betydning for spredning av potet-mosaikksyken. Tyskerne var dog ikke enig heri; de hevdet at bladlusen ikke er tallrik de steder hvor der forekommer »Abbau«. Men dr. Elze ved mitt laboratorium påviste at ferskenbladlusen er mest virksom i juni måned. Da flytter vingede lus fra fersken-trær over til urter, blandt annet til potetesplanter, flyver fra den ene plante til den annen og suger saft, og sprer derved ovennevnte sykdommer. Senere på året når bladlusene danner kolonier, holder de sig mere på samme sted. Deres betydning som smittespredere gjelder såvel for mosaikksyken som for bladrullesyken.

Mens vi oprinnelig trodde at der bare fantes én mosaikk-syke hos poteten, vet vi nu at der finnes flere. Disse karakteriseres ved forskjellige symptomer og hver mosaikk kan føres videre gjennom knollene, hvis der bare sørges for at ingen blanding finner sted. Derfor dyrkes de forskjellige typer på større forsøksmarker, hvor der ikke vokser trær. Hver gruppe av syke planter holdes adskilt fra andre grupper ved hjelp av brede belter av friske planter eller erter eller sukkerroeplanter. Dessuten dyrkes de forskjellige typer av sykdommen i glasshus, som ved hjelp av glassvegger er delt i forskjellige små glassværelser. Disse glasshus er bygget slik at ingen bladlus kan komme inn i dem.

Jeg har de siste år sammen med en yngre landbruksingeniør D. A. van Schreven, undersøkt hvilken forskjell der er mellom de forskjellige mosaikktyper, bortsett fra de symptomatiske. Og nu har vi opdaget at der i det minste finnes tre hovedtyper. Den første er en svak mosaikk, som hos alle potetsorter viser sig som mosaikk; men jeg har aldri funnet hollandske potetsorter som reagerer med heftige nekrosesyntomer på dette virus. Enkelte sorter reagerer så svakt at man næsten ikke ser nogen symptomer. I slike tilfeller taler man i England og Amerika om »symptomless carrier«, kort sagt »carrier«. Slike sorter kalles også »tolerante«. Denne mosaikk som også kalles »anekrotisk« mosaikk, overføres bare gjennom bladlusen, men ikke gjennom saften.



Men der finnes en annen type som ser meget sterkt mosaikksyk ut, den har nedkrøllede bladtopper. Denne type fant vi opprinnelig i en gammel hollandsk potetsort, som kalles »Zeeuwsche blå«, men som selv næsten ikke viser nogen symptomer. Transplanteres denne sorten over på sorten »Bravo«, så kommer der sterk mosaikk med nedkrøllede bladtopper. Transplanteres den over på »Paul Kruger«, så reagerer denne ennu heftigere. Der sees nu en type av nekrose som optrer i det *kollenchymatiske* vev under *epidermis* (overhuden). I dette tilfelle kommer nekrosen først til syne i de midtre og lavere partier av planten. Plantens øverste parti, toppen, holder sig forholdsvis lenger frisk. Denne type har jeg beskrevet som »akropetal nekrose«, fordi nekrosen utbrer sig fra de lavere deler av planten til toppen. Nu kan virus av akropetal nekrose overføres både gjennom bladlus og saft. Overføres dette virus på tobakk, så reagerer denne med symptomer som er beskrevet i Amerika som »veinbinding«. Mens den dødbringende temperatur ligger i nærheten av 90° C hos det klassiske tobakkmosaikk-virus, så ligger den hos akronekrose-viruset i nærheten av 60° C.

En tredje mosaikk-type fant vi opprinnelig i noen potet-sorter som var importert fra England og Amerika. »Up to date«, som dyrkes i Norge, er en av de sorter som næsten alltid inneholder dette virus, men uten at man ser symptomer. Transplanteres denne sort over på den hollandske sort »Bravo« eller »Paul Kruger«, så ser man efter nogen ukers forløp at friske toppskudd dør hos disse. Og nekrosen kan følges fra toppen ned gjennom stilken til knollene. Jeg har beskrevet denne sykdom som »toppnekrose« eller »akronekrosis«. Viruset som forårsaker toppnekrose sprer sig gjennom det indre av silrørene og brer sig fra disse ut i det omkringliggende parenchym. Dette virus kan bare overføres gjennom okulasjon eller saft, men ikke gjennom bladlus. Overføres viruset på tobakk, så reagerer denne med symptomer som er blitt beskrevet i Amerika av James Johnson som »mottle«. Den dødelige temperatur for akronekrose-viruset ligger i nærheten av 70° C.



Hos avkom av »Paul Kruger« eller »Bravo«-planter, som for et par år siden blev inokulert med sorten »Up to date«, blir symptomene på akronekrose svakere og svakere. Man ser til slutt bare en svak mosaikk. Spørsmålet er nu hvad der skjer dersom slikt avkom med svak eller »sekundær akronekrosis« transplanteres på frisk og virusfri »Paul Kruger« eller »Bravo«? I dette tilfelle ser man bare de samme svake symptomer optre. Og så kan man spørre, hvad hender når man på nytt okulerer »Up to date« på »Paul Kruger« med sekundær akronekrose? Det viser sig da at den nye transplantasjon ikke gir den heftige akronekrose som den første transplantasjon. Med andre ord: Det svake virus har immuniserende virkning. Her har man et tilfelle av erhvervet immunitet; det er beskrevet av dr. Oortwijn Botjes.

I de samme år som jeg foretok de her omtalte undersøkelser, arbeidet også dr. Kenneth M. Smith i England med disse spørsmål. Han kaller et virus, som ligner akronekrose-viruset, for x-virus, og et virus, som ligner akropetalnekrose-viruset, for y-virus.

Der finnes flere virus-sykdommer hos poteten enn dem jeg har behandlet her; men jeg vil ikke trette med nye detaljer. Jeg skal nøie mig med å fremheve at også andre planter lider av virus-sykdommer. I Norge interesserer først og fremst de forskjellige mosaikktyper som finnes i bringebær. Det er mulig at den praktiske løsning av dette spørsmål ligger i avl av immune raser. Således har min kollega Jeswiet i Wageningen, da han arbeidet på Java, avlet immune sukkerrørraser fra *Saccharum officinalis* og *S. spontaneum*. Jordbærets mosaikk bekjempes av min kollega Sprenger i Wageningen efter samme prinsipp som potet-mosaikken, det vil si gjennom vegetativ seleksjon.



## Om den norske silds gyteinnsig og raseforhold.

Av **Sven Runnström.**

(Fortsatt fra side 139).

Det gjaldt å innsamle et så representativt materiale som mulig til raseanalyse. Stor- og vårsildinnsigene blir hvert år så å si dekket av prøver fra fiskernes fangster for kontrollen av bestanden. I sesongen 1931—32 blev der innsamlet 33 prøver, omfattende over 6000 dyr. Kartet fig. 4 viser fordelingen av prøvene langs kysten. For hver og en av disse er der foretatt aldersbestemmelser m. m. samt hvirveltelling. Der blev dessuten innsamlet endel prøver fra Lofoten av nylig utgytt sild, som sannsynligvis representerer gytebestanden nordpå. For oversiktens skyld har jeg inndelt kyststrekningen i områdene I—IX, hvorav I representerer Nord-Norge, II og III omfatter det såkalte storsilddistrikt nord for Stadt. Dette år, likesom i de siste år, innfant imidlertid hovedmengden av storsild sig i områdene IV og V, altså i Sogn og Fjordane, samt Nordhordland, hvor storsildfisket foregikk fra slutten av desember til slutten av januar. I begynnelsen av februar begynte det egentlige vårsildfiske på det søndre vårsildfelt (VI—VIII) og likeledes var der et mindre fiske utfor Kristiansand (IX) samt på Mørekysten (II—III). I slutten av mars var fisket helt avsluttet. I april blev der siden fanget endel utgytt voksen sild i Lofotområdet (I). Vi ser altså at prøvene nokså godt dekker hele fisket.

Ved raseanalysen har jeg bare tatt hensyn til antallet av hvirvler, hvilket *Schneckenbeck* mener er helt tilstrekkelig for en bestemmelse av rasene. I stedet for å gi middelverdier for hvirveltallet, har jeg likesom *Schneckenbeck* fremstillet den procentuale fordeling i form av variabilitetskurver. For å gjøre fremstillingen mer oversiktlig, har jeg slått sammen de enkelte prøver fra hvert distrikt til nogen få store prøver, som her er ordnet efter distrikt og fangsttid (fig. 5).



Prøvene for den ikke helt gyteferdige storsilden viser spisse symmetriske variabilitetskurver med maksimum på 57 hvirvler, og stemmer således fullstendig overens med *Schnakenbecks* type A (sml. fig. 2). Ser vi nu på den gyteferdige

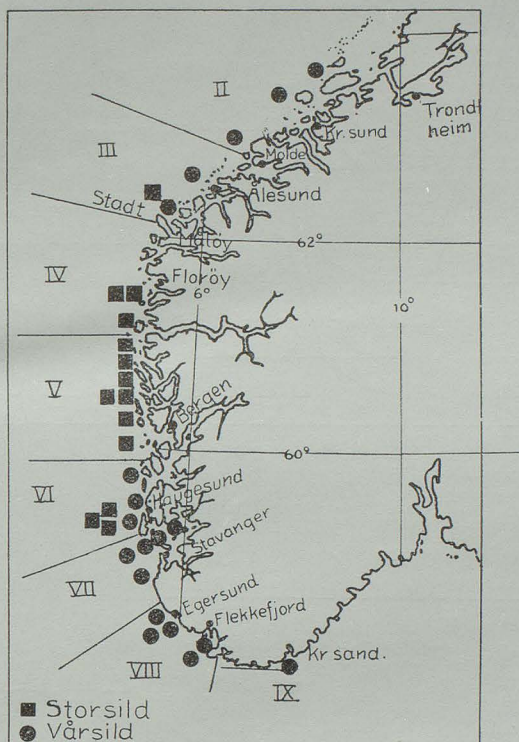


Fig. 4. Kart som viser fordelingen av prøvene fra stor- og vårsildfisket i sesongen 1931—32. Kyststrekningen er inndelt i områdene I—IX, hvorav I representerer Nord-Norge.

vårsild, gjenfinner vi type A hos de nordligste gytestimer utfor Nordmøre og Sørtrøndelag. Den sydligste prøven fra Kristiansand representerer derimot *Schnakenbecks* type B, med en stump kurve med maksimum på 58 hvirvler. De mellemliggende prøver som representerer hovedinnsiget, viser overganger mellom begge typer A og B.



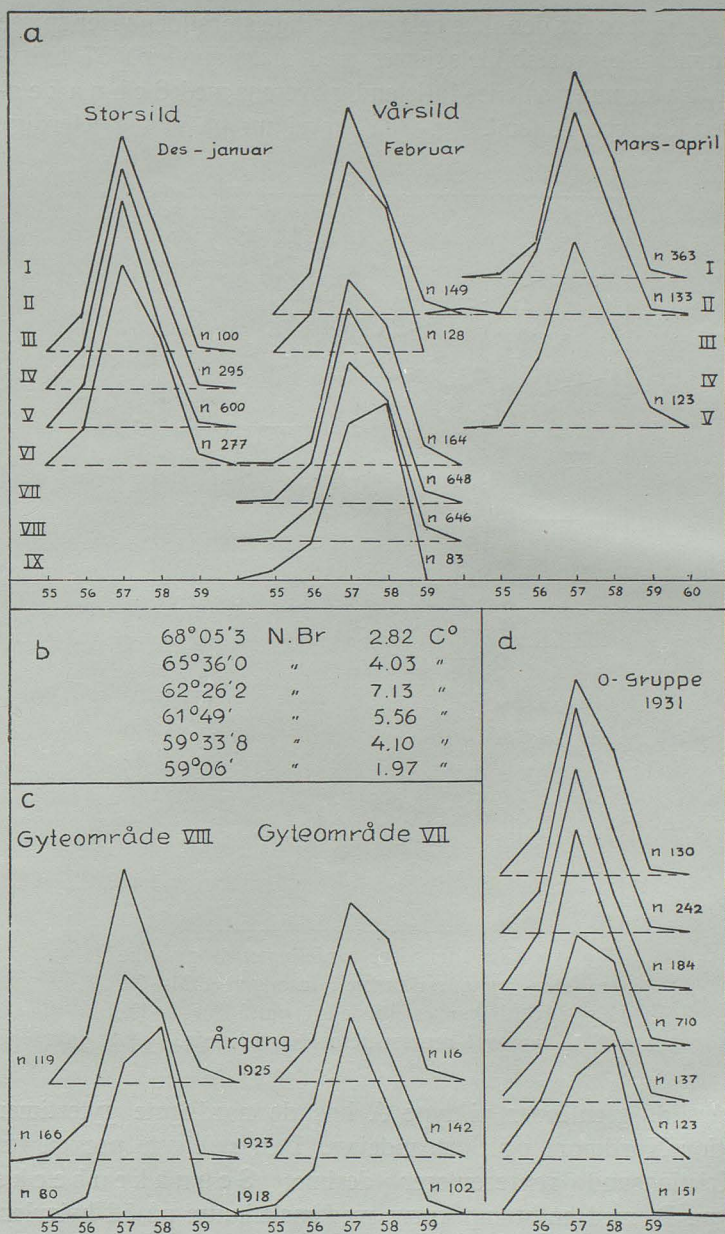


Fig. 5. Den procentuale hyppighet av hvert enkelt hvirvelantall hos prøver av norsk sild: a) Stor- og vårsild fra sesongen 1931—32. Prøvene er ordnet etter områdene I—IX (sml. kartet fig. 4). c) Forskjellige årganger i stimer fra to nærliggende gyteområder. d) Sildeyngel fra 1931. b) viser temperaturfordelingen i en dybde av 50 m langs den norske kyst i mars 1931, altså i tiden for sildelarvenes klekking.



Mot slutten av gytesesongen finner man i mars type A, såvel på det sydlige gytefelt som nord for Stadt, og i Lofoten blev i april også påtruffet sild med en spiss kurve, men med en liten forhøielse av verdien for 58 hvirvler.

Denne oversikt viser altså at man ikke kan adskille de to typer efter gyteplasser, men at begge kan optre samtidig innenfor et begrenset gyteområde. Videre finner man overgang mellom begge typer som ikke kan forklares som en blanding av to raser, da vi jo her arbeider med rene gytestimer. H e i n c k e s raseteori hviler jo på den forutsetning, at gytestimene representerer rene raser. Jeg måtte herav trekke den slutning at S c h n a k e n b e c k s to typer ikke representerer to raser, men bare er ekstreme uttrykk for en sterk variabilitet av de morfologiske karakterer innenfor en fysiologisk ensartet gytegruppe.

Dette bekrefte ytterligere ved en analyse av enkelte årganger innenfor samme gytestimer. Jeg har hertil utvalgt de to store prøver fra de nærliggende gytebanker VII og VIII, og har i fig. 5 c satt op variabilitetskurvene for de tre rikeste årganger, nemlig 1918, 1923 og 1925. Hvis vi tar det sydligste område (VIII), så representerer de dyr som er født i 1918, S c h n a k e n b e c k s type B og de fra 1925 type A, mens årgang 1923 viser en mellemtpe.

Begge S c h n a k e n b e c k s typer kan altså påvises innenfor forskjellige årganger av en og samme gytestim.

Det er også bemerkelsesverdig at for eksempel årgang 1918 viser forskjellige variabilitetskurver i to nærliggende gyteområder. Jeg ønsket derfor å undersøke en enkelt årgang fra forskjellige steder av kysten og valgte da å analysere en del yngelprøver som blev innsamlet sommeren og høsten 1931, og som altså bestod av dyr som var klekket om våren samme år. Variabilitetskurver for hvirveltallet i fig. 5 d er her regionalt oppstillet, så at den nederste kurve representerer den sydligste prøve, som blev tatt ved Flekkefjord og den øverste, den nordligste prøve som stammet fra Skjærvøy på grensen mellom Troms og Finnmarken. De øvrige prøver er omtrent jevnt fordelt på kyststrekningen mellom disse to steder. Disse prøver representerer ganske



sikkert avkom fra de forskjellige gyteplasser langs kysten, og vi ser her at rasekarakteren hos dyr av samme årstall, kan vise en meget stor variabilitet fra gyteplass til gyteplass.

Jeg har altså konstatert at rasekarakterene hos den norske sildestamme, her representert ved antallet hvirvler, i sine verdier varierer meget sterkt ikke bare fra år til år, men også innenfor et enkelt år fra sted til sted. Her er altså de forhold til stede som man måtte vente hvis vekslinger i de ytre faktorer påvirker utviklingen av de morfologiske karakterer som benyttes som rasekarakter.

Jeg tror at jeg her har kunnet levere et eksempel fra naturen på de såkalte rasekarakterers inkonstans hos fisk.

Vi ser at variabiliteten av hvirveltallet, såvel hos den gyteferdige sild som hos yngelen fra de forskjellige gytebanker, synes å være geografisk betinget, idet de sydlige prøver viser et høyere hvirveltall enn de nordlige. Dette står øiensynlig i motsetning til den regel som anerkjennes av flere forskere, nemlig at antallet av hvirvler hos fisk økes fra syd til nord, hvilket antas å stå i forbindelse med temperaturfordelingen i havet, idet man mener at høie temperaturer fremkaller et lavt hvirveltall og omvendt.

Antallet hvirvler hos fisk er sikkert anlagt på et meget tidlig utviklingsstadium og sannsynligvis kort tid etter utklekningen, da antallet muskelsegment er bestemt. Det kritiske stadium for en påvirkning ved ytre faktorer er sannsynligvis begrenset til embryonalutviklingen. Tabellen i fig. 5 b viser nu temperaturfordelingen langs vår kyst i en dybde av 50 m fra mars år 1931, altså fra samme tid som yngelen fra prøvene i fig. 5 d var i sin kritiske periode. Temperaturene ved de sydlige gyteplasser er betydelig lavere enn nord for Stadt. Lengere nord merker vi atter en senkning av temperaturen. Dette forklares ved at kyststrømmen ved sydkysten for en vesentlig del består av baltisk vann, som om vinteren er sterkt avkjølet. Lengere nord blir dette vann mer og mer opblandet med det varme Atlanterhavsvannet, hvis innflytelse vel er sterkest på kyststrekningen nord for Stadt. Vi finner altså en meget god overensstemmelse mellom temperaturforholdene på gyteplassene og verdiene for hvirveltallet.



Selvom disse såkalte rasekarakterer ikke er konstante så vil de, sammenholdt for eksempel med en skjellanalyse, sikkert kunne gi verdifulle opplysninger om sildens vandringer.

Hvis de morfologiske rasekarakterer sammenlignes med en fødselsattest som opplyser om hvor silden er klekket, så kan sildeskjellet sammenlignes med et pass som gir opplysninger om alder, vekst og hvor silden har opholdt seg under forskjellige perioder av sitt liv. Alderen kan avleses på antallet vinterringe og sommersoner. Undersøker man yngre sild fra Vestlandet og Nordland, vil man se at vinterringene har forskjellig karakter. Nordlandsringene er skarpe og tydelige, mens vestlandsringene er mer utvisket, idet stagnasjonen i veksten om vinteren sannsynligvis ikke er så utpreget på Vestlandet som nordpå.

Det er også mulig etter skjellets vekstsoner å beregne hvor meget en sild har vokset hvert år. Man har ved denne metode kunnet konstatere at den nordlige sild har en langsommere vekst i de første somre enn den sild som er vokset op på Vestlandet.

Jeg vil nu i korthet prøve å skissere hvordan vårt nye kjennskap til sildens gyteplasser og den tidligere omtalte rase- og skjellanalyse bidrar til å belyse sildens vandringer.

Fig. 6 er tatt fra et arbeide av Lea og a viser småsildens utbredelse i dens første og annet leveår. Lea forestillet sig at sildeyngelen i sitt første år spreder sig fra gyteplassene på sydvestkysten nordover langs hele kysten, hvor de siden i sitt annet år opholder sig uten å foreta større vandringer. Med vårt nuværende kjennskap til gyteplassenes fordeling må jeg derimot anta at yngelen nordpå vesentlig stammer fra nordlige gyteplasser. Jeg gjør oppmerksom på variabilitetskurvene for hvirveltallet hos sildeyngelen (fig. 5 d) og at de nordlige prøver viste en annen type enn de sydlige, hvilket må ha fremkommet ved at de er klekket på forskjellige steder og under forskjellige hydrografiske forhold. Det inntreffer i disse to første år sikkert en viss blanding av avkommet fra de forskjellige gyteplasser, men dog ikke så stor at stimenes forskjellige morfologiske særpreg utviskes.



Le a har nu påvist hvordan den hurtigvoksende vestlandssilden utvandrer fra kysten i sitt tredje leveår (fig. 6 b), mens den mer langsomtvoksende nordlandssilden ennu blir igjen i Nord-Norge på fetsildstadiet. Næste billede c, viser hvordan nordlandssilden forlater kystområdet i sitt fjerde leveår. Le a antar at denne sild vandrer i sydvestlig retning og blander sig med den tidligere utvandrede vestlandssild.

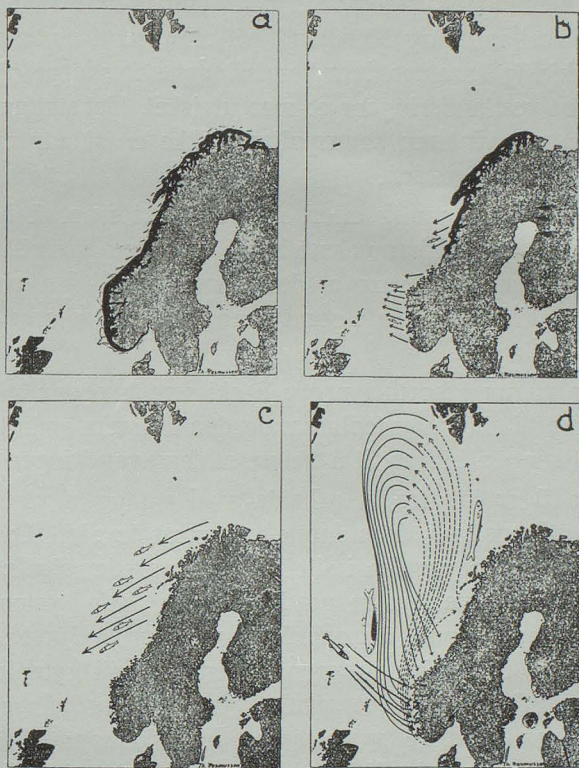


Fig. 6. Skjematisk fremstilling av den norske silde vandringer, efter Le a. a. Utbredelsen av småsilden i dens annet leveår. b) Utvandring fra kysten av den hurtigvoksende sild på Vestlandet i dens tredje leveår. c) Tilsvarende utvandring og overgang til et oseaensk stadium av nordlandssilden i dens fjerde leveår, d) Innsiget til gyteplassene i to store grupper, først de eldre gytere og senere førstegangs-gyterne. Billedet viser også den voksne silde vandring nordover efter gytningen.



Han antar at opholdsstedet for disse sild i deres såkalte oseaniske stadium skulde sammenfalle med Bottlenosefeltet i den søndre del av Norskehavet, hvor den gjennomgår sin utvikling til kjønnsmoden sild. Dette slutter han sig til derav,

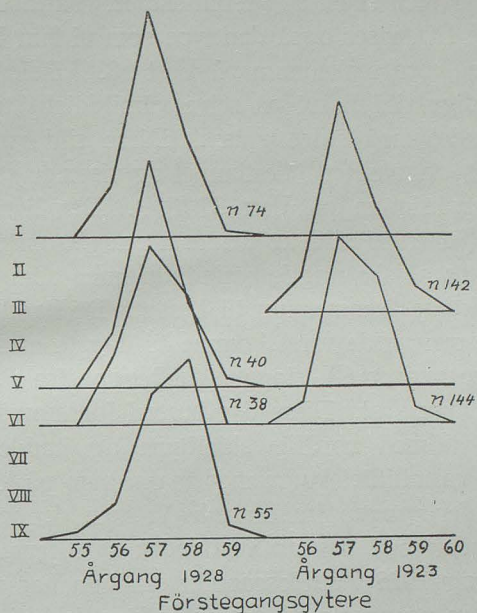


Fig. 7. Den procentuale hyppighet av hvert enkelt hvirvelantall hos prøver av førstegangsgytere. Den venstre rekke representerer sild av årgang 1928 som for første gang viste sig blandt vårsilden i 1932 i en alder av 4 år. Den høire rekke representerer sild av årgang 1923 som for største delen hadde vokset op i Nord-Norge og som kom inn som førstegangsgytere i en alder av 5 år.

at disse unge dyr som førstegangsgytere kommer inn som et separat tog og direkte til gytefeltet, uten i likhet med de eldre gytere å vise sig som storsild nord for gyteplassene.

Fig. 7 viser en analyse av hvirveltallet hos førstegangsgytere. Prøvene er ordnet regionalt fra nord til syd efter



kystområdene I—IX. Prøvene til venstre representerer årgang 1928 i forskjellige utviklingsstadier. Denne årgang viste sig for første gang som gyteferdig sild år 1932, da den blev fanget som førstegangsgytere på sydkysten ved Kristiansand. Disse bestod næsten utelukkende av de hurtigvoksende dyr med skjell av vestlandstype. Variabilitetskurven (fra område IX), viser også den type som vi fant hos yngelen på sydkysten med maksimum på Vert 58. Likeledes blev endel gyteferdige sild fisket på selve vårsilddistriktet, men her mer opblandet med eldre gytere. Disse sild var også for største delen opvokset på Vestlandet og viser en stump kurve, men med maksimum på Vert 57 (VI). Der blev imidlertid også påtruffet endel sild av denne årgang, som ennå befant sig på det oseaniske ungdomsstadium, men som av en eller annen årsak var kommet inn til kysten. De hadde gonadene i utvikling, men vilde først komme til å gyte neste år. Den ene av disse prøver (I), stammet helt oppe fra Petsamo ved Finnlands ishavskyst. Disse dyr bestod for største delen (89 pct.) av dyr med nordlig skjelltype og hadde en spiss, symmetrisk variabilitetskurve med maksimum på Vert 57. Det samme gjelder prøven fra område V, men denne var noget mer opblandet med dyr av vestlandsk skjelltype. Vi ser at denne årgang 1928 i sitt oseaniske stadium har vært opdelt i to eller flere grupper med dyr enten hovedsakelig fra Nord- eller Syd-Norge, og at disse grupper også har forskjellige morfologiske preg. Det vilde nu være av interesse å se på hvilken kyststrekning disse ennå ikke modne nordlige dyr innfinner sig på, når de neste år skal gyte. Jeg har ennå ikke materiale til å belyse dette fra samme årgang, men må nøie mig med å demonstrere tilsvarende situasjon hos en annen årgang 1923. Denne årgang viste sig for første gang som gytesild i 1927, da de hurtigvoksende dyr innfant sig. De to kurver til høire i fig. 7 representerer innsiget av de forsinkede langsomt voksende dyr fra Nord-Norge i 1928. Vi ser her at prøven fra den nordligere gyteplass viser samme morfologiske type som f. eks. de nordlige dyr fra Petsamo. Ser vi alle prøver under ett, får vi en lignende fordeling av variabilitetskurvene fra syd til nord som vi fant



hos yngelen. Man får derfor det inntrykk at de dyr som er vokset op nordpå, også for største delen som rekruttgytere, innfinner sig på nordligere gyteplasser enn de dyr som er opvokset på Vestlandet. Dette kan vel neppe forklares på nogen annen måte enn at de under det oseaniske stadium også har forskjellige opholdsteder, hvilket jo prøven fra Petsamo i høi grad peker på. Ved russiske undersøkelser, er det i den seneste tid også blitt påvist ganske store mengder av sild i det oseaniske stadium i Østhavet.

Erindrer vi oss nu variabilitetskurvene for vårsildstimene i 1932 (fig. 5 a), så fikk vi her frem samme morfologiske typer fra syd til nord som vi her har vist for såvel yngelen som rekruttgyterne. En analyse av skjelltypen av samme prøver viser også en uensartet fordeling av dyrene, idet stimene fra de nordligere gyteplasser inneholder flere dyr som er vokset op nordpå enn stimene fra de sydligere gyteplasser, hvilket tabell 4 demonstrerer.

Tabell 4.

Område (etter kart fig. 4)	Vårsild med sydlig skjelltype	Vårsild med nordlig skjelltype
I	36,9 pct.	63,1 pct.
II	46,2 "	53,8 "
III	60,4 "	39,6 "
IV	—	—
V	—	—
VI	56,9 "	43,1 "
VII	52,9 "	47,1 "
VIII	63,9 "	36,1 "
IX	87,3 "	12,7 "

Det samme får man inntrykk av når man studerer gytestimenes alderssammensetning. Det har i de siste år vært en påfallende uregelmessighet i alderssammensetningen, når jeg sammenstillet alderskurvene for de enkelte prøver. Først når jeg ordnet prøvene distriktsvis (fig. 8), blev forholdene helt klare, idet det viser sig at prøvene nordfra viser en noget



annen aldersfordeling enn de sydfra. Det er spesielt påfallende at årgang 1922, som blandt silden fra vårsilddistriktet ikke spiller nogen rolle, er — ved siden av 1923 — en meget fremtredende årgang nordpå. Den avtar i styrke jo lengere syd man kommer. Disse forhold kan følges så langt tilbake som denne årgang har optrådt blandt gytestimene.

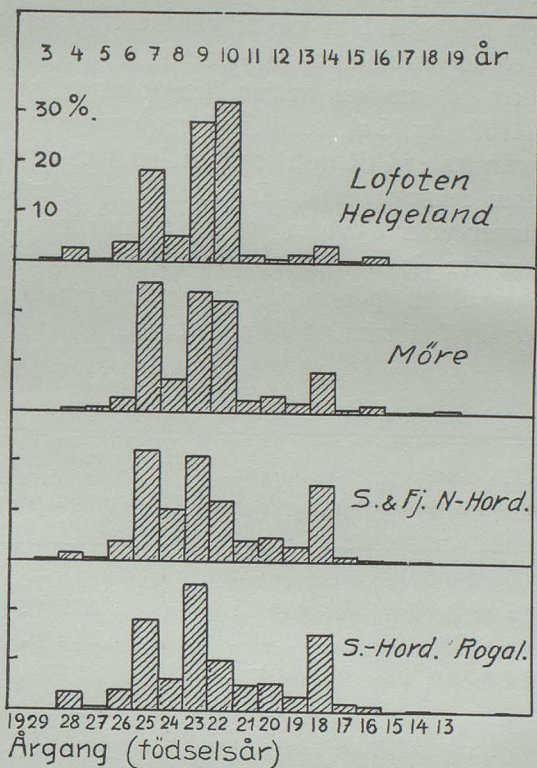


Fig. 8. Aldersfordeling hos stor- og vårsild i sesongen 1931—32 ordnet distriktsvis.

Jeg har foretatt en meget inngående skjellanalyse av årgang 1922, fra et stort antall prøver av gytesild under flere gyteperioder, og det viser sig herved at denne årgang for største delen består av dyr, som i de første år er opvokset i Nord-Norge og som vel derfor også kan antaes å være klekket på nordlige gyteplasser. De synes nu, når de som voksen



sild søker inn fra havet til kysten for å gyte, for en overveiende del å vende tilbake til disse nordlige gytebanker.

Vi ser av det foregående at gyteinnsiget til vår kyst langt fra er så ensartet som tidligere er antatt, uten at man dog kan gå så langt som til å adskille forskjellige raser.

I stedet for et begrenset gyteområde ved sydvestkysten, hvorfra den voksne sild på sin næringsvandring trekker sig nordover, for ved næste gytelsesong atter å innfinne sig på samme gyteområde, ser vi nu at det er flere gyteområder langs hele kysten, hvorfra stimene sannsynligvis sprer sig ut i havet i forskjellige retninger og uten at fullstendig blandes i tiden mellom gyteperiodene.

Dette bekreftes av de fåtallige fund som er gjort av voksen sild utenfor gytetiden, hvilket kartet fig. 9 viser. Disse fund stammer dels fra »Michael Sars« og endel andre fartøiers forsøksfiske i den nordlige del av Nordsjøen, samt dels fra Iversen og Koefoeds toktet nordpå. Vi ser av dette kart at silden utenfor gytetiden ikke bare sprer sig utover hele kystplatåenes bratte helling mot Norskehavets dyp, såvel i nord til Spitsbergen, som i syd langt ut over Tampen, men at den også drar over de store dyp helt til Jan Mayn.

Setter man den voksne silde vandring i forbindelse med strømsystemene i havet, vil den her skisserte opfatning på en naturlig måte kunne settes i forbindelse med forholdene i Norskehavet, slik som Helland-Hansen og Nansen har fremstillet dem, idet silden da tenkes å være mer eller mindre bunden til de her rådende store sirkulasjonssystemer.

Jeg har på kartet i fig. 9 skravert de områder, hvor der efter de norske og skottske undersøkelser foregår gytning om våren. Vi ser herav at det faktisk er et stort sammenhengende gyteområde fra Lofoten til Nord-Skottland, hvor sild gyter om våren. Den skottske og norske silde gyteplasser er ikke mer isolert fra hverandre enn gyteområdene langs den norske kyst, og vi har her øiensynlig en stor gytegruppe, en nordatlantisk vårgytende sild, i motsetning til den høstgytende nordsjøsilde. På grunn av de noget forskjellige hydrografiske forhold på gytebankene, vil de forskjellige avkom få noget forskjellig morfologisk preg. Silden såvel ved Skottland som ved Mørekysten, hvor Atlanterhavsvannet øver



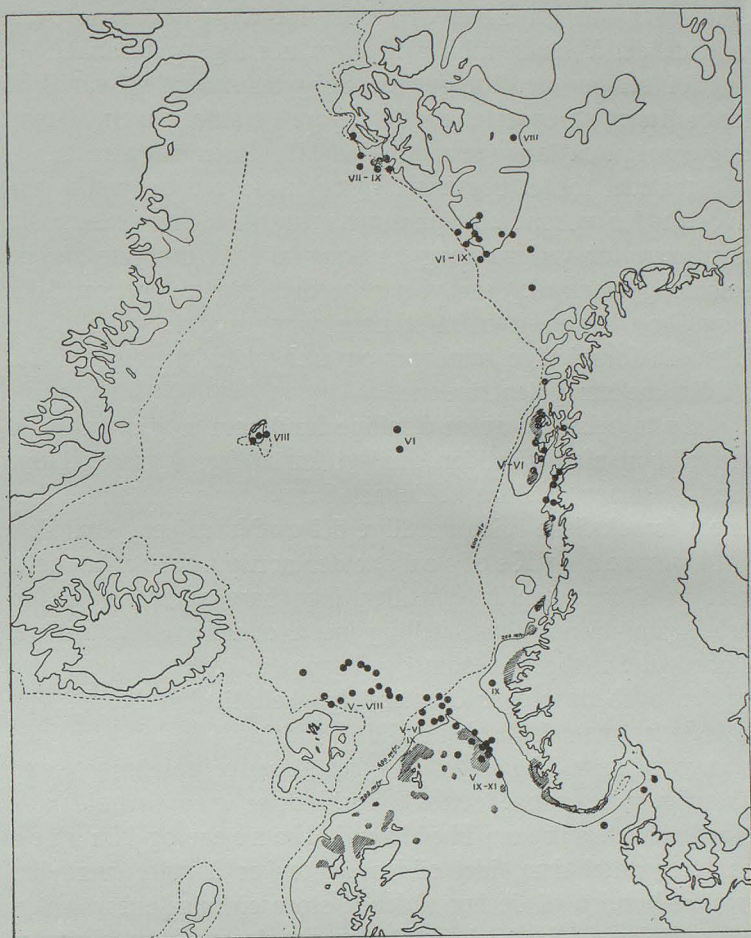


Fig. 9. Kartet viser hvor voksen sild er påtruffet om sommeren når den er på næringsvandring mellem gyteperiodene. Materialet stammer dels fra Iversen og Koeføeds toktør nordpå, dels fra „Michael Sars“ og endel andre fartøiers forsøksfiske i nordre Nordsjøen. De skraverte områder betegner gyteplasser for vårgytende sild efter nyere norske og skotske undersøkelser.

en sterk innflytelse, viser meget lignende variabilitetskurver for hvirveltallet, i motsetning til avkommet fra gytebankene ved Norges sydkyst, som er klekket under innflytelse av den her mer fremherskende baltiske strøm.



## Temperaturen i lava- og magmamasser, samt et nytt geologisk termometer.

Av Tom. F. W. Barth.

Vi er jo ikke direkte berørt av ildsprutende berg, glødende lava, sterke jordskjelv og askeregn her i Norge. Nei, vi har jo ingen vulkaner — heldigvis, sier vel de fleste. Det er nok riktig også at der ikke fins aktive vulkaner i Norge. Men gamle vulkaner som har vært utslukte og døde i millioner av år — i geologiske tidsrum — har vi mange av. Og i sin tid spydde de glødende lava og glohet aske over store deler av landet. Les bare professor H o l t e d a h l s underholdende bok om »Hvordan landet vårt blev til«; eller gå en tur op i Nordmarka ved Oslo, eller i Bymarka ved Trondheim, eller et sted blandt Vestlandets »grønnstener« og betrakt de store arealer dekket med lava. Nu er lavaen størknet og kald, og den er overgrodd med skog og vegetasjon, men en gang i tiden var den glødende varm og fløt utover jorden og fortærte og brente hvad den møtte på sin vei — så størknet den til slutt, og der blev fast fjell av den.

I Norge er der også andre slags fjellarter som er dannet av størknede smeltemasser; for eksempel fjell av granitt eller gabbro. Også disse var engang flytende, men til forskjell fra lava-bergartene størknet de dypt under den daværende jordoverflate — derfor kalles de dypbergarter i motsetning til alle lavaer som ofte kalles dagbergarter. Slike dyptliggende smeltemasser som størkner nede i jordskorpen og aldri når frem til overflaten kalles magmaer. Hvis magmaen når frem og flyter ut på overflaten kalles den lava.

Mange har vel kanskje en og annen gang tenkt på hvor høi temperatur disse magma-masser hadde før de størknet og blev til sten. Dette er naturligvis et spørsmål av stor betydning for geologien, og geologene har derfor også gjort observasjoner og beregninger som tillater visse slutninger angående disse temperaturforhold.



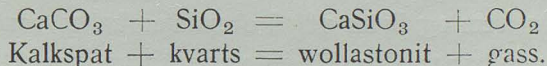
*Temperaturen i lava-masser.*

Under vulkanske utbrudd og i enkelte lava-sjøer, som for eksempel i Kilauea's krater på Hawaii, kan temperaturen direkte måles. Dette er naturligvis ingen lett sak; observatøren selv utsetter sig for stor fare, og han må ha særegne instrumenter for hånden. Men det har vært gjort. I Kilauea's krater fant Perret, Day og Shepherd temperaturer op til 1185°. I lava fra Vesuv fant Perret temperaturer fra 1015° til 1040°. Alle disse lavaer er basiske; det er derfor rimelig at for eksempel de islandske lavaer, som også er overveiende basiske, har hatt omtrent samme temperatur. Dette er varmere enn hvad man finner hos mere kiselsyriker arter. Således fant H. S. Washington i lava fra Santorini mellem 800° og 900°. Denne lava har omkring 65 pct. kiselsyre (SiO<sub>2</sub>).

Men hvordan kan man så måle temperaturen i de mere dyptliggende magmaer? Her er jo en direkte temperaturmåling umulig, og geologene har derfor måttet bruke visse mineraler eller mineralassociasjoner som temperatur-indikatorer. Slike mineraler sies da å være geologiske termometre, og læren om dette benevnes ofte geologisk termometri.

*Temperaturen i magma-masser.*

Et meget betydningsfullt bidrag til den geologiske termometri blev levert av professor V. M. Goldschmidt for mange år siden mens han ennå bodde i Oslo: Hvis en kalksten blir intrudert av en magma, eller bruddstykker av kalksten bryter løs og innesluttet i en magma, vil den varme magma ofte kunne reagere med kalkstenen. Således kan magmaens kiselsyre (SiO<sub>2</sub>) reagere med kalkstenen (CaCO<sub>3</sub>) efter følgende ligning:



Denne ligning uttaler altså at de to mineraler, kalkspat og kvarts kan reagere med hverandre og danne mineralet wollastonitt pluss fri kulldioxyd-gass. Men denne reaksjon krever en minimums-temperatur for å kunne gå (den er også avhengig av trykket, idet høit trykk vanskeliggjør reaksjonen),



så hvis en bergart inneholder kalkspat og kvarts i direkte kontakt med hinannen, må altså temperaturen ha vært forholdsvis lav, men hvis wollastonitt har dannet sig så har temperaturen vært høiere. En tilnærmet bestemmelse av denne grense-temperatur blev utført av Goldschmidt i 1912. Han fant ad teoretisk vei at grensen for at kvarts og kalkspat skal kunne forekomme sammen er fra  $500^{\circ}$  til  $800^{\circ}$  for trykk på henholdsvis 1 atmosfære og 2000 atmosfærer. Etter dette behøver man altså ikke engang å være geolog for i enkelte tilfeller å kunne fortelle litt om en bergarts termiske historie. Plukker man op en sten som fører både kalkspat og kvarts, kan hvem som helst straks si at den stenen aldri har vært ophetet mere enn til høist  $600^{\circ}$ — $800^{\circ}$ .

Et annet viktig geologisk termometer er selve mineralet kvarts. Kvarts har den eiendommelige egenskap at den ved  $573^{\circ}$  gjennomgår en omvandling. Det er mange faste stoffer som har slike omvandlingspunkter; de kan på mange måter sammenlignes med omvandlingen fra is til vann: Det er umulig å opvarme is over  $0^{\circ}$ , for da smelter den og går over i vann. På samme måte er det umulig å opvarme almindelig kvarts over  $573^{\circ}$ , for da omvandles den og går over i en annen modifikasjon. Når så denne modifikasjon avkjøles går den igjen ved  $573^{\circ}$  spontant over til almindelig kvarts; akkurat som vann ved avkjøling atter går over til is. Forskjellen er bare at vann ved  $0^{\circ}$  omvandler sig fra et flytende til et fast stoff. Kvarts omvandler sig ved  $573^{\circ}$  fra et fast stoff til et annet fast stoff. Man har kunnet påvise at det ofte er mulig ved mikroskopiske undersøkelser av kvarts-krystaller å avgjøre om en slik krystall har dannet sig over eller under  $573^{\circ}$ . Resultatet av slike mikroskopiske studier er at de aller fleste dypbergarter var varmere enn  $573^{\circ}$ . Men i enkelte gangbergarter, for eksempel i pegmatittgangene som der er en slik hærskares mangfoldighet av på Sørlandet, finner man av og til kvarts som har dannet sig høiere, av og til kvarts som har dannet sig lavere enn  $573^{\circ}$ , hvilket altså indikerer at disse ganger har hatt omtrent denne temperatur. Somme steder har de vært litt varmere, somme steder litt koldere.



Det burde her nevnes at også mineralet wollastonitt har et omvandlingspunkt. Dette ligger ved 1180°. Og det er av interesse å bemerke, at denne omvandling *aldri* har vært påvist i naturen. Det vil altså si at dypbergartene, som utvilsomt har vært varmere enn 573°, i intet kjent tilfelle har vært så varme som 1180°. I det hele tatt synes de dypere-liggende magma-masser gjennomgående å være noget kaldere enn lavaene.

Også andre mineraler har i spesielle tilfeller kunnet brukes som geologiske termometre, men det har vist sig at ingen av dem egner sig til generelt bruk. Kjennskap til silikatsmeltens fysikalske kjemi har også gitt opplysninger om temperaturforholdene i magma-masser, men da man aldri kan vite nøyaktig hvor meget vann- og gass-arter en magma-masse inneholdt før den størknet, kan heller ikke dette benyttes til en nøyaktig temperaturbestemmelse.

Man kjenner derfor ikke de magmatiske temperaturer med så stor nøyaktighet som man kunde ønske. Spesielt er å legge merke til at man bare har nogen få fix-punkter å holde sig til. Man kan ofte bestemme om temperaturen har vært over eller under et visst punkt; men hvor meget over eller under blir da oftest noget av en gjetning. Et ideelt geologisk termometer vilde altså være et mineral der, likesom et kvikksølvtermometer, direkte indikerte temperaturen, og ikke bare angav om man er over eller under et visst punkt.

#### *Et nytt geologisk termometer.*

Ved mine undersøkelser forløpne vinter mener jeg å ha påvist et slikt ideelt geologisk termometer. Det viser sig at den kjemiske sammensetning av visse feltspater kan anvendes. Forsøkene er ikke helt avsluttet ennu, men de er dog kommet så langt at en foreløbig meddelelse kan gis. Prinsippet hvorpå dette geologiske termometer beror er meget enkelt og vil sikkert uten vanskelighet kunne forklares for »Naturen«s lesere:

Der finnes i bergartene to slags feltspat, kali-natron-feltspat og kalk-natron-feltspat. Begge slags feltspat inneholder altså natron, og det viser sig at hvis begge slags



feltspat finnes i en og samme bergart, så fordeler natronet sig på en bestemt måte mellom de to feltspat-arter. *Hvordan* natronet fordeler sig beror på hvilken temperatur feltspaten blev dannet under. Således vil ved en bestemt temperatur kali- og kalk-feltspaten være like rike på natron. Ved en annen temperatur vil for eksempel kalkfeltspaten inneholde dobbelt så meget natron som kali-feltspaten. Dette er en følge av den fra termo-kjemien bekjente fordelingslov, som kan uttrykkes mere eksakt på følgende måte: Hvis vi med  $c_1$  betegner det procentiske innhold av natron i kali-feltspat, og ved  $c_2$  det procentiske innhold av natron i kalk-feltspat, så er altså for en bestemt temperatur

$$c_1 / c_2 = \text{konstant.}$$

Hvis denne konstante koefficient, som vi kan kalle  $K$ , for eksempel er lik 1, så betyr det altså at kalk- og kali-feltspat har oppløst like mengder natron. Hvis  $K = \frac{1}{2}$  betyr det at kalk-feltspaten har oppløst dobbelt så meget som kali-feltspaten. Og da  $K$  altså varierer med temperaturen vil således en bestemmelse av  $K$  også bety en bestemmelse av temperaturen. Ved kjemisk å bestemme natron-innholdet av de to slags feltspater i en og samme bergart kan man altså bestemme  $K$  og derigjennem temperaturen.

I det følgende skal jeg gi resultatene av noen slike bestemmelser:

Der er en nokså almindelig lava-bergart som heter trachytt, den inneholder ofte begge slags feltspat og egner sig derfor til en slik undersøkelse. Fire forskjellige trachytter blev undersøkt og forholdet mellom kalifeltspatens og kalkfeltspatens natron-innhold blev bestemt som vist i følgende tabell. Dernæst blev feltspatene fra en rekke pegmatitt-ganger fra Sørlandet undersøkt. Disse resultater er også angitt i tabellen (se neste side).

Denne tabell viser nu tydelig at alle trachytter faller i en gruppe med  $K = \text{ca. } 0,6$  og alle pegmatitter faller i en annen gruppe med  $K = \text{ca. } 0,23$ . Og da  $K$  altså er et mål for temperaturen så betyr dette videre at alle trachytter, skjønt de er samlet fra vidt forskjellige steder på kloden,



Bergart	$c_1/c_2$
Trachytt, Mte. Amiata, Italia .....	0,605
Trachytt, Siebengebirge, Tyskland .....	0,603
Trachytt, Perlenhardt, Tyskland .....	0,600
Trachytt, Marquesas-øene .....	0 592
Pegmatitt, Risør .....	0,246 <sup>1)</sup>
Pegmatitt, Iveland .....	0,226
Pegmatitt, Froland .....	0,230 <sup>1)</sup>
Pegmatitt, Skåtøy .....	0,123 <sup>1)</sup>

har hatt praktisk talt samme temperatur, og at alle pegmatittgangene har hatt så nogenlunde samme temperatur, men meget lavere enn trachyttenes.

To målinger til blev gjort: I granitt fra Kristiansand fant jeg  $K = 0,322$ , og i en dioritt fra Colorado fant jeg  $K = 0,41$ . Efter dette var altså granittens temperatur litt høiere enn pegmatittgangenes, men meget lavere enn trachyttenes. Og diorittens temperatur må ha vært omtrent midt mellem pegmatittenes og trachyttenes. Hvilken temperatur, målt i grader, der tilsvarende  $K = 0,6$  for eksempel, vet jeg enda ikke. Men det er rimelig at det svarer omtrent til  $800^\circ$ , og at  $K = 0,3$  svarer omtrent til  $573^\circ$ . Da skulde altså granittens og diorittens temperatur ha vært henholdsvis ca.  $600^\circ$  og  $700^\circ$ .

Jeg forsøker nu å utkrystallisere feltspater ved konstant temperatur fra kunstige silikatsmelter, hvis det lykkes skulde man kunne bestemme nøiaktig hvilken temperatur der tilsvarende enhver verdi av  $K$ . Og man skulde da derigjennem få et pålitelig geologisk termometer som skulde kunne registrere alle temperaturer mellem  $500^\circ$  og  $1000^\circ$ .

<sup>1)</sup> Beregnet fra data, publisert av Olaf Andersen i Norges Geol. Undersøkelse, nr. 128 b (1931) og Norsk Geol. Tidsskrift, 12 (1930).



# NATUREN

begynte med januar 1934 sin 58de årgang (6te rekkes 8de 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 efter evne bidra til å utbre en større kunnskap om og en bedre forståelse av *vårt fedrelands rike og avvekslende natur*.

## NATUREN

har til fremme av sin oppgave sikret sig bistand av *tallrike ansatte medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer dessuten jevnlig oversettelser og bearbeidelser efter de beste utenlandske kilder.

## NATUREN

har i en rekke av år, som en anerkjennelse av sitt almenntilgitt formål, mottatt et årlig statsbidrag som for dette budgettår er bevilget med kr. 800.

## NATUREN

burde kunne få en ennu langt større utbredelse, enn det hittil har hatt. Der kreves *ingen særlige naturvidenskapelige forkunnskaper* 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 prof. 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 opplysning er imidlertid av verd, hvor ufullstendig den enn kan være. Fullstendige spørsmålslister til utfyllning sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjelvsstasjon, hvortil de utfylte spørsmålslister også bedes sendt.

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

---

## Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXVIII, 1932, er utkommet i kommisjon hos H. Aschehoug & Co., utgitt av Det Norske Meteorologiske Institutt. Pris kr. 2.00.

---

## 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 ornitologisk Forening

er stiftet 1906. Formanden er Overlæge I. Helms, Nakkebølle Sanatorium, Pejrup St. Fyen. Foreningens Tidsskrift udkommer aarlig med 4 illustrerede Hefter og koster pr. Aargang 8 Kr. og faas ved Henvendelse til Kassereren, Kontorchef Axel Koefoed, Tordenskjoldsgade 13, København, K.