



# NATUREN

**ILLUSTRERT MAANEDSSKRIFT FOR  
POPULÆR NATURVIDENSKAP**

utgit av Bergens Museum,

redigert av dr. phil. Torbjørn Gaarder

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

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 10

50de aargang - 1926

Oktober

## INDHOLD

BJØRN HELLAND-HANSEN: Arne Tveten.....	289
HJ. BROCH: Nogen biogeografiske problemer.....	291
OLAF VALEUR: Relativitetsteorien og dens betydning for vor verdens- opfatning.....	304
SMAASTYKKER: Olaf Hanssen: Store Hagtorn-vokstrar. — G. R. M.: Støren har hækket to ganger i sommer. — Kr. Irgens: Temperatur og nedbør i Norge.....	318

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt

Kommissionær  
John Grieg  
Bergen

Pris 10 kr. pr. aar frit tilsendt

Kommissionær  
Lehmann & Stage  
Kjøbenhavn





# NATUREN

begyndte med januar 1926 sin 50de aargang (5te rækkes 10de aargang) og har saaledes naadd en alder som intet andet populært naturvidenskabelig tidsskrift i de nordiske lande.

## NATUREN

bringer hver maaned et *rikt og alsidig læsestof*, hentet fra alle naturvidenskabenes fagomraader. De fleste artikler er rikt illustrert. Tidsskriftet vil til enhver tid søke at holde sin læsekreds underrettet om *naturvidenskabenes vigtigere fremskridt* og vil desuten efter evne bidra til at utbrede en større kundskap om og en bedre forstaaelse av *vort fædrelands rike og avvekslende natur*.

## NATUREN

har til fremme av sin opgave sikret sig bistand av *talrike ansete medarbeidere* i de forskjellige deler av landet og bringer desuten jevnlig oversættelser og bearbejdelser efter de bedste utenlandske kilder.

## NATUREN

har i en række av aar, som en anerkjendelse av sit almennyttige formaal, mottat et aarlig statsbidrag som for dette budgetaar er bevilget med kr. 1600.

## NATUREN

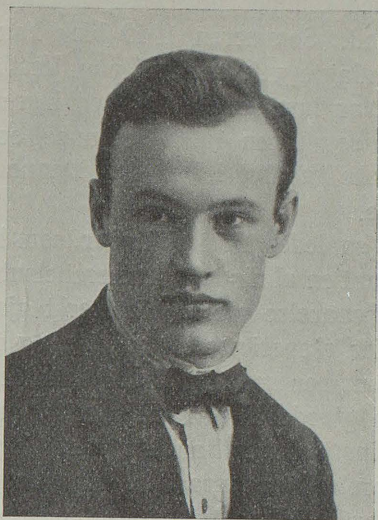
burde kunne faa en endnu langt større utbredelse, end det hittil har hat. Der kræves *ingen særlige naturvidenskabelige forkundskaper* for at kunne læse dets artikler med fuldt utbytte. *Statsunderstøttede folkebiblioteker og skoleboksamlinger faar tidsskriftet for under haly pris (kr. 4.00 aarlig, frit tilsendt)*. Ethvert bibliotek, selv det mindste, burde kunne avse dette beløp til naturvidenskabelig læsestof.

## NATUREN

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

---





## Arne Tveten.

Av Bjørn Helland-Hansen.

Naturvidenskapen i Norge mistet en ivrig og begavet dyrker da Arne Tveten døde den 29de juli iaar. Han blev bare 29 aar gammel. De som kom i berøring med ham under hans virke i de forskjellige landsdele — og blandt dem er mange av »Naturen«s læsere — vil nu med vemod mindes hans entusiasme i arbeidet, hans opofrende hjælpsomhet og hans elskverdige væsen.

Arne Tveten var først og fremst eksperimental-fysiker. Allerede mens han gik paa skolen drev han undersøkelser paa egen haand. Før han tok artium skrev han en avhandling om krystaldannelser i et magnetfelt og fik den trykt i det høit anseede fagtidsskrift »Annalen der Physik.« Det var et særdeles lovende arbeide paa omraader som da var nye. Professor Kr. Birkeland næret megen interesse for den pur unge fysiker og stimulerte ham. Straks han var færdig med artium i 1917 blev han ansat som assistent ved de arbeider som skulde gjøres for at utvikle et stormvarslingssystem for



Nord-Norge, blev saa aaret efter bestyrer ved det av Birkeland grundlagte høifjeldsobservatorium paa Haldde i Finmarken. Tveten var dermed kommet ind i geofysikken, hvor han siden hadde sit virkefelt. Sommeren 1919 blev han assistent ved den netop grundlagte veirvarsling paa Vestlandet, og den følgende vinter var han meteorolog ved hærens flyvevæsens skoler indtil han sommeren 1920 blev ansat som amanuensis ved Det geofysiske Institut i Bergen. Denne stilling hadde han til han døde.

Tveten kom saaledes ind i stillinger, som krævet hans tid før han hadde faat en almindelig universitetsutdannelse. Men hans naturlige begavelse gjorde sig sterkt gjældende. Hans sjeldne anlæg for eksperimentelt arbeide og for instrumentkonstruktioner sammen med en levende fantasi og en sprudlende iderigdom gjorde at han fik utrettet meget og dygtig arbeide ved de institutioner han har været knyttet til, og det paa en række forskjellige omraader. Han hadde en frisk originalitet som gjorde at han kunde slaa ind paa nye veier ogsaa ved behandlingen av gamle spørsmal, og som ofte var til hjælp ved løsning av de vanskeligheter som meldte sig. Professor Bjerknes har fremholdt den nytte, han hadde av ham da der skulde grundlægges en veirvarsling paa Vestlandet og der maatte improviseres i et primitivt verksted hvad der skulde til av instrumenter, eller naar instrumentene skulde opsættes paa de nyoprettede stationer og de helt ukyndige stationsforstandere ute i landdistriktene instrueres i instrumentenes bruk og lære at gjøre de meteorologiske observationer. Tveten arbeidet ogsaa med en del spesialproblemer, hvor hans fortsatte arbeide sandsynligvis kunde ha ført til meget betydningsfulde resultater. Han holdt saaledes paa med nye metoder til studium av regndraapene, særlig ved en mikroanalytisk bestemmelse av de uendelig smaa mængder fast stof som hver draape indeholder. Han deltok i de bræundersøkelser som har været utført i Jotunheimen av dr. Ahlmann i samarbeide med Det geofysiske Institut. Han kom da til nogen vigtige resultater med hensyn til forskjellige omdannelser i snemasene, og gjorde interessante iagttagelser med nykonstruerte instrumenter. I den senere tid kom hans evner til stor nytte, da det gjaldt at utvikle til den høieste fuldkommenhet de



merkelige av C. A. og V. Bjerknes konstruerte hydrodynamiske instrumenter. Da jordskjælvstationen trængte en fysiker til hjelp ved indreguleringen av nye instrumenter, henvendte man sig til Tveten, som utførte arbeidet meget omhyggelig. Herunder kom han ogsaa ind paa de praktiske sider av jordskjælvforskningen, og han etterlater sig et sæt, desværre ikke helt færdigkonstruerte instrumenter, beregnet paa at opfange kunstige detonationssvingninger i jorden, til bruk ved arbeidet med at utforske jordskorpens sammensætning. I det hele tatt blev hans raad og hjelp ofte søkt av videnskapsmænd, saavel som av ingeniører og repræsentanter for praktiske bedrifter, og det er mange som staar i taknemmelighetsgjæld til ham.

Tveten rak desværre ikke at faa utgit saa meget som det var ønskelig om sine arbeidsresultater. Men hans arbeider har ikke været forgjæves; de vil direkte og indirekte komme den videre forskning til gode.

---

## Nogen biogeografiske problemer.

Av dr. Hj. Broch.

### I.

Den dyregeografiske forskning som den almindeligst opfattes her hos os, hører i virkeligheten hjemme i den del av den biogeografiske videnskap som man rigtigst betegner som *den faunistiske forskning* («faunistikken») — dyrenes topografiske optræden og avhengighet av de elementære fysiske betingelser. Paa landjorden søkes utbredelsesforholdene oftest bragt ind under vinkel av visse temperaturlinjer (f. eks. laveste vintertemperatur, marsisoterm o. s. v.) eller av fugtighetsforhold, m. a. o. av klimatologiske faktorer. I havet har man i faunistisk regulerende retning tildelt saltholdighetsgrader og temperaturlinjer samme dominerende stilling.

Paa den anden side har den faunistisk-geografiske forskningsretning ogsaa en utpræget historisk nerve, idet nutidens forhold sees som produkt av en historisk-geologisk utvikling,



og det er ut fra historisk-klimatologisk grundlag at man f. eks. snakker om relikter (etterleverer) og indvandrere.

Den faunistiske biogeografiretning er den ældste gren av dyregeografien, men pløies ogsaa med fuld ret den dag idag. Det er endnu mangt og meget som venter paa sin opklaring her baade av større og mindre problemer. Ikke saa at forstå at de faunistiske lister og opramsinger, vi finder saa mange steder i tidsskriftene maa opfattes som »dyrgeografi«; de danner bare byggestener ved problemstudiene, forutsat da at artsbestemmelsene ogsaa er fuldt paalidelige. Men det har været en sørgelig almindelig feil at »systematikken« eller, for ikke at bruke denne betegnelsen misvisende, at artsidentifikasjonene er blit utført med sørgelig liten omhyggelighet, og mange av de listene som er blit offentliggjort, har derfor bragt feil og forvirring istedetfor at tjene som sikre grundstener ved det videre bygningsarbeide. De senere aars kritiske revisioner av artene paa bredt grundlag har ofte bragt for dagen elementære feil i tidligere lister, og det indsees nu stadig sterkere at artskjendskap er specialopgaver, at ikke hver zoolog kan gi sig av med at bestemme arter fra alle mulige dyregrupper. Det kræves lange tiders samvittighetsfuldt arbeide og omhyggelig øvelse om en med sikkerhet skal kunne identifisere alle arter inden endog temmelig snevre dyregrupper. De vanskelige former eller de saakaldte »kritiske arter« maa man overlate til rene specialister om feil skal undgaes.

Det vil være bedst at gi et eksempel for at paastanden ikke skal staa uklar og svævende, og jeg vælger det fra vore egne havomraaders dyreverden. — Ved vore kyster finder vi mangesteds en litt dypereboende, mangeplatet »langhals« *Scalpellum Stroemii* som først blev beskrevet av presten Hans Strøm uten at han ga den gyldig navn, men som senere blev opkaldt efter ham av Michael Sars. Denne arten er rent boreal, d. v. s. den hører hjemme i vore kystfarvand, paa de nordre Nordsjøeggene, rundt Færøene, op til Island, i varmere grønlandske farvand og paa Nyfundlands-bankene. Men saa melder den svenske zoolog Stuxberg fra »Vega«-ekspeditionen at den lever i Karahavet og i sibiriske ishavet ved Tajmyr. Disse data er ikke forenelige med en karakteristik av arten som »boreal«; var de korrekte,



maatte den ogsaa være arktisk — eller hvordan skulde man forklare fænomenet? Hvorfor er arten ikke fundet ved Spitsbergen eller i Barentshavet? I sidstnævnte havomraade nævnes den vistnok av v. Marenzeller fra den østerrikske polarekspedition; men G. O. Sars har alt meget tidlig paapekt at v. Marenzellers eksemplarer tilhører en nærstaaende art *Scalpellum nymphocola* (eller *S. angustum* som han kaldte den). — Heldigvis opbevares ekspeditionenes materialer i de zoologiske museer saa kommende slegter har anledning til igjen at studere de enkelte eksemplarer, om det maatte være ønskelig. Den svenske forsker C. W. S. Aurivillius undersøkte Stuxbergs »*Scalpellum Stroemii*« fra Karahavet og fandt at de dels tilhørte den arktiske *Sc. nymphocola*, dels en anden høiarktisk art *Sc. cornutum* som G. O. Sars hadde beskrevet efter eksemplarer som paa Nordhavsekspeditionen blev fundet i de iskolde vandlag. Men fremdeles stod det gaatefulde fund ved Tajmyr uantastet i litteraturen. En revision av disse eksemplarer har da ganske nylig bragt for dagen at det ogsaa her forelaa en forveksling; det var igjen den høiarktiske art *Scalpellum nymphocola*, og dermed er alt som var gaatefuldt i *Scalpellum Strömii* geografiske data tilsidst ryddet helt bort. Men i et halvt aarhundrede bragte disse feilangivelser forvirring ind i de faunistisk-geografiske data og slutninger, og dog maa vi betænke at hverken v. Marenzeller eller Stuxberg i almindelighet var daarlige artkjendere. Forvekslingene lar sig meget let forklare, baade fordi de nævnte forskere ikke var specielle kjendere inden cirripediens ubehagelige grupper, og fordi artsstudiene først i de seneste aartier er blit underkastet den nødvendig indgaaende kritik.

I det omtalte tilfælde var det let at revidere bestemmelsene, da materialet forelaa i et velordnet museum. Men ofte kan forholdene ligge ganske anderledes vanskelig an i saa maate. For det første er det ikke altid at museenes videnskabelige samlinger er saa vel ordnet og katalogisert at man uten vanskelighet kan finde netop de specielle eksemplarene, det gjælder, blandt de mangfoldige glas som hoper sig op ned gjennom tidene; og for det andet har vi eksempler paa at etiketter kan være borte — kanske er de bleknet av ælde



og ikke fornyet i tide, kanskje er de uten videre blitt kastet bort og erstattet med nye »korrekte« navnelapper av nybestemmende, museumsmæssig uskolerte »Bessermachere«. Det er absolut nødvendig at den som reviderer, efterlater sig et »visitkort« i glasset (ialfald om revisionen nævnes i en publikation) og endnu mere at de gamle etiketter pietetsfuldt opbevares eller skrives av, grundregler som det desværre er blitt syndet mot paa flere steder i den museale verden.

Men tilbake til biogeografien! Vi saa altsaa her et eksempel paa hvor uomgjængelig nødvendig den sikre, kritiske artsbestemmelse er, hvis den skal kunne tjene som grundlag for dyregeografiske slutningsrækker.

Nu er det ganske visst saa at faunaen, stort set, er avhængig av elementært fysikalske forhold og grænselinjer. Men man maa altid holde sig for øie at disse forhold likevel ikke er nogen absolut tvangstroie, men at det bestaar et kampforhold mellem organismene og det omgivende medium. Dette gjør at grænsene ikke er absolutte; vi maa i virkeligheten ogsaa regne med flere faktorer end de kjendte elementære, noget vi litt senere skal komme tilbake til.

Indledningsvis blev det nævnt at den gjængse opfatning av dyregeografien er den historisk-klimatologiske faunistik. Dermed er det ogsaa sagt at biogeografien har andre grener at opvise. I den senere tid er det da særlig én anden gren som er kommet frem i forreste række, nemlig *den økologiske dyregeografi*. Botanikerne har i længere tid drevet paa med denne biogeografiske forskning, men først i det sidste har den vundet frem i forgrunden i dyregeografien. Vi kan kort definere den som organismenes forhold til miljøet og til hverandre. — Hver bestemte »formation« har sit særegne dyresamfund, noget som ofte kan bringe forvirring ind i den faunistiske forsknings elementære studier. Ørken- og steppeforhold betinger bestemte karakteristiske samfund, fjeldet andre o. s. v. Kanske kommer meget av dette klarere frem i den marine biogeografi; under ellers ensartede fysikalske betingelser ser vi hvordan f. eks. bundforholdene betinger helt forskjelligartede dyresamfund. Fjeldbunden har sin fauna, bløtbunden en anden, sandbundens dyreverden er en ganske



anden end mudderbundens, bakevjene har andre dyr end de fremspringende nes o. s. v.

For igjen at ta et talende eksempel: I Trondhjemsfjorden finder vi paa et litet omraade som f. eks. omkring Røberg ved jevn dybde tre ganske karakterforskjellige dyresamfund. Paa de strømhaarde fremspringende fjeldsider i 2—400 meters dyp fængsles man av de rike koralforekomster (*Lophohelia*, sjøtrær o. s. v.) med de dertil knyttede dyreformer som overrasker forskeren ved sin yppighet og pragt. I bakevjene er korallene borte og faunaen prægtes av kiselsvampene som her dominerer alt andet, og kommer skrapen ut paa bløt bund er begge disse faunaer borte — særegne muslinger, irregulære kraakeboller og bestemte slangestjernearter dominerer assistert av enkelte sjøfjær. Kort sagt, hver bundtype, hver »fascies« har sit eiendommelige dyreliv at fremvise, trods baade saltholdighet og temperatur kan være ens. Dertil viser ofte den enkelte bundtypes forskjellige arter eiendommelige avhengighetsforhold i gjensidige tilpasninger til hverandre. Alt dette er det da som danner det centrale i den økologiske dyregeografi.

Men endnu ligger en tredie retning og venter paa at komme frem til sin fulde ret. Dens rot er at søke i det kampforhold som vi streifet ind paa tidligere, dette at det bestaar en evig kamp mellom organismene og mediet, at organismene ikke i alle sine utviklingsstadier er like ømfindtlige overfor de enkelte ytre faktorerers indvirkning — problemet omkring grænsekampene. Man har ikke fundet det snevre uttryk som skulde kunne karakterisere denne tredie hovedgren av biogeografien som vi nærmest her kan betegne som *biogeografien med organismen selv som utgangspunkt*. Den danske zoolog R. Spärck har nylig brukt betegnelsen »fysiologisk dyregeografi«, men den kan ikke sies at dække retningen helt.

Det som det her gjælder at utforske, er organismens forhold til omgivelsene i alle dens utviklingsstadier. En dyreart er ikke altid like ømfindlig overfor ytre indvirkninger. Hos nogen er larvestadiene mere elastiske end voksne individer, hos andre kan det være omvendt, nogen kræver ganske spesielle forhold for at kunne gaa fra et stadium over i et andet, andre synes likegyldige overfor de ytre livsvilkaar



under sine forvandlinger, men er ømfindtlige straks efter o. s. v. Og her ligger et utstrakt forskningsfelt aapent; ikke et direkte geografisk problem, men en rent alment biologisk problemrække hvis besvarelse vil være av fundamental betydning for den dypere forstaaelse av de intime biogeografiske foreteelser.

## II.

En kunde si at dyregeografene er begyndt bakvendt, siden de først og fremst har søkt efter de store, faunistisk-topografiske hovedtræk istedetfor at begynde med detaljene, med studiet av den enkelte art under hele dens livskredsløp. Men det er ganske naturlig. Det er menneskets evindelige trang til generalisering, til let overskuelige— ofte overfladiske — resultater som først melder sig; indvendingene, den kritiske undersøkelse av »undtagelser« og enkeltheter kommer først noget senere paa tapetet.

Dette viser sig ganske klart naar vi ser historisk paa det saakaldte »bipolaritetsfænomen«. Zoologene blev alt ganske tidlig i havforskningens tid slaat av den eiendommelige likhet mellem dyreverdenene i havegnene i de to polaromraader, i Arktis og i Antarktis, og til det nærmere studium av dette forhold knytter sig blandt andre navner som C. Chun og Georg Pfeffer. Det blev til en begyndelse fundet og opført en lang række »bipolare« arter og slegter; men tidens tand har tæret godt paa tallet, saa det nu er blit betragtelig reducert. Men endnu er saa mange eksempler tilstede at fænomenet er der og det gir os meget at studere paa. — Det er flere teorier om aarsaken til bipolaritetsfænomenet. En av dem er at det eksisterer en forbindelse mellom de bipolare, grundere forekomstomraader gjennom dyphavene, en ide som har vist sig at ha adskillig berettigelse i og for sig; men det er den hake ved den i foreliggende tilfælde at da er arten ikke bipolar — den faar en kontinuerlig, en sammenhengende utbredelse selv om individtallet i tropehavens dyp er meget sterkt nedsat. Og bipolaritetsfænomenet innebærer netop i sig en diskontinuitet, et brudd i utbredelsen slik at de »bipolare« individansamlinger er helt isolert fra hverandre; da først er det, vi kan snakke om bipolaritetsfænomenet som et biogeografisk problem.



Vi skal igjen ta et konkret eksempel. En av vore havets almindeligste større arter av rur («vinkende engler») *Balanus balanus*, en nær slegtning av den almindelige strandruren lever i masser i Nordishavet og nedover gjennom de boreale farvander, men stanser op inden den naar grænsen for de subtropiske havomraader. Arten gaar ikke dypt ned gjennom vandlagene, høist ned til omtrent 300 m. og det bare i mindre tal. Den findes ikke i de varmere havets dyplag. Men saa dukker typiske *Balanus balanus* igjen op ved Ushuaia i Beagle-kanalen ved Amerikas sydspids og skal ogsaa være tat ved Campbell-øen syd for Ny Zeeland. *Balanus balanus* er m. a. o. en typisk »bipolar« optrædende art, det eneste eksempel som er kjendt inden Cirripediernes avvikende krebsdyrgruppe. Hvordan kan den ha faat denne eiendommelige diskontinuerlige utbredelse?

Flere forskere har hævdet (og hævder) at de bipolare artene skal være relikter fra juratidens hav. Georg Pfeffer antok at havene paa den tid maa ha været varme og med temmelig ensartede temperaturer; men likevel hævdet han at gjenleverne optrær som bipolare arter. Vor landsmand O. Nordgaard er mere tilbøielig til at anta at havenes forhold i den tid hadde sterkere tilsnit av ishavernes nutidige fysikalske karakter og dette vilde selvsagt gjøre det lettere at se paa bipolariteten som et typisk reliktfænomen. Men naar vi skal anvende relikthypotesen paa *Balanus balanus* støter vi paa en stor vanskelighet: slegten *Balanus* er overhodet ikke fundet tidligere end i tertiærtiden, og saa kraftige skeletter det her er tale om maatte ha efterlatt sig spor ogsaa i ældre avleiringer.

En anden teori finder sterk støtte i studiene over hydroidernes lavtstaaende og forholdsvis enkelt organiserte grupper; den gaar ut paa at de bipolare artene er opstaat som variantgrupper som saa at si er utkrySTALLISERET parallelt i begge kolde zoner takket være fysikalsk ensartede forholdsindvirkninger paa kosmopolitisk forekommende arter (morarter) med uttalt tendens til variation — en teori som ikke akcepteres av arvelighetsforskerne uten videre. Men ogsaa om vi gaar ut fra denne hypotesen møtes vi av vanskelighetene hos



*Balanus balanus*; vi kan ialfald nu for tiden ikke tænke os, hvilken anden art skulde kunne være dens morart.

I det hele tat maa det indrømmes at bipolaritetsfænomenet er et av biogeografiens vanskeligste problemer og at det for tiden synes at være liten utsigt til at det skal kunne gives en tilfredsstillende forklaring for det.

Da er vi ganske anderledes heldig stillet overfor andre av disse saakaldte »*diskontinuitetsfænomener*« slik som f. eks. at enkelte boreale eller sydlig boreale arter nu for tiden lever baade i det nordlige Atlanterhav og det nordlige Stillehav, mens de hverken formaar at leve i arktiske eller i varme havstrøk. Her faar vi et fingerpek av geologien. I — geologisk set — forholdsvis nær fortid har det været varmere langs nordpartiene av »den gamle verden« og vi maa anta at slike sirkumterrester-boreale arter av havdyr som f. eks. vor almindelige strandrur *Balanus balanoides* i den tid har hat en sammenhengende utbredelse langs hele Sibirias nordkyst. Her synes altsaa geologien og dyregeografien at støtte hverandre gjensidig.

Noget anderledes stiller forholdene sig omkring Panama. Flere geografisk endog snevert avgrænsede arter lever paa begge sidene av Mellem-Amerika; saa sterkt tilpasset de er til spesielle fysikalske forhold kan de ikke tænkes at ha gjort veien søndenom Amerika og endnu mindre nordenom, og vi nødes da til at anta at det har været aapen havforbindelse tvert over Mellem-Amerika en eller flere ganger i fortiden. Det findes en eller etpar dyregeografer som ikke vil akseptere dette; men deres motbeviser er overordentlig magre og litet overbevisende.

En række av de interessanteste fænomener og problemer i biogeografien grupperer sig omkring A. Wegeners revolutionerende »forskyvningsteori« som hævder at Atlanterhavet er opstaat som en sprække i en vældig samlet landmasse (kontinentalblokken) i jordens middelalder. Men en fremstilling av denne hypotese og de fænomener i dyregeografien som grupperer sig om den, vilde kræve for bred plads i en knap omtale av enkelte springende punkter i dyregeografien som den, som skal gives her.



### III.

*Reliktspørsmålene* har inntatt en bred plass i den biogeografiske forskning siden Michael Sars's dager. Det har i havet mest vært »glacialreliktene« som har vært på tapetet, dette eiendommelige fænomen at f. eks. ishavsformer kan påtreffes i isolerte stammer i flere av våre sydlige fjorder. Disse stammene tydes som rester av en sammenhengende ishavsfauna som befolket alle våre kystfarvande i istiden, rester som har klart at vænne sig til de ændrede forhold i enkelte indelukkede farvande. For flere arters vedkommende gir forekomsten av hvilestadier holdepunkter for en forklaring. I den varme årstid kan arten tilsynelatende helt være borte; men i virkeligheten er hvilestadiene der og blomstrer op igjen, naar vinterlige temperaturer i vandet gjør kaarene gunstige. Men vi har ogsaa arter som omvendt overvintrer i hvilestadiet og blomstrer op i vandmassenes sommertid — er de relikter fra varmere perioder, eller er de forposter for varmekjære indvandrerskarer?

Men hos mange av reliktenes maa vi se bort fra hvilestadiene og deres biologiske betydning som forklarende moment av den enkle årsak at de mangler. Og da kommer vi ofte i knipe. Men samtidig kommer vi ind i en hel fænomenrække som endnu staar som et helt åpent problem. Man kunde være tilbøielig til at nævne mange av dem som »pollfænomener«, men betegnelsen dækker ikke alt. Vi skal igjen ta vor tilflugt til et eksempel; denne gang henter vi det fra manetenes estetisk tiltalende grupper.

Mellem 250 og 2000 meters dyp lever de vakre »dyp-havsmanetene« *Atolla Bairdii* og *Periphylla hyacinthina* side om side i de store verdenshavene. De trenger ogsaa ind i Nordhavet og det er ikke noget iveien for at begge artene kunde trænge ind i f. eks. Sognefjorden. Her mangler *Atolla*, mens paa den anden side *Periphylla* optrær i slike mængder i Sognefjordens dyp som den aldrig er blit fundet ute i åpent hav. Og her staar vi overfor et forhold som vi ikke kan forklare os endnu; det er »de sekundære centrers« problem. Det findes tydelig andre faktorer i havet end temperatur og salt-holdighet som er av fundamental betydning for organismenes liv — men hvilke? Hvilke faktorer hindrer utviklingen av den



ene art og potenserer den andres livsvilkaar slik som her i Sognefjorden, trods artenes biologiske krav efter deres optræden ellers temmelig nær synes at være identiske?

Her ledes vi da igjen over i det store generelle problem om aarsakene til de enorme *svingninger i faunaforholdene* hvor utforskningen alt længe har staat paa dagsordenen. Vi kjender forlængst fænomenet fra landjordens dyreverden om vi tænker paa forhold som insektenes flyveaar, lemenflom og andre lignende foretelser. I havet har professor J o h a n H j o r t pekt paa deres enorme betydning for de store fiskerier og andre har henledet opmerksomheten paa lignende store svingninger i faunaen baade for planktonets og for bundorganismenes vedkommende. Det er bare én ting, vi endnu er helt i vildrede om, nemlig aarsakene. Man kunde naturligvis slaa det hele bort med en frase om gode yngleaar, om epidemier og vandringer. Men dette er bare stener for brød — de inderste aarsakene selv, hvorfor det er gode yngleaar, hvorfor epidemiene har kunnet opnaa en øket virkeevne eller hvorfor dyrene har git sig paa vandring, kjender vi ikke til. Her staar vi som sagt helt famlende endnu.

Synkrone eller samtidige svingninger kjender vi f. eks. fra landjorden hvor museaar og rovfugleaar falder sammen. Vi har her eksempler paa at museaaret har vist sig i enkelte landsdeler, rovfugleaaret i andre; det synes med andre ord at være fælles aarsaker, mens det ene ikke er avhængig av det andet fænomen. Vi vet at rovdirene alene ikke formaar at dæmme op for museflommen; det maa farsotter til for at gjøre ende paa den. Men paa den anden side ser det mest ut til at rovdirenes økede forplantning igjen ophører, naar museflommen er overvundet av farsottene, og her er det muligens et aarsaksforhold tilstede. Vi kan peke paa enkelte slike aarsaksforhold. Jeg skal bare nævne her at et kolossalt yngleaar for korstroid ved Drøbak for nogen aar siden desimerte blaaskjælbestanden der, saa den i løpet av én høst gik over fra at være abnormt rik til at bli ganske minimal i fjordavsnittet. Men hvad som var den dypere aarsak til den enorme økning av korstroidbestanden, vet vi ikke, og heller ikke vet vi hvorfor blaaskjællene var blit saa enormt talrike netop i forveien. Her stod vi ikke overfor synkrone svingninger;



vi kunde snarere snakke om alternerende svingninger, men vi maa da ta det forbehold at alterneringen ikke indskrænker sig til et par arter, men ofte dannes av hele rækker av arter og strækker sig over længere tidsrum.

Selv om nu svingningene paa sæt og vis kan gripe ind i hverandre, er de kanske oftest uafhængige av hverandre og danner følgevirkninger av ukjendte fællesaarsaker. Det er da en av den økologiske biogeografiske forsknings hovedopgaver at studere disse svingninger som ytrer sig baade topografisk og kvantitativt. De kan ofte vise sig paa den maaten at en art et aar er et dominerende faunaelement i et omraade for saa i en følgende aarrække helt eller næsten helt at mangle der. Ofte ytrer svingningene sig da ogsaa som slike vandringer som før er berørt. Begge deler maa selvfølgelig tilskrives ytre aarsaker, enten i form av fysikalske eller kemiske ændringer i miljøforholdene, eller sjeldnere i form av dyre- eller plantearters indgripen.

#### IV.

De topografiske eller horisontale svingninger i faunaen er naturligvis oftest og sterkest knyttet til artomraadets grænsedistrikter. Forstaaelsen av den specielle artsbiologiske betydning for biogeografien faar man i det hele tat klarest ved *studiet av grænseomraadene*. Men det nytter ikke da bare at trække de store hovedlinjer for de faunistisk-geografiske hovedgruppene. Nogen dypere forstaaelse av den biogeografiske forskning faar en ikke, om en f. eks. hører at 0° isoterme i Nordhavet danner grænseskillet mellem det boreale og det arktiske faunaomraade, at de laveste vinter-temperaturer er avgjørende for visse dyregruppers utbredelse i Skandinavien — det er som at stanse et lands geografiske utforskning naar triangelnet er tegnet ind paa maalebordet eller knapt nok det; vi faar ingen forstaaelse av landskapets topografiske detaljer eller fysiske naturforhold paa grundlag bare av et triangelnet.

De svingninger som grupperer sig om et stort faunaomraades hovedgrænser viser, hvor høist forskjellig selv morfologisk meget nærstaaende arters biologi kan være og



hvordan dette sætter sit karakteristiske præg paa de geografiske enkeltheter. Det kan ha sin betydning at belyse dette ved nogen eksempler og bedst egnet hertil er her slike dyreformer som viser forskjellige biologiske træk som larver (unger) og som voksne. I saa maate er cirripediene utmerket. De er uten undtagelse fastsittende former som voksne, mens larvene i almindelighet i kortere eller længere tid fører et fritlevende pelagisk levesæt. Dertil har vi her arter som som voksne bare sitter fæstet paa bunden eller paa fastvoksede bundorganismer, mens andre udelukkende findes fæstet paa drivende gjenstander som passivt pelagiske organismer.

Mange vilde vente at en arts larver og voksne individer skulde vise samme geografiske utbredelse. Men dette er slet ikke tilfælde; vi kan eksempelvis peke paa den merkelige »actinotrocha«-larveform som om høsten optrær skarevis i vor vestlige skjærgaard, mens dens voksne form *Phoronis* aldrig er fundet i norske farvand. Sandsynligvis vil mange av pighudene vise et lignende forhold likesom mange av cirripediene utvilsomt gjør det. Men naar vi tar de passivt planktoniske andeskjæl, vore aarvisse gjester blandt *Lepas*-artene, saa er igjen forholdet snudd paa hodet, idet voksne *Lepas fascicularis* og *Lepas anatifera* tydelig trønger meget længere frem i vore nordiske havomraader end larvene; det er tydelig at det voksne individ i fastheftet tilstand er meget mere hærdig overfor ugunstige fysikalske kaar end de pelagiske larvestadiene og det er likesaa tydelig at de fysisk-kemiske forhold i vore have paa en eller anden maate sætter en stopper for den embryonale eller (og) den larvale utvikling selv hvor de voksne individer tilsynelatende trives meget godt.

Paa den anden side er de to nævnte arter meget interessante derved at de viser nærstaaende arters forskjellige toleranse overfor forskjellige forhold. Den ene (*Lepas anatifera*) er ømfindlig for lavere saltholdighetsgrader, men mindre overfor en nedsættelse av temperaturen. Den andre arten, *Lepas fascicularis* taaler derimot ganske godt endog temmelig brakt vand, men bukker snart under for nedsatte temperaturer. Derfor blir den sidste art en typisk sommerform i Nordsjøen i overflaten, mens den førstnævnte art er en indikator for



Golfstrømmens overflatevand langt nordover og finder av og til vei helt op til Spitsbergen.

Her fik vi altsaa ogsaa et klart bevis for at en arts geografiske forhold ikke udelukkende dikteres av temperaturforholdene. Det er klart at forplantningsforholdene paa samme maate hos forskjellige arter snart reguleres av en, snart av en anden faktor. Enkelte vil vise stor toleranse overfor temperaturen, andre liten, nogen vil vise snevre grænser med hensyn til saltholdighet, atter andre kanske overfor surstofmængde, tryk, lys eller andre faktorer.

Vi kan for bundorganismenes vedkommende med A. d. Appelløf si at *larvetransporten* har en enorm betydning for artens utbredelse; men vi kan samtidig si at det vel oftest er *hemningen av den effektive forplantning* hos arten som ialfald i havet dikterer grænsen for artens fremtrængen. De geografiske »barrierer« som omtales — isohaliner, isotemer, undersjøiske rygger og tærskler o. s. v. — gir os de ytre forhold i grove træk. Tapet av evnen til en effektiv forplantning gir os den indre grænsefaktor i artens biogeografi.

Men her kommer vi til et av biologiens ømmeste punkter. Vor viden om artenes normale biologi er overordentlig sterkt begrenset. En enkelt art er studert her og der inden dyregruppene og saa har man med menneskelig svakhet generalisert og overset det enkle faktum at hver art har sin spesielle biologi. Selv hvor artene rent anatomisk betragtet (morfologisk) ligner hverandre til forveksling, kan deres liv og levesæt være helt forskjelligartet. Det er ogsaa et velkjendt faktum i parasitologien (kanske endnu mere i bakteriologien) at man maa ta »fysiologien« til hjelp for at være sikker med hensyn til artsbestemmelsen. Her staar vi da overfor et arbeidsfelt som maa pløies mere end alle andre om vi skal kunne komme tilbunds i de biogeografiske problemer og opnaa mere end de rent overfladiske »store resultater«. Hver enkelt arts biologi maa studeres og utredes i alle enkeltheter, og de forskjellige fysikalske og kemiske faktorerers indvirkninger paa larver, paa voksne, og paa utviklings- og forplantningsforholdene maa utredes for hver enkelt art. Først naar dette er gjort, kan vi ha haap om at komme nærmere ind mot kjernen i den del av biogeografien som behandler organismene



som levende væsener og ikke bare som brikker for et omgivende mediums luner. Da vil ogsaa biogeografien vise sin berettigelse som en selvstændig videnskapsgren.

## Relativitetsteorien og dens betydning for vor verdensopfatning.

Av lektor Olaf Valeur.

### § 1. *Indledning.*

Relativitetsteorien i sin specielle form blev fremsat i 1905 av den tyske fysiker Einstein. Senere utvidet han teorien, idet han i 1915 fremsatte den almindelige relativitetsteori, som senere har vist sig overmaade frugtbar i den fysiske forskning. Man kan for tiden knapt nok aapne en aargang av de større, utenlandske naturvidenskabelige tidskrifter uten at støte paa Einsteins teori i en eller anden forbindelse, i den grad griper den ind paa de forskjelligste omraader i fysik og astronomi. Til trods for de angrep som er rettet imot den, saa kommer man ikke utenom den, ja videnskapen kan simpelthen ikke længer undvære relativitetsteorien.

Man maa derfor ikke la sig avskrække fordi om den fører til konsekvenser, som til at begynde med synes helt absurde og ligger utenfor eller i alle fald like paa grænsen av vor forestillingsevne og kan friste en overfladisk læser til straks at avvise det hele som meningsløst. Det gjælder her som overalt ellers, naar man skal bedømme en dristig og revolutionerende teori — vi maa læse med vilje til at forstaa, vi maa kaste alle gamle dogmer overbord og lægge vort sind aapent for den nye og forunderlige tankeverden, som rulles op for os. Dermed er ikke sagt at vi skal læse uten kritik; men før man dømmer maa man forsøke helt og fuldt at leve sig ind i det nye. Den som ikke gjør det, vil aldrig kunne fatte hvilke værdier denne vidunderlige teori innebærer.



Det kan synes merkelig at en slik videnskabelig teori, oppbygget paa fysiske eksperimenter og matematiske utviklinger, vanskelig at fatte selv for en fagmand og dertil fremdeles omtvistet — at en slik teori kan ha interesse ogsaa for »almindelige mennesker«, som ikke netop er naturforskere. Og dog bærer den bud til hver enkelt av os, fordi den forsøker at gi os et bilde av verdens struktur. Vi er alle sammen mer eller mindre filosofer, vi søker etter løsningen paa livets gaate, virkelighetens virkelighet. Nogen søker løsningen gjennom den religiøse opplevelse og tro, nogen gjennom studiet av de oversanselige fænomener. Andre driver forskning paa naturens vide mark og stanser med ærefrygt foran problemet om tidens og rummets uendelighet, like gaatefuldt for den der tror paa uendeligheten som for den der ikke gjør det. Netop her, ved spørsmålet om tidens og rummets væsen og verdens uendelighet, søker relativitetsteorien at bidrage til en klarere livsopfatning.

Dette er grunden til at teorien, skjønt den naturlig hører hjemme inden fysikerens og matematikerens arbeidsfelt, ogsaa er tængt ind paa filosofiens omraade. Det kan ikke negtes at teorien derved let rives løs fra sit strengt videnskabelige grundlag, og at dette indebærer en viss fare for filosofiske utsvævelser. Paa den anden side har filosofenes dristighet og deres frugtbare fantasi formaadd at gi teorien en almindelig interesse og lar ikke alene vor tanke, men ogsaa vor sjæl faa et blik ind i det ukjendte.

Vi har i virkeligheten her et smukt eksempel paa hvorledes naturvidenskap og naturfilosofi gaar haand i haand, og Einstein, som er en fremragende fysiker (han fik i 1922 Nobel-prisen), er selv ogsaa noget av en filosof. Dette er neppe en tilfældighet, for en saa genial teori kunde vanskelig skapes uten ved en forening av streng videnskabelighet og dristig fantasi.

Utenfor videnskapsmændenes leir er det netop det filosofisk tillokkende, ja man kan næsten si det mystiske ved relativitetsteorien som først og fremst har vakt interesse, og da den ulærde læser desuten ofte mangler taalmodigheten og de videnskabelige forutsætninger for at kunne sette sig ind i teoriens fysiske og matematiske grundlag, saa kommer let de



filosofiske spekulationer til at svæve i luften: Selve teorien blir derved let indhyllet i en viss taaket mystik, mens den i virkeligheten er lysende klar, frugten av en straalende logik, som ubønhørlig slaar alle dogmer ihjel og tillater os at skue hinsides grænsen for den menneskelige forestillingsevne.

Jeg har i det følgende forsøkt med mindst mulig anvendelse av fysiske begreper og matematiske formler at gi det videnskabelige grundlag som er nødvendig for at teorien skal kunne bli allemands eie. Fremstillingen er saavidt populær at den omtænksomme og taalmodige læser vil kunne forstaa det meste uten særlige forutsætninger. Naar læseren riktig har fattet hvad teorien innebærer og hvilket fysisk grundlag den bygger paa, da først kan tiden være inde til de mere tillokende filosofiske spekulationer.

## § 2. *Valg av henførelsessystem eller problemet om den absolute bevægelse.*

Vi bevæger os omkring paa jorden, jorden kredser omkring solen, og solen med sit følge av planeter bevæger sig i forhold til de utallige stjerner i himmelrummet. Naar vi skal beskrive et legemes bevægelse og bestemme dets bane og hastighet, saa kan dette alene gjøres ved at henføre bevægelsen til et eller andet legeme eller koordinatsystem, som vi for anledningen tænker os er i absolut hvile, og som vi kalder henførelsessystemet. Det er av fundamental betydning for hele den følgende fremstilling at læseren er helt paa det rene med dette begrep. *At vi benytter et bestemt legeme som henførelsessystem vil si at vi i enhver henseende betrakter dette legeme som hvilende* og beskriver alle andre legemers bevægelse ut fra denne antagelse — eller, som vi ofte uttrykker det, »i forhold til dette henførelsessystem«.

Benyttes et andet henførelsessystem, vil bevægelserne som regel ta sig ganske anderledes ut og bli beskrevet paa en helt anden maate. Da vi i det følgende hyppig kommer til at gaa over fra et henførelsessystem til et andet, er det nødvendig at læseren til enhver tid har paa det rene hvilket henførelsessystem, som i øieblikket benyttes. En uklarhet paa dette punkt



vil si omtrent det samme som at man ikke forstaar det sprog som tales, og vil derfor føre til ubehjælpelige misforstaaelser.

Naar vi sitter i et jernbanetog i fart og ser ut av vinduet, saa falder det naturlig at benytte jorden som henførelsessystem. Vi tænker os altsaa da at jorden staar stille og siger at toget bevæger sig *i forhold til jorden*. Men vi kan ogsaa tænke os at toget staar stille, og at jorden glir bort under os den motsatte vei, og da benytter vi toget som henførelsessystem. Da nu jorden bevæger sig i forhold til solen og altsaa »i virkeligheten« ikke er mere i ro end toget, saa kan den sidste betragtningsmaate i og for sig være like saa berettiget. I gamle dager »trodde« man at solen kredset rundt jorden fra øst mot vest én gang i løpet av et døgn. Nu »vet« enhver skolegut at dette er galt, det er jorden som i løpet av et døgn bevæger sig én gang rundt sin akse fra vest mot øst. Men har du nogen gang tænkt rigtig over dette, som du mener at vite saa sikkert, fordi det staar i bøgerne? Hvad er »i virkeligheten« det rigtige? De gamle brukte jorden som henførelsessystem, og vi bruker solen, deri ligger forskjellen. Men da nu hverken jorden eller solen er i absolut hvile, saa kan det i og for sig være like berettiget at vælge jorden som henførelsessystem. Ja, dette falder endog naturlig i det daglige liv, fordi vi mennesker er sterkt jordbundne og derfor er tilbøielig til at se alt i forhold til vor jord som midtpunkt. Derfor sier vi fremdeles at solen staar op i øst og gaar ned i vest. Vi smiler rigtignok da en smule indvendig og sier til os selv at »egentlig« er det naturligvis jorden som gaar rundt, vi er da ikke saa uvidende at vi ikke vet det!

Det er astronomene som har lært os denne sidste opfatning, og den passer ogsaa bedre for astronomene, fordi vi faar et enklere billede av planetenes bevægelser, naar vi benytter solen som henførelsessystem. Men i og for sig kan altsaa begge opfatninger være like »rigtige«.

Da der ikke findes noget legeme i verdensrummet som ikke bevæger sig i forhold til de fleste andre legemer, synes det paa forhaand umulig at finde noget absolut hvilende henførelsessystem. *Al bevægelse er relativ*. Ikke desto mindre er det klart at det vilde være heldig om vi kunde utpeke et naturlig universalhenførelsessystem. Likesom det er praktisk



at ha ett, fælles verdenssprog, vilde det i mange henseender være praktisk at ha et »henførelsessystemenes esperanto«. Men det maatte ikke vælges helt paa slump, der skulde være noget særeget ved det, noget som paa en eller anden maate gav det fortrinet fremfor alle andre, for eksempel derved at det gav det enklest mulige uttryk for alle begivenheter.

Dette er det første, for relativitetsteorien grundlæggende problem: *Findes der et legeme som naturlig frembyr sig som hovedhenførelsessystem?* Eller anderledes uttrykt: *Findes der noget legeme som naturlig bør betragtes som absolut hvilende?* I saa fald kunde alle andre legemers bevægelse i forhold til det hvilende kaldes *absolut*.

Hvis verdensrummet er begrænset, maa alle de i verden forekommende masser ha et fælles tyngdepunkt. Betragter vi hele verden under ett, maa alle forekommende kræfter betragtes som indre kræfter, og disse kan ifølge mekanikkens lover ikke forandre bevægelsestilstanden av systemets tyngdepunkt. Da mekanikkens lover synes at gjælde over alt i verden, skulde altsaa verdens tyngdepunkt enten være i ro eller fortsætte ret frem med uforandret hastighet og det kunde da være rimelig at benytte det som utgangspunkt for et hovedhenførelsessystem. Men vi vet ikke med sikkerhet om verden er begrænset, og vort kjendskap til den er saa ringe at sandsynligheten for at vi nogensinde blir istand til at bestemme dens tyngdepunkt, er forsvindende liten. Vor egen klode er jo i forhold til de utallige himmellegemer og de ufattelige avstander alene som en draape i havet.

Et enkelt punkt vilde desuten ikke være tilstrækkelig til at bestemme et henførelsessystem, da det ikke angir nogen bestemt retning i rummet. Ved den matematiske behandling benyttes som regel et retvinklet rumkoordinatsystem, og et enkelt punkt vil alene kunne fastslaa origo i dette koordinatsystem.

Der kan imidlertid ogsaa tænkes andre løsninger av problemet. Fysikerne har antat at det »tomme rum« er opfyldt med noget som de kaldte *verdensæteren*, et mystisk stof, uten materielle egenskaper. Himmellegemene maatte da bevæge sig i forhold til denne alt gjennemtrængende verdens-



æter, og det kunde da maaske være naturligt at betegne en bevægelse i forhold til æteren som absolut.

Selv om man kunde konstatere en bevægelse i forhold til æteren, vilde den rigtignok ikke dermed uten videre være fuldt brukbar som henførelsessystem. Æteren maa nemlig antages at være av en helt igjennem ensartet struktur, og hvorledes skulde man da kunne fastslaa en bestemt retning i æteren (koordinatsystemets akser)? Men selv om vi ikke kunde bestemme den absolute retning av et legemes bevægelse gjennem æteren, saa maatte vi kunne bestemme dets fart, og allerede det er jo ikke saa lite. Det blir derfor tydeligvis en interessant opgave at søke bestemt for eksempel vor jords fart i forhold til æteren.

Vi skal snart se hvorledes man har forsøkt at gjøre en slik bestemmelse, og hvilket merkelig resultat dette forsøk førte til. Men først skal vi nævne en sidste mulighet for at løse det problem, hvorledes man skal kunne utpeke et naturlig hovedhenførelsessystem. *Vi kunde vælge det henførelsessystem som gir den enklest mulige formulering av naturlovene* — vel at merke, hvis der overhodet findes et henførelsessystem som paa denne maaten udmerker sig fremfor alle andre. Selv om det ikke har lyktes at finde et henførelsessystem som i enhver henseende fylder dette krav, saa lar det sig i alle fald tilsynelatende gjøre inden specielle omraader. Naar astronomene vælger solen som henførelsessystem, er det netop fordi planetenes bevægelse faar en særlig enkel form, naar vi tænker os at solen er i ro. Paa lignende maate kunde vi kanskje ogsaa i alle andre tilfælder avgjøre hvilket henførelsessystem vi skulde bruke, idet vi blev enig om at hvis vi med et bestemt henførelsessystem kommer til resultater som strider mot de almindelig anerkjendte naturlover, saa skal vi forkaste dette henførelsessystem. Hvis vi derimot kommer til resultater som overalt er i overensstemmelse med naturlovene, saa er henførelsessystemet »rigtig«, og det er da berettiget spesielt at betrakte dette henførelsessystem (legeme) som hvilende.

Et slikt forslag er meget rimelig, ja det vilde i virkeligheten gi den bedst mulige løsning av problemet. Men et henførelsessystem som paa denne maaten utpeker sig fremfor



alle andre, ikke alene naar det gjælder beskrivelsen av vort solsystems bevægelse, men derimot *enhver bevægelse eller begivenhet i hele verdensrummet*, det har man ikke kunnet finde. Den som systematisk vil gaa paa jagt efter det maa først undersøke hvorledes formuleringen av naturlovene forandrer sig ved overgangen fra et henførelsessystem til et andet. Denne undersøkelse leder os gjennom det mekaniske relativitetsprincip og — merkelig nok — videre frem til det tidligere omtalte forsøk paa at konstatere jordens bevægelse gjennom æteren.

### § 3. *Det mekaniske relativitetsprincip.*

Det enkleste tilfælde er at det ene henførelsessystem har en *jevn, retlinjet bevægelse* i forhold til det andet. Da vil vi finde at i alle fald *mekanikkens* lover gjælder like godt i begge henførelsessystemer og derfor ikke kan lede os frem til noget bestemt valg.

Vi kan illustrere forholdet ved at tænke os en jernbanevogn, som bevæger sig ret frem med jevn fart. Vi vælger først vognen som henførelsessystem (slik som den reisende naturlig gjør, om han ikke netop ser ut av vinduet). Passageren slipper en sten løs fra en viss høide og finder at den falder lodret ned mot gulvet overensstemmende med faldlovene. Det er altsaa ikke mulig med dette eksperiment at avgjøre om vognen bevæger sig, og da ogsaa alle andre mekaniske eksperimenter vil forløpe som om vognen er i ro, er det altsaa fuldt berettiget at bruke den som henførelsessystem.

Mekanikkens lover gjælder ogsaa, naar vi bruker jordoverflaten som henførelsessystem (slik som en tilskuer naturlig gjør, naar han staar paa marken og ser toget fare forbi). Naar stenen slippes løs, vil den falde til jorden efter en parabelbane, fordi den i forhold til jorden har en vandret begyndelseshastighet, og dette er ogsaa i overensstemmelse med faldlovene.

Hvis man nu spør om vognen »virkelig« bevæger sig, eller om den er i ro, saa maa vi svare at begge opfatninger er like rigtige. Hvis toget bevæget sig jevnt og uten ryst-



ninger (i forhold til jorden), hvis gardinene var trukket for vinduene, og vognen var utstyrt som et almindelig værelse, slik at den reisende overhodet ikke visste at han sat i en jernbanevogn, saa vilde han ganske bestemt hævde at vognen stod stille, og eksperimentet med stenen berettiger ham til en slik opfatning.

Naar to legemer har en jevn, retlinjet bevægelse i forhold til hverandre er det altsaa umulig ved mekaniske eksperimenter at avgjøre hvilket av dem vi bør vælge som henførelsessystem. Eller som det kortere uttrykkes: *Det er umulig ved mekaniske eksperimenter at konstatere en jevn, retlinjet bevægelse av henførelsessystemet.*

Dette er det klassiske eller *mekaniske relativitetsprincip*, som længe har været kjendt. Men det gjælder kun for mekaniske forandringer og for jevn, retlinjet bevægelse. Lysbølgerne og andre elektromagnetiske fænomener som foregaar i »æteren«, maa antages at utbrede sig med en bestemt hastighet i forhold til æteren, og hastigheten i forhold til et andet henførelsessystem skulde da avhænge av dette systems hastighet gjennom æteren. Ved at bestemme lysbølgenes hastighet i forhold til henførelsessystemet skulde man da ogsaa kunne bestemme henførelsessystemets hastighet gjennom æteren og altsaa konstatere en jevn, retlinjet bevægelse. Det gamle relativitetsprincip gjælder derfor ikke for elektromagnetiske fænomener.

Hvis jernbanetoget pludselig øker farten, falder man bakover, hvis det stanser, falder man forover, og hvis det pludselig svinger, kastes man ut til siden, alt sammen paa grund av *trægheten*. Dette vilde straks overbevise den reisende om at vognen »i virkeligheten« er i fart. Hvis han nu slapp stenen løs, vilde den heller ikke falde lodret ned mot gulvet, og tyngdeloven gjælder altsaa ikke, hvis vi benytter vognen som henførelsessystem. Hvis vognen var i ro, maatte det desuten være jordens bevægelsestilstand som forandredes i motsatt retning, og da maatte alle mennesker paa jordoverflaten falde omkuld; men da de ikke gjør det, gjælder altsaa heller ikke træghetsloven, naar vognen benyttes som henførelsessystem. Vi synes altsaa i dette tilfælde at være berettiget



til at si at det »virkelig« er vognens bevægelsestilstand som forandres og ikke jordens.

Det gamle relativitetsprincip gjelder altsaa heller ikke for en *foranderlig* eller *ujevn* bevægelse, da den kan konstateres ved mekaniske eksperimenter. Ja, slik var opfatningen for Einstein fremsatte sin teori. Vi skal snart se hvorledes han i sin spesielle teori utvider det mekaniske relativitetsprincip til at gjælde ogsaa for de elektromagnetiske fænomener, specielt lysets forplantning, (§ 6) og hvorledes han endelig i den almindelige teori utvider princippet til at omfatte ogsaa den ujevne bevægelse (§ 7).

#### § 4. Michelsons forsøk.

Problemet om et universalhenførelsessystem og spørsmålet om relativitetsprincippet almengyldighet leder os til nærmere at undersøke legemers bevægelse i forhold til æteren (altsaa med æteren som henførelsessystem) — for det første fordi æteren antages at gjennomtrænge hele verdensrummet og derved naturlig skulde udmerke sig fremfor alle legemer, og dernæst fordi det mekaniske relativitetsprincip ikke gjelder for lysets forplantning gjennom æteren. Vi har derfor paa forhaand lov til at nære et hemmelig haap om at æteren som henførelsessystem ikke alene udmerker sig fremfor alle andre henførelsessystemer, men at den endog gjør det paa den mest ønskelige maate, nemlig ved at gi en særlig enkel formulering av naturlovene.

I 1887 utførte amerikaneren Michelson et meget sindrig uttænkt eksperiment, som skulde paavise jordens bevægelse gjennom æteren, et eksperiment hvis overraskende resultat danner det fysiske grundlag for relativitetsteorien.

Før vi gaar over til selve eksperimentet, vil vi anskueliggjøre det med et mere haandgripelig eksempel. Mellem de to vandrette streker i fig. 1 tænker vi os at der rinder en elv fra høire mot venstre med en konstant hastighet  $v$  i forhold til bredden. Vi benytter vandet som henførelsessystem og betrakter det altsaa som hvilende. Vi maa da til gjengjæld tænke os at jordoverflaten med elvebredden bevæger sig fra



venstre mot høire med hastigheten  $v$ , slik som pilene angir. Vi har avmaalt avstandene

$$AB = AC = 1.$$

En mand svømmer med konstant hastighet  $u$  i forhold til vandet, en gang fra A til B og tilbake til A, en anden gang fra A til C og tilbake til A, altsaa første gang langs elvebredden og anden gang tvers paa elvebredden. Den vei han maa tilbakelægge gjennom vandet, avhænger av hastighetene  $u$  og  $v$  og er ikke den samme som naar elvebredden (vandet) staar stille. Opturen, hvor han har strømmen imot, tar saaledes længer tid end nedturen, hvor han

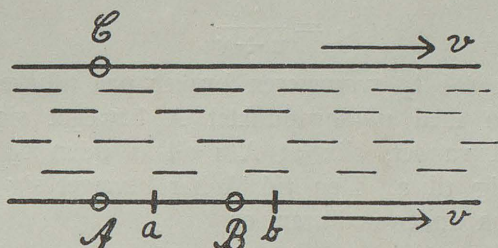


Fig. 1.

har strømmen med sig. Strømmen vil derfor sinke svømmeren opover i længer tid end den vil hjelpe ham nedover, og veien op og ned maa derfor bli længer end om der ingen strøm var. Den matematiske undersøkelse viser desuten at mens turen frem og tilbake langs med og tvers paa bredden er like lang, hvis elvebredden (vandet) staar stille, saa er veien forskjellig, naar der er strøm. Hvis bredden (elven) stod stille, vilde selvfølgelig veien i begge tilfælder være

### 2 1.

Den vei han maa tilbakelægge i forhold til vandet naar der er strøm og han svømmer frem og tilbake langs bredden, vil vi kalde  $l_{A-B-A}$ . Den tilsvarende størrelse under turen tvers paa elvebredden kaldes  $l_{A-C-A}$ .

Vi betrakter først turen langs bredden, idet vi altsaa benytter vandet som henførelsessystem. Paa den tid  $t_1$



svømmeren tar for at naa B, har dette punkt bevæget sig til b, eller en strækning

$$v \cdot t_1$$

og saa meget forlænges turen opover gennem vandet. Han maa altsaa i alt svømme opover en længde i forhold til vandet som er

$$l_1 = l + v \cdot t_1$$

hvor 
$$t_1 = \frac{l_1}{u}$$

Herav faaes 
$$l_1 = l + \frac{v \cdot l_1}{u}$$

$$l_1 \cdot u = l \cdot u + l_1 \cdot v$$

$$l_1 \cdot (u \div v) = l \cdot u$$

$$l_1 = \frac{l \cdot u}{u \div v}$$

I den tid  $t_2$  svømmeren bruker paa tilbaketuren, har elvebredden med utgangspunktet A bevæget sig videre i forhold til vandet, slik at A i alt (i tiden  $t_1 + t_2$ ) har bevæget sig til a. Den tid A har bevæget sig i tiden  $t_2$  alene, altsaa under nedturen, er

$$v \cdot t_2$$

og saa meget forkortes turen nedover gennem vandet. Han maa altsaa i alt svømme nedover en længde i forhold til vandet som er

$$l_2 = l \div v \cdot t_2$$

hvor 
$$t_2 = \frac{l_2}{u}$$

Herav faaes 
$$l_2 = l \div \frac{v \cdot l_2}{u}$$

$$l_2 \cdot u = l \cdot u \div l_2 \cdot v$$

$$l_2 (u + v) = l \cdot u$$

$$l_2 = \frac{l \cdot u}{u + v}$$

Svømmeren maa altsaa tilbakelægge en vei op og ned som tilsammen er

$$l_{A-B-A} = l_1 + l_2 = \frac{l \cdot u}{u \div v} + \frac{l \cdot u}{u + v} = \frac{2l \cdot u^2}{u^2 \div v^2}$$

Vi skal dernæst betragte turen tværs paa elvebredden (fig. 2). I den tid  $t_3$  svømmeren bruker paa fremturen, bevæger C sig til c, og han maa derfor svømme paa skraa



opover i retningen  $Ac$  for at komme frem paa det rigtige sted. Nu er

$$Cc = v \cdot t_3$$

og fremturen gjennom vandet er

$$l_3 = Ac = u \cdot t_3$$

Divideres de to ligninger, faar vi

$$\frac{Cc}{l_3} = \frac{v}{u}$$

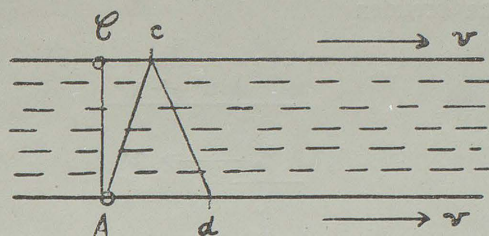


Fig. 2.

Da  $ACc$  er et retvinklet triangel maa

$$Cc = \sqrt{Ac^2 \div AC^2} = \sqrt{l_3^2 \div l^2}$$

Indsættes dette faaes

$$\begin{aligned} \frac{\sqrt{l_3^2 \div l^2}}{l_3} &= \frac{v}{u} \\ (l_3^2 \div l^2) \cdot u^2 &= v^2 \cdot l_3^2 \\ l_3^2 (u^2 \div v^2) &= l^2 \cdot u^2 \\ l_3 &= \frac{l \cdot u}{\sqrt{u^2 \div v^2}} \end{aligned}$$

Paa tilbaketuren  $cd$  blir forholdet ganske det samme som paa fremturen, og veien gjennom vandet maa ogsaa da være

$$l_3 = \frac{l \cdot u}{\sqrt{u^2 \div v^2}}$$

Veien frem og tilbake blir altsaa nu

$$l_{A-C-A} = \frac{l \cdot u}{\sqrt{u^2 \div v^2}} + \frac{l \cdot u}{\sqrt{u^2 \div v^2}} = \frac{2l \cdot u}{\sqrt{u^2 \div v^2}}$$

Uagtet avstanden fra  $A$  til  $B$  er lik avstanden fra  $A$  til  $C$ , vil altsaa svømmeren ikke tilbakelægge den samme veilengde i forhold til vandet naar han svømmer langs bredden og tilbake som naar han svømmer tvers over elven og tilbake.



Kun hvis der ikke er nogen strøm ( $v=0$ ) er veien i begge tilfælder

$$I_{A-B-A} = I_{A-C-A} = 2l \quad (1)$$

Men naar der er strøm, er derimot veien i retning av elvebredden

$$I_{A-B-A} = 2l \cdot \frac{u^2}{u^2 \div v^2} \quad (2)$$

og tvers paa bredden

$$I_{A-C-A} = 2l \cdot \frac{u}{\sqrt{u^2 \div v^2}} \quad (3)$$

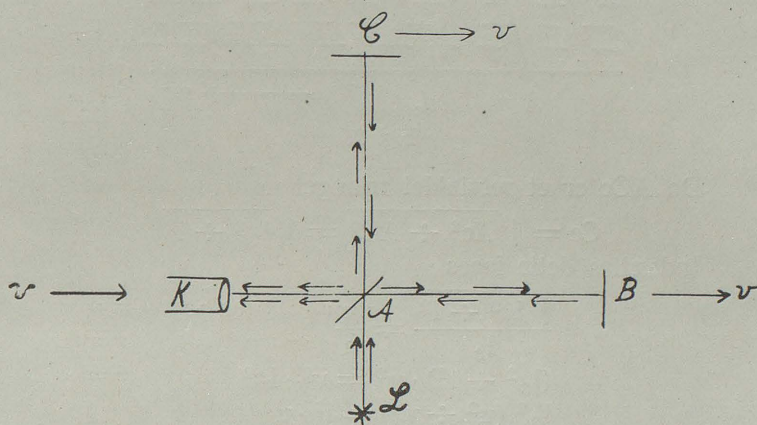


Fig. 3.

Den betragtning vi her har gjort gjældende kan helt ut overføres paa Michelsons eksperiment. Anordningen er skematisk fremstillet i fig. 3. Lyskilden L, den halvgjennemsigtige glasplate A og speilene B og C er fast forbundet med hverandre, og avstandene er avpasset slik at

$$AB = AC = l.$$

Lysstraalene fra L vil delvis passere gjennom A, reflekteres fra C og dernæst fra A og endelig træde ind i den med speilene fast forbundne kikkert K. Men en del vil ogsaa reflekteres fra A til B, hvor straalene kastes tilbake for at gaa gjennom A og ind i kikkerten K.

Da nu lysstraalene forplanter sig gjennom æteren, maa de efter at være utsendt fra det lysende legeme føre en selvstendig tilværelse i æteren og ha en bestemt, uforanderlig



hastighet i forhold til æteren, likesom svømmeren hadde en bestemt hastighet i forhold til vandet. La os nu anta at der i forhold til jordoverflaten med apparatet blæser en »ætervind« fra høire mot venstre med hastigheten  $v$ , svarende til vandets strømning i eksemplet med svømmeren. Vi bruker æteren som henførelsessystem og tænker os altsaa at jorden bevæger sig fra venstre mot høire gjennom den hvilende æter med hastigheten  $v$ , svarende til elvebreddens hastighet i forhold til vandet. Lysets konstante hastighet gjennom æteren kaldes  $u$ , svarende til svømmerens hastighet gjennom vandet. Likesom den vei *svømmeren* maatte tilbakelægge *gjennem vandet* ikke var den samme fra A til B og tilbake til A som fra A til C og tilbake til A, saa maa den vei *lysstraalen* A-B-A tilbakelægger *gjennem æteren* være forskjellig fra den som lysstraalen A-C-A tilbakelægger. Vi faar som før

$$l_{A-B-A} = 2l \cdot \frac{u^2}{u^2 \div v^2} \quad (4)$$

$$l_{A-C-A} = 2l \cdot \frac{u}{\sqrt{u^2 \div v^2}} \quad (5)$$

Da nu de to lysstraaler samtidig trær ind i kikkerten, vil de interferere, og man vil i kikkerten se en række avvekslende mørke og lyse striper, hvis beliggenhet avhænger av straalenes veilængdeforskjel.

Hele apparatet er montert paa et dreibart underlag, og naar nu hele opstillingen dreies langsomt rundt, forandres ogsaa de veilængder straalene maa tilbakelægge i forhold til æteren. Efter  $90^\circ$  dreining til høire er det saaledes straaalen A-C-A som følger jordens bevægelsesretning gjennom æteren, mens straaalen A-B-A gaar tvers paa denne retning. Under dreiningen skulde vi derfor se interferensstripene flytte sig. Jordens bevægelse gjennom æteren, som hvis den er jevn og retlinjet ifølge det mekaniske relativitetsprincip ikke kan paa-vises ved mekaniske iagttagelser, skulde altsaa kunne paa-vises ved Michelsons eksperiment.

Forsøket gav imidlertid det overraskende resultat at der ikke fremkom nogen slik forskyvning av interferensstripene. Jordens bevægelse gjennom æteren lot sig altsaa ikke paa-vise. *Ogsaa lysets utbredelse gjennom æteren er underkastet relativitetsprincippet.* Vi maa da finde samme lov for lysets



utbredelse i vakuum, enten vi som henførelsessystem benytter æteren eller et legeme som bevæger sig i forhold til æteren, for eksempel jorden. *Lysets hastighet i vakuum er altså konstant lik 300 000 km. pr. sek., uavhengig av henførelsessystemet.* (Fortsættes).

## Smaastykker.

**Store Hagtorn-vokstrar.** Hagtornen (*Crataegus monogyna*) møter ein av og til som ein liten busk villtvaksande i

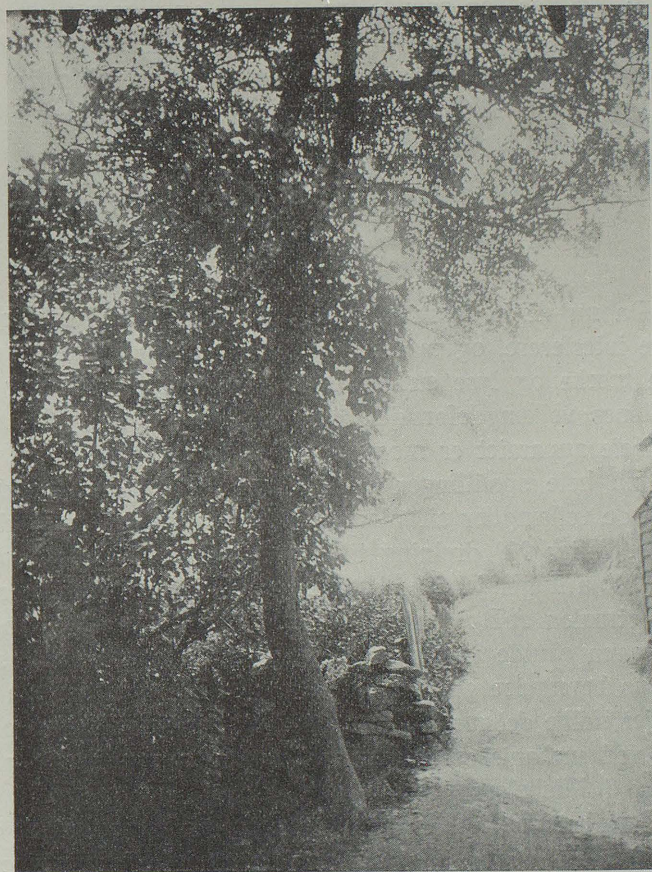


Fig. 1. Stend på Spelemannseset, Lervik, Stord. Eg mælte den 4de juli 1914. Høgdi er 9 m. Og rundmål 1 m. yver marki er 63 cm.



skogliderne her vest. Men noko svær storleik, soleis at dei kann nemnast tré, hev dei ikkje som vanlegt. Busken er jamnast låg og krusken av vokster.

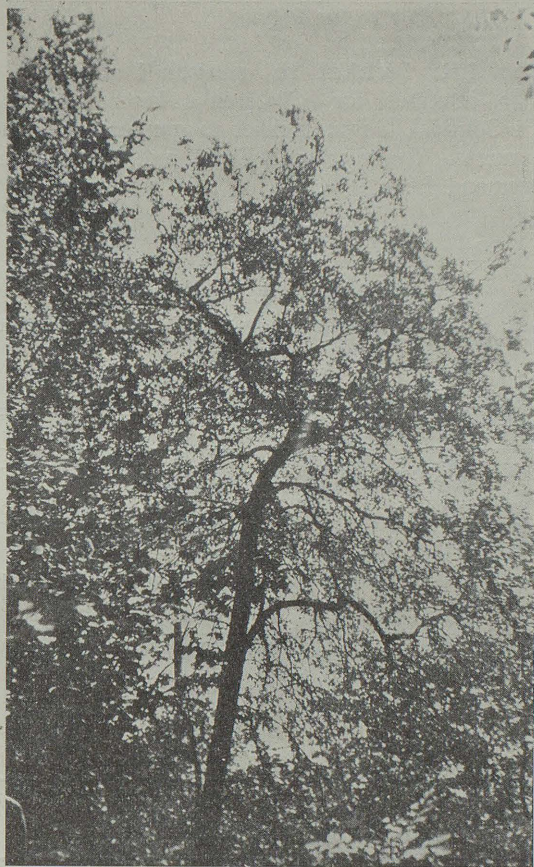


Fig. 2. Stend i ei oreid i utmarki til garden *Torpe* i *Øystese*, Hardanger. Eg mælte den 31te mai 1925. Høgdi er 7 m. og rundmål 1 m. yver marki 61 cm. Same mál er ogso tekne av lærar *Torpe*, *Odda*, som fyrst gjorde meg merksam på dette væne tréet.

Planta i hagarna som prydbusk hev hagtornen oftare ein heilt annan storleik.

Dei største Hagtorn-tré (Hardanger-dialekt »Hattørn«) eg hev set villtvaksande, syner eg her bilæte av.

Båe tréi hev lange, greinreine stomner.



Professor Schübeler nemner i »Niridarium Norvegicum«, B. II. s. 484-485 — fleire Hagtorn-tré, som hev frægare storleik, men det er kje godt á skyna um dei tréi han nemner er planta eller villtvaksande.

*Olaf Hanssen.*

**Stæren har hækket to ganger i sommer.** Det kan muligens ha interesse for »Naturen«s læsere at vite at stæren i sommer i Sogndal, Sogn, hækket to ganger. Ungene var den 25de juli næsten flyvedygtige. Dette indtraf paa gaarden Foss og hos lensmand Lem.

*G. R. M.*

### Temperatur og nedbør i Norge.

(Meddelt ved *Kr. Irgens*, meteorolog ved Det meteorologiske institut).

#### August 1926.

Stationer	Temperatur						Nedbør				
	Mid-del	Avv. fra norm.	Max.	Dag	Min.	Dag	Sum	Avv. fra norm.	Avv. fra norm.	Max.	Dag
	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø.....	13.4	+ 1.0	22	12	5	24	40	— 36	— 47	12	18
Tr.hjem	14.0	+ 0.5	23	12	3	25	47	— 27	— 36	22	20
Bergen..	14.8	+ 0.6	23	8	8	29	190	— 1	— 1	49	22
Oksø ....	16.1	+ 0.8	22	8	10	30	74	— 38	— 34	27	21
Dalen....	14.7	+ 0.5	22	9	6	28	98	— 13	— 14	22	12
Oslo .....	16.1	+ 0.2	25	8	8	25	81	— 11	— 12	35	12
Lillehammer	14.4	+ 0.9	25	8	5	26	120	+ 26	+ 28	33	20
Dovre....	11.3	— 0.6	22	2	3	29	80	+ 23	+ 40	26	20

#### September 1926.

	° C.	° C.	° C.		° C.		mm.	mm.	%	mm.	
Bodø.....	9.3	+ 0.3	17	5	3	16	143	+ 36	+ 34	27	2
Tr.hjem	9.0	— 1.0	17	25	1	15	99	+ 21	+ 27	13	8
Bergen..	11.4	— 0.1	22	19	4	14	250	+ 30	+ 14	35	12
Oksø.....	12.6	+ 0.1	17	21	6	14	101	+ 21	+ 26	20	16
Dalen....	9.9	— 0.5	21	4	1	15	99	+ 36	+ 57	30	26
Oslo .....	11.5	0.0	22	5	2	17	46	— 15	— 25	20	28
Lillehammer	9.2	— 0.2	20	4	— 1	15	52	+ 6	+ 13	13	16
Dovre....	6.1	— 0.8	16	20	— 4	15	34	+ 4	+ 13	8	4



## Nye bøker og avhandlinger.

Til redaktionen er indsendt:

- Kükenthal, W.: Handbuch der Zoologie. Herausgegeben von dr. Thilo Krumbach. Vierter Band. Progoneata, Chilopoda, Insecta. Zweite Lieferung. Bogen 9 bis 151. Ausgegeben am 6. August 1926. Berlin und Leipzig 1926. (Walter de Gruyter & Co.).
- Holmberg, Otto R.: Skandinaviens Flora. Häfte 2. Stockholm 1926. (P. A. Norstedt & Söners Förlag).
- Rosenius, Paul: Sveriges Fåglar och Fågelbon. Häftena 76—77, 78—79, 80—90. Lund 1926. (C. W. K. Gleerups Förlag).
- Petersen, Helge: Veirets fysik. 215 s. 8vo. (Haases Haandbøger I). København 1926. (P. Haase og Søns Forlag).
- Aarsberetning vedkommende Norges Fiskerier for 1925. 1ste hefte. 233 s. 8vo. Utgit av Fiskeridirektøren. Bergen 1926. (A/S John Griegs boktrykkeri).
- Einbu, Sig.: Stjernekart. (Tillæg til Gjennem stjerneverdenen II). 11 s. 8vo + VI stjernekart. Oslo 1926. (H. Aschehoug og Co. (W. Nygaard)).
- Elektrisiteten i landbrukets tjeneste. Utarbeidet ved Elektrisitetsdirektøren. 24 s. 8vo. Medd. fra Norges Vasdrags- og Elektrisitetsvesen. El. 6. Oslo mai 1926. (Morten Johansens Boktrykkeri).
-



Fra  
Løderen av de norske jordskjælvsundersøkelser.

Jeg tillater mig herved at rette en indtrængende anmodning til det interesserte publikum om at indsende beretninger om fremtidige norske jordskjælv. Det gjælder særlig at faa rede paa, naar jordskjælvet indtraf, hvorledes bevægelsen var, hvilke virkninger den havde, i hvilken retning den forplantet sig, og hvorledes det ledsagende lydphænomen var. Enhver oplysning er imidlertid av værd, hvor ufuldstændig den end kan være. Fuldstændige spørgsmaalstister til utfyldning sendes gratis ved henvendelse til Bergens Museums jordskjælvsstation, hvortil de utfyldte spørgsmaalstister ogsaa bedes sendt.

Bergens Museums jordskjælvsstation i mars 1926.

Carl Fred. Kolderup.

---

## Nedbøriagttagelser i Norge,

aargang XXVI, 1920, er utkommet i kommission hos H. Aschehoug & Co., utgit av Det Norske Meteorologiske Institut. Pris kr. 6.00. (H. O. 10739).

---

## Dansk Kennelklub.

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

### Tidsskriftet Hunden.

Abonnem. alene 6 Kr. aarl.; Kundgjørelser opt. til billig Takst. Prøvehefte frit.  
Dansk Hundestambog. Aarlig Udstilling.

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

---

## Dansk ornithologisk Forenings Tidsskrift,

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