



# NATUREN

**ILLUSTRERT MÅNEDSSKRIFT FOR  
POPULÆR NATURVIDENSKAP**

utgitt av Bergens Museum

redigert av prof. dr. phil. Torbjørn Gaarder

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

JOHN GRIEGS FORLAG - BERGEN

Nr. 7—8

59de årgang - 1935

Juli—August

## INNHOOLD

J. BJERKNES: Utforskningen av de høiere lufflag .....	193
ANATOL HEINTZ: Hvordan hvirveldyrene har erobret det faste land .....	203
ANDERS K. ORVIN: Om kontinentalforskyvningspro- blemet .....	218
H. U. SVERDRUP: Temperaturen i Vest-Spitsbergens breer	239
OLAF HANSSEN: Nokre heilage tre .....	248

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær  
**John Grieg**  
Bergen

Pris 10 kr. pr. år fritt tilsendt

Kommisjonær  
**P. Haase & Søn**  
Kjøbenhavn





# NATUREN

begynte med januar 1935 sin 59de årgang (6te rekkes 9de 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 almennyttige 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*.

---



# Utforskningen av de høiere luftlag.

Av J. Bjerknes.

## I. Gjennem troposfære og stratosfære så høit som ballonger når.

Når man vil sende måleinstrumenter til utforskning av atmosfæren så høit som mulig, benytter man sig av de ubemannede ballonger som fortsetter å stige helt til de brister. Instrumentene kommer trygt ned til marken båret av en fallskjerm. De nyeste lette apparater med en vekt av bare 25 gram kan uten risiko falle fra stratosfæren selv uten fallskjerm, bare med støtfangere omkring selve instrumentet.

De ubemannede ballonger har i de siste år under gunstige omstendigheter steget helt til 36 000 m, hvor lufttrykket bare er ca. 1/200 av lufttrykket her nede. Ballongens vannstoffgass er da svellet ut til ca. 150 ganger sitt oprinnelige volum og spenner ballongens gummimembran til bristegrensen. Hvis man legger an på å få ballongen høiest mulig tilværs innen den brister, bruker man en ballong som er rikelig stor for den vekt av instrumenter den skal medbringe, og fyller den fra først av mindre enn halvfull. Antagelig har man nu næsten nådd grensen for hvor høit ballonger overhode kan nå, men ballonger har dermed også bragt ca. 99.5% av atmosfæren (regnet etter vekt) innenfor våre måleinstrumenters rekkevidde.

Det var i 1890-årene at de første systematiske forsøk med ubemannede meteorologiske ballonger blev påbegynt, og fra den tid begynner man også å tale om »aerologien« som navnet på videnskapen om de høiere luftlag. Jeg skal her fortelle litt om utviklingen av denne nye videnskapsgren.



Blandt pionerene i aerologien fortjener særskilt å nevnes den franske amatørmeteorolog Teisserenc de Bort, som i 1902 på sine ballongregistrerkurver opdaget noget nytt og uvøntet. Alle ballongferder inntil da hadde vist lavere og lavere temperatur jo høiere ballongen steg, og den almindelige opfatning var at denne temperaturens avtagning sannsynligvis fortsatte uavbrutt til henimot det absolutte nullpunkt  $-273^{\circ}$  ved atmosfærens ytterste grense. Men nu viste Teisserenc de Borts registrerballonger, som steg høiere enn alle tidligere, at fra ca. 10 000 m over havsnivå var det plutselig slutt med temperaturens avtagning. Ovenfor dette nivå holdt temperaturen seg omtrent uforandret, undertiden var den endog tiltagende med høiden (se fig. 1). Atmosfærens opbygning var altså ikke så enkel som man hadde tenkt seg: nederst var der en sfære hvor temperaturen avtar regelmessig med høiden, den kalte Teisserenc de Bort »troposfæren«; ovenfor er der en sfære med temmelig ensartet lav temperatur, denne blev kalt »stratosfæren« — et navn som 30 år efter ved Piccards sensasjonelle flyvninger er blitt kjent av hele den oplyste verden.

Teisserenc de Borts opdagelse av stratosfæren blev snart bekreftet av andre, og mange kastet seg over studiet av det nyinnvundne område i håp om der å finne løsningen på nogen av meteorologiens gåter. Utforskningen av de høiere luftlag fikk det omfang at det blev ønskelig å få internasjonalt samarbeide igang. En internasjonal kommisjon for utforskningen av de høiere luftlag blev derfor dannet og fortsetter den dag idag å lede det stadig omfangsrikere forskningsarbeide på dette område. Gjennem det internasjonale aerologiske samarbeide er fremforalt opnådd at samtidige ballongopstigninger har kunnet foranstalles fra flere steder, så observasjonene har kunnet gi et bilde av et større utsnitt av atmosfæren, mens den isolerte forsker ved sine observasjoner bare vilde ha kunnet skaffe isolerte stikkprøver på atmosfærens tilstand over hans eget observatorium. Ved de samtidige opstigninger blev der bl. a. konstatert at grensen mellem troposfære og stratosfære ikke er nøiaktig horisontal, men danner lange flate dønninger — ca. 1000 km



lange og et par km høie. Disse stratosfæredønninger viste sig å stå i nøie sammenheng med cyklonene og anticyklonene, som allerede lenge hadde vært kjent fra de almindelige vær-karter basert på observasjoner ved marken. Regelen viste sig å være at stratosfærebølgens rygg ligger i forkant av cyklonen, og bølgedalen i stratosfæren faller like bak cyklonen.

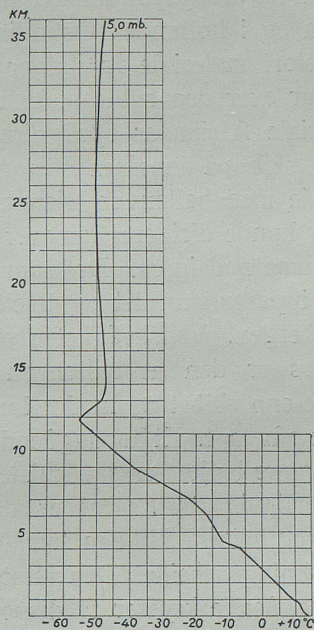


Fig. 1. Et eksempel på temperaturfordelingen i troposfære og stratosfære. Grensen mellom de to sfærer (tropopausen) ligger i ca. 12 km, d. v. s. noget høiere enn normalt. Opstigningen fant sted fra Hamburg 3. september 1930 og satte den høiderekord som gjelder fremdeles den dag idag. (Efter A. Wigand: „Hochfahrten von Registrierballonen“, Beiträge zur Physik der freien Atmosphäre, 1931, s. 286).

Disse og andre lignende resultater kompletterte billedet av cyklonene som jo aldri kunde bli fullstendig så lenge observasjonene bare blev utført nede ved marken. Arbeidet i denne retning er fremdeles meget aktuelt. I februar 1935 blev f. eks. på gitt signal ca. 150 ballonger sendt op fra 15 forskjellige steder i Europa, for å undersøke strukturen av en av vinterens største cykloner.



Utforskningen av de høiere luftlag er, som rimelig kan være, blitt utført vesentlig over Europa og Nord-Amerika, men også over andre deler av jorden er der tatt endel stikkprøver. Opstigningene måtte alltid utføres over områder hvor der var chancer til å finne igjen ballongene, m. a. o. i nogenlunde tettbefolkede land. Utenfor Europa og Nord-Amerika har registrerballongopstigninger vært forsøkt med held i britisk India og i hollandsk Ostindia på Java, hvorfra nu et ganske stort materiale foreligger til belysning av atmosfærens struktur over den subtropiske og tropiske sone. Også i det ekvatoriale Afrika er opstigninger blitt foretatt, nemlig fra et tysk skib på innsjøen Victoria Nyansa. Det lykkedes å holde øie med ballongen gjennom kikkert, så at skibet med en gang kunde dirigeres henover til det sted hvor ballongen vilde komme ned igjen. Det samme er blitt utført på Nordatlanteren i passatområdet og likeledes lengst nord helt oppe ved Spitsbergen. Vanskeligheten ved disse ballongopstigninger til sjøs er den at ballongen i almindelighet seiler meget raskere enn skibet og lander langt utenfor synsvidde, hvor den ofte går tapt. Et hurtiggående skib må brukes for at ikke altfor mange ballonger skal mistes til ingen nytte, og det faller naturligvis dyrt. Det er derfor også bare fyrsten av Monaco og keiser Wilhelm som har kunnet finansiere den slags forskningsarbeide. Den første stilte sin yacht, den annen en hurtiggående krysser til disposisjon.

Men kostbare ekspedisjoner av denne art hører allerede historien til, nu gjør man det anderledes. Ballongen utstyres med en radiosender, som under hele opstigningen telegraferer hvad barometer og termometer viser. På skibet, som nu kan være en ganske almindelig langsomtgående skute, tar man imot disse signaler og kan med en gang rekonstruere alle ballongferdens detaljer med samme sikkerhet som om ballongen med dens registrerapparat var blitt funnet. Selv om nu ballongen går tapt har man ialfall resultatene i behold.

Denne nye metode med automatisk telegraferende ballonger gjør det nu mulig å undersøke de høiere luftlag selv i polaregnene eller andre ubebodde strøk, hvor chancen til å finne ballongene igjen selvfølgelig er minimal. Overalt



på jorden kan vi altså nu få våre instrumenter op til 20 à 30 km høide og med en gang avlese resultatene. Det er derfor å vente at vårt kjennskap til de høiere luftlag vil øke raskt i de kommende år efter at observasjonsteknikken nu er blitt fullkommen. Men allerede de spredte observasjoner som hittil foreligger, viser oss med sikkerhet de store trekk i atmosfærens opbygning, som kan sammenfattes således:

Overalt er der en troposfære med temperaturavtagen på ca.  $6^{\circ}$  for hver km opover og ovenfor denne en stratosfære med meget mindre forandring av temperaturen med høiden, tildels endog svakt tiltagende temperatur med tiltagende høide. Grenseflaten mellem troposfære og stratosfære ligger høiest ved ekvator, ca. 17 km over havsnivå, og stadig lavere henover mot polene. I Europa finner man som nevnt grenseflaten i ca. 10 km høide, dog med vekslinger på nogen km fra dag til dag alt efter værsituasjonen.

Grunnen til denne atmosfærens opdeling i en troposfære og en stratosfære forstår vi lettest ved å bruke en sammenligning med et drivhus. Drivhustaket består av glass og slipper derfor solvarmen igjennem til drivhusets indre, som følgelig oppvarmes. Samtidig hindrer glasstaket at varmen stråles ut igjen til drivhusets omgivelser, fordi glasset er nokså ugjennemtregelig for de varmestråler som kommer fra drivhusets indre. Et slikt stoff som slipper igjennem varmestråler av en sort og stopper varmestråler av en annen sort, sies å være selektivt absorberende. Glass absorberer lite av de varmestråler som kommer fra glohete legemer som solen, men meget av de varmestråler som kommer fra steder med moderat varme, som i angjeldende tilfelle varmestrålene fra drivhusets indre.

De atmosfæriske gassarter kvelstoff, surstoff, argon o. s. v. har meget liten absorpsjonsevne, så at de stopper hverken solvarmen på dens vei nedover til jorden eller jordens varmestråler på deres vei utover mot verdensrommet. Men der er en allestedsnærværende tilsetning til atmosfæren, nemlig vanddamp, som har lignende selektiv absorpsjon som glass. Vanddampen er jo, sålenge den ikke har kondensert ut virkelige vanndråper, en helt usynlig, gjen-



nemsiktig gassart, og den slipper da også den varme igjen som følger med solstrålingen. Men samtidig absorberer den sterkt de usynlige varmestråler, som utgår fra et sted med så moderat varme som jorden. Vanndampen danner derfor et drivhustak som omslutter hele jordkloden. Der er ikke et eneste hull i dette drivhustak, for vanndamp finnes der overalt i atmosfæren, også der hvor der for øieblikket ingen skyer er. Der hvor vanndampen har dannet skyer, opptrer den i form av millioner av små vanndråper, som skjærer av både solvarmen på dens vei nedover og jordvarmen på dens vei oppover. For å fortsette den samme sammenligning, så vilde skyene svare til gardiner som trekkes for visse deler av drivhustaket, men drivhuset vedblir selvfølgelig å være drivhus allikevel.

Vi kan nu nogenlunde bedømme hvilken temperaturfordeling der vil bli i en atmosfære med vanndamp. Nede ved marken i lavlandet har man hele atmosfærens vanndamp ovenfor sig, hvilket er ensbetydende med effektiv beskyttelse under et tykt drivhustak. Høiere oppe, la oss si i 1500 m, har man allerede halvdelen av atmosfærens vanndamp under sig, og bare den resterende halvdel som er ovenfor, kan virke som drivhustak. I 1500 m høide lever man altså under et drivhustak som bare er halvparten så tykt som det som beskytter oss nede i havsnivå, og følgen er at det blir koldere der oppe enn i havsnivå.

Temperaturen avtar altså oppover, fordi jo høiere man kommer desto tynnere drivhustak har man over sig til beskyttelse. På denne måte fortsetter temperaturens avtagen oppover inntil man er kommet ovenfor næsten all atmosfærens vanndamp. Ved overgangen fra troposfære til stratosfære har man praktisk talt all atmosfærens vanndamp under sig, og de minimale mengder som finnes ovenfor i selve stratosfæren, rekker ikke til for merkbar drivhusvirkning.

Stratosfæren ligger altså utenfor det atmosfæriske drivhus og har derfor en lav temperatur, som varierer lite med høiden. Jo dypere man kommer ned i den underliggende troposfæres vanndamp desto varmere blir det, fordi vanndampen danner drivhustak. Uten denne vanndampens driv-



husvirkning vilde det også hernede være omtrent like kaldt som i stratosfæren, m. a. o.  $-50$  à  $60^{\circ}$ . Uten vanndamp i atmosfæren vilde altså vår jord bli altfor kald for alt det organiske liv, som nu takket være vanndampens drivhusvirkning kan trives.

Det er heldigvis ingen fare for at atmosfæren skal tape sin velgjørende drivhusvirkning, f. eks. ved at all vanddampen skulde felles ut som regn. Så lenge der finnes vann nede på jorden, vil der til stadighet fordampe noget av dette, så at atmosfæren får erstattet den vanndamp som den taper i form av regn.

Når det nu i troposfæren overalt ligger kald luft oppå varm luft, kunde man vente sig at den kolde vilde synke ned og den varme stige op og dermed hele temperaturfordelingen bli omveltet. Det er ialfall erfaringen fra et lukket værelse. Der søker den varme lette luft mot taket og den kolde tyngre luft synker til gulvet. Men forholdene blir anderledes når eksperimentet gjentas i store dimensjoner i atmosfæren. Den kolde luft i høiden er der så fortynnet at den faktisk er lettere enn den varme luft nedenunder, forutsatt at overgangen fra kald til varm luft ikke går fortere enn  $34^{\circ}$  C pr. km høide. I troposfæren er temperaturforandringen pr. km høide i middel bare  $6^{\circ}$  C, så vi er langt fra den kritiske tilstand med temperaturavtagningen  $34^{\circ}$  C pr. km, som vilde gjøre luften i høiden like tung som luften nede.

Imidlertid vilde der skje voldsomme omveltninger i atmosfæren selvom temperaturen ikke avtar fullt så raskt med høiden som  $34^{\circ}$  C pr. km. Grunnen er den at luft som stiger utvider sig og blir lettere, hvorved den kan få fornyet opdrift og stige fortere og fortere. Samtidig vil luft som synker komprimeres og bli tyngre, så at dens fall vil påskyndes. Denne labile tilstand hersker når temperaturens avtagningen med høiden er sterkere enn  $10^{\circ}$  C pr. km. Heller ikke denne tilstand forekommer særlig meget i atmosfæren.

I den almindelige tilstand med temperaturavtagningen langsommere enn  $10^{\circ}$  C pr. km er luften i høiden så meget lettere enn luften hernede, at den, selv efter å være bragt hit ned og komprimert til det lufttrykk som hersker her,



vilde vedbli å være lettere enn den luft som på forhånd var her. I denne såkalte stabile tilstand vil altså luft som puffes ned bli lettere enn sine nye omgivelser, den vil få opdrift og stige op igjen til det nivå den kom fra. Helt tilsvarende vil den luft som puffes opover bli tyngre enn sine nye omgivelser, og av tyngdekraften trekkes ned igjen til det nivå den gikk ut fra.

Troposfæren er altså stort sett stabilt oppbygget til tross for at den er varm nederst og kald øverst. De eneste alvorlige likevektsforstyrrelser forekommer når vanndampen kondenseres og lager skyer. Dette finner sted vesentlig i opstigende luft, fordi denne avkjøles under opstigningen og tilslutt må utskille sin vanndamp i form av små vanndråper. Under denne utskillelse av vanndampen utvikles der varme, den såkalte kondensasjonsvarme, så at den opstigende vandampmettede luft avkjøles langsommere enn opstigende tørr luft. Mens opstigende tørr luft avkjøles med  $10^{\circ}$  C pr. km opstigning, avkjøles opstigende vandampmettet luft alt efter vandampinnholdet mellem  $10^{\circ}$  og  $4^{\circ}$  C pr. km. Opstigende vandampmettet luft blir derfor ikke nødvendigvis kaldere enn sine nye omgivelser slik at den faller ned igjen. Det hender tvertimot ofte at den blir varmere enn luften omkring, får fornyet opdrift og stiger fortere og fortere.

De fleste naturiakttagere vil kjenne igjen dette fenomen fra erindringen om skydannelsen på varme sommerdager. Etterhvert som opvarmningen skrider frem om morgenen, dannes der opstigende luftstrømmer som hver frembringer en liten hvit sky. Disse vokser i løpet av dagen til tårn- og kuppelformede haugskyer, forutsatt at atmosfærens temperaturfordeling er sådan at skyene holder sig varmere enn den omgivende skyfri luft og følgelig får opdrift.

Det samme fenomen som i sommerskyene avspiller sig for våre øine, gjentar sig under modifiserte omstendigheter i cyklonene, som i almindelighet dekker flere millioner km<sup>2</sup> og følgelig ikke kan overskues av en enkelt observatør. I det hele har vi i forbindelse med opstigningen av vandampmettet luft kjernen til de prosesser som lager været over



hele jorden, og som også bidrar meget til å gi vinden styrke og variabilitet.

Det er bare i troposfæren, hvor temperaturen avtar med høiden, at de vertikale luftbevegelser og den derav følgende vanddampkondensasjon, nedbørdannelse etc. kan finne sted. I stratosfæren som ikke har denne temperaturavtagelsen med høiden, vil eventuelle vertikale bevegelser alltid dempes, hvad enten det er vanddampmettet eller tørr luft som deltar i dem. Stratosfæren har da heller ingen skyer, når vi bortser fra de meget sjeldne og ennå nokså uforklarlige perlemorskyer, som sees efter store vinterstormer. Det er også noget mindre vind i stratosfæren enn i de øvre deler av troposfæren, men det er en overdrivelse å si at det er næsten stille deroppe. Den fremtidige stratosfæriske lufttrafikk vil også ha å kjempe med storm, men man vil slippe ubehaget ved samtidig å være innhyllet i skyer.

Jeg nevnte tidligere at troposfæren ved ekvator rekker helt til 17 km, mens den hos oss bare er knappe 10 km høi og ved polen antagelig er enda lavere (se fig. 2). Det er nu ved betraktning av de for troposfæren typiske prosesser mulig å forklare denne geografiske variasjon i troposfærens vertikale mektighet. I den ekvatoriale sone er opvarmingen ved marken sterk, de vertikale luftbevegelser som herved utløses, når høit, og så høit som de rekker, vil også temperaturens avtagelse med høiden vedlikeholdes. Vi får derfor i ekvatorsonen en høitrekende troposfære. På høiere breddegrader hvor opvarmingen ved marken er svakere enn ved ekvator, vil de vertikale luftstrømninger heller ikke nå så store høider som ved ekvator, med den følge at troposfærens øvre begrensning legger sig lavere enn 17 km, hvor den var å finne over ekvator.

Denne forskjell i intensiteten av de vertikale luftbevegelser har en annen nokså paradoksal konsekvens, nemlig at atmosfærens laveste temperatur forekommer over ekvatorsonen. Over ekvator hvor temperaturen fortsetter å avta med høiden like til 17 km, når den ned til ca  $-85^{\circ}$  C, mens på våre breddegrader hvor temperaturen ikke avtar lenger enn til 10 km høide, kommer den bare ned i ca.  $-55^{\circ}$  C. Ved



troposfærens øvre grense er altså ekvator ca.  $30^{\circ}$  C koldere enn ved våre breddegrader. Videre opover i stratosfæren utjevnes denne forskjell igjen, så at henimot 30 km høide er der omtrent samme temperatur  $-55^{\circ}$  C over ekvator som over Europa.

Opstigningene nordenfor polarcirkelen har også bragt endel overraskelser, særlig hvad angår stratosfærens tem-

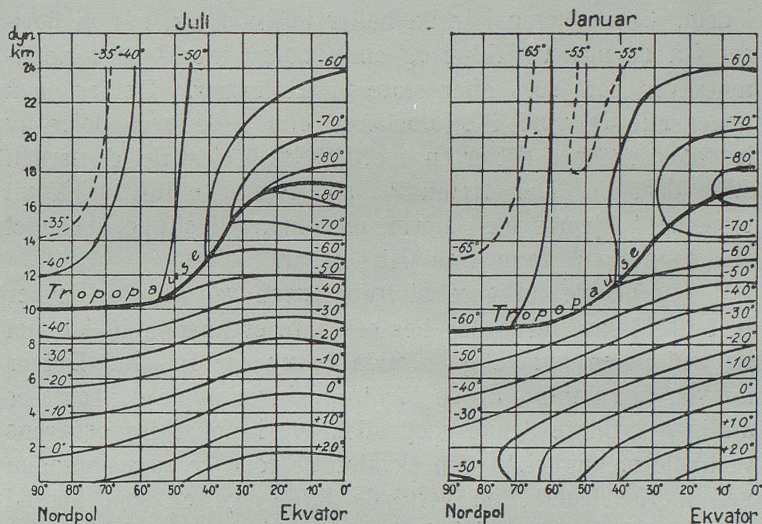


Fig. 2. Den midlere temperaturfordeling i nordhalvkuleatmosfæren i juli og januar fremstillet ved vertikalsnitt fra nordpolen til ekvator. Grensen mellem troposfære og stratosfære forløper langs den tykke linje merket „tropopause“. (Efter E. Palmén i Meteorologische Zeitschrift, 1934, s. 17).

peratur. De mellemeuropeiske opstigninger omkring  $50^{\circ}$  N bredde viser en stratosfære hvis temperatur forandrer sig bare  $7^{\circ}$  à  $8^{\circ}$  C fra vinter til sommer. Men fra Abisko ( $68^{\circ} 21' N$ ) i Nordsverige foreligger nu nylig en observasjonsserie som viser en meget varmere stratosfære om sommeren enn om vinteren. I 20 km høide, altså et godt stykke op i stratosfæren, er der over Abisko ca.  $-66^{\circ}$  ved midtvinter og ca.  $-35^{\circ}$  ved midtsommer. Temperaturen utenfor det »atmosfæriske drivhus« er altså sterkt avhengig av års-



tiden, når vi først kommer på så høie breddegrader at solen er borte midtvinters og stadig over horisonten midtsommers. Der må altså i stratosfæren finnes ett eller flere stoffer som kan absorbere varme fra solstrålingen. I neste artikkel skal vi se at det viktigste varmeabsorberende stoff i stratosfæren antagelig er det treatomige surstoff, oson.

## Hvordan hvirveldyrene har erobret det faste land.

Av Anatol Heintz.

Verden har ikke alltid sett slik ut som vi ser den idag. I de eldste perioder av jordens historie, som ligger umåtelig langt tilbake i tiden — ikke tusener, ikke millioner, men hundreder av millioner år tilbake — finner vi at det faste land er helt livløst og øde, og at alt liv bare finnes i vannet, i havet.

Det er forståelig at den første opblomstring av organisk liv har funnet sted i vannet. Vannet byr på mange fordeler. Vannet selv danner jo en meget vesentlig del av alle organismer. Det inneholder oppløst surstoff, som organismen utnytter, foruten mange forskjellige salter, som også er nødvendige. Vannets temperatur forandrer sig ikke så fort, og er på litt større dyp næsten konstant — og for mange organismer er dette av meget stor betydning. Dessuten blir alle gjenstander lettere i vann. Mange organismer kan derfor helt passivt sveve i vannet og la strømmen føre sig fra sted til sted. Andre kan med forholdsvis lite forbruk av krefter svømme aktivt omkring. Atter andre sitter fast på bunnen og lar vannstrømmen bringe næringen til sig. Alle disse og mange andre egenskaper gjør vannet særdeles egnet for organisk liv.

Erobringen av det faste land begynte på et forholdsvis sent stadium i organismens utvikling og har foregått meget langsomt. En mengde dyregrupper har i det hele tatt ikke



utviklet former som kan leve på land, andre har tilpasset sig meget ufullkomment, og bare to grupper har også gjort landet til sitt faste bosted: det er enkelte av leddyr (f. eks. insekter og edderkopper) og en mengde av hvirveldyr (padder, krypdyr, fugler og pattedyr).

De eldste rester etter hvirveldyrene er kjent allerede fra ordovicisk tid, den næsteldste periode i jordens historie. Av de fundne rester av små skjell og plater kan vi ikke danne oss noe bestemt bilde av disse skapninger. Vi vet bare at de har levet i vann.

Fra neste formasjon, silurtiden, har vi allerede opbevarte rester av forskjellige fiskelignende former, former beslektet med de nålevende rundmunnere.

Går vi over til devon-formasjonen, treffer vi på en meget rik fiske-fauna. Det mest interessante er imidlertid at allerede i avleiringer fra den yngste del av devontiden har man funnet de første rester etter landdyr. Det tyder på at akkurat i devontiden har sannsynligvis erobringen av det faste land funnet sted.

Før vi går over til å beskrive disse eldste landdyr, må vi imidlertid prøve å klarlegge grunnen til at fiskelignende hvirveldyr har søkt op på land.

Fiskene representerer en overordentlig gammel type av hvirveldyr, og alle er tilpasset til livet i vann. Til åndning utnytter de surstoff som er oppløst i vannet, idet de til stadighet tar vann i munnen og skyver det ut gjennom gjelleåpningene. Blodet går fra hjertet først til gjellene (fig. 1 A). Der kommer det i berøring med det friske vann og optar fra dette surstoff — blir med andre ord surstoffrikt — eller som vi kaller det *arterielt* blod. Fra gjellene løper blod til hele kroppen og forsyner kroppens celler med surstoff, og optar istedet kullsyre og andre avfallsprodukter. Til hjertet kommer således surstofffattig, kullsyrerikt blod — det såkalte *venøse* blod. Fra hjertet jages det, som vi vet, igjen til gjellene, hvor kullsyren blir utstøtt og surstoff optatt. Vi ser således at hos fisk danner blodkretsløpet en enkelt ring, og at hjertet gjennomstrømmes bare en gang av blodet, som er venøst. (Fig. 1 A).



Hvorfor skulde da fiskene søke ut av vannet?

Grunnene til denne overgang kan være mange og forskjellige. Vi ser det best hos nulevende fisk.

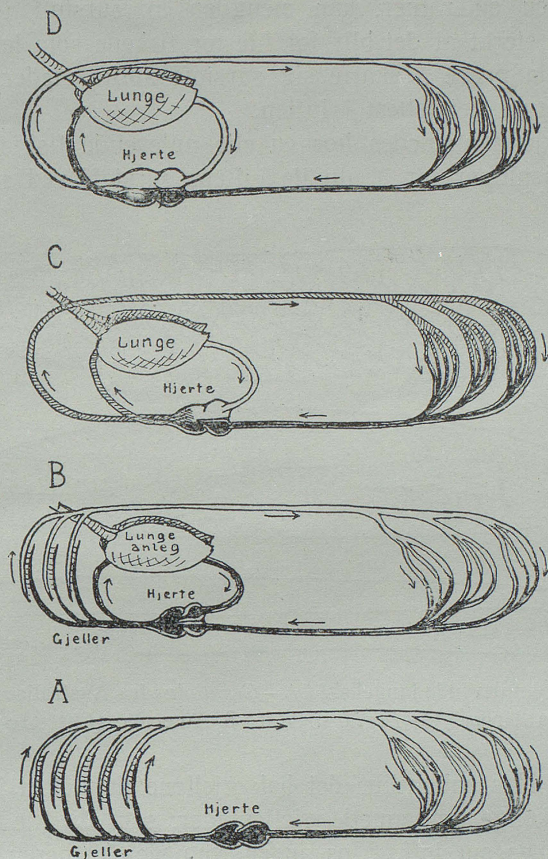


Fig. 1. Skjematisk billede av blodkarsystemet hos forskjellige hvirveldyr. A - hos fisk. B - hos lungefisk og larven av padder. C - hos fullvoksne padder og hos krypdyr. D - hos fuglene og pattedyrene.

Enkelte søker ut av vannet for å flykte fra sine forfølgere. Således hopper f. eks. flyvefisk op av vannet og svever over dets overflate for å redde sig fra rovfisk.

Andre fisk igjen søker sitt bytte på land — vi kan f. eks. nevne den velkjente slamkryper, som kan opholde sig lenge ad gangen på land jagende efter forskjellige insekter.



Endelig søker fisken ut av vannet hvis den mangler surstoff. Vannet oppløser nemlig forholdsvis lite surstoff. Og i stillestående vann, hvor en mengde planterester ligger på bunnen og råtner, kan mengden av surstoff i vannet synke så sterkt at det blir for lite for fiskene som lever her. De må da prøve å skaffe sig surstoff andre steder fra — og de finner det lettest i luften.

Vi kjenner således hos enkelte nulevende fisk forskjellige tilpasninger for å utnytte luftens surstoff ved siden av

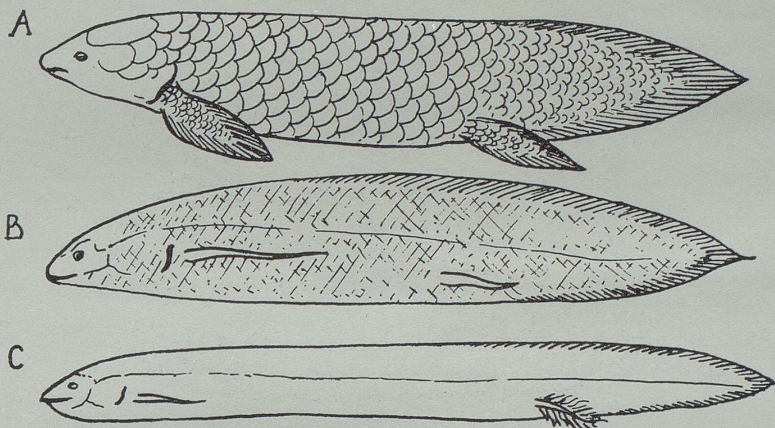


Fig. 2. Tre nulevende lungefisk. A - *Ceratodus* fra Australia. B - *Protopterus* fra Afrika. C - *Lepidosiren* fra S. Amerika. (Efter Goodrich).

vannets. Hos enkelte er det bak gjellene dannet et kammer med merkelige omdannede gjelleblader, som direkte kan utnytte luftens surstoff. Hos andre som slamkryperen f. eks., foregår den såkalte tarmåndning. Luften svelges simpelt hen og går gjennom hele tarmkanalen, hvor der på bestemte steder finnes tynnveggede partier med rikt blodkarnett, hvor blodet optar surstoff og avgir kullsyre.

Vi skal tilslutt omtale den siste grunn, hvorfor fiskene søker å utnytte luftens surstoff, det er når vannet i det hele tatt forsvinner — f. eks. tørker helt bort. Største delen av alle vanddyr omkommer i slike tilfeller, men på steder hvor uttøringen finner sted mer eller mindre regelmessig — f. eks. hvert



år i den tørre årstid, ser vi at det er fiskearter som har tilpasset sig til å utnytte luftens surstoff i den ugunstige periode, og på den måten overlever tørketiden. Det er de såkalte *lungefisk*, hvorav man nutildags bare kjenner tre arter —



Fig. 3. Afrikansk lungefisk (*Protopterus*) nedgravet under tørketiden.  
(Efter Hesse-Doflein).

en fra Australia, en fra Afrika og en fra Sydamerika. (Fig. 2). Disse fisk har ved siden av gjellene også lunger, som de benytter under tørkeperioden. Deres lunger er høist sannsynlig opstått av den bakerste gjelle. Under fosterets utvikling anlegges gjellene nemlig oprinnelig ikke som spalter, men som små utposninger av svelgrøret. Under den videre



utvikling blir disse gjelleposer større og større og tilslutt bryter de igjennom kropsveggen og danner gjellespalter. Lungefiskenes »lunger«, som forresten lungene hos alle landdyr også, er sannsynligvis akkurat en slik bakerste gjellepose, som i det hele tatt ikke bryter ut som en spalte, men forblir som en pose.

Under tørkeperioden graver lungefisken sig ned i slammet og ligger i en slags dvale. (Fig. 3). I denne tid er det bare lungene som fungerer og skaffer kroppen det nødvendige surstoff. Når regnperioden setter inn og elvene fylles med

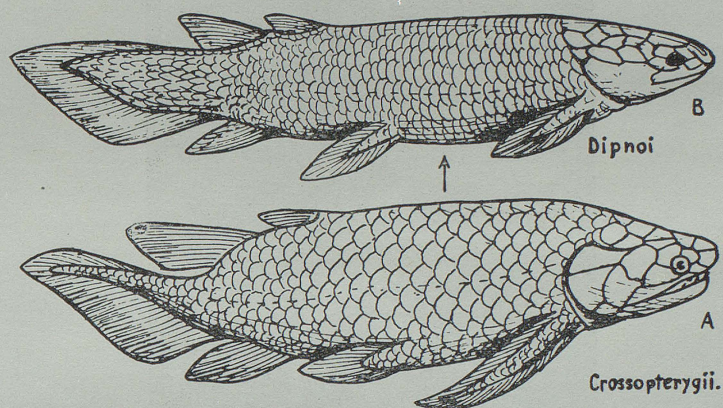


Fig. 4. En kvastfinneret fisk (A) og en lungefisk (B) fra devontiden. (Efter Woodward).

vann, opbløtes fiskenes slam-hule, og de kommer ut i vannet og lever igjen som fisk og ånder med gjeller.

Vi har nu sett at grunnene til at fiskene søker op på land kan være meget forskjellige. Hvilken av alle disse grunner har da bevirket at de primitive fisk i jordens oldtid har lært sig å utnytte luftens surstoff og så litt efter litt komme op på land?

Som nevnt kjenner vi de første firføttede landdyr fra devon-tiden. Fra samme tid kjenner vi en mengde forskjellige fisketyper. Største delen av disse fisk er kjent fra elve- eller innsjø-avleiringer. Man finner deres rester som regel i grå, grønne eller røde sandsten eller skifre. Geologene kan for-



telle oss at disse avleiringer tyder på et forholdsvis varmt og tørt klima. Sannsynligvis er mange av fiskene som levet på den tiden, blitt utsatt for surstoffmangel i vannet, til og med for uttørring. Derfor hadde kanskje ikke så få former fra devontiden forholdsvis vel utviklede lunger. Hos de fleste fisk i senere jordperioder, og særlig hos dem som har vandret ut i havet, blev så lungene omvandlet til svømmeblærer, men hos lungefisk og enkelte andre ferskvannsformer beholdt de sin funksjon til våre dager.

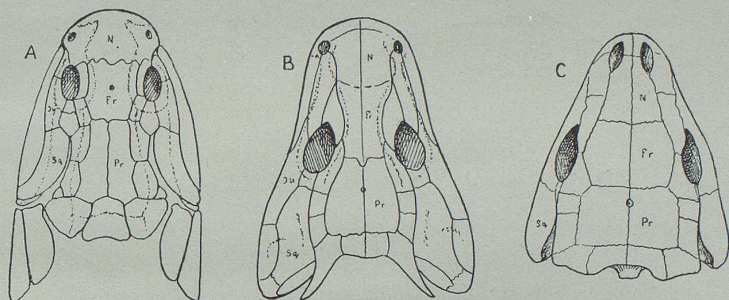


Fig. 5. Hodeskallene av: A - en kvastfinneret fisk (*Osteolepis*), B - en panserpadder (*Palaeogyrinus*) og C - et primitivt krypdyr (*Seymouria*), sett ovenifra for å vise likheten i deres bygning. (Efter Goodrich, Watson og Willston).

Det er to grupper av devonfisk som i mange henseender ligner hverandre og sikkert er beslektet med hverandre, som har gitt ophav til landdyrene. En av dem er lungefiskene, den annen kalles kvastfinneret på grunn av den eendommelige bygning av de parrede finner. (Fig. 4). Disse har en mer eller mindre lang centralakse, og fra den løper til begge sider korte finnestråler. (Fig. 6 B). Hele finnen får herved nærmest utseende som en fjær — en kvast. Hos lungefisk er parrede finner lignende utviklet.

Hodeskallen hos begge former er på overflaten beskyttet med tykke, store benplater. (Fig. 5 A). Kjevener er kraftige med store tenner. Kroppen hos begge er dekket med ofte meget tykke skjell. (Fig. 4). Nesen har en meget interessant bygning. Mens nesen hos alle andre fisker bare



danner en mer eller mindre dyp blindt-endende grop, er nesen hos både kvastfinnede og lungefisk ved hjelp av en kanal forbundet med munnhulen. En slik anordning er av meget stor betydning, da fisken på den måte kan få vannet eller luften inn i munnhulen uten å åpne munnen.

Som nevnt er de første firføttede landdyr også kjent fra devontiden. Det er de såkalte *panserpadder* eller *Steg-*

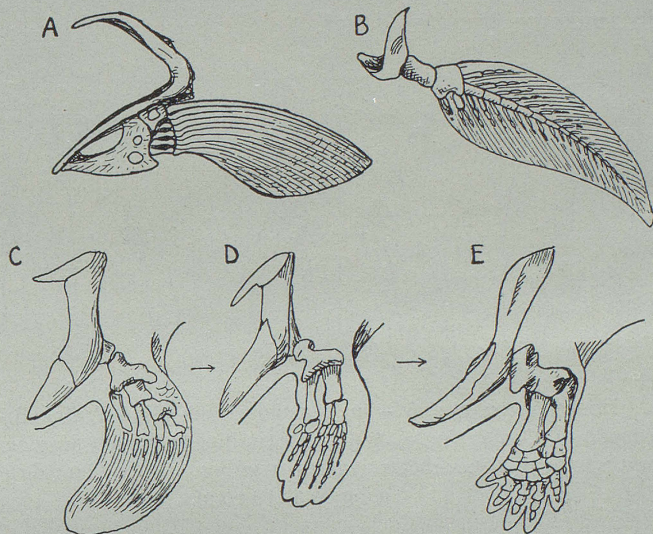


Fig. 6. A - Brystfinne hos laksen (en *Teleostom* fisk). B - Brystfinne hos en nulevende lungefisk (*Ceratodus*). C - Brystfinne hos *Eustenopteron* — en kvastfinneret fisk fra devontiden. D - En hypotetisk overgangs-form mellom en finne og en labb. E - Forreste ekstremitet av en primitiv panserpadde fra permtiden (*Eryops*). (Efter Zittel og Gregory).

*ocephaler*. (Fig. 7). Ser vi på deres hodeskalle og sammenligner den med hodeskallen hos en kvastfinneret fisk, så er det ikke vanskelig å konstatere at de er overordentlig likt bygget. (Fig. 5 A og B). Likheten er så stor at det ikke kan være tvil om at disse to grupper må være nær beslektet med hverandre. Selve kropsformen hos panserpadder minner også temmelig sterkt om fiskenes kropsform — den er også avlang-torpedo-formet med kraftig sammenpresset haleparti og korte, små labber. (Fig. 7).



Den største forskjell i skjelettbygning mellom panserpadder og kvastfinnede ligger for det første i utformningen av hvirvelsøilen, for det annet i utviklingen av ekstremiteter. Hvirvelsøilen hos kvastfinnede og lungefisk er ennu svakt forbenet og den elastiske ryggstreng — chorda — er ennu bevart i stor utstrekning. Hos panserpadden er hvirvelsøilen mer eller mindre fullstendig forbenet og danner en solid central akse, som bærer og støtter hele kroppen. Utviklingen av ekstremiteter er ennu mer interessant. Hvordan kunde et landdyrs labb dannes fra en finne? Ser vi på finnen hos

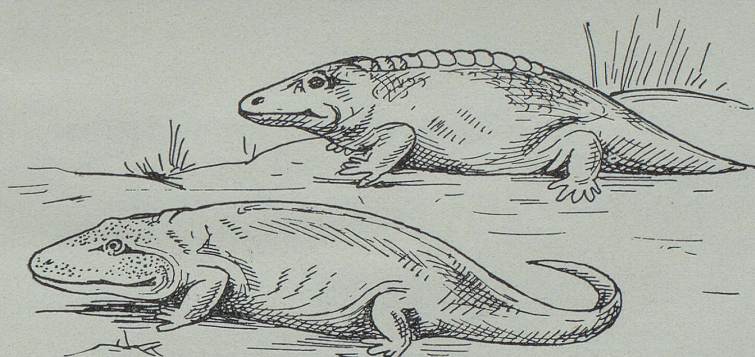


Fig. 7. Rekonstruksjon av to panserpadder fra permtiden, øverst *Cacops*, nederst *Eryops*. (Efter Osborn).

almindelige fisk (fig. 6 A), kan vi ikke opdage noen likhetspunkter mellom den og hånd- eller fot-skjelett hos landdyr. Sammenligner vi derimot kvastfinnen med landdyrenes ekstremiteter, kan vi lett se en viss likhet. (Fig. 6 B, C og E). Den centrale akse i finnen utvikler sig dels til over- og underarms- (eller fot-)knokler, dels, sammen med finnestråler, til fingre (eller tær).

Ved overgangen fra livet i vann til livet på land har lemmenes arbeide også forandret sig fullstendig. De er ikke mer bare styre-organer, men direkte bevegelses-organer. Den bevegelse på land som står nærmest fiskenes svømmebevegelse, er kryping. Dyret ligger på maven og bøier sin kropp og hale bølgeformet, og skyver sig således langsomt



fremover. Ved en slik bølgebevegelse kommer lemmene til å spille en mer passiv rolle. De danner visse støttepunkter ved kroppens buktninger og skyver den frem. De er altså i grunnen bare hjelpeorganer og er derfor hos alle panserpadder forholdsvis svakt utviklet — de kunde på ingen måte bære det ofte store og plumpe legeme. (Fig. 7).

Vi ser altså at overgangen fra vann- til landdyr har foregått langsomt. De første landdyr er ennå tett knyttet til vannet, føler seg til og med meget mer hjemme i vannet enn på land, og vilde uvegerlig gå til grunn uten vann. De har forholdsvis tynn, naken hud, som yder en dårlig

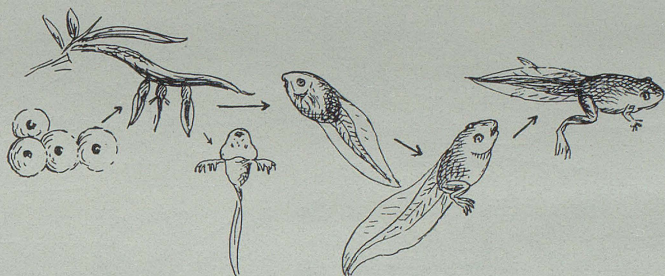


Fig. 8. Utviklingen av nulevende padder.

beskyttelse mot uttørring. Dessuten krever deres *utvikling* også vann. Best kan vi se dette på de nulevende padder. Hvem kjenner ikke utviklingen av froske-egg — først til fiskelignende rumpetroll, og så litt etter litt til en liten padde: først vokser de bakre ekstremiteter, så de forreste, derpå blir halen borte. (Fig. 8). Ennå mer innviklet er imidlertid de forandringer som foregår inni dyret — fra å være gjelleåndende blir det lungeåndende.

Så lenge paddelarven lever i vann og ånder med gjeller, er dens blodkretsloop helt tilsvarende det hos en fisk. (Fig. 1 B). Ved overgang til lungeåndning foregår det store forandringer. Allerede larvens lungeanlegg får gjennom et spesielt blodkar endel venøst blod fra hjertet, som forresten hos paddene består av to forkamre og et hjertekammer. Så snart gjellene slutter å fungere og lungene overtar deres



arbeide, får vi et ganske annet billede. (Fig. 1 C). Blodet føres fra hjertet fremdeles gjennom to blodkar — et som opprinnelig førte blodet til gjellene og videre til kroppen, og et annet som fører det til lungene. Blodet som kommer til lungene blir arterielt, og løper til venstre forkammer og herfra til hjertekammeret. Men her blir det blandet med venøst — utbrukt — blod, som kommer fra kroppen forøvrig til høire forkammer og derfra også til hjertekammeret. Dette blandede blod jages nu som vi vet delvis tilbake til lungene, delvis gjennom det opprinnelige gjelleblodkar — aorta — ut i kroppen.

På denne måte ser vi at blodomløpet hos padder er mer innviklet, men samtidig mindre fullkomment enn hos fisk. Vi finner her allerede to blodkretsløp — det lille som fører blodet fra hjertet til lungene og tilbake til hjertet, og det store som fører blodet fra hjertet til kroppen forøvrig og tilbake til hjertet. Arterielt og venøst blod holdes imidlertid ikke fra hverandre, men blandes i hjertet. På den måten er blodet som tilføres kroppscellene ikke rent arterielt, som tilfelle var hos fiskene, men blandet — mindre godt.

---

Vi nevnte at de første rester etter de paddelignende dyr er kjent allerede fra devontiden. Fra næste formasjon, kulltiden, kjenner vi allerede rester av krypdyr eller reptilier. De eldste krypdyr ligner overordentlig sterkt panserpaddene. Hodeskallen har samme bygning (fig. 5 C), kroppen er også avlang, halen er kraftig utviklet, labbene er forholdsvis små. (Fig. 9 A). Imidlertid har krypdyrene gjort et veldig skritt fremover i tilpasning til livet på det faste land. De legger nemlig ikke mer sine egg i vann, men på land. Utviklingen av fosteret kan imidlertid ikke foregå i luften: de fine og sarte unge vev som oppbygger fosteret, tåler ikke uttørring. Reptilierne må altså skaffe en kunstig fuktighet, danne et slags litet akvarium, hvor embryoet kan utvikle sig uten fare for å omkomme ved uttørring. Vi ser da også at krypdyrene virkelig har forstått å skape et slikt »akvarium«. Deres egg er forsynet med et solid kalkskall,



som fullstendig beskytter fosteret for uttørring. Dessuten finnes i egget rikelig næringsstoff, slik at fosteret gjennomløper en meget lang utvikling i egget. Når det lille krypdyr klekkes ut, er det et fullt utviklet landdyr.

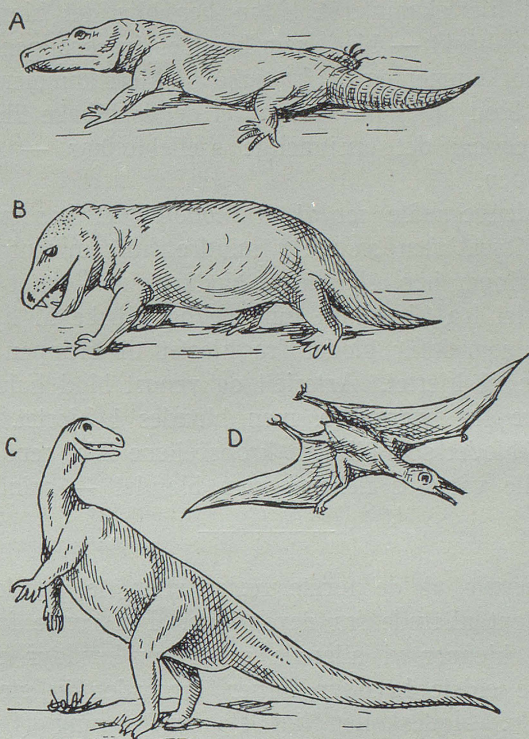


Fig. 9. Rekonstruksjon av forskjellige krypdyr, for å vise deres gradvise tilpassning til fri bevegelse på land. A - *Labidosaurus* fra perm-tiden. B - *Cynognathus* fra trias-tiden. C - *Platosaurus* fra trias-tiden. D - *Pterodactylus* fra jura-tiden. (Efter Osborn og Abel).

Det at eggene ikke legges i vann, men på land, betyr naturligvis et veldig fremskritt på veien til erobringen av det faste land. Nu er dyret ikke mer så bundet til vannet, og de deler av det faste land som aldri kunde bli befolket av padder, da de lå for langt fra vann — kan med letthet erobres av krypdyr.



Krypdyrenes større bevegelsesfrihet på land og uavhengighet av vannet kan vi tydelig se i hele deres bygning. Deres hud er dekket med hornskjell, som beskytter kroppen effektivt mot uttørring. Deres lemmer er også kraftigere. De eldste reptilier krøp ennu på buken (fig. 9 A), neste stadium bestod i at kroppen under gangen blev løftet op fra jorden, hvilket selvfølgelig lettet bevegelsen, da buken ikke bremsset ved å slepe på jorden. (Fig. 9 B). Ved den videre utvikling blev lemmene sterkere og sterkere, og istedenfor å stå ut fra kroppen, som tilfellet var hos padder og enkeltbyggede krypdyr, blev de nu plasert langs med og under kroppen. På denne måte blev kroppen hevet over jorden, og bare den forholdsvis sterke hale slepte ennu efter. Krypdyrene lærte altså både å gå og å løpe, og enkelte løpende former beveget sig endog på to. (Fig. 9 C).

Tilslutt har en gruppe av krypdyr til og med erobret luften og forvandlet sine armer til vinger. (Fig. 9 D).

Det ser altså ut til at krypdyrene fullkomment har tilpasset sig til livet på land og helt har erobret landet. Det er dog ikke tilfellet.

Først og fremst er deres blodkarsystem fremdeles ufullkomment, og er i det store og hele bygget temmelig tilsvarende paddenes. (Fig. 1 C). Fra hjertet, som består av to forkamre og et ufullstendig opdelt hjertekammer, jages også her mer eller mindre blandet blod dels til lungene, dels til kroppen. Ved et innviklet klaffsystem foregår det forresten her et bedre skille av blodet: det arterielle blod går hovedsakelig gjennom aorta til kroppen, det venøse hovedsakelig til lungene.

Også i en annen henseende står krypdyrene fiskene og paddene temmelig nær, nemlig med hensyn til blodets *temperatur*.

Fiskene, som lever i vann, risikerer ikke å bli utsatt for altfor lave temperaturer. Deres blod har samme temperatur som vannet. Paddene som allerede delvis har frigjort sig fra vannet, har beholdt fiskenes »kolde blod«. Deres blodtemperatur tilsvarende luftens eller vannets temperatur. På den måten er de helt avhengig av årstiden. Faller temperaturen



i luften sterkt, kan de ikke mer leve normalt, de må krype i skjul og faller i dvale.

Det samme er tilfelle med krypdyrene. Også de er koldblodige dyr, og fullstendig avhengig av luftens temperatur. Blir denne for lav, faller de i dvale eller omkommer. Det er således klart at de ikke helt kan erobre det faste land. Der hvor temperaturen er for lav kan de ikke leve, likesom paddene ikke kunde leve hvor det var for tørt.

Det er de to siste, høieststående grupper av hvirveldyr som har løst også dette problem — nemlig fugler og pattedyr.

Fuglene stammer fra krypdyrene og står disse meget nær i mange retninger, særlig i bygningen av skelettet, mens de i andre henseender er meget høiere utviklet. Først og fremst fordi de har fått varmt blod: blod som i det store og hele har en konstant temperatur, uavhengig av temperaturforandringer i omverdenen. Blodets høiere temperatur står i forbindelse med et meget livligere stoffskifte i fuglenes legeme. Det henger også sammen med en fullkommengjørelse av blodomløpet. Hos fuglene består hjertet av to forkammer og to hjertekammer. (Fig. 1 D). Arterielt blod fra lungene går til venstre forkammer, så til venstre hjertekammer og derfra ut i kroppen gjennom aorta. Fra kroppen samles utbrukt, venøst blod i høire forkammer, derfra går det til høire hjertekammer og så tilbake til lungene igjen.

I dyrenes årer rinner nu igjen bare rent blod, ingen blanding finner sted. Vi er altså kommet tilbake til samme løsning av problemet som vi fant hos fiskene. Men mens blodkretsløpet hos fiskene bare danner en enkelt ring, og blodet bare gjennomløper hjertet en gang, er det hos fuglene en dobbelt ring, og blodet gjennomløper hjertet to ganger. (Sammenlign fig. 1 A og 1 D).

Nu settes det hos varmblodige dyr et ganske annet krav til huden enn hos koldblodige. Hos de siste så vi at huden måtte beskytte dyret bare mot uttørring. Hos de varmblodige må den også beskytte organismen mot for sterkt varmetap. Vi ser derfor at fuglenes kropp er dekket med dun og fjær, som beskytter dyret ganske fortrinlig mot varmetap. Fug-



lene er således utmerket rustet mot utenverdenen og fortrinlig tilpasset til livet på land og i luften. De er både beskyttet mot tørr luft og kulde, og deres unger utvikler sig inni egget, forsynt med rikelig reservenæring, beskyttet mot uttørring ved et tykt skall, og mot kulden av morens legeme.

Vi har nu bare igjen å si nogen få ord om den siste gruppe av hvirveldyr — om pattedyrene, som fullstendig har underlagt sig det faste land. De opstod alt i jordens middelalder fra en eiendommelig gruppe krypdyr. De har om mulig oppnådd en ennu mer fullkommen tilpasning til livet på land enn fuglene. De er også blitt varmblodige dyr. Deres blodkarsystem er bygget helt på samme måte som hos fuglene. (Fig. 1 D). For å beskytte kroppen mot varmetap har pattedyrene imidlertid utviklet ull og hår, som like fortrinlig som fjærene hindrer avkjøling av kroppen. Men i forhold til fuglene har pattedyrene gjort et annet viktig fremskritt — de legger ikke egg, men deres fostre utvikles inni morens legeme. Der er de på den mest ideelle måte beskyttet både mot uttørring, kulde og alle fiender. Dessuten får de næring direkte fra morens legeme. De nyfødte unger vernes av foreldrene og får sin næring i form av mors-melken. Pattedyrene har altså tilpasset sig helt til livet på land, har helt erobret landet. Det finnes ikke det hjørne av det faste land hvor de ikke kan leve — fra polen til ekvator, fra de høieste fjelltopper til de dypeste daler, fra de fuktigste skoger til de mest uttørrede ørkener.

---

Slik har altså den gradvise erobring av det faste land funnet sted — fra den første fisk som snappet luften på vannets overflate — til oss mennesker, som nu hersker over hele jorden.

---



## Om kontinentalforskyvningsproblemet.

Av dr. philos. Anders K. Orvin.

Et av de store grunnproblemer i jordens utviklingshistorie er spørsmålet om dyphavenes og kontinentenes tilblivelse og deres utbredelse i de forskjellige geologiske tidsrum. De store havområder, som skulde gi oss opplysning om hvordan forbindelsen mellom kontinentene er opstått, er imidlertid unddratt en nærmere geologisk undersøkelse. Man vet derfor intet sikkert, og der er blitt oppstillet en rekke hypoteser for å forklare dette problem. Enkelte mener at hav- og landområder har hatt en viss permanens langt tilbake i jordens utviklingshistorie, mens andre er av den opfatning at der til forskjellige tider har vært landforbindelser ved brokontinenter, som er sunket i havet. Herved forklarer de likheten i flora og fauna i de nu helt adskilte deler av jorden. En annen anskuelse som i forskjellig form har gjort sig sterkt gjeldende i de senere år, er at kontinenter eller deler av disse kan foreta vandringer på jordoverflaten, så de i de forskjellige geologiske tidsrum har inntatt høist forskjellige stilling til hverandre. Jeg skal i det følgende gi en kort oversikt over de viktigste av disse kontinentalforskyvningsteorier, samt en del av de viktigste argumenter som er fremført for og imot dem.

Allerede i 1880 antok H. Wettstein at kontinentene vandret mot vest på grunn av solens virkning på jordoverflaten, og i 1907 fremsatte H. W. Pickering den teori at Amerika var slitt løs fra Afrika og Europa engang i den grå oldtid, samtidig med at månen, som av Darwin antatt, blev slynget ut fra det nuværende Stillehavsbecken. F. B. Taylor mente i 1910 at store kontinentalforskyvninger fant sted i forbindelse med de store alpine foldninger. Grønland blev adskilt fra Amerika, og Amerika blev delvis adskilt fra Afrika og Europa, men en mellemliggende landstrimmel sank ned og danner Atlanterhavsryggen. Taylor antok også at fjellkjedenes anordning skyldes kontinentenes *poljukt*, en ten-



dens som den høiereliggende del av jordskorpen har til å vandre mot ekvator på grunn av centrifugalkraften.

Det var imidlertid tyskeren Alfred Wegener som først fremsatte en mere fullstendig kontinentalforskyvnings-teori i 1912, og i 1915 gav en mere utførlig begrunnelse av den, som han selv sier, uten å kjenne til de tidligere avhandling-linger om dette tema. Det var den store likhet mellom Afrikas og Sydamerikas kyster som førte til at han kom på denne tanke.

Wegeners teori har allerede vært omskrevet også i dette tidsskrift. Den er således nevnt av Olaf Holtedahl i en artikkel i 1919, s. 266; og mere utførlig omtalt av Johan Huus i 1927, s. 294. Jeg henviser til denne artikkel og det billedmateriale som står i den. Huus behandler Wegeners teori særlig fra zoologisk synspunkt. Av andre artikler som også omhandler samme tema, kan nevnes en artikkel av Olaf Valeur i 1927, s. 50, samt en artikkel av K. Wold i 1928, s. 220.

Wegener mente at jordskorpen består av to forskjellige lag, hvorav det ene, *sial*, som hovedsakelig består av lette silicium- og aluminiumsforbindelser i gneiser og nærbeslektede bergarter, danner kontinentalplatene, hvori også shelfområdene er inkludert; og et *sima*, som består av magnesiumholdige, basaltlignende silikater, og som danner dyp-havs bunnen. Dette mener han bevises ved at der i jordoverflatens høidestatistikk forekommer to utpregede maxima, nemlig på + 100 og — 4700 m, og at der derfor må være to utgangsnivåer for hevinger og senkninger.

Sima har tross sin store hårdhet en sådan seighetsgrad at det tillater en forskyvning av kontinentplatene i horisontal retning.

Efter målinger av jordskjelvbølgenes hastighet skulde sialskorpen være omkring 60 km, efter tyngdekraftmålinger ca. 100 km tykk.

Alle jordens nuværende land bestod så sent som i karbontiden av et urkontinent, Pangaea, som var gjennemsatt i øst—vest av Tethyshavet. Opdelingen av dette urkontinent begynte i første del av juratiden, da Antarktis, Australia og



Forindia skilte sig fra Afrika, samtidig med at Forindia skilte sig fra Australia, som over Antarktis hang sammen med Sydamerika. Madagaskar blev adskilt fra Afrika i eldre jura og fra Forindia i overgangen mellom kritt og tertiær. Adskillelsen mellom Sydamerika og Afrika fant sted i jura, kritt og tertiær, mens Europa og Nordamerika først blev helt adskilt i kvartærtiden.

Fjellkjedene blev av *Wegener* forutsatt dannet på forskjellige måter. Andene i Sydamerika blev sammenfoldet på grunn av kontinentalblokkens trykk mot sima under bevegelsen vestover, Himalaya blev dannet ved sammenpressing av Dekan mot den asiatiske blokk, og på samme måte blev også hele den alpine fjellkjede gjennom Asia og Europa dannet, mens f. eks. den østasiatiske øbue opstod ved at randkjeder på baksiden av kontinentalblokken slet sig løs og på grunn av den mindre masse blev igjen. Øene ute i dyphavene blev dannet ved at mindre stykker av sialskorpen slet sig løs og blev igjen eller blev ført videre av strømminger i sima. Herved forklares deres anordning i bueformede rekker. At mange av disse øer består av basaltiske lavaer, forklarer han ved at der er skjedd utbrudd fra basaltiske magmaherder i sialskorpen, hvorved lavaen er kommet til å dekke sial. *Wegener* sammenligner forholdene mellom sial og sima med forholdet mellom isflak og vann. Små øer tilsvarer isstykkene mellom flakene, og likesom disse stikker de ikke så dypt ned.

*Wegener* søkte beviser for sin teori innen flere grener av videnskapen, som geofysikk, geologi, paleontologi, paleoklimatologi, biologi og geodesi.

De hovedsakelige innvendinger som kan gjøres mot kontinentalforskyvningsteorien, er av geofysisk art, idet man vanskelig kan forestille sig dette simas beskaffenhet som tillater en bevegelse av kontinentene, samt påvise de krefter som forårsaker de store forskyvninger. Likheter i geologi, paleontologi, paleoklimatologi og biologi forklares kanskje bedre ved kontinentalforskyvninger enn ved nogen av de andre teorier, og de danner ved siden av de astronomiske



stedsbestemmelser det viktigste bevismateriale for kontinental-forskyvningsteoriene.

W e g e n e r s teori har virket særlig befruktende på den fortsatte utforskning av disse problemer, den har fått mange tilhengere — om ikke akkurat i den form den oprinnelig blev fremsatt — og den har også vært ophav til flere nærbeslektede teorier; men der er på den annen side gjort mange, delvis vektige, innvendinger mot den.

Vi skal først se litt på hvad en del forskere mener om jordskorpens egenskaper i dyphav og kontinenter. Hvis jordskorpen var ensartet i kontinenter og dyphavs bunn, måtte man vente å finne masseoverskudd i kontinentene og masseunderskudd i dyphavene, men allerede i 1855 påviste J. H. P r a t t at der ikke er noget sådant overskudd i Himalaya, og i 1859 fremsatte G. B. A i r y den antagelse at den lettere del av jordskorpen er fortykket under fjellene og tynn på dyphavs bunnen. Senere er der ved en rekke målinger jorden rundt påvist at tyngdekraftsforholdene bekrefter denne antagelse, så man må nu anse A i r y s hypotese for et faktum. Et ytterligere bevis har man fått ved måling av jordskjelvbølgenes hastigheter, og ved hjelp av disse er man også kommet til at sialskorpen i kontinentene er omkring 30 km, mens H. S. W a s h i n g t o n for Atlanterhavets vedkommende har beregnet den til 13 km. B. G u t e n b e r g, som også er enig i mindre tykkelse for Atlanterhavet, har funnet at Stillehavet inntar en særstilling, idet havbunnen her må bestå av ennu tyngre bergarter enn i Atlanterhavet. Av denne grunn har han sluttet sig til den antagelse at månen er slynget ut herfra og har revet med sig sialskorpen. Bortsett fra hvordan denne differens kan være opstått, så må det nu ansees omtrent bevist at sialskorpen er meget tykkere i kontinentene enn i Atlanterhavets bunn og at den må være meget tynn, eller mangle i Stillehavsbunnen, som har en tyngde der omtrent tilsvarende basaltisk magna.

Der er ennu meget delte meninger om hvordan denne differens i jordskorpen kan være opstått. W e g e n e r mente, som også A. P e n c k tidligere har hevdet, at oprinnelig hadde sialskorpen dekket hele jorden, og at der



dengang var et 2640 m dypt hav over hele jorden. Først ved sammenfoldningen av denne skorpe til 1/3 av det oprinnelige areal blev sima liggende i overflaten av dyphavs-bunnen. At virkelig sammenskyvninger i jordskorpen foregår, anser han bevist ved dannelse av de store fjellkjeder. Denne sammenskyvning er i Alpene opptil 1000 km og i Himalaya meget mere. En sådan sammenskyvning anser Wegener med flere andre ikke mulig bare på grunn av jordens kontraksjon, da en så stor krympning selv for hele jordens omkrets vilde betinge et temperaturfall på 2400° bare i tertiærtiden. Heller ikke anser han kontraksjonen tilstrekkelig til å forklare dannelsen av dyphavs-bunnen. Wegener mente selv at stenhylsteret krymper mere enn jordens indre, så det av den grunn ikke lengere omgir hele jorden. Herved forklarer han dannelsen av kontinentalblokkene og dybhavs-bunnen. Han trodde også at kontinentalforskyvninger kan finne sted uten at der kommer hett magma frem på havbunnen, og om så var vilde der ikke dannes damp, da vannets kritiske trykk allerede nåes på 2000 m dyp. Han fremfører som bevis på at jordskorpen er plastisk at jorden forandrer form ved polvandring og henviser til de trans- og regressjoner som står i forbindelse hermed. Som La Place, W. Schweydar og W. D. Lambert har påvist, vil ikke polforskyvninger være mulig dersom jorden var helt stiv. G. V. Schiaparelli har funnet at ved en viss evne til å flyte kan en hvilken som helst akseforandring finne sted.

H. Jeffreys mener at kontinentaldrift er umulig på grunn av jordskorpens store motstand i forhold til de op-tredende krefter, men anser dog små vandringar av hele jordskorpen på underlaget for mulig. Hvad jordskorpens sammentrekning angår, så har han ved beregninger funnet at denne siden trias-juratiden har været så stor at der kunde dannes et 100 km bredt fjellkjedebelte av 2 km høide. Han finner altså også kontraksjonen for liten til alene å danne fjellkjedene.

B. Gutenberg er av den opfatning at man ikke lengere kan tvile på at større og mindre deler av jordskorpen



beveger sig, og at man ikke kan regne med den kjente motstand i jordskorpen, men med mindre motstand i lavere skikter. P. S. Epstein, Schweydar m. fl. har gjort beregninger over seighetsgraden i sima og har funnet at forskyvninger kan foregå tross den store hårdhet, men andre som B. Lindemann tror ikke på disse beregninger.

Wegener fremholder til støtte for sin teori og mot brokontinentteorien at kontinentene aldri har dannet dyp-havs-bunn. Rigtignok er der delte meninger om på hvilket dyp enkelte kalkfattige radiolitter i Alpene, samt røde lerer, er avsatt. F. Kossmatt og K. Andrée mener ca. 5000 m, mens andre som A. Born og E. Daqué hevder at de er gruntvannsdannelser. Daqué, som ellers ikke er tilhenger av Wegeners teori, erkjenner at dette forhold støtter kontinentaldriftsteorien, da han finner det uforklarlig hvor havets vannmasser har fått plass, dersom de store brokontinenter har eksistert.

Wegener mente oprinnelig at de krefter som bringer kontinentalblokkene og ismastrømmene i bevegelse er to, nemlig en *polflukt* på grunn av centrifugalkraften og en *vestdrift* på grunn av månens attraksjon, som virker bremsende på jordens vann og kontinentalmasser. Han har dog senere erkjent at begge disse krefter er for små til å danne fjellkjeder. Gutenberg har foretatt beregninger over polfluktkraften og funnet den å være av størrelsesorden  $5-10^9$  dyn, tilsvarende det trykk som en 25 m høi stenøile utøver på underlaget. Heller ikke vestdriften strekker efter Gutenberg til for å folde op de store fjellkjeder, likesom periodisiteten i Amerikas vestlige randfjell ikke kan forklares herved.

Schweydar har regnet ut at på grunn av forskjellen mellom hele jordens præcession og de enkelte kontinenters præcession opstår en bestrebelse av kontinentet til å fravike fra den felles rotasjonsakse, og der opstår en sterk kraft rettet mot vest.

Sammenstillter man de forskjellige meninger om hvorvidt jordskorpen tillater en kontinentalforskyvning og om hvilke krefter som forårsaker denne, finner man så store meningsmotsetninger at det nærmest må siges at disse spørs-



mål ennå er langt fra å være løst. Det ligger også i sakens natur at det vil bli vanskelig, ja kanskje umulig, å bevise hvordan sammenhengen virkelig er. Man kan ikke nå ned til disse dyp og konstatere hvordan jordskorpens beskaffenhet er, og de beregninger som utføres, baseres på antagelser som kanskje slett ikke holder stikk.

Vi skal se litt på de andre beviser for at kontinentalforskyvninger har funnet sted, og om disse, tross de geofysiske vanskeligheter, er så sterke at kontinentalforskyvninger må ansees sikre.

Med hensyn til de geologiske likheter på begge sider av Atlanterhavet fremholder *Wegener* at den permiske foldning i Kapfjellene i Sydafrika kommer igjen i Sierra ved Buenos Ayres, og at der på begge steder fins devonlag og et glacialt konglomerat som er foldet mot nord. En veksling i strøkretningen i foldet gneis ved Kamerun kommer igjen ved Kap San Roque, de varisciske foldningssoner fra Vest- og Mellemeuropa gjenfinnes i Appalachen, og den Kaledoniske fjellkjede fra Spitsbergen—Norge—Skottland gjenfinnes i de kanadiske Appalacher. Den algonkiske foldning i Hebridene og Nord-Skottland tilsvarende gneisfolder i Labrador. De alpine Atlasfjell og foldningene i Spania skulde ikke ha nogen forbindelse med Amerika, fordi landene allerede var adskilt da disse fjell ble dannet. *R. Staub* har dog senere hevdet at de henger sammen med foldningene på de Vestindiske øer. Også grunnmorénene etter den store kvartære nedisning stemmer på begge sider av Atlanterhavet og skulde bevise at landene her nord først ble adskilt i kvartærtiden. *Wegener* nevner også basaltene og devonisk Old Red på de nordlige Atlanterhavsover som bevis på at de har vært sammen. Azorene, Kanariøene og Kap Verde-øene forklares som løsrevne stykker av kontinentalkanten.

Meningen om disse geologiske likheter er nokså delte. Enkelte fremholder iakttagelser som kan være til støtte for teorien. *H. A. Brewer* påviser således flere forskjellige eruptiver i Afrika som ligner eruptiver i Sydamerika, og han fremholder likheten mellom det sydafrikanske Karroosystem og det sydamerikanske Santha Katharina system, samt fore-



komsten av diamanter i begge land. Alex. L. de Toit antyder også at bergartsblokker i de permokarbonske istids-avleiringer i Sydamerika delvis skulde stamme fra Afrika.

Flere geologer er dog meget reservert. H. Stille fremholder at selv om de europeiske og de amerikanske fjellkjeder stort sett er dannet i de samme geologiske tider, således som Appalachene og de Armorikansk-Varisciske fjellkjeder, så er der dog en sterk motsetning mellom de enkelte foldningsfasers opptreden, og dette kan ikke tyde på direkte sammenheng. Nu fremholder imidlertid andre som A. B o r n at der ikke er nogen enkeltfaser, men en kontinuerlig folding. H. S. W a s h i n g t o n finner ingen likheter mellom de eruptive bergarter på begge sider av Atlanteren undtagen mellom platåbasaltene i Sydafrika og Sydamerika. I et arbeide om Atlanterhavsryggen i 1930 fremholder han at mens de øvrige øer i Atlanterhavet er oppbygget av lavabergarter, er de små St. Pauls øer like under ekvator oppbygget av peridotitt, en dypbergart av olivin og pyroxen, som her er adskil- lig metamorfosert. Han drar den slutning, som forresten også sterkt fremholdes av L. K o b e r, at Atlanterhavsryggen er en undersjøisk fjellkjede dannet ved horisontaltrykk, og at bergarten i St. Paulsøene på denne måte er kommet op i overflaten. Dyplodningene viser også at vulkanene ligger på toppen av denne rygg eller antyklinal. Hvis det var et gjenværende stykke av sialskorpen, måtte de ligge på siden. De mange jordskjelv som optrer langs denne rygg, tyder på en yngre fjellkjede eller orogen sone. At denne rygg har parallelt forløp med Atlanterhavskystene er av flere blitt forklaret ved en torsjonsdifferens mellom nordlige og sydlige halvkule, som beror på at den sydlige halvkule har mindre diameter og derfor en trang til å løpe hurtigere. W e g e n e r hadde forståvidt selv endret sin opfatning derhen at Atlanterhavsryggen skulde være et 1300 km bredt sialbelte, så den direkte sammenheng mellom Amerika og Europa—Afrika har han således fragått.

Hvad de paleontologiske forhold angår så har H. F r e b o l d, som har undersøkt såvel den paleozoiske som den mesozoiske fauna på Spitsbergen og Østgrønland, fremholdt



at forskjellen både i yngre paleozoikum og i mesozoikum er så stor i disse land at der ikke kan ha vært nogen direkte sammenheng som av *Wegener* antatt.

H. v. *Ihering* mener i 1927 på grunnlag av paleontologiske undersøkelser at der har vært land mellom Afrika og Sydamerika til eldre tertiær. Han hevder at faunaen på øene er knyttet til de nærliggende kontinenter, mens *St. Helena* inntar en mellomstilling. Han er lite nådig mot *Wegeners* teori som han kaller »Phantasiegebilde und Seifenblase«.

Av det som nu foreligger av geologiske og paleontologiske data, synes det tross enkelte likhetspunkter ikke å ha vært nogen direkte sammenheng mellom begge Atlanterhavs-kyster.

Hvad plante- og dyrelivets utbredelse angår så er der skrevet meget som med forskjellige endringer støtter kontinentalforskyvninger, således av *Franz Koch* 1931, men da utbredelsen av det nuværende dyre- og planteliv også kan skyldes andre årsaker og derfor ikke er av nogen avgjørende betydning for opfattelsen av kontinentalforskyvninger, skal vi ikke gå nærmere inn på dem her. Det skal kun nevnes at *Wegener* fremholder tredelingen av den australske dyreverden, som er beskrevet av *Wallace*, som opstått ved at det eldste gondwaniske element, som ennu hersker i Sydvest-Australia, har likhetspunkter med *Dekan* og *Ceylon* fra landforbindelsen i juratiden. Det annet element som tåler mere kulde, ansees opstått senere under Australias forbindelse med Sydpolarlandet og Sydamerika, mens det tredje, papuanske, element skulde være innvandret fra Sundaøene, som Australia har støtt sammen med i ny tid.

I paleoklimatisk henseende finner vi vektige argumenter for *Wegeners* teori i et arbeide som *Wegener* har utgitt sammen med *W. Köppen*.

Allerede lenge har en rekke geologer forklart klimaforandringer i nordpolområdet ved polforskyvninger, men en sammenligning av de samtidige forhold rundt begge poler viser at om en polforskyvning passer for Nordpolen i en bestemt tid, ligger ikke den tilsvarende Sydpol hvor den burde ligge efter de samtidige klimaforhold der. Mens man



tidligere nærmest hadde tenkt sig denne polvandring i forhold til hele jorden, forklares den nu ved en forskyvning i forhold til jordens overflate, og denne forskyvning behøver ikke å være symmetrisk ved begge poler. Kontinentalfor-skyvningsteorien gir en felles forklaring på alle disse klima-forhold. Mens der ennå bestod bare et kontinent, var der en ekvatorial regnsone med myrer og sumper, hvorav karbonkullene er opstått, og to tørre soner med saltleier, gips og ørkensand, der som nu er avbrutt av monsunområdene ved

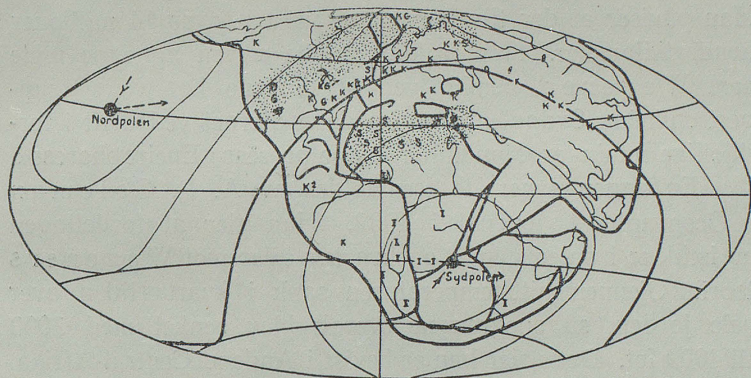


Fig. 1. Isområder, ørkenområder og sumpige strøk (kull) i karbontiden efter Köppen og Wegener. I - spor efter isdekke, K - karbonkull, G - gips og Ø - ørkensand. Tørre områder er punkttert. Strekede linjer er polbanene.

kontinentenes østre kant (fig. 1). Dernæst var der to regnsone og to polarsoner. Nordpolen lå ute i Stillehavet, mens Sydpolen lå ved Sydafrika, og rundt denne blev så de istids-avleiringer dannet som man nu finner spredt over Brasil, Sydafrika, India og Australia.

Mens Sydpolen fra karbon til perm flyttet fra det sydøstre Afrika til Australia og ekvator fra Mellemeuropa til Sicilien og Vestafrika blev den ekvatoriale regnsone i Europa erstattet med et tørt klima, som blandt annet frembragte stensaltleiene ved Stassfurt. E. Daqué bemerker at hverken før eller nu var ørkendannelser strengt bundet til sonare belter. Heri er også C. Diener enig hvad nutiden angår. Hvad



kullene og tertiærvegetasjonen på Spitsbergen angår så ligger også her forklaringen efter Köppen og Wegener i en nordligere beliggenhet av ekvator under tertiærtiden.

Det har vært anført at kulldannende torv ikke blev dannet i tropisk klima, men sådan torv er nu påvist flere steder i tropene.

Köppen og Wegener anfører lignende beviser også for å forklare klimasonene i trias- og juratiden.

W. Salomon-Calvi behandler inngående de permokarbonske istider i Afrika, India, Australia og Sydamerika. Han påviser at der tilsammen har vært is over 14 millioner kvadratkilometer. Han forklarer dette på en lignende måte som Wegener, nemlig ved at landene har vært gruppet omkring Sydpolen, hvorfra de er fjernet ved drift i forskjellige retninger. Han kaller denne prosess »Epeirophorese«.

En annen synsmåte fremholdes av A. P. Coleman i *Geographical Journal* i 1932. Han sier at fordelingen av istidene i paleozoikum og kvartær taler mot Wegeners teori. Gjennomsnittstemperaturen sank i kvartærtiden over hele jorden, så snegrensen overalt blev senket med 3000 til 4000 fot. Dette sier han er bevist i Andene, Central-Afrika, Ny-Guinea, Himalaya og andre asiatiske fjellkjeder. De fire istider optrer samtidig i Europa og Amerika, og de varme interglaciale tider stemmer ikke med nogen polvandringsteori. Han nevner også at autoriteter som F. Leverett i Amerika og P. Woldstedt i Tyskland betrakter disse istidsavleiringer som samtidige. Videre påpeker han at samtidige moréner fins langs fjellkjeden helt fra Kanada til Patagonia.

Hvad den permokarbonske istid angår så gjør Coleman opmerksom på at bevegelsesretningene ikke stemmer med Wegeners teori, samt at istidsavleiringene i alle fire kontinenter bevistlig er forbundet med marine avleiringer, og at i Australia og Sydamerika har sjøen vasket de nedisede områder på begge sider, så de kan ikke ha tilhørt ett kontinent.

Bailey Willis er ennu skarpere i sin dom. Han sier at visse samtidige istider optrådte så spredt over hele jorden at der ikke er nogen mulighet for å bringe dem samtidig innenfor polarcirkelen ved nogen omordning av kon-



inentene, og at Wegeners antagelser står i sådan motsetning til geofysisk og geologisk historie at han aldri har tatt dem alvorlig.

Som man vil se er der heller ikke enighet om at de paleoklimatiske forhold danner noget bevis for kontinentalforskyvningsteorien.

En god støtte for at der foregår kontinentalforskyvninger er at astronomiske stedsbestemmelser synes å bekræfte dette.

Av stedsbestemmelser utført ved Germaniahavn på Nordøstgrønland i 1823 av major Sabine og i 1869—70 av den annen tyske Nordpolsekspedisjon, fant man at landet hadde flyttet sig 420 m vestover, og for tidsrummet 1870—1907 fant Danmarksekspedisjonen en vestdrift av 1190 m. Imidlertid kunde feilen ved disse bestemmelser være ganske betydelig, så tallene var ikke annet enn en retningsviser. I 1932 blev der imidlertid utført en meget nøiaktig stedsbestemmelse ved det tyske observatorium ved Germaniahavn på Norges Svalbard- og Ishavs-undersøkelsers ekspedisjon av astronom H. Jelstrup, som fant en forskyvning mellom 1870 og 1932 på 615 m eller 10 m pr. år. For sine egne bestemmelser regner han med en mulig feil på ca. 20 m, og han mener at den funne distanse ialfall er større enn feilen ved de gamle observasjoner. På Vestgrønland er også utført et par bestemmelser mellom 1922 og 1927, hvilke gav stor vestlig drift, men disse menes ikke å være så nøiaktig at de kan tillegges nogen avgjørende betydning. Av målinger fra 1913—14 til 1927 har man også funnet at avstanden mellom Paris og Washington har tiltatt med 4,35 m eller 0,32 m pr. år. Dette er jo et lite tall sammenlignet med den vestdrift, som nu virkelig synes å være fastslått for Grønlands vedkommende, og det ser derfor ut som spesielle krefter virker på dette land. Nu er det selvsagt så at om man idag endog med sikkerhet kan konstatere en sådan vestdrift av Grønland, så er det ingen garanti for at denne bevegelse har foregått i lange tidsrum og over meget store distanser. Det kan jo også tenkes at man her er vidne til



en mere lokal sammenskyvning av jordskorpen, som vil resultere i foldninger eller overskyvninger.

Der er imidlertid også gjort andre observasjoner, som synes å bekrefte den antagelse at en polfluktkraft driver kontinentene mot ekvator. Jeg skal bare nevne nogen av de breddeforminskelsler som A. Hall anser for sikre, nemlig for Washington på 18 år 0,47", for Paris på 28 år 1,3" eller 41 m og for Milano på 60 år 1,51" eller 46 m.

De årlige driftslengder som Wegener og Köppen angir som sannsynlige, er beregnet på grunnlag av de geologiske tidsrum som er funnet ved beregning av tiden for de radioaktive elementers spaltning, og de tall de kommer til, nemlig fra 0,4 til ca. 30 m pr. år, er av samme størrelsesorden som de der er funnet for nutiden.

Vi har nu sett litt på de enkelte hovedpunkter i kontinentalforskyvningsteorien, og skal nedenfor nevne endel av de mere generelle innvendinger som er gjort mot Wegeners teori, samt gjennomgå en del endrede kontinentalforskyvningshypoteser, som forsøker å undgå disse vanskeligheter.

Man har innvendt at dersom teorien skal gjennomføres konsekvent, må den også forklare dannelsen av de fjellkjeder som er eldre enn de alpine. Skulde også disse være dannet ved kontinentenes drift, måtte der ha vært flere gamle kontinenter, som var blitt lappet sammen igjen langs de kaledoniske og varisciske foldningssoner. For å forklare dette har W. Easton anbragt det prekambriske urkontinent ved Sydpolen og latt kontinentene seile nordover etter tur.

P. E. Eskola med flere fremholder også vanskeligheten ved å forklare periodisiteten i fjellkjedefoldningene ved Wegeners teori og finner det besynderlig at de vestamerikanske fjellkjeder skal være dannet på en vesentlig annen måte enn de mediterane og de østasiatiske, som i virkeligheten viser den samme overskyvningsteknikk. Videre spørres der hvorfor der er opstått fjellkjeder på Amerikas vestkyst og ikke på Afrikas og Europas, som jo også må ha beveget sig vestover, og hvorfor har Amerika beveget sig hurtigere enn Europa—Asia og Afrika, som har større masse.



Den schweiziske geolog R. Staub har fremsatt en betydlig endret forklaring av kontinentaldriften, hvorefter han forklarer kontinentenes bevegelse ut fra de samme krefter som danner fjellkjedene, og som i tidens løp har oppbygget disse ved gjentagne foldninger. Staubs teori er nærmere behandlet av Niels-Henr. Kolderup i »Naturen« for 1929, s. 128. Jeg henviser derfor til denne artikkel og det billedmateriale som er medtatt der.

Staub går ut fra to store urkontinenter, Laurasia i nord og Gondwana i syd, samt en simatisk blokk i Stillehavet. Denne simatiske blokk anser han for å være sterk nok til å motstå trykket under fjellkjededannelsen. Mellom denne simablokks randsoner har så Laurasia og Gondwana beveget sig mot hverandre, hvorved sammenfoldningen av de mellemliggende geosynklinalsoner fant sted. Bevegelsesretningen blev bestemt ved retningen av det sterkeste trykk. På denne måte har så jorden i mesozoikum og tertiær fått sitt nuværende utseende ved opsplittning av disse gamle kontinenter.

Staub forutsetter at polflukten er den drivende kraft, mens Amerikas vestdrift betraktes som et bifenomen forårsaket av resultatkrefter. Staub mener at de alpine fjellkjeder fortsetter under Atlanterhavet til Amerika. Han gir altså en felles forklaring på dannelsen av alle alpine fjellkjeder, så her har hans teori en stor fordel fremfor Wegeners.

Staub forklarer den gjentagne foldning ved at sialblokkene etter sammenfoldningen av geosynklinalsonen føres fra hverandre igjen på grunn av strømming i underliggende magma, fremkommet ved gjenoprettelse av den isostatiske likevekt (fig. 2). Herved dannes nye hav eller geosynklinalsoner, som så atter foldes sammen, når isostatisk likevekt er oppnådd og centrifugalkraften på ny kjører kontinentene mot ekvator. Herved forklarer han den periodiske veksling mellom orogene og anorogene tider, samt fjellkjedenes parallelitet. Disse periodiske bevegelser antas å ha foregått fra grunnfjellet blev dannet ved stadig tilføining av nye foldningssoner. Fra algonkium til nutiden har tre sådanne sam-



menskyvninger funnet sted, og efter denne teori lever vi nu i en begynnende anorogen tid med begynnende poldrift, som han kaller bevegelsen mot polene. Middelhavet har åpnet sig for å danne en ny geosynklinalson.

Staub mener at grensen mellom V. M. Goldschmidts stenmantel og eklogittsone kan være en latent magmagrøt, og at ved minste trykkavlastning kan store deler av eklogittsonen bli flytende og gå over i basiske stenmagmaer. Kontinentalblokkene antas således å svømme i en plastisk magmatisk sone i hvilken understrømninger også

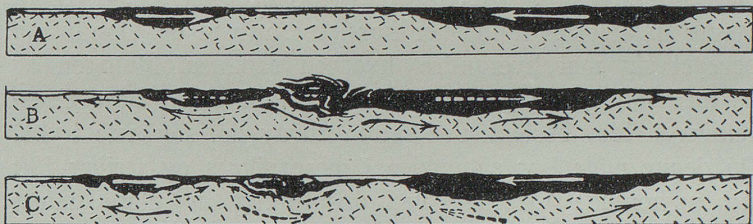


Fig. 2. Forløp av en orogen cyklus efter R. Staub.

- A. Sammenskyvning av kontinentene på grunn av polfluktkraften. —  
B. Sammenstøtning av kontinentene og oppresning av geosynklinalene.  
— C. Avdrift av kontinentene, dannelsen av en ny geosynklinalson.  
— Polstrøm (hvit) og geosynklinalstrøm (sort) holder hverandre i likevekt. Derpå følger atter tilstand A.

støtter polflukten. Staub gir lignende forklaringer for den kaledoniske og den varisciske foldning som for den alpine.

Lindemann spør hvorfor ikke vestdriften har virket på urkontinentet som et hele istedet for å spalte det op. Han mener selv at der er drift i alle retninger og søker kraften i en ekspansjon, som han mener har sete i en sone av glødende, ytterst komprimerte gaser. Ekspansjonen ledes gjennom magmaskiktet mot den faste jordskorpe, som tilslutt gjennombrytes av det vedvarende ophetedede magma. Den tangentielle komponent av ekspansjonskraften skulde så skyve kontinentene tilside. Han nevner Atlanterhavsryggen og Rødehavet som eksempler på sådanne ekspansjonsbelter.



Han mener at Europa og Nordamerika ikke passer sammen, så stykker av kontinentene må være sunket ned.

K o s s m a t fremholder i 1931 at volumet i det indre ikke forandres. Han påviser at W e g e n e r s hypotese i sin opprinnelige form er uholdbar, men han mener også at der foregår understrømninger i magmaet, og at en viss drift av jordskorpen har funnet sted i forbindelse med strukturdannelse og klimaforandringer. Han tror videre at størsteparten av kontinentene lå på den sydlige halvkule i paleozoikum, og at der siden har vært en kumulativ drift nordover.

A. H o l m e s finner i 1929 at den tektoniske og geologiske likhet på begge sider av Atlanterhavet er meget stor, men han kan ikke følge W e g e n e r i detalj, idet han mener at avstanden mellom Amerika og Afrika aldri har vært mindre enn 250 til 500 miles med et mellemliggende kontinent. Videre tror han at kontinentene er splittet op og har drevet i hver sin retning. Som mulig årsak antar han konveksjonsstrømmer opstått ved jordens avkjøling.

I n g o l f R u u d forsøker 1930 i en artikkel i Petermanns Mitteilungen på matematisk og geofysisk grunnlag å bevise at kontraksjonskrefter i jordskorpen er årsak både til kontinentalforskyvninger og fjellkjedefoldninger. Han viser dette ved å anvende den generelle tilstandsligning for masser under stort trykk og høi temperatur på flytende, glødende og sekundærplastiske, men på grunn av den indre friksjon meget faste og hårde masser under den faste jordskorpe, og han innfører temperaturfall som sannsynligvis er inntrådt i de geologiske tidsrum. På grunn av den store strekk- og trykkfasthet i massene mener han at denne sammenskyvning har funnet sted periodevis, efter at spenningsdifferensene var blitt så store at brudd måtte opstå. Ved gjentagne kontraksjoner i urtiden og paleozoikum blev den opprinnelige størkningsskorpe skjøvet sammen til en sialblokk, som dannet W e g e n e r s urkontinent. Herunder var der stadig størknet tyngre og tyngre magma på havbunnen, men da denne tilslutt blev sterk nok, slet kontraksjonskrefter i det under sima liggende skikt først over forbindelsen mellom kontinent og dyphav efter linjen  $\alpha-\alpha$ , fig. 3, hvorved strek-



kreftene gikk over til sekundære trykkrefter, som foldet lagene sammen i konvekse buer efter det han kaller tverkontraksjonsprinsippet (fig. 4, 2). Ellers foregår også fjellkjededannelser efter skrumpningsprinsippet (fig. 4, 1), idet de øvre lag sammenfoldes når de undre krymper sammen. Under fortsatt avkjøling av magmaet under kontinentene deles også disse op i mindre stykker efter linjen  $\beta$ — $\beta$ , fig. 3, som presses fra hverandre av magma som stiger op i dannede kontraksjonssprekker.

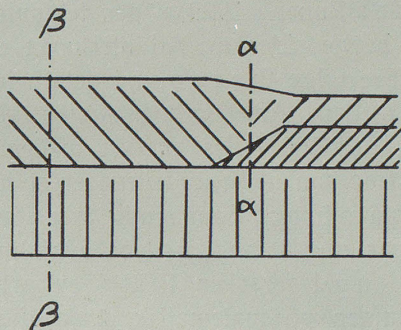


Fig. 3. Skjematisk fremstilling av jordskorpen i land og dyphav efter R u u d.  $\alpha$ — $\alpha$  — kontinentalkanten,  $\beta$ — $\beta$  — indre av kontinentene.

Der er også fremsatt helt andre anskuelser. En hypotese av J. Joly går således ut på at jordens radiuminnhold gjør det sannsynlig at de undre deler av jordskorpen i kontinentalblokkene periodisk ophetes til smeltning av den varmemengde som dannes ved de radioaktive stoffers spaltning, og at jordskorpen derpå beveger sig tangentielt i orogene perioder til det oprinnelige kontinentunderlag kommer under oceanene, hvor det avkjøles i anorogene perioder. Man har imidlertid ikke noget bevis for at der ved radioaktivitet dannes så store varmemengder i jordskorpen, så hypotesen har lite å støtte sig til.

Det kan nevnes at E. A r g a n d grunner sitt verk: *La tectonique de l'Asie* på kontinentalforskyvningsprinsippet, og at flere av de hollandske geologer som har arbeidet i Sundaarkipelet har sluttet sig til den teori.



E. B. Hennig er forsåvidt enig i Amerikas tidligere sammenheng med Europa, men mener at adskillelsen begynte allerede i permtiden, mens E. Jaworski holder på sammenheng fra trias til kritt.

L. Kober, som er forkjemper for geosynklinal-orogenteorien, har flere innvendinger å gjøre mot kontinentalforskyvninger. Han sier at inndelingen i sial og sima allerede er gammeldags, og tror ikke på at sima samtidig kan være så flytende at det tillater kontinentalforskyvninger og allikevel så motstandsdyktig at kontinentenes randsoner kan bli foldet mot det. Han mener at der ikke er nogen vesensforskjell på jordskorpen i kontinenter og under dyphav. Han

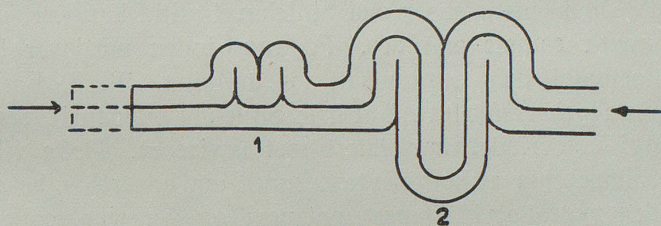


Fig. 4. Jordskorpen krympning efter R u d.

1. Skrumpningsprinsippet. 2. Tverkontraksjonsprinsippet.

hevder at alle bevegelser i jordens overflater foregår som komplisert stortektonikk i den faste jordskorpe. Senkning et sted er forbundet med heving et annet sted, og sammenskyvning av Atlas har forbindelse med dannelsen av en søkkegrop i Syrien o. s. v. Han betegner disse forhold som en kamp om rummet. Heller ikke A. Born optar Wegeners teori i verdensbilledet.

B. Gutenberg har opstillet en teori som adskiller sig fra Wegeners ved at kontinentalblokken ikke er revet i stykker, men at den er blitt utvidet i horisontal retning, forårsaket av de krefter som forsøker å oprettholde den hydrostatiske likevekt av jordskorpen og utbrede denne over hele jordens overflate. Disse krefter har Gutenberg beregnet til  $10^9$  dyn, en kraft som skal være omtrent like stor som bergartenes strømningsmotstand. Derfor kan utvidelse



foregå hvor strømningsmotstanden er liten. Han mener således, likesom D. K r e i c h g a u e r at jordskorpen forskyves på underlaget på grunn av strømninger i magmaet. G u t e n b e r g antar at sialplaten i karbon for størstedelen lå på sydsiden av ekvator. Senere vandret den nordover og søkte på grunn av polfluktkraften å innta en likevektsstilling om ekvator. Derunder utvidet den sig, og tyngdekraften søkte å fordele kontinentalskorpen jevnt over hele jorden. Dette blev forstyrret ved at månen blev slynget ut og rev med sig en del av sialskorpen. Av fig. 5 vil det fremgå hvordan han tenker sig kontinentene beliggende. Han antar at trans- og regresjoner innenfor kontinentalblokken kun har funnet sted på grunn av sammenpresninger og strekk i jordskorpen, samt at blokkens grenser mot Stillehavet alltid har vært dannet av de samme områder. På vandringen nordover blev kontinentalblokken også utsatt for dreining. B. S. F u j i w h a r a peker således på at hele Stillehavsbunnen i de siste geologiske perioder har rotert mot urviseren. Dette vil si det samme som at kontinentene rundt om havet har beveget sig den motsatte vei, Japan mot nord og Amerika mot syd.

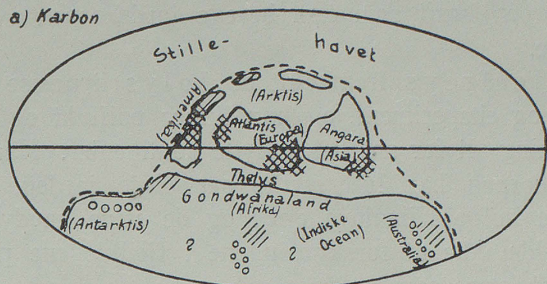
E. D a q u é er enig i at bevegelser i jordskorpen må skyldes strømninger i magmaet, men han kan ikke anerkjenne kontinentalforskyvningsteorien i den oprinnelige form. Han tror at landmasser kan være sunket ned og at dyphav kan være opstått ved nedsynkning av synklinalsoner. Videre mener han at grunt hav på inntil 500 m hadde langt større utbredelse i tidligere perioder av jordens historie, da jordskorpen var mindre konsolidert.

I september 1931 blev der holdt et møte i London, hvor jordskorpens problemer, bl. a. kontinentalforskyvningsteoriene var oppe til drøftelse, men noget resultat synes man ikke å være kommet til. Vi skal i korthet nevne endel av de synspunkter som blev fremholdt.

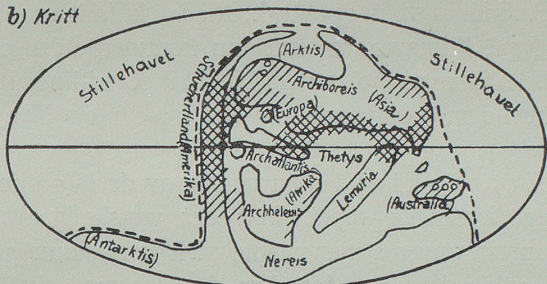
A. R. H i n k s mente at W e g e n e r s opfatning av de to maxima i jordoverflatens høidestatistikk var gal. Kurven viser kun at havstanden lenge har stått på omtrent samme nivå. Han sa også at matematikerne benekter at polaksen kan beveges meget i forhold til jorden, samt at de ikke



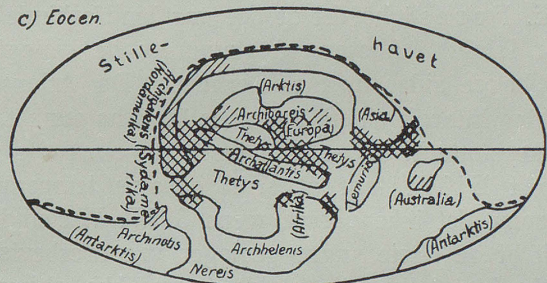
a) Karbon



b) Kritt



c) Eocen



d) Nutiden

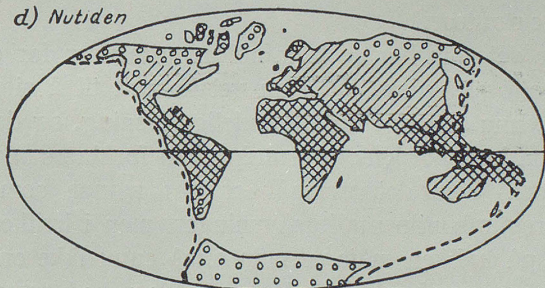


Fig. 5. Fordelingen av land og hav fra karbon til nutiden etter B. Gutenbergs teori. Cirkler — kaldt klima, enkelt skravert — temperert klima, dobbelt skravert — varmt klima, streket — grense av kontinentalplaten, helt optrukket — sannsynlige grenser av havet.



finner nogen kraft som kan bevege jordskorpen i forhold til polene.

H. Jeffreys fremholdt at Jolys hypotese er mot all teori og eksperiment, og han finner polflukt og flod og ebbevirkning alt for små til å flytte kontinenter. Han mente at jordskorpen har full styrke over hele jorden, da den både kan holde Himalaya oppe og de store havdyp nede. Han trodde ikke at forskyvningene i fjellkjedene på langt nær er så store som antatt.

G. C. Simpson og V. J. Novák fant ingen annen forklaring på klimavekslingene enn kontinentaldriften. Novák trodde ikke at polene hadde skiftet stilling i tertiær- og kvartærtiden, sådan som av Köppen og Wegener antatt.

W. Werenskiöld, som var en av de få på dette møte som støttet isostasibegrepet, fant det vanskelig å forklare konveksjonsstrømmene, men mente at hvis sådanne strømmer fant sted, vilde de kunne føre kontinentene med sig.

H. E. Forest hevdet at der var landforbindelse også søndenfor Irland i miocen på grunn av de biologiske likheter på begge sider av Atlanterhavet. Da Atlanterhavets bunn holder littorale skjell, må dette land ha sunket, så han kunde ikke støtte Wegeners teori.

Scott Eliot fant at Wegeners temperatursoner i Sydpolsområdet ikke passet, mens S. W. Wooldridge fremholdt at de fleste yngre geologer var overbevist om at der hadde foregått kontinentaldrift om ikke akkurat etter Wegeners teori.

Efter det som her er fremført av uttalelser for og imot kontinentalforskyvning, må man vel ha rett til å si at dette spørsmål ennå er langt fra sin endelige løsning, og det er vel tvilsomt om jordskorpens utformning kan forklares ved nogen enkelt teori. Som det fremgår er der mange som mener at der foregår kontinentalforskyvninger, men i hvilken målestokk og på hvilken måte er man altså ennå ikke enige om. Efter det som nu foreligger, kan man dog med en temmelig stor sikkerhet si at hverken Wegeners eller de andre



kontinentalforskyvningsteorier som er fremsatt, vil bli stående i den oprinnelige form.

Vi vet nu at både havene og kontinentene har en viss permanens, vi vet at ialfall gruntvannsområder i lange tidsrum har dannet landbroer, vi vet også at der er motstandsdiktige skjold og mere mobile, orogene soner, men det må også ansees sikkert at for å danne de store fjellkjeder har også meget store horisontalforskyvninger av enkelte deler av jordskorpen funnet sted.

Det blir videnskapens fremtidige oppgave å gi oss den bevislig tilfredsstillende forklaring på disse problemer. Ved utstrakte, meget nøiaktige stedsbestemmelser over hele jorden i lengere tidsrum vil man få et virkelig bevis for hvordan de forskjellige deler av jordskorpen beveger sig i vår tid, og disse bestemmelser vil gi det beste grunnlag for å finne lovene for jordskorpens bevegelser. Dette i forbindelse med fortsatte geologiske og biologiske undersøkelser over hele jorden vil sannsynligvis tilslutt danne et så mektig bevismateriale at man kan rekonstruere jordskorpens bevegelser tilbake så langt der fins fossilførende lag på jorden, men om man også kommer til full forståelse av hvordan og hvorfor disse bevegelser foregår kan vel være mere usikkert.

---

## Temperaturen i Vest-Spitsbergens breer.

Av H. U. Sverdrup.<sup>1)</sup>

De observasjoner som danner grunnlaget for de følgende betraktninger, blev alle utført i løpet av de 8 uker som professor A h l m a n n og jeg sammen med to assistenter tilbragte på I s a c h s e n s P l a t å på Vest-Spitsbergen sist sommer. De forhold vi fant var imidlertid av slik art, at det er mulig å trekke langt mer vidtrekkende slutninger av dem enn man først skulde tro målingene vilde tillate.

---

<sup>1)</sup> Utdrag av foredrag i Videnskaps-Akademiet, 15. februar 1935.



Til måling av temperaturen benyttet vi elektriske termometre, termoelementer av kobber — konstantan tråd. Det ene loddested blev anbragt ved  $0^{\circ}$ , i en termosflaske fylt med sne og vann, mens det annet loddested blev begravet i sneen i det dyp i hvilket temperaturen skulde måles. Den elektriske strøm, som opstod på grunn av temperaturforskjell mellom de to loddesteder, blev avlest på et galvanometer av så stor følsomhet at et utslag på en delestrek svarte til en temperaturforskjell på  $1/20^{\circ}$ .

Termoelementene var blitt undersøkt før avreisen og blev på nytt kalibrert grundig i leiren. Jeg skal ikke gå inn på alt det arbeide vi nedla for å få representative og korrekte resultater eller omtale de mange vanskeligheter vi måtte overvinne. Da arbeidet endelig var i full gang, målte vi hver annen time temperaturen i en rekke forskjellige dyp, helt ned til 14,5 meter på vår hovedstasjon, på 9 feltstasjoner målte vi temperaturene ved en leilighet ned til 4 meters dyp og fulgte senere, på de samme stasjoner, temperaturstigningen i 5 meter ved avlesninger fire ganger i døgnet. Det voldt oss meget hodebry at forholdene varierte sterkt fra sted til annet, og at vi kunde finne store forskjeller mellom temperaturene i ett og samme dyp, når vi boret på forskjellige steder.

Disse uregelmessigheter skal jeg komme tilbake til senere; først skal vi se på de gjennomsnittlige forhold. Figur 1 viser den vertikale temperaturfordeling hver 5te dag fra 25de juni til 25de juli. Den 25de juni hadde temperaturen akkurat nådd  $0^{\circ}$  i overflaten, sank med voksende dyp raskt til et minimum av  $-6,5^{\circ}$  i ca. 3 meters dyp og tiltok så igjen langsomt inntil  $0^{\circ}$  igjen blev nådd i ca. 10 meter. Det var oss en overraskelse å finne  $0^{\circ}$  fra 10 meter av. I dette strøk er årets middeltemperatur ca.  $-12^{\circ}$ , og hvor fjellet blir snebart om sommeren, finner man negative temperaturer til et dyp av 150 til 200 m. Vi hadde ventet at vi, under det dyp til hvilket den årlige variasjon gjør sig gjeldende, vilde finne en temperatur som ikke lå så meget høiere enn  $-12^{\circ}$ , altså at snefeltet på litt større dyp var frosset året igjennem, men istedet er det tydeligvis på smeltepunktet. Vi skal straks vende til-



bake til dette trekk, men vil først betrakte karakteren av temperaturstigningen om sommeren.

Av kurvene ser man at i hvert 5-døgns interval er temperaturen steget i alle dyp hvor den er negativ. Et karakteristisk trekk er videre at tykkelsen av det øvre lag med temperatur  $0^{\circ}$  stadig tiltar. Herav kan vi straks slutte at temperaturstigningen skyldes ikke varmeledning ovenfra eller nedenfra, for der ledes ingen varme gjennom lag med konstant temperatur. Varmestrålingen ovenfra kan heller ikke

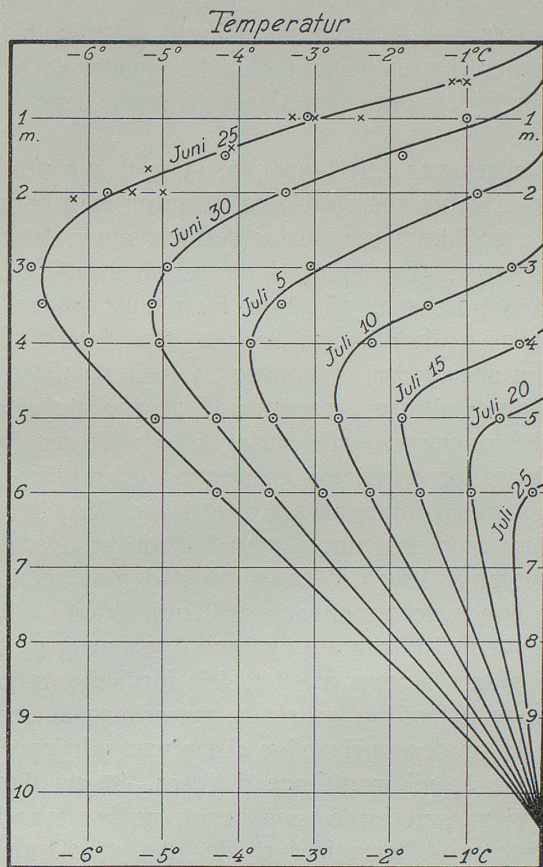


Fig. 1. Vertikal temperaturfordeling hver 5te dag fra 25. juni til 25. juli.

teristisk trekk er videre at tykkelsen av det øvre lag med temperatur  $0^{\circ}$  stadig tiltar. Herav kan vi straks slutte at temperaturstigningen skyldes ikke varmeledning ovenfra eller nedenfra, for der ledes ingen varme gjennom lag med konstant temperatur. Varmestrålingen ovenfra kan heller ikke



bety noget, for den trenger bare nogen få desimeter ned i sneen.

Temperaturstigningen må foregå på følgende måte: Under innflytelse av varmemstrålingen fra sol og himmel og av varmetilførselen fra luften vil sneoverflaten smelte. Smeltetvannet synker ned gjennom sneen inntil det når et dyp hvor sneen enda er frossen. Der fryser det og idet det fryser avgir det sin frysevarme, som tjener til å øke temperaturen i større dyp.

Hvis sneen var helt homogen, vilde denne prosess føre til en jevn vekst av snekrystallene, eftersom man kom dypere. Men sneen er ikke homogen og derfor danner der sig islag nedover i sneen. For å forstå dannelsen av disse islag må man være opmerksom på at vi på platået hadde et årlig overskudd av nedbør i form av sne. Om vinteren faller der ca. 120 cm sne og om sommeren avsmeltes ca. 80 cm, slik at det gjennomsnittlige årsoverskudd av sne utgjør omkring 40 cm. På toppen av dette snelag fryser der om høsten en kraftig skare, for overflaten er meget vannholdig og denne skare danner den første ansats til et islag. Ved begynnelsen av neste sommer er denne skaren blitt dekket med sne, som er falt i vinterens løp; den ligger på et dyp av ca. 1,2 meter. Når den øvre meter er oppvarmet til null grader, vil smeltetvannet trenge ned til skaren, og her vil temmelig meget fryse, dels fordi skaren stopper vannet, dels fordi skaren på grunn av sin større tetthet har en større varmekapasitet enn sneen forøvrig. Hvor den oprinnelige skare var, vil der dannes et islag. Neste år vil man finne dette ca. 40 cm dypere, for der hvor vi var, utgjorde, som nevnt, nedbørsoverskuddet i form av sne ca. 40 cm. Her vil det øke ytterligere o. s. v.

Vi finner altså en serie næsten horisontale islag, som hver for sig representerer en årsgrense. Disse islag kunde Ahlmann påvise i hvert snitt som blev undersøkt, og han kunde vise at de måtte opfattes som årsgrenser, lenge før det ut fra temperaturforholdene var mulig å gjøre rede for hvordan de blev dannet og hvordan de vokste. I de øvre 4 meter, regnet fra overflaten i midten av august, kunde han telle 10 årslag fra 1934 og nedover til 1924.



Islagene var av meget ujevn tykkelse, men de kunde påvises overalt og vi støtte også på dem i deres karakteristiske dyp, når vi boret huller for å føre kablene for temperaturmåling ned. Et felles trekk var imidlertid at underflaten av islagene var tilnærmet horisontal, men overflaten var meget ujevn. Dette må også være slik, hvis tilveksten skyldes frysning av vann som synker ned og stoppes av islagene. Mellom markerte islag som angir årsgrensene, finnes også uregelmessige islag som kan skyldes skare, som er frosset ut på høsten efter tilfeldige mildværsperioder.

Den uregelmessige vekst av islagene må stå i nær sammenheng med nedsynkningen av smeltevannet fra overflaten. Den opprinnelige skare vil være svakt bølget og ikke jevntykk og vannet vil derfor kunne trenge hurtig ned på noen steder, men langsomt på andre. Der hvor vannet trenger lett ned, vil der kunne danne sig grovkornede, islignende masser av kornsne mellom årslagene, og der vil temperaturstigningen om sommeren foregå hurtig, men hvor smeltevannet har vanskelig for å trenge ned, vil temperaturen stige langsomt. Disse forhold forklarer den meget uregelmessige temperaturfordeling, som vi fant i sneen i begynnelsen av juli, og som lenge var helt uforståelig.

Hvis vi fortsetter å betrakte de gjennomsnittlige forhold, kan vi ytterligere anføre en liten beregning, som støtter den opfatning av temperaturstigningen om sommeren som er gjort gjeldende. Jeg har fremhevet, at temperaturen stiger ved at smeltevann fra overflaten fryser nede i breen. Derved økes tettheten i de forskjellige dyp og økningen kan beregnes ved hjelp av kurvene for temperaturfordelingen hver 5te dag (fig. 1). Tar vi videre hensyn til at hvert årslag gjennomsnittlig fjerner sig ca. 40 cm fra overflaten i løpet av et år, kan man lett finne den gjennomsnittlige tetthet i de forskjellige dyp.

Jeg har utført en slik beregning, idet jeg er gått ut fra at sneen nær overflaten hadde en tetthet av 0,48, som er middelverdien av en rekke bestemmelser som blev utført. Beregningen, som er basert helt på temperaturkurvene, viser at tettheten skal øke nedover og nå en verdi av 0,67 i 4 m



(fig. 2). A h l m a n n har avledet de gjennomsnittlige tettheter i de profiler han har studert, og han finner også en økning nedover, men noget mindre enn beregnet av mig. Hans verdi i 4 m er 0.64. Overensstemmelsen må imidlertid kalles helt tilfredsstillende.

Det er ikke vanskelig å finne hvor stor den vannmengde er, som årlig må fryse i breen for å gi den observerte økning

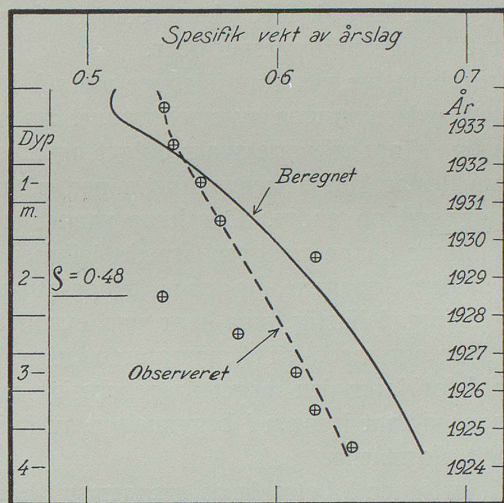


Fig. 2. Beregnet og observert forandring av sneens tetthet med dypet.

av tettheten nedover. Det er ca. 145 mm pr. cm<sup>2</sup>, og vi kan derfor opstille følgende regnestykke:

Avsmeltning . . . . .	vannverdi ca. 430 mm
Nedbør i form av regn . . . . .	55
	Sum 485
Fryser i firnen . . . . .	ca. 145
	Overskudd ca. 340 mm

Av dette regnestykket fremgår at avsmeltningen om sommeren er så stor, at når bare en brøkdel av smeltevannet



fryser, blir ethvert spor av avkjølinger i den foregående vinter fjernet. Derfor antar breen en temperatur av  $0^{\circ}$  helt til bunns lenge før avsmeltingsperioden om sommeren er avsluttet.

Det dyp til hvilket vi den 25de juni fant negative temperaturer må derfor representere det dyp til hvilket avkjølingen om vinteren gjør sig gjeldende, og det er lett å vise at så virkelig er tilfellet. Avkjølinger om vinteren må vesentlig skyldes ledning ovenfra, for den foregår til å begynne med så langsomt at det vann sneen inneholder ved slutten av sommeren, får tid til å synke ned. I første tilnærming kan avkjølingen om vinteren behandles som et varmeledningsproblem, d. v. s. for å finne vintertemperaturene må vi løse varmeledning ligningen, idet vi begynner vår beregning på det tidspunkt da frysningen begynner om høsten, da har sneen en temperatur av  $0^{\circ}$  fra overflaten til bunns. Videre antar vi at temperaturen av overflaten fremstilles ved en enkelt harmonisk funksjon, og opgaven er da å løse varmeledning ligningen slik at vi til enhver tid kan beregne den vertikale temperaturfordeling. Angående temperaturen av overflaten er det berettiget å anta at den synker til minimum av  $-24^{\circ}$ , som representerer den sannsynlige gjennomsnittstemperatur i den koldeste måned, for senere å stige og nå  $0^{\circ}$  i slutten av juni. Amplituden av temperatursvingningen kan derfor settes lik  $12^{\circ}$ .

Det problem vi har for oss her er behandlet utførlig i en rekke lærebøker. For oss er det av særlig interesse å undersøke om den vertikale temperaturfordeling vi kan beregne for den 25de juni, stemmer med den observerte. I figur 3 viser den tynne kurve den temperaturfordeling som er beregnet ved å innføre en sannsynlig verdi av sneens temperaturledningsevne, mens den tykke kurve viser den observerte temperaturfordeling. De to kurver er så like at det i første tilnærming er helt berettiget å betrakte avkjølingen om vinteren og opvarmningen om våren, før smeltepunktet nås, som et varmeledningsproblem. Avvikelsene mellom den observerte og den beregnede kurve er vesentlig at beregningen gir minimumstemperaturene i et større dyp enn observasjonene



og at avkjølingen gjør sig gjeldende noget lenger ned. Disse avvikelser kan skyldes at sneen ikke er helt tørr, slik at ganske små mengder vann må fryse før avkjølingen begynner. Denne vil derfor foregå noget langsommere enn beregnet.

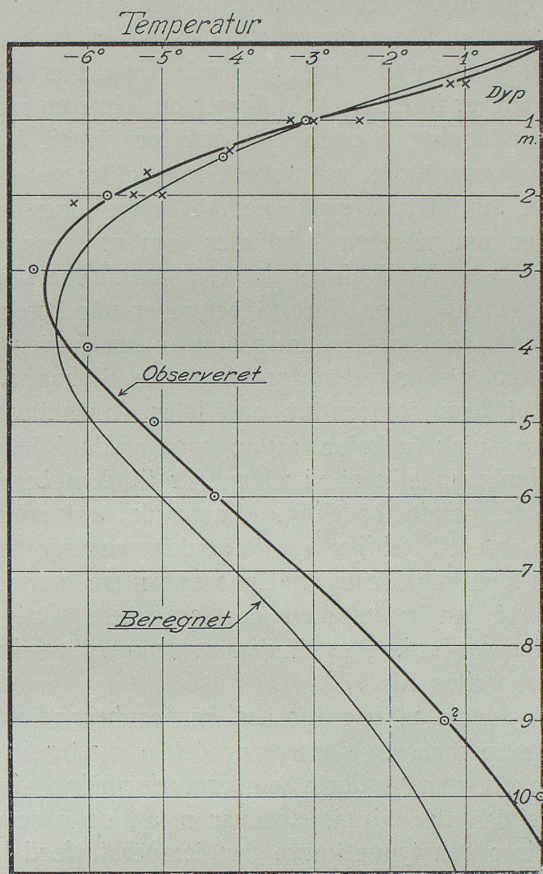


Fig. 3. Beregnet og observert vertikal temperaturfordeling den 25. juni.

Overensstemmelsen mellem den beregnede og observerte temperaturfordeling den 25de juni er så god, at man ved å benytte varmeledningstiligningen virkelig kan utføre en tilnærmet riktig beregning av temperaturen i ethvert dyp om vinteren. Utgangspunktet for en slik beregning blir alltid



det samme, for når avkjølingen begynner om høsten, er breen null-gradig i alle dyp. Våre målinger fra sommeren 1934 gir derfor et uttømmende bilde av temperaturforholdene i sne-breen på *Isachsens Platå*. Karakteren av temperaturstigningen om sommeren og av avkjølingen om vinteren er blitt fullstendig klarlagt. Der er ingen grunn til å anta at forholdene skal være vesentlig andre innenfor andre breområder, slik at man kan trygt generalisere våre resultater og anta at de gjelder for Vest-Spitsbergens breer i sin almindelighet. Dette fører igjen til at man kan dra noen slutninger som er av betydning for grubedriften.

På *Isachsens Platå* gav avsmeltningen et overskudd av ikke mindre enn 300 mm vann pr. cm<sup>2</sup>, som må synke ned gjennom sneen. Sneen virker som et tett filter, og avrenningen av dette smeltevann må derfor foregå året igjennem. Vannet må samles ved bunnen av breen i bekker og elver, og der hvor breene slutter i dalfører, må breelvene føre vann hele året, selv i de koldeste vintermånedene. Breelver som er åpne om vinteren, har lenge vært kjent på Svalbard, men man har nok antatt at disse bare var karakteristiske for de *aktive* breer og at vannet skyldtes smeltning på grunn av jordvarmen og friksjon på grunn av breens bevegelse.

Våre målinger viser at den største del av vannet skyldes avsmeltningen om sommeren og at de åpne breelver må forekomme enten breen er aktiv eller ikke. Likedan viser de at under enhver bre, isbre eller snøbre, må temperaturen være 0° og hvor der er sprekker i fjellet, må vann trenge ned. Der hvor fjellet ikke er bredekket, er det imidlertid frosset til et dyp av 150 til 200 meter. I en grube som fører inn i fjell som ikke er bredekket, vil man derfor ikke risikere å få vann før man er kommet dypt ned eller dypt inn, men føres gruben inn under bre, må man være forberedt på å få vann i gruben. I grubene i Ny-Ålesund kom der vann, mest ved slutten av sommeren og minst om våren, og jeg tviler ikke på at dette skrev sig fra breen, som gruben førte inn under. Nogen av de bergingeniører som har arbeidet på Svalbard, har formodet at så var tilfellet, nu anser jeg



det som sikkert — og er man først opmerksom på den risiko som er tilstede, kan man ta sine forholdsregler i tide.

Det kan synes paradoksalt at på Vest-Spitsbergen er fjellet frosset til et stort dyp hvis det ikke er dekket av sne og is, men under alle breer er det tinet. Dette skyldes karakteren av snedekkets varmehusholdning. Når sneoverflaten om sommeren har nådd en temperatur av 0°, begynner smeltingen, og temperaturen kan ikke stige yderligere. Om sommeren stryker imidlertid ofte varm luft fra lavere breddegrader over Spitsbergen, og denne luften vil avgir store varmemengder til breene og føre til at avsmeltingen blir meget stor. Den varme luften avgir imidlertid ikke nogen varme til snaufjellet, for overflaten av fjellet er ikke bundet til en temperatur av null grader. Tvertimot under innflytelse av varmeinnstrålingen fra sol og himmel vil overflaten av fjellet oftest ha en temperatur som er høiere enn luftens, og vil tape varme. Breene utnytter altså den varme luft om sommeren effektivt, men fjellet får ingen glede av den og derfor viser fjellet en langt lavere årsmiddeltemperatur enn breene.

I siste instans er det Vest-Spitsbergens beliggenhet i randen av polarområdet, i et maritimt klima, som er ansvarlig for temperaturforholdene i de tallrike breer, som finnes der.

---

## Nokre heilage tre.

Av Olaf Hanssen.

Det er gamalt tun-treet i Noreg. Kor gamalt veit ein inkje, men truleg ifrå allra fyrste busetjing. For det fyrste primitive menneske hadde alt det som var i naturi ei meining, og mannaætti livde meir isaman med naturi då enn no. Moder jord var sams for all skapnad, for all vokster, for alt liv. Menneskja såg kor livskrafti ovra seg t. d.: treei, korleis dei grodde og rann upp til store, lauvrike tre, kom til å elska dei; dette er ein løynd arv.



Heilage tre — heilage lundar av tre — finn ein hjå mange folkeslag. Inkje berre hjå vår ætt, germanarane.

Tuntreet vart sett i garden — i tunet — visseleg for at dette skulde gjeva trivnad og sæla for garden. Det vart ei plikt for deim som budde der, å stella og varna det, slik at det treivst. Det var ættar-faren som rudde og bygde garden og som sette fyrste stuvén. Treet vart eit ættar-symbol. I tunet og helst i det store, hole treet, livde etter folketruí tunkallen, tunvorden. Han varna heimen og folket for alt vondt. Folk såg han inkje, men folkekjensla sagde, at han var der. Jamt vart den kjensla so livande, at dei såg skimten av han ender og då. Difor laut bustaden hans helgast og vurdslast. Ingen måtte brjota greinene, ingen måtte skjera i borken. Di større trei vart, di betre. — Og var nokon so skamdjerv å hogga ned treet eller på onnor måte øyda treet vilde forbanningi fylgja han, og brotsmannen verta ein usæl mann. Trei vart noko av trudomen. Tuntre-dyrkingi vart so ålmenn i Noreg at heilag Olav sette påbod um at trei skulde øydst. For honom stod det som ei avgudsdyrking som folket måtte bergast frå. Men det synte seg å vera langt til botnar her, for tuntreet heldt seg. Og mange av desse kjempe-trei stend som livande minnesvardar den dag idag. Stend som minne um ei tid, — inkje so langt undan, då folket på tunet inkje hadde gløymt tunkallen, og inkje fekk ro på seg, fyrr dei t. d. — um jolekvelden hadde bore øl og ellest av gardsens avdrått til han som heldt seg i den store stuvén, han som var gardvord.

Treet vart ogso heilagt av di den fyrste busetjingsmannen kanskje gav garden namn etter eit slikt stort tre, som merkte seg ut framum hine. Kann henda han gøymde dei fyrste arbeidsveldene sine inne i den hole stuvén. Kanskje han ogso hengde nisteskreppa si på ein turrknagg i same treet og hadde sine kvileykter under den lauvrike krúna, medan han rudde tufti til den nye heimen og garden.

No er vel mange av den meining, at desse gamle trei inkje hev noko verd, men mange av dei hev havt og hev sitt verd både for kunstmålaren, skalden og vitskapen.

Ser me på dei fråsegner det folkloristiske tilfang gjev



oss um vette-tre eller heilage tre, vil me finna at folketrui um desse hev halde seg utruleg lenge i mange grender og sume stader heilt fram til vår tid, ja til dagen idag. Soga um desse tuntrei er uskrivi endå, og kjem ho nokorsinne, vert det ingi liti bok.

Fyrr me tek fyre oss sume av desse endå livande kulturminne, vil me fletta inn nokre diktarord, som syna kor livande tradisjonen hev vore um at tuntreet inkje måtte rørast, men varnast av huslyden, ellest gjekk det gale både med livslag-naden og ætti i tunet.

Me høyrer ein liten atterljom i den kjende, vekjømeelege folkevisa frå Telemark um Haavard Hedde. Han åtte ein liten gard, men hadde tvo gilde furor. Den eine vilde han hogga um det kneip. Den andre skulde vera til lik-kiste-vyrke. — Lagnaden vart, at han »laut reisa ifrå Lanjei den myrke haustenott«. —

I 1780—90 åri sat diktarpresten Claus Frimann under det gamle *asketreet* i tunet på Selje prestegard. Treet som »havde tolv favnetykke grene« — er longo burte.

»Staa fredet til du hen i aske smulner

— — — —

Men gid den bære torn og nælder  
fra første dag, fra første stund  
han dig uvenlig fælder, som råder for din grund.

— — — —

Ei hvæstet staa ei lynild fælde dig.«

Og i våre dagar hev Haakon Lie kveda tun-asken sin høgsong.<sup>1)</sup>

J. S. C. Welhaven prisar *tunbjørki* på Slinde i Sogndal den bonden bar ut mjød til kvart år, når grøda velberga var komi i hus.

»Dens bark tør ingen rive og riste  
og ingen tør bryde dens løv eller kviste,  
hvert spirende strå, hver urt som gror i birkens ly.«

---

<sup>1)</sup> Håkon Lie: Solspelet, Oslo 1931, s. 15.



Og i hagen på Seljords prestegard sat M. B. Landstad kring 1830 og dikta høgssong til det gamle *aldretreet* som presten Ole Sporv hadde planta. Treet var longe gamalt og bar lite. Kunnige menn rådde presten til å hogga det og planta eit nytt. Ein mann var komen med øksi og skulde fella det. Men Landstad ropar: »Holdt — — —

dets liv kun naturen skal raade.

Jeg vil det pleie som jeg kan best, den tørre rest  
vel give endnu Sillejords prest, et æble hver juleaften« —

Namngjetne i si tid var ogso dei tri *systerfurone* på Skaveldskogen i Aurdal, Valdres. Segni segjer at det var tri nonnor frå sudlandi som sette dei til minne etter ei gjesteferd i bygdene ved Strandafjorden. Andreas Aabel segjer i kvede sitt:

»Og de tok i skogen hver sin furu-ten  
plantet dem i rad ved veien.

Fredlyst skal de være! Hvo der volde mén,  
utlæg vank i ville heien — — —.«

Dei stod i tvo »sekel«, då tok ein mann og fellte eine fura, men nokre år etter miste mannen vitet sitt. — Fura hemnde seg. Nokre år etter kasta stormen det andre yverende.

Heilage tre, vette-tre, finn me i mange bygder endå, og fleire av dei er no vortne naturfreda. Ja, i sume bygder hev me endå trui um, at ein heller inkje skal røra dei brotne kvistar som vind og vér hev slite ned. Tradisjonen um at det hender ei ulukka med den som fer ille med tuntreet, er rik. M. B. Landstad fortel frå Hjartdal, Telemark:<sup>1)</sup> »Paa Mellem-Aabø har der fra umindelig Tid staaet et stort Bjørke-træ, som var anseet for helligt og ingen av Gaardens Eiere har indtil denne Dag turdet røre det eller tage saameget som en Kvist av det. For 4 Aar siden slog Lynilden ned i Bjørken og brød den over Ende, men den ligger saaledes som den faldt, og saaledes kommer den til at ligge til den raadner, thi

1) Gamle sagn om Hjartdølerne. Christiania 1880. S. 67.



ingen vil eller tør benytte den. Man har, siges der, havt altfor mange Exempler paa hvor farligt det er.« På Tveitebø, Valle i Setesdal stod ei svær bjørk, »Tussebjørki«: »Lauv og kvister som datt ned raka dei innaat stammen att, so der var ein heil troshaug til slutt.«<sup>1)</sup>

Ein parallel til dette hev me frå Dynna, Gran.

I våre dagar hev me på Sordal i Byggland, Setesdal ved »Dei heilage trei« — Haugeteddan. *Furulunden* stend urøyrd den dag idag. Inkje tre må hoggast, ingen turrkvist takast der ifrå! Det er 9 furor. Av desse er 2 turrfuror, »gaddar«. Den eine av dei er »Kongen«. Treet mæler no [1935] borklaust 2,95 m i rundmål, bringehøg! Dei 7 friske mæler i same høg 2,4; 2,44; 3,75(!); 2,22; 2,5; 1,85 og 2,65 m rundt.

Liknande heilage tre stend på Hanehaugen i Byggland. Dei stend so tett, at trekrunone gjeng i eitt. Dei er kvistberre på innsida mot lunden. Dei hev desse mål:

1.	Rotrundmål	2,40 m.	Høg	16 m
2.	—	1,95 »	»	14,5 »
3.	—	1,55 »	»	16 »
4.	—	2,12 »	»	16 »

I Telemark hev me ein liknande lund: Vettehaugen på Gryte,<sup>2)</sup> *Fyresdal*, med asp som vettetre.

Lundar som ovannemnde er der nok inkje mange av lenger. Av einskilde tré, vette-tré, finst der fleire. Det var tre med tjukkeleik, lauvrik krana og lenger livealder enn andre treslag, som vart vettetre. *Lindi* er frå eldgamle tider knytt til folke- og segntradisjonen. *Eiki* sameleis, men ogso *einer*, *alm*, *ask*, *svartor*, *raun*, *bjørk* og *selja* (pil) hev vore vettetre. Me skal nemna nokre enddå livande minne.

I Nordfjord hev me i Gloppen den namnspurde eiki på *Hjelmeset*. Stend på bøen, inkje langt frå tunet. 22. mars 1931 mælte eg eiki: Rundmål 1 m yver marki 8,8 m. Litt ovanum roti 12,2 m. Ei flogbjørk held på og sprengjer ut eit stykke av den gamle, turre treleggen. Treet, som no

<sup>1)</sup> Jon Løyland: Fedrelandsvennen. 1925.

<sup>2)</sup> Bendik Taraldlien: Gamal og ny tid. Skien, 1930. S. 9.





Fig. 1. Dei „Heilage furone“ på Sordal, Setesdal.



Fig. 2. Furone på Hanehaugen, Nese, Byggland.



Fig. 3. Hjelmeset-eiki, Gloppen, Nordfjord.



diverre berre er 13,5 m høgt, var til stor pryd. Ein mann gifte seg i si tid med ekkja på garden. Han kjende inkje til eller brydde seg lite um tradisjonen og tok og kvista dei fleste greinene av til lauvfor i vårknipa. Av greinene fekk han tri famnar ved. Sidan hev der ingen trivsel vore med treet. Men bygdefolket totte det var ille, og han fekk liten hugnad av arbeidet. På *Eikenes* tvers yver fjorden frå *Hjelmeset* stend ei eik, som ingen fær lov å kvista eller hogga. Treet er i bringehøgdt 5,27 m rundt. Hev 3 svære greiner. Den største mæler 2,8 m rundt. Høgdt av treet 12 m. Tverrmål av kruna 14,4 m. Då dette er einaste eiketreet på austsida av Hyenfjorden, hev det truleg vore opphavet til gardsnamnet. På garden *Lund* i Davik er eit stort eiketree med formfager kruna. Ein ser treet langt ute i fjorden. Det stend fritt og fint ute på eit nes. Vart freda under utskiftningi. Treet er 4,4 m i rundmål, bringehøgdt. Tverrmål av kruna 27,8 m ein veg, 22 m andre vegen (2. april 1931).

Frå Nordfjord er der segn um eit anna tre:<sup>1)</sup>

Det var ei eldgamal, heilag fura på Skipenes, Nordfjordeid. Ho vart kalla *Skottefura*, av di skottane, då dei dreiv timberhandel i Nordfjord, 16de og 17de hundradåret, sette skipstrossone fast i treet som luta ut yver ei stor elv, som laga ein høl her. Det var lite råd å klyva upp i toppen. Der hadde hegrane reir. Dette auka heilagdomen. Men for 60—70 år attende, var det ein halvfull mann, som kom frå eit brudlaup, han tok og hogde treet ned. Han totte sjølv det var modigt gjort, sidan ingen annan hadde våga gjera det. Men ogso her er det samhøve i tradisjonen: Mannen fekk ein ublid lagnad.

Frå Hardanger kjenner me tri slike heilage eiketree. Alle i Ullensvang. Mest namngjeti er *Villure-eiki*. Den vart skada for nokre år sidan, då eit lite hus som stod tett ved brende ned. — Den er  $\frac{1}{2}$  m yver marki 7—9 m i rundmål og kløyver seg i 2 svære stuvar. Tverrmålet her 3,3 m. Høgdi er 11 m (største stuvn). Ei uvanleg vakker eik er *Brureiki* på *Lote*. Den hev namnet sitt av, at her skulde alltid brurfylgjet stansa på veg heimatt frå kyrkja. Kjellarmannen gav

<sup>1)</sup> Jakob Aaland: Fjordenes Blad, 13. juli 1916.





Fig. 4. Villure-eiki, Ullensvang,  
Hardanger.



Fig. 5. Landa-Eiki, Byggland,  
Setesdal.



Fig. 6. Mollestad-eiki, Birkenes, Aust-Agder.



lyden øl og andre drikkevarer før dei gjekk inn i huset heime på tunet. Eiki stend attmed vegen ned til nausti. Rundmål 6,9 m. Ei stor og vakker eik er på *Alvsåker*: Ogso kjend som vettetre. Rundmål 4,5 m, 2,3 m frå marki deler han seg i 12 svære greiner.

Ei jette-eik og vida namngjeten stend på *Lande* i Setesdalen, inkje so langt frå Aardals kyrkja, Byggland. Rotrundmål er 10 m,  $\frac{1}{2}$  m y. m. 8,2 m og i bringehøgde 7,1 m. Høgdi er 21 m og krunetverrmål 17 m. Ho er hol og inne i holromet hev vore 15 menneske på eingong. — Ho stod frisk og grøn, men etter reguleringi av Bygglandsfjorden hev ho skranta og hev difor sett sine beste dagar. Det hev vore bore mykje kling og saup til dette treet i framfarne tider.

Den største av alle vette-tre torer nok *Mollestad-eiki*, Birkenes, vera. Ho er ogso namngjeti, hylla både i poesi og prosa. Rundmål ved rot 10,12 m. I bringehøgde 7,92 m. Segni segjer, at treet er runne av ein kornstaur, som stod att i åkeren. På stammen hev det nokre svære knutar. Dei trudde desse kom av ølet, som vart ofra av det fyrste jolebrygget, og var eit merke på at eiki var i god trivnad. Kom der uår, turke, var det av di eiki hadde fått forlite av ølet. I krigsåri vart der hogge tri greiner til skipskné av treet. Stubbane syner endå. Eiki hev no 7 store greiner. Uppe i greinkransen vaks ein flograun. Det fylgde den trui med raunen, at hadde ein tannverk, var det å skjera ein pinn av raunen å tyggja på, då gav tannverken seg.

Av heilage tre kann me vidare nemna:

Eik og fura, Tveiten og Holte i Hitterdal, ask på Bjørge, Seljord. Desse i Telemark. Lind i Vennesla ved Kristiansand, »Rokke«-fura ved Halden, »Kvinar«-talli, Vegusdal, Aarakseiki, Treungen og Trøgstadeiki, Trøgstad, »Bonli«-fura Valle o. s. b. Men her er nok mange fleire.

Eit slag »heilage tre« hev me som minne frå hardåri 1808—1814 då folket laut nytta bork av almetreet til drygsla av matmjølet. Nokre av desse braudalmane stend mange stader endå t. d. *Verpe-almen*, Lunde i Telemark og *Bråstad-almen*, Lier, — men der er mange andre ymse stader kring i landet.

---



## Nye bøker og avhandlinger.

Til redaksjonen er innsendt:

Svenska Linné-Sällskapetets Årsskrift. Årg. XVIII, 1935. 170 s. med ill. Uppsala 1935. (Almqvist & Wiksells Boktryckeri-A-B.).

Rudolf Søderberg: Fuglene våre II. Ved kysten, innsjøene og på myrene. Cappelens bibliotek for kultur og natur. 106 s. med ill. Oslo 1935. (Kirstes Boktrykkeri).

C. M. Pay: Jakten med fuglehund. 272 s. med ill. Oslo 1935. (Gyldendal, Norsk Forlag).

Science Progress. A quarterly review of scientific thought, work & affairs. Vol. XXX, no. 117. July 1935. (Edward Arnold & Co., London).

---



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 XXXIX, 1933, 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.