

60. årgang · 1936

Nr. 7—8 · Juli—August

NATUREN

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

ILLUSTRERT
MÅNEDSSKRIFT FOR
POPULÆR
NATURVIDENSKAP

KOMMISSJONÆR OG FORLAG: JOHN GRIEG - BERGEN

INNHold:

ERLING SIVERTSEN: Det biologiske grunnlag for den arktiske selfangst	193
B. TRUMPY: Atomspaltning og kunstig radioaktivitet	210
GEORG SCHOU: Eksisterer det lovmessighet mellom fiske og nedbørmengde?	230
JONAS EKMAN FJELDSTAD: Geofysikk og matematikk	240
SMÅSTYKKER: Frits Johansen: En sei-unge fra NW-Spitsbergen. — Edv. Hov. Stallvik: Steindulpen i Stjørna. — B. J. Birkeland: Temperatur og nedbør i Norge	255

Eftertrykk av „Naturen“s artikler fillates såfremt „Naturen“ tydelig angis som kilde og forfatterens samtykke er innhentet.

Pris
10 kroner pr. år
fritt tilsendt

Dansk kommissjonær
P. HAASE & SØN
København



NATUREN

begynte med januar 1936 sin 60de årgang (6te rekkes 10de 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 ansette 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 almenntilgode 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.

NATUREN

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

Det biologiske grunnlag for den arktiske selfangst.

Av Erling Sivertsen.

Det er en kjent sak at fangst av nærsagt hvilken som helst dyreart, for å kunne drives rasjonelt, må være basert på et grundig kjennskap til artens biologi. For lavere dyr, fisk f. eks., kan vi bare tenke på hvilken uhyre betydning den biologiske forskning har hatt for de praktiske fiskerier. Og blandt pattedyrene på landjorden har vi mange eksempler på hvordan for sterk beskatning av forskjellige økonomisk viktige dyrearter har ført til en decimering, ja ofte til fullstendig utryddelse av bestanden. — Blandt havpattedyrene gir vel hvalene oss det beste, og vi kan også si mest bedrøvelige eksempel på hvordan det kan gå, når fangsten drives urasjonelt, uøkonomisk og uten hensyntagen til artens spesielle biologi. Man kan bare tenke på rethvalfangsten ved Spitsbergen og Grønland, fangsten av knøl og blåhval ved Finnmark samt blåhvalfangsten i Norskehavet. Samtlige av disse var meget lønnsomme bedrifter, så lenge de stod på, men det gode økonomiske utbytte lokket flere og flere til å delta i fangsten, tilslutt blev beskatningen for stor, fangsten kulminerte og falt hurtig til et ulønnsomt nivå — for grønlandshvalen endog så langt at bestanden praktisk talt blev utryddet.

Disse få eksempler taler et tydelig nok sprog, og de sørgelige resultater viser hvor nødvendig den biologiske kjennskap til hver enkelt dyreart er.

I de atlantiske farvann finnes 5 arter av sel som har sin vesentlige utbredelse i det arktiske område. Det er: *hval-*

rossen (*Trichecus rosmarus*), storkobben (*Erignathus barbatus*), klappmytsen (*Cystophora cristata*), grønlandsselen (*Phoca groenlandica*) og ringselen (*Phoca hispida*).

Hertil kommer også gråselen (*Halichoerus grypas*) og stenkobben (*Phoca vitulina*), men selv om disse spredt forekommer i arktis, har de sitt vesentlige utbredelsesområde i de boreale kystfarvann. Da de dessuten spiller en helt uvesentlig rolle i fangsten, skal vi her ikke komme nærmere inn på disse.

I det pacific-arktiske område finnes *pelsselen* (*Callorhinus alascanus*), som er gjenstand for betydelig fangst. Den skiller sig i mange henseender fra våre selarter, og da den vel neppe kan regnes som rent arktisk, skal vi ikke komme nærmere inn på den her.

Hvalrossen er den største av de arktiske seler, og kan bli op til 4,5 m lang. Den er nærmest cirkumpolar, og lever samlet i store flokker. Tidligere blev der drevet adskillig fangst efter den, men eftersom bestanden avtok, blev dyrene mere sky og trakk lengere inn i isen, til områder hvor skibene vanskelig kan komme til. Samtidig falt prisen på skinn og spekk så sterkt at fangsten blev ulønnsom. Tiltross for at der fremdeles finnes store mengder av hvalross, spesielt i Karahavet, omkring Frants Josephs land og ved Grønlands vestkyst, så har man her det relativt sjeldne tilfelle at et tidligere skattet fangstobjekt praktisk talt har fredet sig selv.

Storkobben kan bli op til 3 m lang og lever i motsetning til hvalrossen enkeltvis eller i hvert fall aldri i større flokker. Der fanges årvisst en del av disse, men nogen riktig storfangst blir det aldri. Den er også cirkumarktisk, og holder sig gjerne i drivisen i nærheten av kystene.

Ringselen kan bli ca. 1,5 m lang. Dens utbredelsesområde og optreden er omtrent som foregående, og den er heller ikke gjenstand for større fangst i arktis.

De for vår selfangst viktigste arter er grønlandsselen og klappmytsen, og disse to har også mange felles biologiske trekk. De er utpregede selskapsdyr og samler sig til bestemte tider i uhyre flokker på isen, spesielt under ungekastingen, paringen og hårfellingen, og det er nettop under disse store

samlinger at de er gjenstand for fangst. Begge er typiske havsel, oppholder sig i og omkring drivisen, og foretar i løpet av året lange vandringer.

Vi skal først se på *klappmytsen*. Hannen kan bli opptil 2,5 m lang, hunnen noget mindre. Pelsen er gråfarvet med sortbrune flekker spredt utover. Den holder til i den ytterste drivis, og kommer sjelden inn til kystene. Dens viktigste utbredelsesområde er fra Spitsbergen og Bjørnøen i nord, langs drivisen ved Jan Mayen, det såkalte Vesterisfelt, og sydover til Nyfundland. Den finnes også i Davisstredet, men lengere nord er den sjelden. Nogen få eksemplarer blir også hvert år fanget i Barentshavet, østover til Hvitehavet.

I klappmytsens biologi er der ennu mange uklare punkter, men vi skal kort resumere de trekk som er kjent. På Vesterisfeltet samles i slutten av mars — begynnelsen av april en mengde klappmyts for å kaste unger på de ytterste flak i drivisen. De samler sig aldri i slike tette legre som vi senere skal se er tilfelle med grønlandsselen, men ligger gjerne mere enkeltvis og utover større strekninger. Den nyfødte unge er opptil 1 m lang, og veier 15—20 kg. Den mangler ullpels, og har de samme korte stive dekkhår som er typisk for de voksne dyr. Årsungene kalles blågris, og deres skinn har i de senere år funnet stor anvendelse til pelsverk. Ungen dier ca. 8 dager, og har da nådd en vekt på omtrent 35 kg. Den forlates så av moren, og er nødt til å greie sig på egen hånd til den ca. 3 uker gammel begynner å gå i vannet og søke næring. Den første tiden lever den av små pelagiske dyreformer, spesielt krill og Amphipoder, men begynner snart å ta fisk og blekksprut, som synes å være hovednæringen også for de voksne dyr.

Foruten Vesterisfeltet kjenner man en annen stor yngleplass, nemlig i drivisen nordøst for Nyfundland. Men ungekastingen begynner her allerede de første dager av mars, altså ca. 3 uker tidligere enn på Vesterisfeltet.

På begge felter kommer hannene samtidig med hunnene, og under diingen finner man ofte hele familien samlet.

Paringen foregår umiddelbart etter at moren har forlatt ungen, og siden sprer klappmytssamlingene sig fra yngle-

plassene i forskjellige retninger. Fra Vesterisfeltet synes det viktigste trekk å gå sydover i drivisen langs Grønlands østkyst. Til Angmagssalik kommer hvert år klappmyts nordfra i april, forsvinner mot sydost i slutten av mai, og samler sig i juni—juli i uhyre flokker i Danmarkstredet.

På Grønlands sydvestsida kommer der likeledes i april—mai store flokker inn til kysten, og man mener de kommer fra drivisen på Davisstredets vestsida. I juni forsvinner de igjen og vandrer da rimeligvis rundt Kap Farvel og nordover til Danmarkstredet. Dette felt synes derfor å være samlingsplass for klappmyts, både fra nordvest (Jan Mayenfeltet), og sydost (Davisstredet og eventuelt Nyfundland).

Klappmytsen samles her for hårfellingens skyld, liker da svært godt å ligge på isen, sole sig, tørke sig og skubbe av de gamle hår, og ligger i langt tettere samlinger enn under yngleperioden. Mengden av klappmyts i Danmarkstredet overstiger langt antallet på de nevnte yngleplasser, og man mener derfor at den også yngler på andre hitil ukjente felter.

Klappmytsen er meget fet når den kommer til yngleplassene, med et spekklag på opptil 7 cm, men magres noget av under ungekastingen og i paringstiden. Når den kommer til Danmarkstredet er den igjen blitt fetere, men under hårfellingen avtar spekktykkelsen sterkt, og er i juli måned bare et par cm.

Hvor klappmytsen opholder sig om høsten og forvintren, er ikke sikkert kjent. Av fangstfolk er store klappmytsflokker observert på trekk nordover langs Grønlands østkyst, og de søker vel da næringsrike steder i drivisen for å komme i godt huld til neste års samling på yngleplassene.

Efter denne korte omtale av klappmytsen skal vi gå over til grønlandsselen, som både er den økonomisk viktigste av våre selarter, og hvis biologi er best kjent. De foreliggende data skriver sig for en vesentlig del fra den norske selfangstkommisjons undersøkelser fra fangstfeltet i Hvitehavet i årene 1925—34, og kompletterer det som er kjent fra tidligere arbeider, bl. a. av Nansen, Quennerstedt, Wollébæk og Smirnow.

Grønlands-selen har mange navn. Den kalles bl. a. russekobbe, salsel, harpesel eller sortside, som refererer sig til den mørke, salformede flekk som de voksne dyr har på hver side av ryggen. Farven forøvrig er gråhvit. En gammel han kan bli op til 2 m fra snute til halesspiss, hunnen ca. 1,80 m.

Grønlandsselen har et vidstrakt utbredelsesområde, fra Karahavet i øst til Hudsonbukten i vest, fra Smith sund i

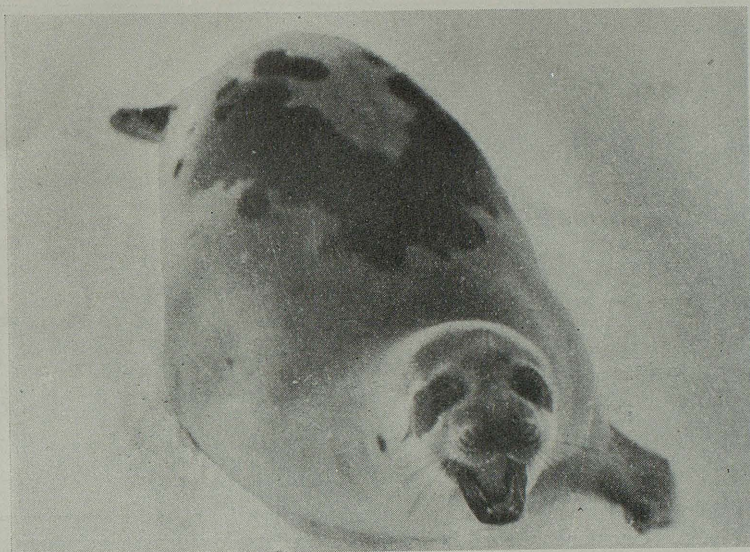


Fig. 1. Grønlandssel, voksen hun. (Fot. Høst).

nord til St. Lawrencebukten i syd. Den har 3 adskilte store ynglefelter, og efter disse kan man hensiktsmessig adskille 3 stammer.

Den *vestlige* yngleplass ligger i drivisen nordøst for Nyfundland, på det samme felt hvor klappmytsen samles, men dessuten yngler selen for en del inne på St. Lawrencebukten. Ungekastingen foregår her de første dager av mars.

Den *midtre* stammes yngleplass er i drivisen omkring Jan Mayen, beliggenheten varierer fra år til år efter isfor-

holdene. Også her er det omtrent på samme felt som klappmytsen, men selen søker gjerne lenger inn i isbaksen, i tettere is, og samler sig i veldige legre. Yngletiden er i slutten av mars—begynnelsen av april, altså 3 uker senere enn ved Nyfundland.

Den østlige stammes yngleplass er i drivisen i Hvitehavets munning. Yngletiden er i slutten av februar—begynnelsen av mars, altså en hel måned tidligere enn i Vesterisen.

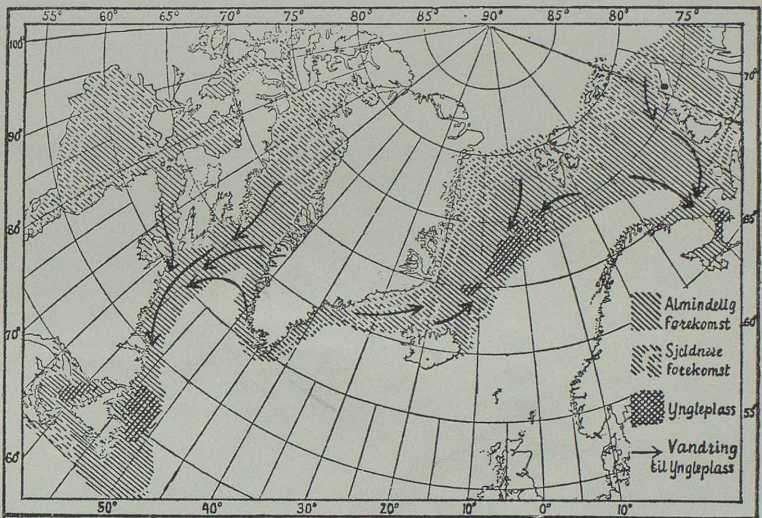


Fig. 2. Grønlandsselens almindelige utbredelse og dens vandringer til yngleplassene. (Efter Nansen).

Før vi går over til å se på Grønlandsselens vandringer som helhet, er det nødvendig å kjenne til de øvrige trekk i dens biologi. Da forholdene i Hvitehavet er best kjent, og jeg der også personlig har hatt anledning til å foreta undersøkelser, skal vi benytte dette fangstfelt som eksempel.

Efter russiske kilder (Smirnow) kommer selen allerede i desember måned til Hvitehavet. Flokkene kommer trekkenende både østenfra langs kysten fra Novaja Zemlja, og nordenfra over Barentshavet, og består både av voksne og av yngre sel. Det kan ikke bare være for forplantningens skyld at de kommer på denne tiden, og Smirnow forklarer

dette som en næringsvandring, idet selen følger de store mengder av polartorsk, som senhøstes og om vinteren trenger inn i Hvitehavet. Samtidig kommer en mengde sel til Murmannkysten lengere vest, efter befolkningens utsagn fra havet i nord, og benevnes også Spitsbergensel.

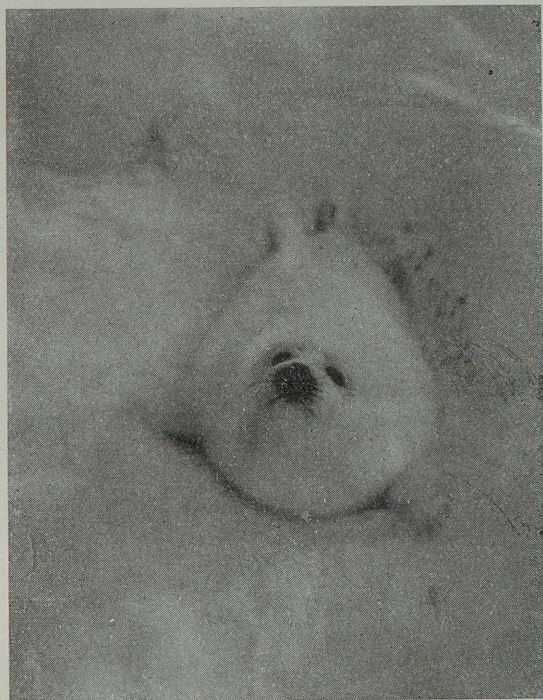


Fig. 3. Kvitunge 2—3 dager gammel, med ullpels. (Fot. Høst).

Hvitehavsselen går innover i isbaksen til den finner brukbar is, helst middelstore sterke isflorer. Her legger den sig op i veldige tette legre, og over store strekninger. Som oftest er disse legre å finne mellem Kap Orlof og Kap Kanushin, men i dårlige isår, d. v. s. lite og dårlig is, som de siste 3—4 år, hender det at de går helt innover mot Onegabukten. I gode isår derimot, som f. eks. 1925, fantes legrene helt utover mot Kap Kanin i Hvitehavets munning.

De ungsel som Smirnow anfører kommer til Hvitehavet allerede i desember, må i denne tiden holde sig lengere inne, for såvidt mig bekjent fanges der aldri yngre sel i disse legre. At hannene kommer senere enn hunnene til yngleplassene, har vi også eksempler på. I begynnelsen av mars 1928 lå det fartøi jeg var med, fastfrosset et stykke innenfor iskanten. Fra 1. til 5. mars observerte vi daglig uhyre flokker av sel, som kom ute fra iskanten og ustanselig trakk innover, mot syd, mot de områder hvor ungekastingen foregikk. Dette var bare hanner. — Andre år må også hannene ha kommet tidligere, i hvert fall før 25. februar.

På yngleplassene ligger som nevnt selen meget tett. Jeg har således vært med på å fange 5—600 unger på en eneste isflore, og i 1930 blev der på et lite område omkring fartøiet fanget 8000 unger.

Selungen er ved fødselen 80—90 cm lang og veier 10—12 kg. Den har en tett gulhvit pels av ullhår, som så lenge den er hårfast er meget verdifull. Ungen er tynn og mager og mangler ganske spekk. Dieperiodens varighet er 10—12 dager, og ungen legger i denne tiden hurtig på sig, således at den efter 6—7 dager har fått et 4—5 cm tykt spekklag. Interessant er denne biologiske tilpasning. Ullpelsen beskytter den de første vanskelige dager mot kulden, og selmelkens store fettinnhold setter den istand til i løpet av kort tid å samle oplagsnæring i form av spekk, som den senere får god bruk for.

I nedenstående tabell er til sammenligning anført den procentvise sammensetning av melk fra sel, klappmyts, hval og ko.

	Sel	Klappmyts	Hval	Ko
Vann	43.8—45.3	49.9	40—54	88.0
Fett	42.7—42.8	40.4	31—46	3.4
Eggehvite	10.5—12.0	6.7	12—14	3.3
Aske	0.8—0.9	0.8	1.3—1.7	0.7
Melkesukker ...	0	0	—	4.4

Som man ser stemmer de tre første godt overens, mens komelken viser en vesentlig forskjell. Vanninnholdet i komelken er således hele 88 pct., for de andre bare 40—54 pct. Fett- og eggehviteinnholdet er også meget forskjellig, idet f. eks. fettmengden i selmelk er 12,5 og eggehvitemengden 3,5 ganger større enn i komelk. Spesielt interessant er det forhold at melkesukker ikke finnes i sel- og klappmytsmelk, det eneste tilfelle som hittil er påvist hos pattedyr.¹⁾



Fig. 4. Grå årsunge ca. 1 måned gammel, ved siden av åndehullet.
(Fot. Sivertsen).

Selungen begynner etter 10—12 dager å felle ullpelsen, moren forlater den, og i de etterfølgende 14 dager mens hårfellingen foregår, ligger den på isen uten å ta næring til sig. Den tærer da på spekket, og når den begynner å gå i vannet og søke næring på egen hånd, er den blitt nokså mager. Hårfellingen begynner på hode og sveiver, dernæst langs ryggen, og sist på sider og buk. Under ullpelsen har

¹⁾ I analysen for hva'melk (Heyerdahl) nevnes intet spesielt om melkesukker, men en japansk forsker (Maki Takata) anfører for seihval en melkesukkermengde på 1,8 pct.

den så den for selene typiske pels av korte, stive, glatte dekkhår. Farven er lys grå, noget mørkere langs ryggen, og utover er det spredt flere eller færre mørke flekker. De kalles da gråunger, i motsetning til kvitungene — de med ullpels.

Nedenstående kurver viser ungenes vekt i de forskjellige stadier fra nyfødte til grå, og er gjennomsnittsverdier av omtrent 400 unger.

Totalvekten av de nyfødte unger ligger på 12 kg, stiger hurtig til maksimum hos de røitende eksemplarer på 34 kg,

SELUNGENS VEKST DE FØRSTE MÅNEDER
AV DENS LIV.

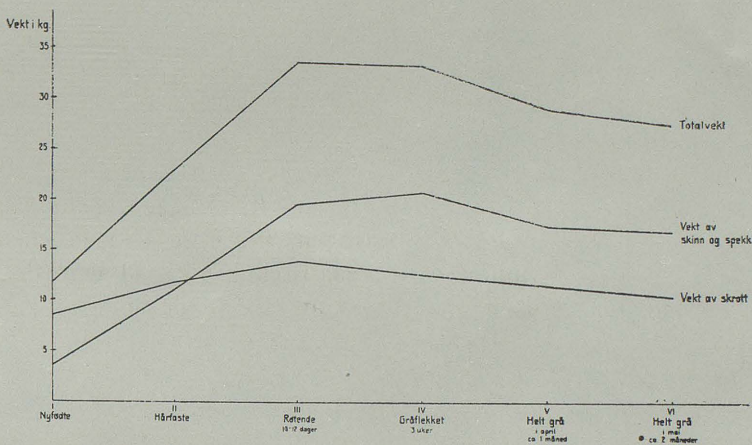


Fig. 5. Årsungens vekt de første måneder etter fødselen.

og faller igjen under hårfellingen til 27 kg. Betrakter vi kurvene for vekt av skrott og skinn + spekk, ser vi at den vesentlige del av vektforøkelsen og den senere avmagring skyldes variasjoner i spekkmengden.

Eiendommelig er selens evne til å finne igjen sin egen unge, når der ligger adskillig hundre på ett og samme flak som kryper om hverandre og skifter plass, mens selen er i vannet. Undtatt de første dagene er nemlig selhunnen den meste tid i vannet, og kommer bare noen få ganger i døgnnet op til ungen.

Og videre at den kan finne tilbake til samme plass på disse strømhårde steder, hvor isflakene på kort tid kan bli

satt helt om hverandre; i det ene øieblikk er isen slakk, i neste tetner den til, for så igjen å åpne nye råker på helt andre steder.

At en del av ungene kreperer fordi moren ikke finner tilbake, må vi anse for gitt, men en større kontingent går sikkert tilgrunne på grunn av isskruinger. Man merker ofte hvor urolig ungene blir når isskruingen begynner, og de kryper da gjerne langt inn på florene. Likevel er det ikke sjeldent å finne ihjelklemt unger. Et tredje faremoment for ungene er sjøen. Hvis nemlig fralandsvind setter isen tilhavs og der så kommer storm, vil sikkert en mengde av de ennå ikke svømmedyktige unger gå tilgrunne.

Av selens fiender, foruten mennesket, kan nevnes spekkhugger og håkjerring. På Vesterisfeltet og ved Nyfundland kan disse spille en viss rolle, men i Hvitehavet kan de settes ut av betraktning.

Under ungekastingen og diingen holder hannene sig gjerne for sig selv, ofte samlet i mindre legre. Efter at hunnen har forlatt ungen, foregår paringen, vesentlig i sjøen, men også på isen, og hunnen går altså drektig i ca. 11 måneder. Normalt får selen en unge hvert år, i sjeldnere tilfeller kan det være tvillinger. Hvor mange ganger selen kaster unge har man derimot ingen formening om.

Når ungene er ferdig med hårfellingen, krabber de utover mot iskanten hvor de fråtser i små krepsdyr, vesentlig krill og Amphipoder, som finnes der i uhyre mengder. Selv i slutten av mai er de ennå ikke begynt å ta fisk, mens 1-åringer som blev fanget samtidig, både hadde krepsdyr og fisk i mavesekken. 1-åringene var da infisert med Ascarider, som er veldig almindelige hos de voksne dyr, og som H ø s t har vist har fisk som mellemvert.

Fra midten av mars til midten av april streifer selen meget omkring, tildels i havet utenfor iskanten. Efter russiske meddelelser er dette bare hunner, da hannene straks samles i legre for hårfellingens skyld. Dette stemmer ikke helt med våre iakttagelser over hårfellingens forløp, og heller ikke er disse legre iaktatt av norske observatører. Muligens kan dette skyldes at legrene ligger innenfor koncessjonsområdet.

I siste halvdel av april begynner selen for alvor å samle sig til de store hårfellingslegre. Legrene er nu blandet, d. v. s. de består både av voksne hanner og hunner, og av gråsel. Dette siste er en fellesbetegnelse for de yngre, umodne dyr, fra 1-åringer og opover. De har samme utseende som årsungene, gråaktig pels med mørkere flekker, som hos de eldre gradvis forsvinner eller samler sig til de for de voksne dyr typiske salflekker.

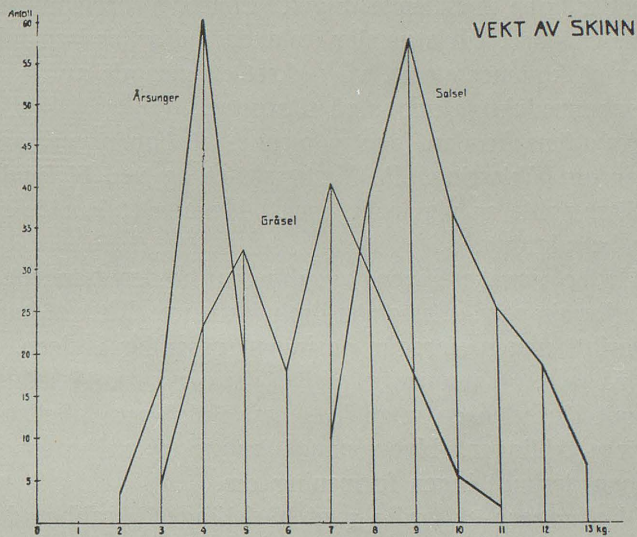


Fig. 6. Skinnvekter for årsunger, gråsel og voksen sel.

Gråstadiets varighet er 2 à 3 år. Enkelte av hunnene synes å bli kjønnsmoden allerede 2 år gammel, men hovedmassen, og hannene, først i det 3. år. Nogen sikker aldersbestemmelse har man ikke, og det er selvfølgelig vanskelig å få, undtagen ved merkning, som jeg skal omtale senere, men det er mange forhold som tyder på at det er slik. Total lengdene viser at det minst må være to grupper, henholdsvis på 120—140 cm og 140—160 cm, men verdiene griper sterkt over i hverandre. Bedre kommer grupperingen frem ved veining av avspekkede skinn, som fremstillet på nedenstående figur. Som man ser gir skinnvektene for gråsel en tydelig 2-toppet kurve med maksima henholdsvis på 5 og 7 kg.

Gråselen er aldri, eller ihvertfall ikke i større mengder å treffe i Hvitehavet før omkring midten av april. Fangstfartøier som i begynnelsen av april har vært nordover mot Novaja Zemlja, har her mødt den i uhyre flokker, og fulgt den sydover langs iskanten til Hvitehavet. Det er også en almindelig opfatning blandt fangstfolkene at en stor del av gråselen i det hele ikke kommer til Hvitehavet, men holder sig lengere nord, omkring Novaja og i Nordostodden.

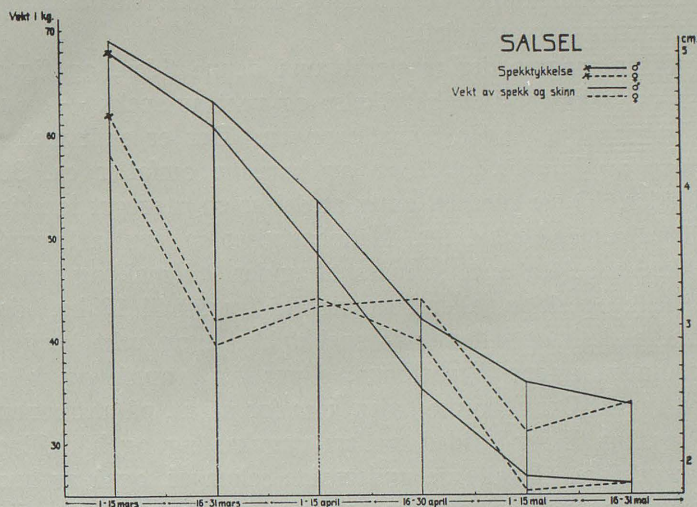


Fig. 7. Spekktykkelse og vekt av spekk og skinn av voksen sel under fangstsesongen.

Russerne har i 1927 og 1928 gjort nogen fortjenstfulle undersøkelser over hårfellingslegrenes størrelse og beliggenhet, ved fotografering fra flyvemaskin. Hvor tett selen ligger får man et begrep om, idet russerne anfører et gjennomsnittsantall på opptil 8 000 pr. km², og i ett eneste leger talte de opptil 700 000 sel.

Hårfellingens varighet er ca. 1 måned, tidspunktet forskjellig for de enkelte årsgrupper, og også varierende fra år til år, men kan i store trekk settes til tiden slutten av april — slutten av mai. Selen søker da stor, gammel is, og holder sig den første tid langt inne i Hvitehavet, i de siste år endog helt inne på bukten ved Arkangelsk. Senere trekker de len-

gere utover, og i slutten av mai finner man dem i isen utenfor Hvitehavets munning.

Under ungekasting, paring og hårfelling tar selen praktisk talt ikke næring til sig, ihvertfall ikke på feltet i Hvitehavet. Av de mange hundre sel vi har undersøkt, hadde bare en eneste næring. Det var en voksen han fra mars måned, med mavesekken full av krill (*Thysanoissa raschii*). Derimot var de hvalross og storkobber som vi undersøkte, selv under kastetiden, fullstoppet med næring, men dette var bunndyr, krabber, snegler og skjell.

Selen magres derfor sterkt av i denne tiden, og fig. 7 viser variasjonene i spekktykkelse og vekt av spekk + skinn for voksne dyr under fangsts sesongen. Der er skilt mellom hanner og hunner, og hver av kurvene omfatter ca. 300 individer. Vi ser med en gang at det er en utpreget forskjell mellom hanner og hunner. Hannene viser en jevnt avtagende spekktykkelse fra 5 cm i mars til under 2 i mai, og vekten av spekk og skinn faller i samme tid fra 50 til 18 kg. For hunnene derimot faller både spekktykkelse og vekt hurtig i mars, altså under dieperioden, stiger litt i april, og faller igjen i mai. Denne kurve tyder, som før nevnt, på at hunnene tar næring til sig i tiden mellom ungekasting og hårfelling, hannene ikke. At alle de undersøkte selmaver, også av hunner, var tomme, forklares ved at selen går langt tilhavs eller bortover langs Murmannkysten for å søke næring, og fordøielsen synes også å gå meget hurtig.

Når hårfellingen er slutt kommer man over i en ny fase i selens liv, dens næringsvandring.

Normalt trekker flokkene nordost, mot Novaja, og siden vestover langs iskanten til Nordostodden, et gammelt kjent fangstfelt, spesielt for småfartøier i sommermånedene.

For om mulig å følge selens vandring og med sikkerhet bestemme dens alder og vekst, blev der foretatt merkninger av selunger i Hvitehavet. I årene 1928—31 blev 145 unger merket, ved å feste en liten metallplate på halen. Dessverre har ikke gjenfangstprocenten vært stor. 8 eksemplarer blev gjenfanget i Hvitehavet, men uheldigvis samme år som de blev merket. 2 eksemplarer er gjenfanget ved Novaja

Zemlja et år efter, og 2 merkede sel skal også være tatt ved Spitsbergen, men merkene har vært umulig å efterspore.

I alle tilfeller er dette trekk langs iskanten bortover mot Spitsbergen det normale for denne østlige selstamme. Herfra sprer de sig mere, når det er isodde gjerne nedover mot Bjørnøen.

En liten del trekker fra Hvitehavet vestover langs Murmannkysten, hvor de delvis blir fanget i garn. Under eksepjonelle forhold kan hovedmassen av selen trekke denne vei og fortsette bortover til Norskekysten. Dette var således tilfelle i kobbeårene 1902 og 1903, da hele Finnmark blev oversvømmet av kobbe, som skremte bort fisken og ødela redskapene. Store selmengder trakk de år sydover forbi Vesterålen, enkeltvis blev de funnet ned til Møre, ja endog helt til Skagerak. Men dette er som nevnt en absolutt undtagelse, og har ikke siden gjentatt sig. Sannsynligvis skyldtes denne massevandring den veldige utstrekning av isen i disse år. I det hele ser det ut til at trekket langs Murmann til Finnmark blir mindre år for år, og dette stemmer også med at ismengden har avtatt.

Vi skal så gå over til å se på den vestlige stamme. Disse sel lever en stor del av året i Davisstredet og på drivisen langs kystene av Labrador og Baffinsland helt nordover til Smithsund. Tidlig om høsten begynner de å trekke sydover langs vestsiden av Davisstredet, følger Labradorstrømmen, og er i november kommet til St. Lawrencebukten. En del trekker inn der, men hovedmassen fortsetter videre mot sydøst til de store fiskebanker. Disse vandrende flokker består både av voksne og yngre sel, og trekket må betegnes som næringsvandring.

På bankene opholder de sig ca. 1 måned, og i første del av februar trekker de voksne sel nordover til drivisen nordøst for Nyfundland, hvor ungene som nevnt fødes i slutten av februar — begynnelsen av mars. Paring og hårfelling foregår som beskrevet for selen i Hvitehavet, og i mai drar de nordover igjen. Men nu holder de lengere til havs for å undgå den sterke Labradorstrøm nær kysten. De sprer sig over drivisen i Davisstredet, en del søker inn i Hudsonbukten,

og en del mot Grønlands vestkyst. De kommer gjerne samtidig med lodden og fråtser i denne.

Som nevnt yngler selen også i St. Lawrencebukten, men man antar likeledes at der finnes mindre yngleplasser i drivisen lengere nord.

Ved Grønlands sydvestkyst forekommer en del sel i sommermånedene, men hvorvidt de skal regnes til den vestlige eller midtre stamme er ikke avgjort.

Den *midtre* stamme holder til i drivisen mellom Spitsbergen, Bjørnøen, Grønland og Island, og har sin årlige store yngleplass i drivisen omkring Jan Mayen. I mars måned kommer selen trekkende i flokker, hovedmassen langs iskanten fra nordost, men også fra syd og vest. Flokkene består både av de drektige hunner, voksne hanner og en del ikke kjønnsmoden yngre sel. De siste antas å være revet med i trekket.

Selen søker gjerne et stykke inn i isbaksen, til roligere is, hvor ungekastingen foregår i begynnelsen av april. Etter paringen sprer selmassene sig igjen, ungene søker ut til iskanten, og de voksne sel drar dels mot nordost, dels mot sydvest.

Under hårfellingen samles de i legre på forskjellige steder i drivisen, og spredes så utover det veldige område for å søke næring.

Vi har i det foregående behandlet selen på de 3 hovedynglefelter som adskilte stammer. Dette er vel i store trekk også riktig, bl. a. med henblikk på forskjellen i yngletid, men samtidig er det sannsynlig at der skjer en blanding og tildels utveksling mellom bestanden i de enkelte områder.

Et slikt blandingsområde mellom den vestlige og den midtre stamme er kanskje drivisen utenfor Sydøstgrønland. Et ennu mere utpreget blandingsområde er farvannet omkring Spitsbergen og i det vestlige Barentshav. I den isodde som vanligvis dannes mellom Spitsbergen og Bjørnøen, var det før meget almindelig at fangstskuter i mai måned lå og ventet på selen, som de av erfaring visste årlig kom dit — og alltid vestenfra. Og til nøiaktig det samme område, men noget senere, kommer sel fra Hvitehavet, fulgt av fangst-

fartøier langs iskanten, forbi Novaja Zemlja og nordostodden.

En klarleggelse av forholdet mellom de nevnte stammer vil selvfølgelig være av stor viktighet for bedømmelsen av bestandens størrelse på de enkelte felter, — og bestandens beskatning. Smirnow har også ved hjelp av kranie mål foretatt en utskillelse av hele 4 forskjellige raser, men det materiale han bygger på, er for enkelte av disse raser svært lite. En undersøkelse av selfangstkommissjonens rikholdige materiale av selkranier fra Hvitehavet viser også at variasjonene på dette ene felt er langt større enn av Smirnow antatt. Dette materiale er for tiden under bearbeidelse.

Vi har sett at selen hvert eneste år foretar lange vandringer. Fra Baffinsbukten til Nyfundland er en strekning på 2—3000 km — hver vei. Men hvorfor vandrer selen hvert år til disse yngleplasser, som ligger så langt utenfor det område hvor den ellers færdes? Is er det nok av der de streifer om, og næringen synes de voksne dyr å søke på andre steder enn yngleplassene.

Til besvarelse av dette spørsmål har allerede Nansen fremsatt en teori som er meget sannsynlig, og som senere undersøkelser synes å bekrefte.

Som vi har sett begynner selungene så snart de har skiftet pels å gå i vannet og søke næring på egen hånd, bestående hovedsakelig av små krebsdyr. Disse krebsdyr lever igjen av små pelagiske alger, som danner urnæringen i havet, likesom de høiere planter gjør det på landjorden. Og nettop på de steder hvor yngleplassene ligger, er det store blandingsområder mellom polarvann eller ellevann og atlantehavsvann, som om våren gir betingelser for en veldig opblomstring av de pelagiske alger, og som følge derav også for de krebsdyr som selungene lever av. Tidspunktet for opblomstringen synes også å være i overensstemmelse med ungekastingen på de forskjellige felter.

Sammenholder vi nu de forskjellige data i selens biologi, så finner vi at nettop den årvisse, periodisk tilbakevendende konsentrasjon av selmassene på bestemte felter danner grunnlaget for den arktiske selfangst. På ynglefeltene fanges de

til pelsverk verdifulle selunger, og på hårfellingsplassene hovedmassen av de eldre dyr. Utenom den tid er selen spredt utover veldige områder, hvorved virkelig storfangst umuliggjøres.

Atomspaltning og kunstig radioaktivitet.

Av B. Trumphy.¹⁾

Det er kjemikerne som fra alkymistenes tid og i de århundrer som fulgte, førte atombegrepet frem til seier. Som en foreløbig sluttsten for dette arbeide kom M e n d e l - j e f f s periodiske system for grunnstoffene. Dette fortalte at der eksisterer omkring 90 forskjellige atomsorter. Videre syntes alle de mislykkede forsøk på ad kjemisk vei å om-danne et grunnstoff til et annet å vise at en atomomvandling er umulig. Riktignok hadde P r o u t for over 100 år siden, på grunnlag av de fremherskende heltallige atomvekter, frem-satt den hypotese at de høiere elementer er oppbygget av vann-stoffatomer. Men en slik antagelse kunde som sagt ikke underbygges ved forsøk. Og da det ved nøiaktige atomvekts-bestemmelser viste sig at de heltallige atomvekter slett ikke var så fremherskende, blev P r o u t s hypotese betraktet som mindre sannsynlig.

Nu følger imidlertid omkring 1900-tallet en rekke nye opdagelser innen fysikken som i uanet grad har øket vårt kjennskap til materiens struktur, og som har bragt en utvik-ling innen fysikken og kjemien som vel mangler sidestykke innenfor videnskapens historie.

Jeg sikter her til opdagelsen av katodestrålene, kanal-strålene og de radioaktive prosesser. Katodestrålingen som ut-sendes fra den negative pol i almindelige evakuerte utladnings-rør, består av negativt elektrisk ladede partikler — elektroner.

¹⁾ Foredrag ved Det første norske landsmøte for kjemi. 1935.

Ved avbøiningsforsøk i kjente elektriske og magnetiske felter er man blitt klar over at elektronets masse er $\frac{1}{1843}$ av vann-

stoffatomets masse; og det bærer alltid samme elektriske ladning, en negativ elementærladning. Mens arten av den stråling som beveger sig mot den positive pol — elektronstrålingen — er uavhengig av gassen i røret, er kanalstrålingen — som går fra den positive pol — sterkt avhengig av gassens natur. De letteste partikler man her støtte på var de såkalte *protoner*, som fremkom når man hadde vannstoff i røret. Protonet har en positiv elementærladning, og dets masse er lik vannstoffatomets masse.

Opdagelsen av elektronet var overmåte betydningsfull, fordi den viste at der eksisterer partikler som er meget lettere enn det letteste atom — vannstoffatomet, og det lå da nær å anta at vi her stod overfor en slags urpartikkel som er en viktig faktor ved de enkelte atomers oppbygning.

Dette blev bekreftet ved opdagelsen av de radioaktive stoffer. Disse stoffers atomer viser sig å være ustabile og spaltes av sig selv i andre atomsorter, idet de utsender den såkalte radioaktive stråling, hvis forskjellige komponenter er α -, β - og γ -strålingen. α -strålingen består som bekjent av positivt ladede Heliumatomer, som med en hastighet av omkring 20 000 km/sek utslynges fra de radioaktive atomer, β -strålingen består av elektroner med henimot lyshastighet, mens γ -strålingen er en meget kortbølget lysstråling med stor gjennemtregende evne. Disse prosesser viser tydelig at elektronet og α -partikkelen må være viktige byggestener for atomene.

Da det er av betydning for det følgende, vil jeg gjerne ganske kort omtale nogen av de viktigste metoder man anvender for å påvise disse minste av alle partikler — α - og β -partiklene.

Tidligere var szintillasjonsmetoden svært meget brukt. Anbringer man et radioaktivt preparat foran en zinksulfid-skjerm, vil man i mørke kunne se at skjermen lyser op i kort tid på de steder, hvor den treffes av strålingspartiklene. På grunn av sin større energi gir α -partikkelen en sterkere

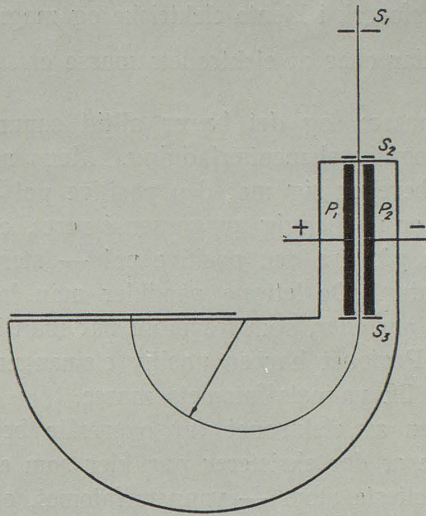


Fig. 1.

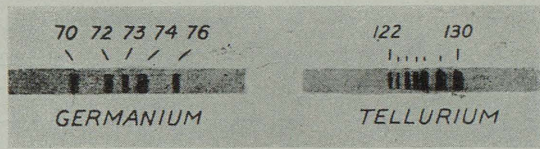


Fig. 2.

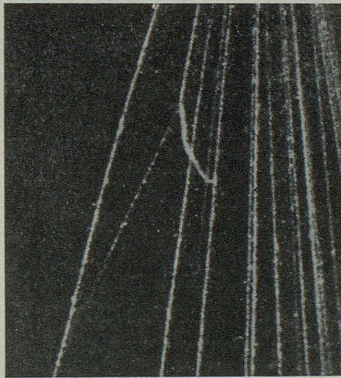


Fig. 3.

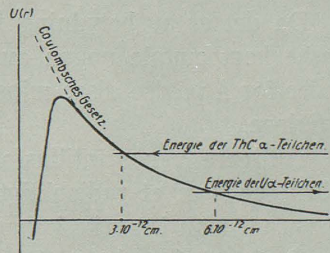


Fig. 4.

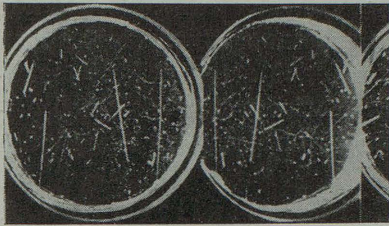


Fig. 5.

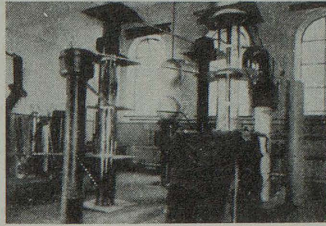


Fig. 6.



Fig. 7.

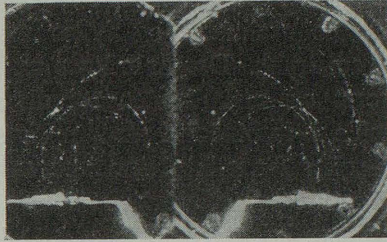


Fig. 8.

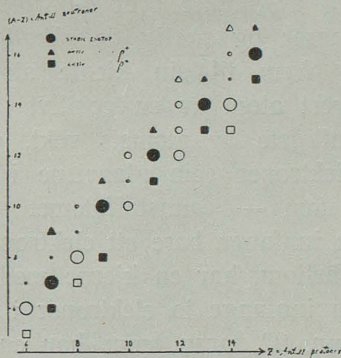


Fig. 9.

lysning enn β -partikkelen, hvis avstanden ikke er for stor. Rekkevidden i luft for en α -partikkel er nemlig bare omkring 7 cm.

Ved hjelp av Wilsons metode er det videre lyktes å gjøre partikkelbanene synlige, og man kan på denne måte lett studere strålebanene fotografisk. Man benytter sig her av strålens sterke ioniserende virkning. Særlig virker α -partikkelen på grunn av sin sterke ladning og store energi sterkt ioniserende, og når den beveger sig gjennom en gass,

vil der i dens kjølvann dannes en stor mengde elektriske partikler, som den slår løs fra gassens atomer. Foretar man nu en rask vanndampkondensasjon i det rum hvor α -strålingen passerer, vil vanndampen fortrinsvis sette sig ned omkring disse elektriske partikler og strålebanene blir på den måte synlige.

Videre vil jeg nevne Geiger-Müllers rørteller. Dette er et instrument av nyere dato og har i den senere tid fått meget stor anvendelse i atomforskningen. En metalltråd er ført isolert inn langs centerlinjen av en metallcylinder. Denne evakueres og fylles med Argon eller Neon til ca. 5 cm trykk. Der anbringes nu en sterk likespenning mellem røret og metalltråden og disse bringes på hensiktsmessig måte i forbindelse med en forsterker. Kommer der nu en α - eller β -partikkel inn i røret, vil der på grunn av ionisasjonen opstå et strømstøt i kretsen. Dette strømstøt forsterkes og kan igjen ved hjelp av et relæ utløse en virkning av så å si hvilken som helst art (f. eks. sette et telleverk i virksomhet).

På grunnlag av studier over α -partiklenes Wilsonspor i forskjellige gasser og særlig de såkalte kjernestøt kom Rutherford frem til sin kjente atommodell. Ifølge denne består hvert atom av en positivt ladet kjerne, som bærer det vesentligste av atomets vekt, og denne kjerne omkretses av elektroner som planetene i et planetsystem. I det enkleste atom — vannstoffatomet — er kjernen et proton, som kan innfange bare ett elektron. Det derpå følgende element, helium, har en kjerne med to positive ladninger, som kan innfange to elektroner i sitt planetsystem o. s. v. inntil nr. 92, uran, som har en kjerne med 92 positive elementærladninger, som omkretses av et praktfullt planetsystem bestående av 92 elektroner.

På denne atommodell bygger den Bohrske atomteori, som siden er utviklet videre av Heisenberg, Schrödinger og Dirac. Denne atomteori søker ut fra planetenes bevegelser om kjernen å gi en beskrivelse av atomenes fysiske og kjemiske egenskaper, og dette er lykkes på en så fremragende måte at man vel tør si at atomteorien nu har nådd en foreløbig avslutning. Jeg vil imidlertid forbigå en nærmere omtale av disse

ting; jeg vil bare nevne at atomteoriens beskrivelse av røntgenspektrene på en særlig slående måte bekrefter riktigheten av den Rutherforddske atommodell. Den understreker at det er kjernens ladning i elementære enheter som bestemmer et elements plass i det periodiske system.

Omdannelsen av de radioaktive grunnstoffatomer viste imidlertid at der eksisterer en hel rekke nye atomer, som ikke på vanlig måte får plass i det periodiske system. Flere atomer med forskjellig vekt, men med samme atomnummer eller kjerneladning, måtte settes på samme plass i systemet. Disse atomer kalles isotoper. Hvis vi knytter elementbegrepet nøie til kjernens ladning, kan vi ennu si at vi har bare 92 eller efter de siste opdagelser 94 eller 95 elementer. Betrakter vi derimot også hver isotop som et element, vil vi nu efter de siste opdagelser ha et antall elementer på omkring 250. Imidlertid er det kjerneladningen eller atomnummeret som bestemmer hvor mange ytre elektroner kjernen kan innfange, og det er av denne grunn kjerneladningen og ikke vekten som i første rekke bestemmer et stoffs kjemiske og fysiske egenskaper. Det er derfor naturlig å oprettholde den gamle definisjon på dette punkt.

Det store antall isotoper er funnet ved *Astons* og andres undersøkelser med den såkalte massespektrograf, og ved de siste års undersøkelser over den kunstige radioaktivitet. Ved hjelp av massespektrografen kan man vise at de fleste elementer har to eller flere isotoper. I fig. 1 er gitt en skjematisk fremstilling av en massespektrograf, konstruert av *Bainbridge*. Elektrisk ladede partikler — kjerner — accelereres på vanlig måte i et elektrisk felt, passerer to trange spalter S_1 og S_2 , og strålebunten går derpå igjennem et elektrisk felt mellom de to kondensatorplater P_1 og P_2 , hvorefter den passerer en trang spalt S_3 . De partikler som efter avbøiningen i det elektriske felt trer ut gjennom spalten S_3 , har alle meget nær samme hastighet. Fra spalten S_3 går partiklene ut i et homogent magnetfelt og vil under dettes innflytelse beskrive en cirkelbane. Denne cirkelbues radius er ifølge teorien omvendt proporsjonal med partikkelens masse. På en fotografisk plate til venstre på figuren kan

strålebuntens treffpunkt fastlegges og massen kan på denne måte bestemmes. Inneholder stoffet forskjellige kjerner med samme ladning, men forskjellig masse, vil fotografiet vise flere treffpunkter ved siden av hverandre, man får et såkalt massespektrum. I fig. 2 er gjengitt massespektra av elementene germanium og tellurium. Vi bemerker at germanium har 5, tellurium 7 isotoper. Tallene på fig. 2 er de forskjellige isotopers vekt når surstoffkjernens vekt settes lik 16. Det er meget betydningsfullt at isotopenes vekt kan uttrykkes ved hele tall, idet dette forhold er et tydelig tegn på at atomene er bygget op av mindre partikler, og viser at Prouts hypotese nok er mer enn en halv sannhet.

Silicium f. eks. som i naturlig tilstand har atomvekt 28,6, har isotoper hvis vekter er 28, 29 og 30, og overalt hvor silicium finnes er der det samme vektforhold mellom disse tre isotoper, nemlig 89,6 pct. av isotopen 28, 6,2 pct. av 29 og 4,2 pct. av 30, hvilket efter enkel selskapsregning gir den målte atomvekt for det naturlige silicium.

Isotopene kan også påvises ved spektroskopiske midler, hver isotop frembringer sitt eget spektrallinjesystem, og ved hjelp av spektrografer med god oppløsningsevne kan man da ut fra bånd- og seriespektre beregne isotopenes vekt. Jeg minner her om den spektroskopiske påvisning av den tunge vannstoffisotop — deuterium — vannstoff med atomvekt 2.

I tabell 1 er gitt en oversikt over de *stabile* isotoper av de første 36 elementer. I rubrikk 1 vil man finne elementets navn og atomnummer (kjerneladning), i rubrikk 2 antallet av kjente *stabile* isotoper og i rubrikk 3 disse isotopers massetall og for de viktigstes vedkommende deres procentvise mengde i det naturlige stoff. I forbindelse med denne tabell vil jeg gjerne komme inn på den betegnelse som anvendes for de forskjellige isotoper. Atomnummeret anbringes foran det kjemiske tegn nederst og vekten i hele tall øverst. Et proton (vannstoffkjerne) betegnes altså ${}^1_1\text{H}$, et deuton (tung vannstoffkjerne) ${}^2_1\text{H}$, en heliumkjerne (α -partikkel) ${}^4_2\text{He}$ o. s. v. Denne betegnelse er nu meget brukt, men det bør

nevnes at tyskerne bruker en litt annen fremgangsmåte, idet tallet for vekten anbringes oppe tilhøre.

Tabell 1. *De stabile isotoper (1935).*

Kjerneladning og element	Antall kjente stabile isotoper	Isotopenes masse. I parentes den relative hyppighet i procent
1. Vannstoff.....	3	1 (99,98 %), 2 (0,02 %), 3 (10^{-7} %).
2. Helium.....	2	3, 4 (100 %).
3. Lithium.....	2	6 (8,3 %), 7 (91,7 %).
4. Beryllium....	2 (?)	8 (?) (0,05 %), 9 (99,95 %).
5. Bor.....	2	10 (20 %), 11 (80 %).
6. Kullstoff.....	2	12 (98,92 %), 13 (1,08 %).
7. Kvelstoff.....	2	14 (99,62 %), 15 (0,38 %).
8. Surstoff.....	3	16 (99,76 %), 17 (0,04 %), 18 (0,20 %).
9. Fluor.....	1	19 (100 %).
10. Neon.....	3	20 (90,00 %), 21 (0,27 %), 22 (9,73 %).
11. Natrium.....	1	23 (100 %).
12. Magnesium...	3	24 (77,4 %), 25 (11,5 %), 26 (11,1 %).
13. Aluminium...	1	27 (100 %).
14. Silicium.....	3	28 (89,6 %), 29 (6,2 %), 30 (4,2 %).
15. Fosfor.....	1	31 (100 %).
16. Svovl.....	3	32 (96 %), 33 (1 %), 34 (3 %).
17. Klor.....	2	35 (76 %), 37 (23 %).
18. Argon.....	3	36 (0,33 %), 38 (0,05 %), 40 (99,62 %).
19. Kalium.....	2	39 (94,7 %), 41 (5,3 %).
20. Calsium.....	4	40 (97 %), 42, 43, 44.
21. Scandium....	1	45.
22. Titan.....	5	46, 47, 48 (hyppig), 49, 50.
23. Vanadium....	1	51 (100 %).
24. Chrom.....	4	50, 52 (81,6 %), 53 (10,4 %), 54.
25. Mangan.....	1	55 (100 %).
26. Jern.....	2	54 (5 %), 56 (95 %).
27. Kobolt.....	1	59 (100 %).
28. Nikkel.....	4	58 (65 %), 60 (35 %), 61, 62.
29. Kobber.....	2	63 (68 %), 65 (32 %).
30. Sink.....	5	64 (50,4 %), 66 (27,2 %), 67, 68, 70.
31. Gallium.....	2	69 (60 %), 71 (40 %).
32. Germanium..	5	70, 72, 73, 74 (37,1 %), 76.
33. Arsen.....	1	75 (100 %).
34. Selen.....	6	74, 76, 77, 78 (24 %), 80 (48,0 %), 82.
35. Brom.....	2	79 (50 %), 81 (50 %).
36. Krypton.....	6	78, 80, 82, 83, 84 (56,85 %), 86.

Tabell 2. *Nøiaktige isotopvekter.*

Ordnings-tall	Isotopenes navn og massetall	Relativ hyppighet i procent	Nøiaktig vekt
1	Vannstoff 1	99,98	1,007775 ± 0,000035
1	Vannstoff 2	0,02	2,01363 ± 0,00008
1	Vannstoff 3	10 ⁻⁷	3,0151
2	Helium 3	10 ⁻³	3,0166
2	Helium 4	100	4,00216 ± 0,0002
3	Lithium 6	8,3	6,0145 ± 0,0003
3	Lithium 7	91,7	7,0146 ± 0,0006
4	Beryllium 9	99,9	9,0155 ± 0,0006
5	Bor 10	20	10,0135 ± 0,0005
5	Bor 11	80	11,0110 ± 0,00055
6	Kullstoff 12	98,92	12,0080 ± 0,0005
6	Kullstoff 13	1,08	13,0039 ± 0,0014
7	Kvelstoff 14	99,62	14,008 ± 0,0014
7	Kvelstoff 15	0,38	15,0027
8	Surstoff 16	99,76	16,000000 (definisjon)
8	Surstoff 18	0,20	18,0065 ± 0,00018

Undersøkelsene med massespektrografen viser at isotopvektene ikke er *nøiaktig* hele tall. Dette vil fremgå av tabell 2, som gir de nøiaktige isotopvekter for de første 8 elementer. Således vil 4 normale vannstoffkjerner og to elektroner tilsammen veie noget mer enn den normale heliumkjerne. Man må ty til Einsteins relativitetsteori for å forklare dette forhold. Ifølge denne teori er masse og energi ekvivalente begreper og kan omdannes i hverandre i et bestemt forhold efter formelen:

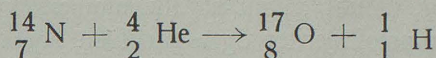
$E = mc^2$, hvor E er energien, m massen og c lysets hastighet.

Det er meget store energimengder det her dreier sig om. Når derfor 4 protoner tilsammen har større vekt enn et He-atom, må man tenke sig at en slik sammenkobling finner sted med en viss massedefekt, en viss mengde masse går over i energi, og omvendt blir da den beregnede massedefekt et mål for Heliumatomets stabilitet. Man må nemlig tilføre He-atomet en tilsvarende energimengde for å få det spaltet i 4 vannstoffkjerner. De forskjellige isotopers massedefekt som kan finnes ved hjelp av massespektrografen, er derfor

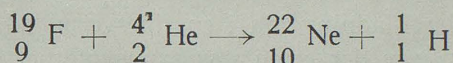
størrelser av stor betydning for forståelsen av atomenes stabilitet, og de gir oss videre viktige opplysninger om de energimengder vi må råde over for å kunne frembringe en kunstig atomspaltning. Antar vi nu at alle atomers kjerner er oppbygget av vannstoffkjerner og α -partikler, som på grunn av sin store stabilitet må spille en selvstendig rolle under denne oppbygging, blir det lett — ut fra de kjente atomvekter — å angi på hvilken måte kjernen av et utvalgt element må forandres for at den skal gå over i et bestemt annet atom. Således kan man fremstille fluor ved å fjerne en α -partikkel fra natrium, og gull ved å fjerne en α -partikkel fra kvikksølvkjernen. Man kan imidlertid trygt si at dette er lettere sagt enn gjort.

Den første kunstige atomspaltning ble utført av Rutherford i 1919. Som energikilde anvendtes α -strålingen fra radium, som har en energi på omkring 1 mill. volt. Det radioaktive preparat ble anbragt i en tett beholder fylt med kvelstoff, og gassen i beholderen ble på denne måte stadig utsatt for bombardement av α -partikler. Det er som å skyte en hagl-ladning inn i en fluesverm, ikke hvert projektil treffer, men der er en viss sannsynlighet for treff. På samme måte er det en viss sannsynlighet for at α -partiklene skal treffe gassatomenes kjerner med full energi og knekke disse i stykker. Dette inntreffer sjelden, men Rutherford kunde vise at der under slike kjernestøt blev spaltet protoner fra kvelstoffkjernene. De avspaltede protoner blev på enkel måte påvist ved hjelp av en zinksulfidskjerm, som var anbragt så langt borte at α -partiklene fra det radioaktive stoff med sikkerhet ikke kunde nå frem. Noget stort utbytte av vannstoff gir ikke en slik prosess. Kvelstoffet spaltes atom for atom, og det er umulig å påvise det dannede vannstoff ved hjelp av kjemiske metoder. Man kan vise at der finner sted omkring 20 atomspaltninger for hver million α -partikler som sendes inn i kvelstoffet. Allikevel lyktes det Blacket å opta en slik atomspaltning fotografisk efter Wilsons metode. Han tok bilder av ca. 400 000 baner. Blandt disse fantes mange kjernestøt, men bare 8 hadde frembragt en atomspaltning. Et av disse bilder er vist i fig. 3. Der dannes, som man ser, en forgrening på en av α -banene, den ene gren er sporet av

det avspaltede proton, den annen gren er resten av kvelstoffkjernen, hvori den bombarderende α -partikkel er optatt. Spaltningsprosessen kan derfor beskrives av følgende ligning:



Der dannes altså en surstoffisotop av vekt 17. Det som skjer er derfor i virkeligheten en opbygningsprosess: Kvelstoff bombarderes med heliumkjerner med vekt 4, der avspaltes et vannstoffatom med vekt 1 og dannes et atom med større vekt enn kvelstoffatomet, nemlig et surstoffatom. Videre undersøkelser viste at en lang rekke av de letteste grunnstoffer lot sig spalte ved et slikt bombardement med α -partikler. De fleste elementer som kommer før kalium i det periodiske system, lot sig spalte på denne måten; undtagelser var He, Li, Be, C og O. Under disse spaltninger dannes alltid en vannstoffkjerne som spaltningsprodukt, f. eks. spaltes fluor på følgende måte:



Ved siden av et proton dannes der ved spaltingen alltid en isotop av det element, som følger umiddelbart etter det spaltede element i det periodiske system. Vi bestyrkes på denne måte i vår antagelse om at protonet og elektronet danner uratomene for all materie; dog således at α -partikkelen som må antas å være opbygget av 4 protoner og to elektroner, som tidligere nevnt, må spille en selvstendig rolle under opbygningsprosessen. En fullstendig atomteori må kunne gjøre rede for hvorledes de forskjellige atomkjerner er bygget op av disse elementærpartikler, og må videre kunne beskrive de eksperimentelle resultater man har funnet ved undersøkelser over den radioaktive atomspalting. Eksperimenter har vist at α -partiklene fra et bestemt stoff har bestemte rekkevidder, hvorav en er særlig fremherskende, γ -spektrene består som de almindelige atomspektre av skarpe linjer med bestemte bølgelengder, og endelig representerer β -strålingen ingen slike bestemte energiverdier, men gir et kontinuerlig energispektrum. Videre eksisterer der en meget

tydelig sammenheng mellom de radioaktive stoffers levetid og energien eller rekkevidden av α -strålingen, en sammenheng som uttrykkes i den såkalte Geiger-Nuttals lov. Kan nu atomteorien gi en beskrivelse av disse eksperimentelle kjensgjerninger? For de store hovedtrekks vedkommende må man si at den teori som er utarbeidet av Gurney, Condon og Gamow på bølgeteoretisk grunnlag, yder viktige bidrag i denne henseende. Riktignok kan denne teori ikke gi en korrekt forestilling om den rolle de fri elektroner spiller under kjernens opbygning, og kan derfor ikke gi en riktig beskrivelse av β -strålingen. Nu har man imidlertid i den senere tid opdaget at elektronene ikke er fritt bevegelige i kjernen, men er — som jeg senere skal komme tilbake til — bundet til protonene under dannelsen av de såkalte *neutroner*, så dette spørsmål er i sin helhet bortfalt, og β -strålingens problem er derfor kommet i et helt nytt lys.

Ved å bombardere uran med α -partikler kunde Rutherford vise at Coulombs lov for elektrisk frastøtning måtte gjelde til avstander omkring 10^{-12} cm fra kjernens centrum. I fig. 4 er gjengitt kjernens potential som funksjon av avstanden fra kjernen. Dette potential følger i store avstander Coulombs lov, men avtar avstanden til $r_0 = 10^{-12}$ cm, som vi kan betegne som kjernens virksomme radius, begynner tiltrekkende krefter å virke, efter en funksjon hvis forløp ikke er nøiaktig kjent. Utenfor avstanden r_0 vil altså en α -partikkel som jo er positiv, støtes fra kjernen efter Coulombs lov, i avstander $< r_0$ vil partikkelen tiltrekkes og vil av store krefter bindes til kjernen. Kurven i fig. 4 gir omtrent potentialet omkring urankjernen og samtidig angis energinivået av de α -partikler, som utsendes fra denne kerne. Denne energi er, som man ser, meget mindre enn det maksimale potential. Hvorledes kan det være mulig at en slik α -partikkel overhode kan forlate kjernen, når den på veien må overvinne et potentialbjerg, som er langt større enn dens totalenergi? Før bølgemekanikkens tid førte enhver teori til at α -partikkelen måtte bli innenfor kjernen, med andre ord radioaktiviteten var uforståelig. Fra et bølgeteoretisk synspunkt er imidlertid dette problem lett å forstå. At α -partikkelen allikevel kan

passere dette store potentialbjerg er nemlig en direkte konsekvens av den nye kvantemekanikkens bølgekarakter. En strøm av materielle partikler beskrives, som man vet, i bølgemeknikken av en bølgefunksjon. Bølgen faller inn mot potentialbjerget, og ganske som i optikken vil en del av bølgen reflekteres, mens en annen del vil passere igjennom. Denne siste del bestemmer da sannsynligheten for emisjonen av en α -partikkel fra vedkommende kjerne. På denne måte kan man forstå både muligheten for den naturlige radioaktivitet og eksistensen av meget store levetider for de radioaktive stoffer. Gamows teori forklarer på en meget overbevisende måte partiklens ensartede rekkevidde og fører også til den viktige sammenheng mellom partiklens rekkevidde og kjernens levetid som er uttrykt i Geiger-Nuttalls lov. Videre fører den til de viktigste lover for γ -strålingen. α -partikkelen vil nemlig i kjernen kunne optre i forskjellige stasjonære tilstander med bestemte energiinnhold, akkurat som elektronene i de ytre planetbaner, og ved partikkelens overgang mellom to tilstander utsendes så et γ -kvantum med en bestemt energi. På denne måte kartlegger γ -spektret de forskjellige energinivåer i kjernen. Det almindelige forhold er nu at α -partikkelen forlater kjernen fra den laveste energitilstand, hvorved den får en bestemt energi eller rekkevidde. Men det kan også inntreffe at den utsendes fra et høiere nivå, og den vil da få en større rekkevidde enn normalt.

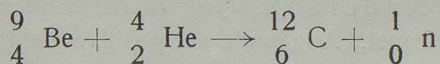
Gamows teori gir også opplysning om hvorledes partikler som utenfra skytes inn mot kjernen, vil forholde sig. Disse vil kunne nå inn til kjernen uten oprinnelig å ha en så stor energi at den tilsvarende potentialbjerget omkring kjernen, og teorien gir derfor det viktige resultat at en kunstig atomomvandling vil kunne forårsakes av partikler med relativt liten energi. Dette gav støtet til at man i Cambridge og andre steder begynte bygningen av høispenningsagregater for fremstilling av kunstig accelererte elektriske partikler til atomspaltningforsøk. Og, som jeg senere skal komme tilbake til, har man i den siste tid på dette område oppnådd resultater av stor betydning. Dette er et overmåte lærerikt eksempel på hvorledes viktige praktiske resultater kan oppnåes under veiledning av rene teoretiske betraktninger.

I begynnelsen av 30-årene følger nu to opdagelser av den aller største betydning for forståelsen av atomenes oppbygning, opdagelsen av neutronet ved englenderen *Chadwick* og opdagelsen av det positive elektron eller positronet ved amerikaneren *Anderson*. Jeg vil her bare omtale opdagelsen av neutronet. Angående det positive elektron henvises til dette tidsskrift nr. 4, 1936.

Som jeg tidligere har nevnt gir beryllium som bombarderes med α -partikler ingen protonstråling. *Bothe* og *Becker* viste imidlertid at α -partiklene allikevel hadde en virkning, idet berylliumatomene under bombardementet sendte ut en meget gjennemtregende stråling. På grunn av denne strålings store gjennemtregningsevne og den omstendighet at den ikke gav synlige spor i et Wilsonkammer, antok de at det her dreiet sig om en kraftig γ -stråling med en energi på ca. 50 mill. volt. I vannstoffholdige stoffer, f. eks. parafin, utløser denne stråling store mengder protoner som lett kan påvises i Wilsonkamre.

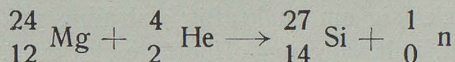
I fig. 5 sees en slik Wilsonoptagelse av protoner som er utløst av denne stråling. Antallet av utløste protoner var imidlertid langt større enn man kunde vente det, hvis strålingen var en γ -stråling. Hastigheten av rekylpartiklene forlangte videre en energi av den utløsende γ -stråling på over 90 mill. volt, og det var derfor tvilsomt om denne strålingen i det hele tatt var en γ -stråling. Nøiere undersøkelser av englenderen *Chadwick* viste at strålingen bestod av en helt ny partikkeltype. Da strålingen ikke avbøies av et magnetisk felt, må partiklene være uten ladning og vekten viser sig ved nøiere undersøkelser av rekylpartiklenes rekkevidde å være meget nær lik protonets. Disse uelektriske partikler kalles *neutroner* og kan tenkes å bestå av en nær kombinasjon av et proton og et elektron. Deres manglende ladning bevirker at de ikke gir synlige spor i Wilson-kamret, de har intet elektrisk felt som kan virke ioniserende, og virker derfor bare ved direkte støt. Ved slike støt kan der imidlertid dannes frie elektriske partikler, som med stor hastighet farer ut fra støtstedet og som gir synlige spor i Wilson-kamret.

Neutronene blev som nevnt funnet idet man bombarderte elementet beryllium med α -partikler, men også andre stoffer gir neutroner ved et slikt bombardement, f. eks. Li, B, F, Na, Al og flere. Dannelsen foregår da efter følgende skjema:

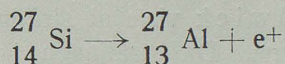


Der dannes et neutron ${}^1_0\text{n}$ og en isotop av det element, som ligger to nr. høiere i det periodiske system enn det bombarderte atom, d. v. s. hvis kjerne har to positive ladninger mer enn det bombarderte atoms kjerne.

I 1934 fant Curie og Joliot at Mg også gav neutroner efter en slik prosess:



Det eiendommelige ved denne prosess var at det bombarderte Mg-atom måtte omdannes til en silicium-isotop med vekt 27, mens man før bare kjente 28, 29 og 30, og da atomvekten i dette tilfelle er mindre enn 2 g. atomnr., måtte man a priori anta at denne nyopdagede isotop var ustabil. Undersøkelser med Wilson-kamret viste også at dette var tilfelle. Den nydannede isotop spaltes videre av sig selv under utsendelse av et *positivt elektron*.



Derved dannes en aluminiumisotop.

Det mest eiendommelige ved denne prosess var imidlertid at emisjonen av positive elektroner fortsatte med avtagende intensitet også *efterat* α -bombardementet var ophørt. Dette blev påvist av Curie — Joliot i 1934, og de kunde samtidig måle halveringstiden for denne sekundærstråling og fant den lik $2\frac{1}{2}$ min. D. v. s. efter $2\frac{1}{2}$ min. var strålingsintensiteten sunket til det halve. Denne stråling følger de samme lover som gjelder for den radioaktive stråling, og strålingen skyldes — ganske som ved de radioaktive pro-

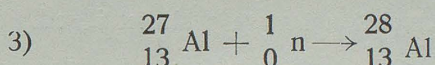
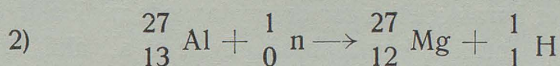
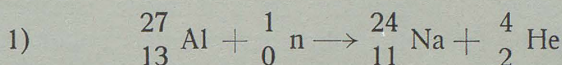
sesser — at ustabile atomer av sig selv spaltes, idet de går over i stabile atomer. Bombarderes Al med α -partikler opstår en ustabil radioaktiv fosforisotop $^{30}_{15}\text{P}$, mens bor gir radioaktivt kvelstoff. Halveringstidene er her henholdsvis $3\frac{1}{4}$ og 14 min. Jeg vil videre nevne at Li gir radioaktivt B., kvelstoff radioaktivt F, F radioaktivt Na o. s. v.

Det lyktes videre Curie-Joliot å gi et kjemisk bevis for at deres antagelse om isotopenes art var riktig. Dette er mulig ved hjelp av en moderne rørteller, som med stor følsomhet kan påvise aktiviteten av de nydannede isotoper. Man utfører, umiddelbart etter α -bombardementets ophør, en rask kjemisk oppløsning av det bombarderte stoff og derefter en felning som er karakteristisk for det nydannede radioaktive element. Med en rørteller kan man så påvise at all aktivitet er til stede i bunnfallet. Det dreier sig her om kjemiske hurtigoperasjoner, idet forsøket må være avsluttet i god tid innen aktivitetens ophør.

Senere har man funnet at radioaktive stoffer også kan fremstilles ved å bombardere visse atomer med neutroner. Som neutronkilde anvendes et glassrør, som inneholder radiumemansjon og beryllium. α -partiklene fra emansjonen utløser da, som tidligere nevnt, neutroner av stor intensitet. Bombarderes nu forskjellige stoffer med denne neutronstråling kan man i mange tilfeller påvise atomspaltinger, som er frembragt ved sammenstøt mellom neutronene og stoffets atomer. Den italienske fysiker Fermi har vist at de nydannede atomer i de fleste tilfeller er ustabile og derfor viser en indusert radioaktivitet. Under denne kunstige radioaktivitet utsendes *negative elektroner* og i enkelte tilfeller en γ -stråling. Det viser sig ved videre undersøkelser at i mange tilfeller må der ved neutronbombardementet dannes flere forskjellige sorter kunstig radioaktive atomer med forskjellig halveringstid. Således gir aluminium tre forskjellige radioaktive atomsorter med halveringstider på 3 min., 12 min. og 15 timer. Og man kan lett forstå hvorledes dette resultat kan fremkomme. I ett tilfelle kan f. eks. neutronet optas av det bombarderte atom og en α -partikkel avgis. Da

α -partikkelen har to positive ladninger, vil der dannes et nytt atom som ligger to plasser lenger ned i det periodiske system. Eller neutronet optas og et proton utsendes, hvorved det nydannede atom får plass ett nr. lenger ned. Endelig vil neutronet kunne optas uten emmisjon i det hele tatt, og der dannes da en ny og tyngre isotop av det bestrålte stoff selv. Hvis nu alle disse nydannede atomer er radioaktive, vil man kunne iaktta flere halveringstider, en for hver atomsort.

For aluminiums vedkommende vil disse prosesser forløpe på følgende måte:



De nydannede atomer ${}_{11}^{24}\text{Na}$, ${}_{12}^{27}\text{Mg}$ og ${}_{13}^{28}\text{Al}$ er alle ustabile og spaltes derfor frivillig, med halveringstider henholdsvis 15 timer, 12 min. og 3 min.

Det er ved hjelp av kjemiske hurtig-analyser at man kan fastlegge de radioaktive isotopers natur. Der tilsettes det bestrålte stoff små mengder av nabogrunnstoffene og man foretar derefter visse, for disse stoffer karakteristiske felninger. De nydannede isotoper må da følge de grunnstoffer de tilhører og man kan på denne måte ved hjelp av rørtelleren påvise hvilket atomnr. aktiviteten hører til. Man har på denne måte påvist dannelsen av en lang rekke nye aktive isotoper. Særlig interessant er det resultat at der ved et neutronbombardement av uran — ifølge Fermi dannes et nytt element nr. 93, altså et element med høiere atomnr. enn det før høieste nr. 92. Det aktive stoff bestod også i dette tilfelle av flere komponenter, og idet disse spaltes under elektronemmisjon, må de gå over i atomer med høiere nummer enn 92. Mange tvilte imidlertid på riktigheten av dette resultat, men to publikasjoner av L. Meitner i

Naturwissenschaften for kort tid siden beviser med sikkerhet at vi her står overfor elementer med høyere atomnr. enn 92. Antagelig eksisterer både 93, 94 og 95, som alle er aktive med hver sin halveringstid.

I den senere tid har man ved bombardementene anvendt partikler, særlig protoner og deutoner, som er accelereret i sterke elektriske felter, og har på grunnlag av Gamows kjernet teori på denne måte fått kjennskap til meget viktige kjernereaksjoner. De spenninger som anvendes, ligger mellom noen tusen og noen mill. volt. De i Cambridge anvendte høispenningsapparater (fig. 6) er bygget for vekselstrøm som likerettes. De elektriske partikler accelereres i de lange loddrettstående rør og bombardementet finner sted nederst i røret under gulvet, hvor Wilsonkammerne er montert. I Amerika har Lawrence og Livingston bygget et apparat etter et annet prinsipp, som leverer flere millioner volts spenning.

Det viste sig at man i overensstemmelse med kvantemekanikken kunde frembringe atomomvandlinger ved hjelp av partikler, hvis energi var mindre enn det potentialbjerg som omgir kjernen. Således blev Lithium 7 spaltet i to heliumatomer ved hjelp av en kunstig protonstråling. Lithium 6 vil

på samme måte spaltes i en almindelig heliumkjerne ${}^4_2\text{He}$ og

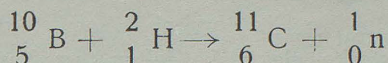
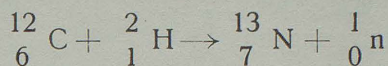
en ny heliumisotop med vekt 3, ${}^3_2\text{He}$. Anvendes deutoner

som projektiler istedetfor protoner får man større effekt. Jeg vil nevne at man ved å sende deutoner mot tungt vann har kunnet vise at to vannstoffkjerne med masse 2 kan omdannes til en vannstoffkjerne med masse 3 — en ny vannstoffisotop — og en lett vannstoffkjerne med masse 1. I fig. 7 er gjengitt en Wilsonoptagelse av en slik prosess. Mot høire

utslynges ${}^3_1\text{H}$ mot venstre ${}^1_1\text{H}$.

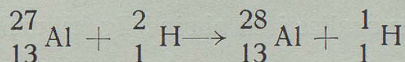
Det viktigste resultat man opnådde ved disse forsøk var at man også efter denne metode kunde frembringe en kunstig radioaktivitet. Når f. eks. kullstoff bombarderes med deutoner

opstår radioaktivt kvelstoff og bombarderes bor fåes radioaktivt kullstoff. Disse prosesser forløper på følgende måte:

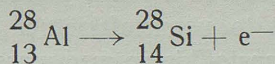


Den tunge vannstoffkjerne optas og et neutron utsendes, hvorved der opstår en isotop av et nytt element, som ligger en plass høiere i det periodiske system enn det bombarderte atom. Disse isotoper er ustabile og spaltes under emmisjon av positive elektroner. I fig. 8 vil man se Wilsonspor av positive elektroner, som utsendes fra kullstoff *efter* deutronbombardementets ophør.

Under et slikt deutronbombardement kan det også inntruffe at deutronet optas, mens der utsendes et proton. Ved denne prosess vil den bombarderte kjerne beholde sitt atomnummer, mens massen vil økes med en enhet. Og denne nye isotop er ustabil og vil spaltes frivillig. Aluminium, fluor, magnesium, natrium m. fl. er på denne måte omdannet til radioaktive isotoper. Som et eksempel på en slik prosess kan anføres:



Den radioaktive aluminiumisotop spaltes så videre under emmisjon av negative elektroner og en sterk γ -stråling:

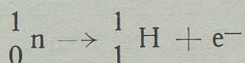
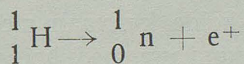


Det kunstig radioaktive natrium ${}^{11}_{24}\text{Na}$, som fremstilles ved deutronbombardement av det naturlige natriummetall, har en særlig interesse. Det har en halveringstid på 15 timer og synes å ha store muligheter i medisins tjeneste.

Opdagelsen av neutronet og den kunstige radioaktivitet har vært av meget stor betydning for vår forståelse av kjer-

nenes bygning. Ennu har man ikke nådd frem til en helt avsluttet kjernet teori, som kan gjøre rede for kjernenes mange egenskaper, men som en hovedantagelse må man gå ut fra at alle kjerner er oppbygget av protoner og neutroner. Ut fra denne antagelse er det lyktes Heisenberg å beskrive mange av kjernens viktigste egenskaper. Da det må antas at kraftvirkningen mellom neutroner og protoner er større enn mellom neutronene og protonene innbyrdes, kan man vente at de stabile atomer vil inneholde omtrent like mange protoner og neutroner. Dette viser sig også å være tilfelle, hvilket vil fremgå av fig. 9, hvor antall protoner, d. v. s. atomnummeret Z , er avsatt langs X -aksen, mens antall neutroner, d. v. s. atomvekten \div atomnummeret $A-Z$, er avsatt langs Y -aksen. Som man ser ligger de kjente stabile isotoper på, eller i nærheten av, linjen $Y = X$, mens de ustabile isotoper ligger over eller under denne linje. Over linjen ligger de radioaktive isotoper som under spaltningen utsender negative — under linjen de isotoper som utsender positive elektroner.

Men hvorledes kan en kjerne som er bygget op av neutroner og protoner under bestemte omvandlingsprosesser utsende positive og negative elektroner? Man må anta at neutroner og protoner kan omdannes i hverandre efter følgende skjema:



Et proton kan, som man ser, omdannes til et neutron under emisjon av et positivt elektron, mens et neutron kan omdannes til et proton og et negativt elektron. Den første prosess krever en energi på $1,2 \cdot 10^6$ volt, den annen prosess frigjør $0,2 \cdot 10^6$ volt. På denne måte kan man forklare at de ustabile atomer under spaltningen utsender elektroner. Man mangler dog ennu en teori, som på en tilfredsstillende måte kan forklare de radioaktive stoffers kontinuerlige β -spektrum. For å undgå å komme i konflikt med energiloven har man

måttet innføre ennu en ny partikkel — det såkalte neutrino — som bestanddel av kjernene. Denne partikkel må være elektrisk neutral og ha en masse som er noget mindre enn elektronets. En slik partikkel er imidlertid ennu ikke påvist eksperimentelt. Ennvidere har Gamow innført det negative proton for å forklare visse tunge kjerners stabilitet, men heller ikke denne partikkel har man kunnet finne ved eksperimenter. Som man vil forstå savner vi ennu en fullstendig kjernet teori, som i detalj kan gjøre rede for kjernens bygning, men foreløbig er det den eksperimentelle fysikk som har utspillet, og de mange nye kjensgjerninger som fremkommer ved undersøkelsene over den kunstige radioaktivitet, vil utgjøre en av de viktigste hjelpekilder for arbeidet med denne teori.

Eksisterer det lovmessighet mellom fiske og nedbørmengde?

Av Georg Schou.

Lofotfisket. I beretningene for Lofotfisket i de siste år er det gjort rede for at skreien helst holder sig i »blandingslaget« eller som det også kalles »overgangslaget«. Over dette lag ligger det kolde kystvann med lav saltgehalt, og underst det varme bunnvann med høi saltgehalt. Temperaturen i kystvannet er fra 2—4 grader, i bunnvannet fra 6—7 grader. I blandingslaget som fører 4,5—5,5 graders vann, er det skreien helst holder sig. Dette lag ligger som regel i en dybde av 70—90 meter (Rollefsen¹⁾).

Videre undersøkelser har vist at et tynt blandingslag gir dårlig fiske, mens et tykt blandingslag gir et godt fiske. Innenfor samme år kan tykkelsen av dette lag veksle sterkt. (Sund²⁾).

Jens Eggvin³⁾ har i en beretning antydnet som grunn

¹⁾ Lofotfisket 1931, Årsberetning vedk. Norges Fiskerier 1931, nr. 2.

²⁾ " 1924, " " " 1924, nr. 2.

³⁾ " 1932, " " " 1932, nr. 2.

til vekslingene av blandingslagets tykkelse fra år til annet at det dels skyldes skiftninger i kyststrømmen, dels meteorologiske forhold som lufttemperatur, nedbør og vind. Som sammenligningsår anfører han årene 1930, 1931 og 1932. Når han ikke går lengere bakover skyldes dette visstnok at regelmessige sjøtemperaturmålinger i forskjellige dybder først blev satt igang i 1930. Derved har han også materiale til sammenligning med blandingslagets tykkelse. Av disse årene hadde 1930 og 1932 i månedene januar—mars meget nedbør og høi lufttemperatur og var også de beste fiskeår. I 1931 som var det dårligste fiskeår, var det liten nedbør og lav temperatur.

Eggvin forklarer sammenhengen på følgende måte: Ved liten nedbørmengde blir overflatevannet lite utspedd. Den lave temperatur har da så meget lettere for å få dette til å synke ned ved avkjøling og derved bli erstattet med saltere og varmere vann, som så også avkjøles. Da dette vann med høi saltholdighet har stor egenvekt i forhold til vannet under, vil vertikalcirkulasjonen foregå så meget kraftigere. Er det derimot meget nedbør, vil Vestfjorden motta meget ferskvann, som vil bidra til å nedsette saltholdigheten i de øvre lag.

Ved et tilfelle kom jeg til å sammenligne de opfiskede fiskemengder med nedbørforholdene, allerede før jeg kjente til Eggvins omtale av disse forhold. I de senere beretninger for Lofotfisket kan jeg ikke se at han har fortsatt å undersøke sammenhengen med nedbørforholdene. Det kan da ha sin interesse å komme frem med mine resultater, som ikke bare gjelder for Lofotfisket, men også for Vår- og Storsildfisket. Sammenhengen med nedbørmengden og den opfiskede mengde fisk er ikke ens for disse. Det viser sig at man får en påtagelig parallellitet mellom den opfiskede mengde i Lofoten og nedbørsummen for månedene februar og mars fra året 1921 og fremover.

Da Lofotfiskets vesentlige fiske i almindelighet foregår i siste uke av februar, hele mars og første halvpart av april, har påvisningen av en slik parallellitet sin betydning deri at man allerede av nedbørmengden i februar har en pekepinn

i retning av et godt eller dårlig fiskeår, alt eftersom det er meget eller lite nedbør i februar.

I tabell 1 er opført den procentvise fordeling av opfisket kvanta skrei i årene 1931—1935 og antall sjøværsgader i Øst-Lofoten i samme periode.

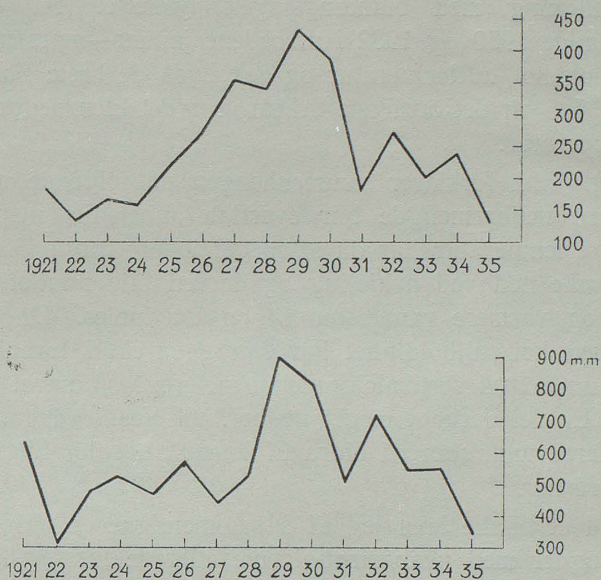


Fig. 1.

Øverst: Lofotfisket. Opfisket mengde i 100 000 stk.

Nederst: Nedbørssum februar—mars for Svolvær og Kanstadbotn.

Som det fremgår av tabellen opfiskes i gjennomsnitt 90 procent av det opfiskede kvantum i månedene mars og april. Antall sjøværsgader varierer ikke så sterkt at denne faktor kan spille nogen hovedrolle i variasjonen fra år til annet av den opfiskede mengde. Typisk er forsåvidt 1935 som hadde så gunstige værforhold som kun sjelden i Lofotfisket. Allikevel bragte året et dårlig resultat, det minste kvantum i hele perioden 1921—1935.

Tabell 1.

Opfisket kvantum skrei procent				Antall sjøværddager i Øst-Lofoten					
	Jan. og febr.	Mars	April	Mars og april	Jan.	Febr.	Mars	April	Ialt
1931..	5.1	46.7	48.2	94.9	—	17	24	19	60
1932..	8.4	48.9	42.7	91.6	—	21	22	19	62
1933..	10.7	76.1	13.2	89.3	—	22	26	15	63
1934..	12.5	68.4	19.1	87.5	1	19	23	18	61
1935..	12.9	53.2	28.9	87.1	2	20	24	19	65

La oss se hvor typisk sammenhengen mellom nedbørmengdene for februar og mars og det opfiskede kvantum er. I tabell 2 er opført nedbørmengdene i februar og mars for Svolvær og Kanstadbotn, foruten de opfiskede kvanta for årene 1921 til og med 1935. (Sommeren 1933 blev den meteorologiske stasjon i Svolvær flyttet til Skrova, slik at fra 1934 er nedbørmengdene fra Skrova opført. Denne har i gjennomsnitt litt mindre nedbør enn Svolvær).

I figur 1 er de samme verdier gjengitt, og her ser man straks hvilken påfallende sammenheng det er mellom disse data. De eneste avbrekk er årene 1927 og 1928, som gir større kvanta enn ventet etter nedbørsummen. Men når vi tar hensyn til at nedbørkurven er fremkommet av observasjonene bare fra to meteorologiske stasjoner innen for et såpass stort fiskefelt, er sammenhengen allikevel meget tilfredsstillende. (Svolvær har svært liten nedbør i februar 1927 sammenlignet med nabostasjoner).

I virkeligheten skulde vi tatt middel av en rekke nedbørstasjoner i og omkring fiskefeltet for å få den rette sammenheng, men da disse to stasjoner (Svolvær og Kanstadbotn) er de som ligger nærmest¹⁾ det viktigste fiskefeltet i Øst-Lofoten, hvor de største mengder årligvis optas, må vi nøies med å ta middel av disse to eller hvad der blir det samme for

¹⁾ Etter 1925 har man også Sneisen og Offersøy, men da disse ikke har observasjoner i hele perioden, er de ikke tatt med.

figurfremstillingen, summen av nedbørmengdene på disse steder. Det kunde være en fremtidig oppgave å sette igang et tettere nett av nedbørstasjoner i nærheten av de viktigste fiskefelter i Lofoten.

Tabell 2.

	Nedbørmengde i mm					Opfisket kvantum
	Svolvær ¹⁾		Kanstadbotn		Ialt	I 1000 stk.
	Februar	Mars	Februar	Mars		
1921....	178	149	163	149	639	18 600
22....	119	87	55	55	316	13 100
23....	129	103	86	160	478	17 012
24....	166	143	112	109	530	16 100
25....	140	120	131	83	474	21 900
1926....	148	123	138	163	572	27 600
27....	137	70	217	25	449	35 600
28....	112	101	117	203	533	34 000
29....	193	316	65	332	906	43 419
30....	229	193	226	170	818	38 545
1931....	87	194	70	154	505	18 600
32....	219	117	260	117	713	26 950
33....	159	177	106	101	543	20 174
34....	150	23	309	65	547	23 500
35....	61	52	102	126	341	13 000

¹⁾ Fra 1934 er nedbørmengden fra Skrova angitt.

De i tabell 2 angitte opfiskede kvanta er hentet fra Norges Fiskerier, utgitt av Statistisk Centralbyrå, undtagen for årene 1934 og 1935, hvor tallene er tatt fra Lofotfisket 1934 og Lofotfisket 1935. I disse beretninger ligger tallene for de tidligere år noget høiere enn angitt i Norges Fiskerier, hvorfor jeg har redusert tallene for 1934 og 1935 med den midlere avvikelse, som de tidligere års sammenligninger gir.

Fra 1929 er det opfiskede kvantum angitt i vekt, mens det tidligere var gitt i antall opfisket skrei. Jeg har omgjort tallene fra 1929 og fremover til antall opfisket skrei ved å anta at hver skrei veier 3 kg.

Vårsildfisket. For Vårsildfisket viser det sig at man får den eiendommelige sammenheng, at størrelsen av sildefangst fra år til annet avhenger av *differensen* mellom nedbørmengden i månedene januar og februar, slik at stor positiv differens svarer til godt fiske, og liten positiv eller negativ differens svarer til dårlig fiske.

Da februar er den måned hvori de største mengder av vårsilden fiskes, vil man av parallelliteten mellom opfiskede mengder og nedbørdifferensen ha et varslingsgrunnlag. Er det således lite nedbør i januar, vil man få et dårlig fiske.

Mens man for Lofotfiskets vedkommende kunde gi en forklaring på sammenhengen mellom fiskemengden og nedbørmengdene, står vi her for Vårsildfiskets vedkommende uforstående overfor dette at det nettop skal være *differensen* mellom de to måneders nedbørmengde som spiller hovedrollen. Vi kjenner ikke til hvilken forbindelse nedbørdifferensen for de to måneder kan ha med oceanografiske eller biologiske forhold i havet. Man må bl. a. huske på at man får differensen null, når det er like store mengder i begge måneder, enten disse mengder er små eller store. Mengden av nedbøren må derfor spille en underordnet rolle. Således hadde januar og februar 1929 minimal nedbør i begge måneder, mens de samme måneder i 1926 og 1933 hadde forholdsvis store nedbørmengder. Allikevel fikk man i disse årene meget nær like store kvanta vårsild.

I figur 2 vises sammenhengen mellom nedbørdifferensen januar—februar på fem meteorologiske stasjoner omkring »Sletto« og opfisket mengde vårsild i Rogaland fylke for årene 1922—1933. Overensstemmelsen er for disse tolv årene helt påfallende, ja så god som det overhodet kan tenkes, såfremt det eksisterer en lovmessighet mellom to så vidt forskjellige foreteelser som nedbør og fiskekvanta.

Når sammenligningsrekken er begrenset til årene 1922—33, skyldes dette for det første at nøiere optellingssystem først er satt igang omkring 1922, at i 1921 var deltagerantallet ytterst lite, og dernæst er rekken stoppet ved 1933, fordi 1934 ikke bringer overensstemmelse mellom opfisket kvanta i Rogaland og nedbørdifferensen. Men dette siste er

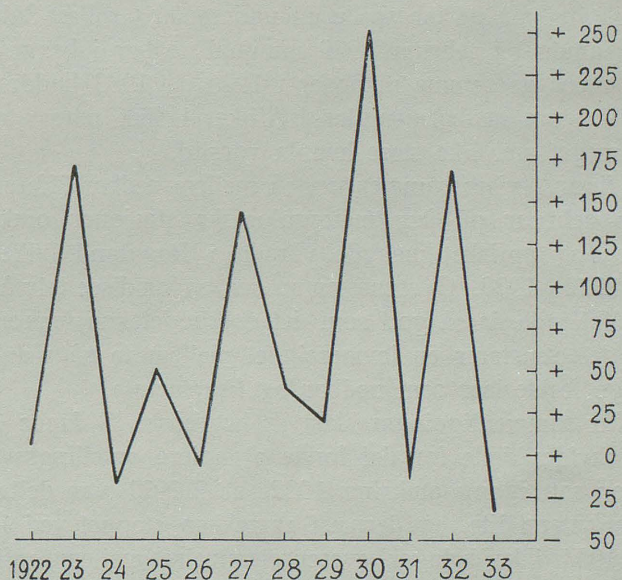
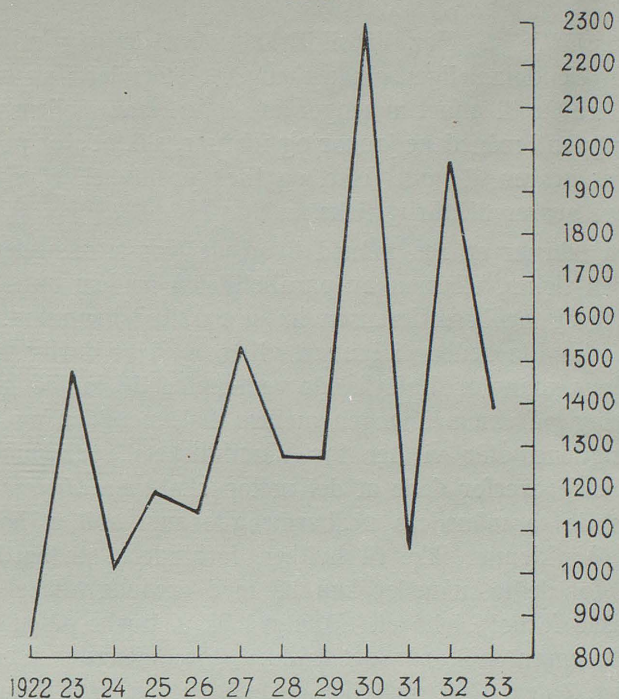


Fig. 1.

Øverst: Fangst (enh. 1000 hl) i Vårsildfisket i Rogaland.
Nederst: Differansen i nedbørhøiden for januar og februar på 5 meteorologiske stasjoner omkring „Sletto“.

ikke grunn nok til å si at lovmessigheten er brutt. Det viser sig nemlig at 1934 står i en særstilling med hensyn på nedbørforholdene omkring fiskefeltene i Rogaland. Mens alle nedbørstasjoner såvel sønnenfor som nordenfor fiskefeltet i årene 1922—1933 viser overveiende samme gang i nedbør i månedene januar og februar som Utsira, er det i samme måneder for 1934 forskjellig eftersom stasjonene ligger sønnenfor eller nordenfor fiskefeltet »Sletto«, hvor de største mengder av vårsild fiskes innenfor Rogaland fylke. Utsira som ligger sønnenfor »Sletto«, har i 1934 en relativ stor positiv nedbørdifferens. Det samme er tilfelle med andre nedbørstasjoner i nærheten og sønnenfor Utsira, mens stasjoner som ligger noget nordligere for dette fiskefelt, får en relativ stor negativ differens. I dette året følger det opfiskede kvanta de nordlige stasjoners nedbørdifferens, men hvorvidt dette er det almindelige i undtagelsesårene, vil man først kunne slutte sig til når observasjonsrekken blir lang nok.

Tabell 3.

Nedbørdifferensen januar—februar i mm.

	Stasjoner sønnenfor „Sletto“			Stasjoner nordenfor „Sletto“	
	Utsira	Skudesnes	Egersund	Syfteland	Åkre (Strandvik)
1922	+ 44	— 11	— 6	+ 7	+ 7
23	+ 118	+ 119	+ 123	+ 234	+ 207
24	+ 10	— 4	+ 39	— 68	— 62
25	+ 28	— 3	+ 9	+ 119	+ 99
1926	+ 2	— 8	+ 2	+ 11	— 34
27	+ 132	+ 130	+ 64	+ 200	+ 195
28	+ 78	+ 45	+ 64	+ 14	— 6
29	+ 18	— 2	+ 26	+ 29	+ 8
30	+ 192	+ 234	+ 275	+ 317	+ 236
1931	— 8	— 33	— 27	+ 8	— 4
32	+ 139	+ 151	+ 181	+ 163	+ 197
33	+ 9	— 8	— 33	— 85	— 54
34	+ 87	+ 112	+ 178	— 16	— 101

I tabell 3 er avvikelserne i nedbørmengdene for januar og februar fra 1922 og fremover for en rekke stasjoner satt op. Alle stasjoner følger stort sett samme gang, undtagen for året 1934, svarende til det året som bryter parallelliteten mellem opfisket kvanta i Rogaland og nedbørdifferensen januar—februar.

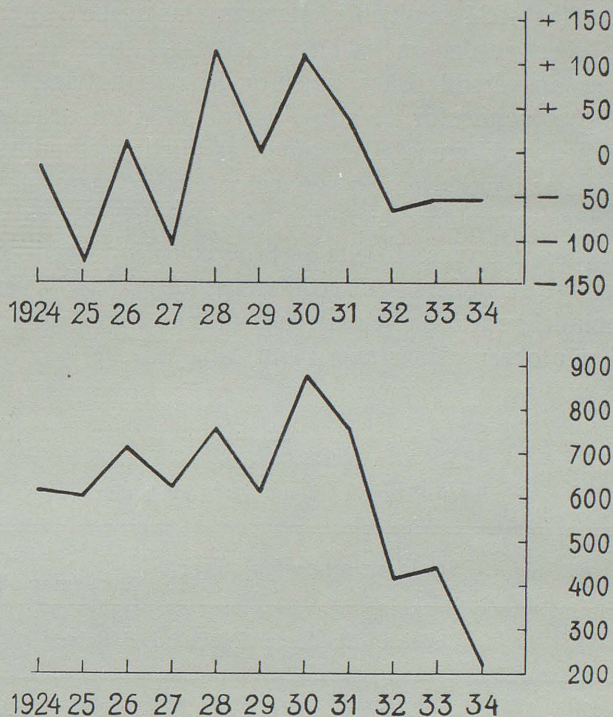


Fig. 3.

Øverst: Storsildfisket i Møre. Opfisket mengde i 1000 hl.
Nederst: Nedbørdifferansen november—desember på Kinn.

Storsildfisket. Tilslutt vil jeg påpeke at jeg også for Storsildfisket i Møre får god overensstemmelse med opfisket kvanta i dette fylke og nedbørdifferensen november—desember på Kinn. Det kan synes rart at det nettop skal være overensstemmelse med stasjonen Kinn, som jo ligger i Sogn og Fjordane fylke. Dette kan skyldes statistikken av det opfiskede kvanta, da denne for Storsildfiskets vedkommende er opført som den mengde fisk, som er kommet inn til havnene i

dette fylke, altså ikke avhengig av om den er opfisket i fylket, mens dette siste derimot er tilfelle for statistikken i Vårsildfisket.

I tabell 4 er opført nedbørdifferensene for november—desember på Kinn og de opfiskede kvanta storsild i perioden 1924—1934. De samme data er benyttet ved fremstilling av figur 3.

Tabell 4.

Nedbørdifferensen november—desember på Kinn og mengden (i 1000 hl) av opfisket sild i Møre i det påfølgende Storsildfisket (vanligvis betegnet med året etter de i tabellen angitte årstall).

1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933
— 15	— 129	+ 11	— 105	+ 113	— 1	+ 109	+ 37	— 68	— 55	— 53
616	604	713	622	752	615	873	754	414	442	230

Resyme. Det viser sig at det er påtagelig sammenheng mellom opfiskede kvanta fisk og nedbørmengdene i den måned som går forut for hovedfisket og den måned i hvilken fisket hovedsakelig foregår. For Lofotfisket får vi *parallellitet* mellom fiskemengden og *nedbørssummen* februar—mars. For Vårsildfisket er det *parallellitet* mellom fiskemengden og *nedbørdifferensen* januar—februar. For Storsildfisket mellom fiskemengden og *nedbørdifferensen* november—desember.

Denne sammenheng mellom opfiskede kvanta og nedbørmengdene kan danne grunnlag for forutsigelse av et godt eller dårlig fiske. For Lofotfiskets vedkommende vil i almindelighet en stor nedbørmengde i februar gi et godt fiskeår, liten nedbørmengde i samme måned derimot et dårlig fiske. For Vårsildfisket gjelder at liten nedbør i januar gir et dårlig fiskeår. For storsildfisket vil liten nedbør i november gi et dårlig fiskeår.

Geofysikk og matematikk.

Av dr. phil. Jonas Ekman Fjeldstad.¹⁾

Geofysikkens oppgave er å finne lovmessigheten i de fysiske fenomener som vi iakttar i atmosfæren, i havet og den faste jordskorpe. Et viktig middel til å løse denne oppgave er matematikken. Men skal de matematiske resultater bli riktige, så må også det grunnlag som ligningene er bygget på, være riktig, og *det* kan kun avgjøres ved erfaringen. Det karakteristiske ved et resultat som er utledet på matematisk vei, er at det kan uttrykkes ved et bestemt tall. Hvis nu våre målinger gir det samme resultat med den grad av nøiaktighet som målingene kan gi, så tør vi gå ut fra at grunnlaget var riktig. Vi betrakter da dette grunnlag som en naturlov.

Slike lover er f. eks. gravitasjonsloven, bevegelseslovene for det materielle punkt, loven om energiens og materiens konstans, entropisetningen og lignende.

De geofysiske fenomener er som oftest så sammensatte at de ikke er egnet til å prøve disse lover, det er derfor en stor fordel at lover som gravitasjonsloven og bevegelseslovene for et materielt punkt har kunnet prøves på relativt enkle fenomener som planetenes bevegelse. De har derved fått en høi grad av sikkerhet, og vi kan da anvende dem som et grunnlag vi trygt kan bygge på.

Så lenge disse grunnlover ennu ikke var funnet, kunde de forklaringsforsøk som blev anvendt på de geofysiske fenomener, bare bli kvalitative spekulasjoner, og de kunde ikke underkastes nogen sikker prøve. Dette vil bli tydelig når vi følger et slikt problem ved et kort streiftog gjennom historien.

Det geofysiske fenomen som tidligst har tildratt sig oppmerksomhet, er vel tidevannet. Man hadde jo her en regelmessig vekslens i vannstanden som i sin lovmessighet neppe stod tilbake for de astronomiske fenomener. Det er da lett å forstå at det måtte gi anledning til spekulasjoner.

¹⁾ Foredrag holdt ved årsmøtet i Selskapet til Videnskapenes Fremme, Bergen 12. desember 1935.

De greske filosofer kjente til tidevannet, men i Middelhavet er tidevannet ikke særlig påfallende, og nettop ved Hellas' kyster er der nogen uregelmessigheter, som til en viss grad kunde tilsløre tidevannets lovmessighet. Men på sine reiser kom grekerne til andre steder, f. eks. Det røde Hav og utenfor stredet ved Gibraltar, og her fant de et større og regelmessigere tidevann enn det de kjente fra sine egne kyster.

Den eldste hentydning til et fenomen som måtte ha sammenheng med tidevannet, finner man vel hos Homer, som i Odysseen lar Circe skremme Odyssevs med Scylla og Charybdis. Homer skriver: »Tre ganger om dagen sender den vannet ut, og tre ganger om dagen suger den voldsomt inn«. Om uttrykket tre ganger i stedet for to er begrunnet i Homers mangelfulle kjennskap til tidevannet eller det er å opfatte som en overdrivelse, får stå hen.

Herodot sier om en arm av Det røde Hav at flod og ebbe forekommer der daglig. Platon mente at tidevannet skyldtes svingninger av væsken i jordens indre. Aristoteles har ikke skrevet stort om tidevannet, skjønt det fortelles om ham at studiet av tidevannet voldt hans død. Denne historie refereres av Gallilei, som skriver at Aristoteles lenge hadde iaktatt Euripus-strømningene fra en klippe på Negroponte, og av fortvilelse over at han ikke kunde forstå årsaken, kastet han sig i havet og tok sitt liv.

Curtius som levet omkring år 50, forteller om Alexander den stores tog til India og beskriver meget malende den forvirring tidevannet ved munningen av Indus skapte i Alexanders flåte på grunn av at de ikke kjente dette fenomen.

Pytheas fra Massilia som foretok en reise til de Britiske øer og Thule, var den første som satte tidevannet i forbindelse med månen. Han var visstnok også den første som satte den halvmånedlige ujevnhet i tidevannet i forbindelse med månens faser. Geografen Strabo som levet omtrent på Kristi tid, kjente vel til tidevannet, og var oppmerksom på at det stod i forbindelse med månen og at det var avhengig av månens faser og dens stilling i ekliptikken, men

om årsakene hadde han meget tåkete begreper. Han sammenligner det med et dyrs inn- og utånding.

Romerne som hadde anledning til å iakttå det store og regelmessige tidevann på kysten av Portugal, Frankrike og Storbritannien, hadde bedre kjennskap til tidevannet. Således skriver Plinius d. e. meget utførlig om flod og ebbe. Han skriver blandt annet: »Meget er blitt sagt om vannenes natur, men det mest underfulle er den skiftende flod og ebbe som finnes under forskjellige former, men som er frembragt av solen og månen. Tidevannet stiger og faller to ganger mellom hver gang månen går op, alltid i et tidsrum av 24 timer. Først når månen står op sammen med stjernene, hever den tidevannet; og efter nogen tid når den har nådd det høieste på himmelen, senker den sig igjen fra meridianen, og tidevannet faller. Videre, når den er gått ned og beveger sig på himmelen under jorden, og den når meridianen på den motsatte side, stiger tidevannet, hvorefter det faller til den igjen står op. Men tidevannet den næste dag kommer aldri til samme tid som dagen før«.

Videre beskriver han den halvmånedlige ulikhet, og gjør rede for at springflod ikke kommer nøiaktig ved full- eller nymåne, men ofte en dags tid efter, og at de høieste tidevannsvekslinger kommer litt efter vår- og høstjevndøgn, mens de mindste kommer litt efter solhverv.

Plinius tenkte sig at månen virket på den måte at den øket selve mengden av vannet. Han tilskriver månen en meget stor innflytelse på de levende vesener. Denne tro kan man finne tydelige spor av den dag idag. Han skriver: »Alle hav renses ved fullmåne, nogen også i bestemte perioder. Ved Messina og Mylæ blir et slags avfall likesom gjødsel kastet op på strandbredden. Herfra stammer historien om at solens okser hadde sitt fjøs her. Til hvad der er sagt ovenfor tilføier Aristoteles at intet dyr dør undtagen når sjøen fjærer. Man har mange ganger iakttatt det ved havet i Gallia, men har funnet at det kun gjelder for mennesker. Herav må vi anta at månen ikke uten rett kan betraktes som vår livsstjerne. Denne er det som utfyller jorden! Når den nærmer sig, fyller den alle legemer; når den fjerner sig,

tømmer den dem igjen. Av denne grunn er det at skalldyrene vokser når månen tiltar, og at de dyr som er uten blod, særlig merker dens innflytelse, likeså at menneskets blod tiltar og avtar i forhold til dens lys. Dens makt gjennomtrenger alle ting.«

Middelalderen bragte her som annetsteds lite nytt. At tidevannet skyldtes jordens inn- og utånding var visstnok en almindelig tro.

I England, hvor jo tidevannet har stor betydning for skibsfarten, blev der tidlig laget tabeller, som skulde gi tidspunkt for høivann. Således finnes der i Britisk museum et manuskript fra tiden omkring 1200 som inneholder en slags tidevannstabell.

Julius Cæsar Scaliger som levet omkring 1500, skrev om tidevannet. Han gav en nokså nøktern drøftelse av dets mulige årsaker. Han sier f. eks.: »Eftersom man har iaktatt at tidevannet følger månen, har man antatt at det frembringes av månen. Men månen berører ikke vannet vil man si. Dette var en vanskelighet for nogen av peripatetikerne, men på samme måte burde magneten gi dem vanskeligheter. Siden jernet beveger sig skjønt det ikke er i berøring med stenen, hvorfor skulde da ikke havet følge månen? Men *det* synes sikkert. Visselig er havet roligere ved kvadratur. Ved fullmåne er sjøen mere urolig, den synes således å rette sig efter månens vilje.

Tidevannet er da en duplex bevegelse, og virkelig duplex, ti der er deri en tilbakevenden. En del er i overensstemmelse med det »primum mobile« og en del er motsatt dertil. Men begge foregår til bestemte tider. Ti der er to bevegelser likesom i hjertets kontraksjon og ekspansjon.«

Med primum mobile menes fiksstjernesfærens bevegelse. Tidevannet skulde da skyldes at havet hadde en jevn bevegelse fra øst mot vest. Denne bevegelse blir så hindret og kastet tilbake av de motsatte kyster. Særlig da Amerika. Scaliger har imidlertid vanskelig for å forklare ebben.

Bacon skrev en essay »De fluxu et refluxu maris«, heri la han særlig vekt på at tidevannet var fremadskridende. Det var altså ikke slik at vannet øket alle steder samtidig. Han

fremholdt videre at den ting at der var en overensstemmelse mellom tidevannet og månens bevegelser, var ikke noget bevis for at det var månen som frembragte tidevannet. Forholdet kunde meget vel være det at der var en felles årsak for månens og tidevannets bevegelse.

William Gilbert (1540—1600) mente at der fantes en tiltrekning mellom jorden og månen, og at denne tiltrekning frembragte tidevannet. Han hadde vanskelig for å forstå at ikke jorden og månen styrtet sammen.

Johannes Kepler (1571—1630) antok også at tidevannet skyldtes en tiltrekning mellom månen og jorden. Av hvilken art denne tiltrekning var, visste han ikke, men han antok at den måtte være proporsjonal med de to masser.

Galilei (1564—1642) forsøker å forklare tidevannet på følgende måte: Jorden roterer om sin akse fra vest mot øst. I samme retning beveger den seg i sin bane omkring solen. Herav følger da at nattsiden har en større hastighet mot øst enn dagsiden. På grunn av denne ujevne bevegelse skulde så tidevannet opstå. Kepler gjør ham oppmerksom på at det er månedagen og ikke soldagen som kommer i betraktning, og at Galileis forklaring derfor ikke passer. Formodentlig har det hatt sin betydning at Galilei levde i Italia, så han hadde ikke nogen personlig erfaring med hensyn til det store og regelmessige tidevann, som finnes på Vest-Europas kyster. Galilei polemiserde meget skarpt mot dem som mente at månen var skyld i tidevannet.

Galileis store autoritet gjorde at hans tidevanns-teori fikk mange tilhengere. Den mangel ved hans teori som blev påvist av Kepler, blev forsøkt avhjulpet av en viss Balianus og av matematikeren Wallis.

Balianus antok at det var månen som beveget sig i banen om solen, og at jorden beveget sig omkring månen i løpet av en måned. Wallis rettet dette til at jorden i løpet av en måned beveget sig omkring månens og jordens felles tyngdepunkt. Derved fikk de steder som hadde månen under horisonten, en større hastighet mot øst enn de steder som hadde månen over horisonten. Perioden blev da et månedøgn.

Men ingen av disse kunde forklare at der blev høivann to ganger i løpet av månedøgnet.

Descartes (1596—1650) forsøkte å forklare tidevannet ut fra sin hvirvelteori. Efter denne teori var solen universets midtpunkt og den var omgitt av et ubegrenset fluidum. Ved rotasjon om sin akse frembragte den bevegelser i det omgivende fluidum, og disse bevegelser førte så planetene med i sine baner. Men hver planet er igjen centrum i en slik hvirvelbevegelse, og disse hvirvler fører månene med i sine baner. På grunn av det mellemliggende fluidum utøver månen et trykk på atmosfæren og havet. På denne måte frembragte den lavvann når den var i meridianen og høivann når den var 90° fra meridianen.

Denne teori not en stor anseelse i de følgende 100 år. Så sent som i 1740 fikk jesuitten Cavalleri, sammen med Bernoulli, Maclaurin og Euler en pris av det franske videnskapsakademi for en essay om tidevannet, hvor han hadde forklart det ved Descartes teori. De andre tre, som jo er meget berømte matematikere, anvendte selvfølgelig Newtons teori.

Bernhard Varenius utgav i 1650 en bok *Geografia generalis*. I denne bok skriver han blandt annet: »Der er intet fenomen i naturen som i den grad har beskjeftiget filosofene og de lærde og satt dem slik i forlegenhet som dette. Nogen har tenkt sig at jorden og havet var levende vesener, som ved sin inn- og utånding har frembragt flod og fjære. Andre tenkte at det frembringes av den store hvirvel nær Norge, som i seks timer opsluker vannet og etterpå utspyr det igjen i et like langt tidsrum. Scaliger og andre antok at det er frembragt av de motsatte kyster, især av Amerika, hvorved den almindelige bevegelse av vannet blir hindret og kastet tilbake. Men de fleste filosofer, som har iaktatt den harmoni som der er mellem tidevannet og månen, har den mening at tidevannet helt skyldes dette himmellys. Men spørsmålet er: Hvad er denne innfilytelse? — til hvilket de svarer at det er en occult egenskap eller iboende kraft hvormed månen tiltrekker alle fuktige legemer. Men dette er bare ord, og det betyr kun at månen gjør det på en eller annen måte,

men de vet ikke hvorledes, og dette er nettop hvad vi ønsker å få rede på.«

Hos V a r e n i u s finner vi også en beskrivelse av malstrømmen på Norges kyst: »Malstrømmen paa kysten af Norge er den hurtigste og største kjendte hvirvel, for det siges at den er 13 hollandske mil i omkreds. Midt i denne er der en klippe som de omboende folk kalder Mousken. I seks timer opsuger denne hvirvel alt som kommer i dens nærhed, ikke bare vand, men ogsaa hvaler, ladede skib og andre ting. I lige mange timer udspyr den igjen alt, med en rædselsfuld støi og voldsomhed. Aarsagen er skjult.«

Varenius skriver ogsaa: »Paa nogen steder er tidevandet større ved fuldmaane end ved nymaane, hvilket jeg ikke kan forklare, hvis det da ikke skulde være en virkning af dens sterkere lys paa denne tid. Heller ikke kan det forklares paa anden maade at alle vækster og dyr ved fuldmaane indeholder en større mængde af fugtighed fra sjøen end ved nymaane, skjønt tidevandet da er lige stort. Det er meget merkelig hvad en hollænder Twist fortæller i sin beskrivelse af India. Han siger at i kongedømmet Guzarat (hvor han hadde bodd i mange år) var østers, krabbe og andre skaldyr ikke saa fede og saftfulde ved fuldmaane som ved nymaane, i modsætning til deres natur alle andre steder.«

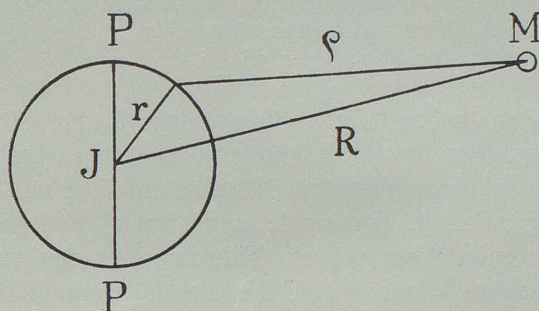
Troen på månens innflytelse på levende vesener er således i det 17de århundre fremdeles den samme som den vi fant hos Plinius.

Vi er dermed kommet frem til N e w t o n. Newtons opdagelse av gravitasjonsloven er ikke helt uten forløpere. Vi har allerede hørt at Kepler antok at der mellom to legemer var en tiltrekning, som var proporsjonal med legemenes masse. Gilbert antok ogsaa at der mellom jorden og månen var en tiltrekning av samme art som mellom magnetstenen og jernet. Wallis støttet sin forklaring av tidevannet på antagelsen av en tiltrekning mellom jorden og månen. Vi hørte at han tilladte dem et felles tyngdepunkt. Halley, som var en samtidig av Newton, hadde uttalt at planetenes centripetalkraft måtte være omvendt proporsjonal med kvadratet av avstanden. Men Newton var den første som kunde gi en virkelig matematisk

formulering av denne lov, og da han dessuten hadde utviklet et brukbart regneinstrument i sin nye fluksjonsregning eller differentialregning som vi nu kaller den, så kunde han også utlede konsekvensene av sin opdagelse, slik at det kunde bli gjenstand for en prøve. Dermed er vi kommet fra spekulasjonenes tid til den eksakte videnskaps tid.

Det neste kapitel omfatter utviklingen fra Newton til Laplace. Newtons teori er i sine hovedtrekk kjent fra skolen. Vi skal her nøie oss med å gjengi tankegangen helt skjematisk.

Kraftvirkningen er etter Newtons gravitasjonslov $\frac{\mu \cdot M}{\rho^2}$. Men



da vi selv følger med jorden i dens bevegelse, må vi trekke fra den kraft som accellererer jorden som helhet hen imot månen. Denne kraft er lik månens tiltrekning i jordens centrum og blir altså $\frac{\mu \cdot M}{R^2}$. Den

kraft som søker å bevege vannet i forhold til jorden, blir da den geometriske differens mellem disse to krefter, og vi kan finne den efter regelen om kreftenes parallelogram. For enkelhets skyld skal vi bare betrakte resultanten i det punkt som ligger nærmest månen, og i det punkt som ligger på den motsatte side. I det første punkt blir kraften

$$\mu \cdot M \left(\frac{1}{(R-r)^2} - \frac{1}{R^2} \right) \sim \frac{2 \mu \cdot Mr}{R^3}$$

I det motsatte punkt får vi

$$\mu \cdot M \left(\frac{1}{(R+r)^2} - \frac{1}{R^2} \right) \sim - \frac{2 \mu \cdot Mr}{R^3}$$

Som vi ser blir de to krefter meget nær like store, men de blir motsatt rettet. Det vil si at i begge tilfeller peker de bort fra jordens

centrum. Det vil derfor ha en tendens til å frembringe høivann på begge steder. Herav ser vi at vi må få høivann to ganger i døgnet. Månen står i almindelighet ikke over ekvator, men har en viss deklinasjon. Dersom nu månens deklinasjon er nordlig, vil et punkt på den nordlige halvkule som har månen i øvre kulminasjon, ha større høivann enn et tilsvarende punkt på den samme breddecirkel, som har månen i nedre kulminasjon. Herav følger at de to høivann i samme døgn ikke blir like store. Vi får en daglig ulikhet, som varierer i en periode på en halv siderisk måned. På lignende måte vil alle uregelmessigheter i månens bevegelse gi anledning til tilsvarende variasjoner i tidevannet. For solens virkning gjelder nu de samme resonnementer. Solens masse er overmåte stor i forhold til månens masse, men så er til gjengjeld også dens avstand meget stor i forhold til månens avstand. Resultatet blir at solens virkning blir litt mindre enn halvparten av månens virkning. Når begge virker i samme retning, får vi springflod, og når de virker i motsatt retning, får vi nipflod. Vi får derfor to ganger spring- og to ganger nipflod i løpet av en synodisk måned.

Newtons behandling av tidevannsproblemet var dog ikke fullstendig. For det første kunde ikke kraften regnes ut nøyaktig, da månens masse på Newtons tid ikke var kjent tilstrekkelig nøyaktig. Og for det annet var de hydrodynamiske ligninger ennå ikke utviklet. Tidevannet er et dynamisk og og ikke et statisk fenomen. Det er den horisontale komponent av kraften som er av betydning, og ikke den vertikale komponent.

De hydrodynamiske ligninger blev utviklet av Euler og Lagrange.

Den første som gav en riktig behandling av tidevannsproblemet, var Laplace. Ganske visst under idealiserte forhold. Han stilte sig den oppgave å beregne tidevannsbevegelsen slik den vilde bli, dersom jorden var helt dekket av vann. Han gav en tilnærmet løsning av denne oppgave. Likeså utarbeidet han metoder til forutberegning av tidevannet. Disse metoder var lenge ibruk for de franske havner.

Den teoretiske behandling av tidevannet har i løpet av det nittende århundre gjennomgått en stor utvikling, særlig gjennom engelske forskeres arbeide. Jeg må her innskrenke mig til å nevne navn som Lord Kelvin, George Darwin og Hough. Beregningsmetoder og metoder til forutberegning av tidevannet er også særlig blitt utviklet av

englenderne. Foruten de nevnte Kelvin og Darwin, kan vi nevne fra den aller nyeste tid Dr. D o o d s o n ved Tidal Institut i Liverpool, som ved sine arbeider har lettet disse møisommelige beregninger i høi grad.

De teoretiske løsninger som man har utledet, gir alle som resultat at tidevannsstrømmen skal være helt ens fra overflaten til bunnen. Da man fikk virkelige målinger av tidevannsstrømmen, fant man at dette var langt fra tilfelle. Tidevannsstrømmen varierte tilsynelatende meget uregelmessig fra overflaten og til bunnen. For å forstå dette forhold må vi ta i betraktning at der i de før nevnte teorier var gjort et par forutsetninger, som ikke helt holder stikk. Den ene var at man kunde se bort fra den indre friksjon i vannet, og den andre var at vannets tetthet over alt var den samme. Skal man ta hensyn også til den indre friksjon og til den varierende tetthet, blir opgaven overmåte innviklet, og vi må da dele den op og undersøke innflytelsen av disse faktorer hver for sig i første tilnærmelse. Det er på dette område at en stor del av mine egne arbeider faller.

Ved utgivelsen av Newtons Principia fikk mekanikken et fast grunnlag å bygge på. De triumfer som den Newtonske mekanikk feiret på astronomiens område, bidrog meget til å sette fart i utviklingen også på andre områder av fysikken. Da geofysikken skilte sig ut fra fysikken som en egen videnskap, kunde den derfor ta med sig et solid fond av kunnskaper på de forskjellige områder som var av betydning for dens spesielle opgaver.

Fysikkens resultater kunde dog ikke alltid uten vanskeligheter overføres på de geofysiske fenomener. I særlig grad gjelder dette for de resultater, som var funnet ved den klassiske hydrodynamikk. Geofysikerne måtte derfor ta fatt på å utvikle hydrodynamikken videre, idet de tok hensyn til at luften og havet slett ikke var de ideelle væsker, som den klassiske hydrodynamikk forutsatte. Her har prof. V. B j e r k n e s gjort en stor innsats. De vanskeligheter som opstod da man skulde overføre friksjonsligningene på det geofysiske område, er ennu ikke helt overvunnet, men også her begynner vi nu å få fastere grunn under føttene.

Utforskningen av de geofysiske problemer blir nu for en stor del en oppgave for den anvendte matematikk. Men det er selvfølgelig ikke nok å være matematiker, man må også ha et inngående kjennskap til de geofysiske fenomener. Det er nemlig slik at de ligninger man kan stille op, er ofte så kompliserte at en almindelig løsning ikke er å tenke på. Man må derfor forsøke å forenkle oppgaven, og dette må gjøres på en slik måte at de trekk som er vesentlige, kommer frem, mens de som er av mindre betydning i det spesielle tilfelle, settes ut av betraktning. Jeg skal forsøke å tydeliggjøre dette ved et eksempel.

Vi ønsker å undersøke hvilken betydning det kan ha for tidevannsbevegelsen at vannet ikke er homogent.

Vi kan da uten videre sette op et sett ligninger, som må være tilfredsstillende. Det er for det første de hydrodynamiske ligninger.

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} + \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + g = 0$$

Hertil kommer den såkalte kontinuitetsligning, som uttrykker at en væskepartikkels masse ikke forandrer sig under bevegelsen.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + u \frac{\partial \rho}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial y} + w \frac{\partial \rho}{\partial z} + \rho \left(\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial z} \right) = 0$$

Foruten disse ligninger kan vi opstille visse grensebetingelser, som må være opfylt. Disse sier at hastigheten loddrett på en fast grenseflate må være null. For overflaten gjelder den betingelse at trykket der må være konstant og lik det atmosfæriske trykk. Og dessuten en kinematisk grensebetingelse som sier at hastigheten loddrett på overflaten må stemme overens med selve overflatens bevegelse.

Disse ligninger er meget generelle og gjelder for alle mulige bevegelser av vannet. Det er da klart at man ikke uten videre kan komme til et resultat bare ved disse ligninger. Vi må da spesialisere dem slik at de passer for det foreliggende problem. For å opnå dette kan vi gjøre en rekke antagelser. For det første vil vi anta at det

havområde som vi betrakter, har en særlig enkel form, f. eks. en jevn kanal av uendelig lengde. Ved oppstillingen av ligningene har vi allerede sett bort fra jordrotasjonens innflytelse, og fra den indre friksjon i vannet. Likeså har vi antatt at ingen andre krefter enn tyngden virker på vannet. Videre gjør vi nu den antagelse at vannet er usammentrykkelig. Derved deler kontinuitetsligningen sig i to deler

$$\frac{\partial \varrho}{\partial t} + u \frac{\partial \varrho}{\partial x} + v \frac{\partial \varrho}{\partial y} + w \frac{\partial \varrho}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

Vi kan nu ut fra det kjennskap vi har til denne art av bevegelse, slutte oss til at enkelte ledd i ligningene er så små at vi kan sette dem ut av betraktning. Ved å gjennomgå ligningene finner vi da at de kan reduseres til

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{\varrho} \frac{\partial p}{\partial x} = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + \frac{1}{\varrho} \frac{\partial p}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + \frac{1}{\varrho} \frac{\partial p}{\partial z} + g = 0$$

Så gjør vi den antagelse at tettheten i likevektstilstanden bare avhenger av dybden. Derved vil tetthetsligningen reduseres til

$$\frac{\partial \varrho}{\partial t} + w \frac{\partial \varrho}{\partial z} = 0$$

For nu å komme videre deler vi tettheten i to deler, en del som svarer til den tetthet vi har i likevektstilstanden, og en del som svarer til den forandring som fremkommer på grunn av at likevekten er forstyrret. På tilsvarende måte gjør vi med trykket. Vi setter

$$\varrho = \varrho_0(z) + \varrho_1, \quad p = p_0 + \int_2^h \varrho_0 dz + p_1$$

og antar videre at tilvekstene er små i forhold til de verdier som gjelder i likevektstilstanden. Da kan vi forenkle våre ligninger videre og kommer til systemet

ger. Vi får på den måte et idealisert bilde av det som foregår, og vi kan ikke vente å finne så enkle forhold i naturen. Men vi har funnet visse fundamentale egenskaper ved det fenomen som vi undersøkte, og vi kan så sammenligne det med observasjoner som er tatt under slike forhold at en sammenlikning er berettiget.

På lignende måte når vi skal undersøke f. eks. friksjonens innflytelse på tidevannsstrømmen eller på vindfordelingen over jordoverflaten. Hvis vi tok for oss det mest generelle tilfelle, vilde vi få ligninger som vi kanskje ikke var istand til å løse. Geofysikeren må da ut fra sitt spesielle kjennskap til det naturfenomen han skal undersøke, finne ut hvilke ting som er av vesentlig betydning for det foreliggende tilfelle, og så må han formulere betingelsene matematisk.

Ofte vil det vise sig at man da kommer til ligninger, som man tidligere har støtt på for et helt annet problem. At ligningene for lys- og lydbølger blir identiske i formen er kanskje ikke så rart, men to problemer som tilsynelatende er så forskjellige som varmeledning og bevegelse under hensyntagen til friksjon, viser sig i enkelte tilfeller å føre til ligninger som er helt ens i formen. F. eks. varmeledningen i havet er bestemt av en ligning av formen:

$$c \varrho \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu \frac{\partial \theta}{\partial z} \right).$$

Når vannets overflate settes i bevegelse av vinden, vil friksjonen bli den eneste bevegende kraft mellom vannlagene og man får da en ligning av formen

$$\varrho \frac{\partial u}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left(\mu_1 \frac{\partial u}{\partial z} \right)$$

Som man vil se er de to ligninger helt lik i formen. En løsning for den ene vil da lett kunne anvendes også i det annet tilfelle. Den dypere årsak til dette forhold er at den indre mekanisme som overfører varme og bevegelsesmengde og også andre egenskaper, som saltgehalt o. l. er den samme.

Betydningen av å få en matematisk løsning av en slik oppgave ligger ikke bare deri at vi kan forklare de ting som vi allerede har iaktatt, men løsningene kan også sette oss på spor etter fenomener, som vi før ikke kjente. Det må her være mig tillatt å ta et eksempel fra mitt eget arbeide.

Når lettere vann hviler ovenpå tyngre, er der en mulighet for at der kan opstå bølger på grenseflaten mellom de to vannmasser. Slike bølger kan bli meget høie på grunn av at forskjellen i tetthet mellom de to vannmasser er så liten. Det skal da forholdsvis små krefter til å sette bevegelsen igang. Det er jo nemlig slik at dersom det tyngre vann hever sig litt på ett sted, så vil det lettere vann måtte synke ned tilsvarende på et annet sted, og da forskjellen i tetthet er så liten, vil likevekten ikke bli meget forandret. Bevegelsen blir meget langsom og bølgelengden blir kort i forhold til svingetiden. Det tilfelle da de to vannmasser er skilt ved en skarp grenseflate, har lenge vært kjent og teoretisk behandlet. Men i havet er der i almindelighet ikke nogen skarp grense. Tettheten vil vokse mer eller mindre jevnt fra overflaten og nedover, inntil vi når det oftest nokså homogene bunnvann. I det eksempel jeg nettop nevnte, var oppgaven å undersøke hvorledes en slik tetthetsfordeling innvirket på tidevannsbølger. De gav oss som resultat at der kunde optre uendelig mange indre bølger med forskjellig bølgelengde. Jeg fant at betingelsen for dannelsen av slike indre bølger burde være til stede i våre fjorder.

Med støtte av Geofysisk Institutt og Norsk Varekrigsforsikrings fond fikk jeg istand undersøkelser i fjordene. Disse undersøkelser er hittil blitt utført i Herdla fjorden og i Nordfjord. Det viste sig da også at de indre tidevannsbølger fantes. I sommer fant jeg således i Nordfjord at vannlagene i 50 m dybde hevet og senket sig ca. 10 m i løpet av tidevannsperioden.

Til slutt nogen ord om forholdet mellom den anvendte matematikk slik som vi gjør bruk av den i geofysikken, og den såkalte rene matematikk.

Den rene matematikk kan vi si er kunsten for kunstens skyld. Dens oppgave er ofte å gi de rene eksistensbevis.

Når man har vist at en oppgave kan løses ved et endelig arbeide, så er fra den rene matematikers standpunkt saken å betrakte som klar. I den anvendte matematikk må man forsøke å finne en løsning, som med et overkommelig arbeide fører til et resultat. Det rene eksistensbevis er viktig nok, men man må videre forlange at løsningen er gitt i en slik form at den også egner sig til den praktiske beregning av resultatene.

Småstykker.

En sei-unge fra NW-Spitsbergen. Under „Stavangerfjord“s ophold i Magdalene-fjorden ($79^{1/2}^{\circ}$ n. br., 11° ø. lgd.), natten mellom den 29de og 30te juli 1935, fanget jeg en pelagisk unge av en torske-art i den indre del av bukten her. Det var stigende vann, og den utenfra kommende havstrøm førte også andre, pelagiske dyr (f. eks. vingesneglen *Limacina helicina*) inn i den indre bukt, der tildels avsperras fra havet utenfor ved et langt, lavt ness. Flere av disse fiske-unger var sett her, svømmende omkring enkeltvis ved slangebevegelser med halen nær vannets overflate, og med plutselige „spring“ ned mot bunnen, når man grep efter dem. De var helt gjennemsiktig i vannet (med de lyserøde gjeller og innvollene skinnende igjennem), således at kun de store, mørke øiner forådte deres tilstedeværelse.

Det eksemplar, jeg fanget, levet ca. 1 time i et glass med havvann og målte i frisk tilstand 3 cm til halefynnens spiss. Det er utvilsomt en sei (*Gadus virens*) L.-postlava, i konservert tilstand 25 mm lang; og den står imellem de to stadier (23 og 30 mm lange) beskrevne og avbildet av J. Schmidt (De atlantiske torskearters (*Gadus*-slekten's) pelagiske yngel, I. Meddel. Kommiss. Havundersøg. Serie Fiskeri, vol. I, no. 4, Kbhvn. 1905, p. 17, pl. I, figs. 17—18).

Også med hensyn til pigment, gattets beliggenhet, snutens og halefynnens form, antallet av stråler i analfynnene etc., stemmer mitt eksemplar med Schmidts beskrivelse. Det er nu i det naturhistoriske museum, Gøteborg. *Frits Johansen.*

Steindulpen i Stjørna. Her i Stjørna herred, Sør Trøndelag, var steindulpen, her kalt „steisjit“ og „sesselsjit“, *Saxicola oenathe*, meget almindelig før. Det var ikke vanskelig å se den sitte på et stengjerde eller større sten vippende med stjerten. Nu later det til at den er helt forsvunnet. Siste og eneste gang jeg så den det år var den 4. mai 1933, ikke siden. Nogen utryddelse i nogen form er det neppe tale om.

Edv. Hov. Stallvik.

Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved *B. J. Birkeland*, meteorolog ved Det meteorologiske institutt).

April 1936.

Stasjoner	Temperatur						Nedbør				
	Middel	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C	° C	° C		° C		mm	mm	%	mm	
Bodø	1.7	0.0	10	26	— 10	4	51	+ 4	+ 9	12	9
Tr.heim	2.8	— 0.7	14	27	— 5	3	62	+ 17	+ 38	11	19
Bergen (Fredriks- berg)	4.9	— 0.4	13	28	— 2	3	68	— 27	— 28	10	6
Oksøy ...	4.0	— 0.4	12	30	— 2	6	48	0	0	15	19
Dalen ...	3.2	— 1.0	13	30	— 5	5	57	+ 9	+ 19	17	19
Oslo	4.4	— 0.3	15	8	— 4	5	45	+ 6	+ 15	22	19
Lille- hammer	1.6	— 1.2	12	29	— 10	5	47	+ 13	+ 38	25	19
Dovre ..	— 0.5	— 0.5	10	30	— 10	22	31	+ 18	+ 138	12	19

Mai 1936.

	° C	° C	° C		° C		mm	mm	%	mm	
Bodø	8.8	+ 3.2	20	18	— 0	23	36	— 33	— 48	9	27
Tr.heim	9.8	+ 2.1	22	16	0	30	13	— 26	— 67	6	20
Bergen... (Fredriks- berg)	11.8	+ 2.8	23	24	3	3	9	— 96	— 91	4	31
Oksøy ...	11.0	+ 2.0	18	27	4	3	14	— 38	— 73	6	30
Dalen	10.6	+ 1.2	22	26	1	7	5	— 55	— 92	3	5
Oslo	12.6	+ 2.1	25	25	3	30	16	— 29	— 64	12	30
Lille- hammer	9.6	+ 1.1	24	26	— 1	24	3	— 47	— 94	1	5
Dovre....	6.5	+ 1.3	21	25	— 4	1	3	— 23	— 88	2	30

Nedbørhøiden for Bergen og Dalen er enestående lav.

Juni 1936.

	° C	° C	° C		° C		mm	mm	%	mm	
Bodø	11.4	+ 1.5	26	13	3	5	67	+ 2	+ 3	14	27
Tr.heim	14.0	+ 2.0	27	21	4	4	19	— 24	— 56	6	1
Bergen... (Fredriks- berg)	14.3	+ 1.8	30	22	5	1	48	— 41	— 46	21	15
Oksøy ...	15.1	+ 1.7	25	24	5	2	24	— 17	— 41	15	15
Dalen	15.8	+ 1.4	28	26	2	2	40	— 18	— 31	17	15
Oslo	17.6	+ 2.0	30	22	4	2	43	— 9	— 17	16	25
Lille- hammer	15.2	+ 1.4	28	26	— 0	2	43	— 5	— 10	10	15
Dovre ..	12.5	+ 2.1	26	21	— 2	2	41	+ 7	+ 21	15	11

Nye bøker og avhandlinger.

Til redaksjonen er innsendt:

- Nytt Magasin for Naturvidenskapene. Bd. 75, omfattende 13 avhandlinger. 293 s. med ill. Oslo 1936. (A. W. Brøgers Boktrykkeris Forlag).
- H. G. Wells: Livets Vidundere. Norsk utgave ved professor Birger Bergersen og cand real. Mia Økland. H. 16, 17, 18. (Gyldendal Norsk Forlag).
- Svenska Linné-Sällskapets Årsskrift. Årg. XIX 1936. 153 s. med ill. Uppsala 1936. (Almqvist & Wiksells Boktryckeri A/B).
- Arne Bugge: Kongsberg-Bamble Formasjonen. Norges Geologiske Undersøkelse. Nr. 146. Med tekstfig. og English Summary. Oslo 1936. (I kommisjon hos H. Aschehoug & Co.).
- Science Progress. A quarterly review of scientific thought, work & affairs. Vol. XXXI, no. 121. July 1936. London. (Edward Arnold & Co.).
- Fiskeriene 1933. Offentlige foranstaltninger i fiskeribedriftens interesse. Årsberetning vedkommende Norges Fiskerier 1933. nr. 1. Utgitt av Fiskeridirektøren. Bergen 1936. (A/S John Griegs Boktrykkeri).
- Statens Fiskeriforsøksstasjons virksomhet 1934. Ved styrer Olav Notevarp. Årsberetning vedkommende Norges Fiskerier 1934, nr. 3. Utgitt av Fiskeridirektøren. Bergen 1936. (A/S John Griegs Boktrykkeri).
-

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 spørsmålslistor til utfyllning sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjelvsstasjon, hvortil de utfylte spørsmålslistor også bedes sendt.

Bergens Museums jordskjelvsstasjon i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

Nedbøriakttagelser i Norge,

årgang XXXX, 1934, 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.