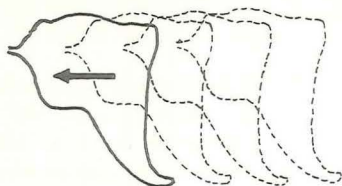


SEJLENDE



KONTINENTER !

Som omtalt side 30 blev den tyske geograf og geolog Alfred Wegener på grundlag af Kul-Permtidens klimafordeling overbevist om, at kontinenterne tidligere har ligget sammen som én landmasse. Han samlede alle tænkelige støttende vidnesbyrd fra geologien, klimatologien, geofysikken og fordelingen af den fortidige plante- og dyreverden. Wegener mente at kunne påvise en begyndende adskillelse af kontinenterne i Perm, dannelsen af den sydlige Atlant i Trias-Kridt, den nordlige Atlant i Tertiær. Da kontinenterne nu ligger spredt, må der findes kræfter, som har kunnet flytte dem.

I begyndelsen af århundredet var man ved tyngdeundersøgelser kommet frem til, at jordskorpen bestod af to dele: Øverst en skorpe af granit, nederst en basaltisk skorpe, der iøvrigt udgjorde den egentlige oceanbund. På grund af de stigende tryk og temperaturer indefter i jordskorpen blev den basaltiske skorpe anset for at være ret plastisk, og Wegener forestillede sig, at de granitiske kontinenter ligefrem kunne "sejle" i den basaltiske del af skorpen! De øvrige egenskaber i den nedre skorpe var som hos den vulkanske bjergart basalt.

De bevægende kræfter blev kaldt "Polflugt" og "Vestdrift". "Polflugten" stod i forbindelse med centrifugalkraften ved jordens rotation. Teoretiske betragtninger viser, at der vil være en kraft rettet mod ækvator. Løb processen til ende, ville al landmasse på jorden samles i et bælte langs ækvator, mens de to polområder ville blive til store oceaner.

"Vestdriften" skyldtes tidevandskræfter, idet tiltrækningen fra solen og månen bevirkede en opbremsning, som stærkest påvirkede de højtliggende områder (kontinenterne) og i mindre grad de lavtliggende områder (oceanbunden). Med den gældende rotationsretning ville effekten fremtræde som en vestrettet drift af kontinenterne.

Så store kræfter måtte også kunne sætte sig andre spor, og for eksempel bjergkædefoldninger blev sat i forbindelse hermed. Lagene blev ganske enkelt krøllet op foran de drivende kontinenter! Den cordilleriske bjergkæde ned gennem det vestlige Nordamerika og Sydamerika måtte således skyldes "Vestdriften" - den alpine øst-vestgående foldekæde var krøllet op ved "Polflugten". Ø-guirlanderne langs den asiatiske stillehavs-kyst var at betragte som "slæb" - afrevet og efterladt ved "Vestdriften".

Blandt de biologiske vidnesbyrd blev lagt særlig vægt på udbredelsen af planter og landdyr, som ikke kan migrere over havet. Grundsynspunktet var, at så længe der i to landområder er fuld overensstemmelse i den biologiske verden, hænger de sammen. Ved separation vil udviklingen følge forskellige veje i de to områder. Ved nærmere analyser kunne Wegener angive adskillelsestidspunkterne. Tager man til eksempel den australske dyreverden, rummer denne tre ulige gamle elementer. Det ældste faunaelement indeholder varmeelskende dyreformer bl.a. krybdyr og viser god overensstemmelse med faunaen i Forindien og på Ceylon. Det mellemste element mangler krybdyr, men indeholder padder og pungdyr. Dette element viser tydelig forbindelse med Sydamerika. Som det yngste element har man Sundaø-faunaen. Afstanden mellem Australien og Mellemarginetina er nu lige så stor som afstanden mellem Nordpolen og Kapstaden i Sydafrika! Faunaoverensstemmelsen Australien-Sydamerika forklares imidlertid let ved en sammenskydning af kontinenterne.

Indtil Juratiden hang Australien sammen med Indien og Ceylon, og den ældste fauna viser derfor stor lighed disse steder. Fra lidt op i Jura var Australien blevet separeret fra Indien, men hang endnu sammen med Sydamerika over Antarktis. Denne forbindelse varede ved til ind i Tertiærtid, og overensstemmelsen med hensyn til pungdyrene forklares derfor let. Fra ældre Tertiær omtrent helt op til nutiden lå Australien under driften helt isoleret, og først i nyeste tid er Australien kommet så nær på Sundaøerne, at der igen har kunnet foregå en udveksling af dyreformer!

Da Wegener publicerede sin teori, virkede den som en bombe i den naturvidenskabelige verden. Det fortjenstfulde var forsøget på at inddrage resultater fra de forskellige videnskaber. Mange vaneforestillinger blev tilsidesat, og en voldsom diskussion blev resultatet. Denne diskussion har nu varet i godt 50 år.

De forskellige vidnesbyrd blev endevendt, og der blev efterhånden overvejende modstand mod teorien. Biologiske "modbeviser" blev fremsat, men disse kan aldrig tjene som modbevis - i det højeste kan anvises alternative forklaringer på dyrs og planter spredning.

Det helt afgørende modargument kom fra geofysikerne, som kunne vise, at Wegener's "Polflugt" og "Vestdrift" som kræfter betragtet var adskillige millioner gange for små til at rokke kontinenterne så meget som en millimeter! Basaltskorpen var ikke nær så plastisk som antaget af Wegener.

Imidlertid har det ikke været muligt på overbevisende måde at forklare Kul-Permtidens klimafordeling ud fra kontinenternes nuværende position, og et lille fåtal af tilhængere mente, at vidnesbyrdene talte for en oprindelig sammenhængende kontinentmasse - så måtte det blive geofysikernes sag at finde de nødvendige kræfter til at forklare kontinentdriften.

Nu er kræfterne fundet!

Kræfterne må søges i konvektionsstrømninger i jordens kappe - laget mellem skorpen og den flydende kerne. Konvektionsstrømninger opstår i

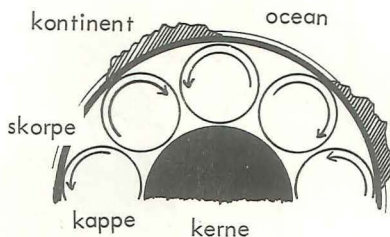
vædske og luftarter som følge af temperaturforskelle. Varme masser er lette - kolde masser tunge. Ved en uligevægtstilstand med varme lette masser underst vil en konvektionsstrømning begynde at bringe de lette masser tilvejs og de tunge masser ned. Det er for eksempel grundlaget for vandets cirkulation i et centralvarmeanlæg.

Jordens kappe består af fast stof i form af bjergarter, og der kan ikke være tale om konvektionsstrømninger i vanlig forstand. Den flydende kerne opvarmer de nedre dele af kappen, og oppe under skorpen har kappematerialet en meget lavere temperatur. Der er således en uligevægt, som kan betinge en strømning - men hvordan? Man må forestille sig kappen opdelt i konvektionsceller, der roterer som valserne i en vridemaskine!

Størrelsen og antallet af konvektionsceller kommer til at afhænge af afstanden mellem skorpe og kerne, og denne afstand har ændret sig med tiden. Jordens kerne vokser antagelig ved at optage jern fra kontakten til kappen!

Store bjergkædefoldninger synes at ske hver 200 millioner år. Kan foldningerne sættes i forbindelse med konvektionscellernes rotation, må det betyde, at et kredsløb tager denne tid.

Det er da tænkeligt, at kontinentaldrift indtræder, hver gang antallet af konvektionsceller ændres i overensstemmelse med den voksende jordkerne. Så flyttes kontinenterne og anbringes over de steder, hvor konvektions-"strømmene" mødes for at gå i dybet - se fig.1.

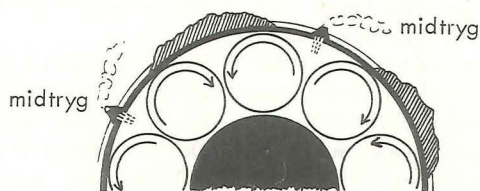


1. Forholdet mellem kontinenter og konvektionsceller.

Fungerer den omtalte mekanik er det helt klart, at kontinenternes drift bliver helt uafhængig af egenskaberne ved jordens skorpebestanddele. Kontinenterne må viljeløst følge med i takt med bevægelserne i de dybere niveauer.

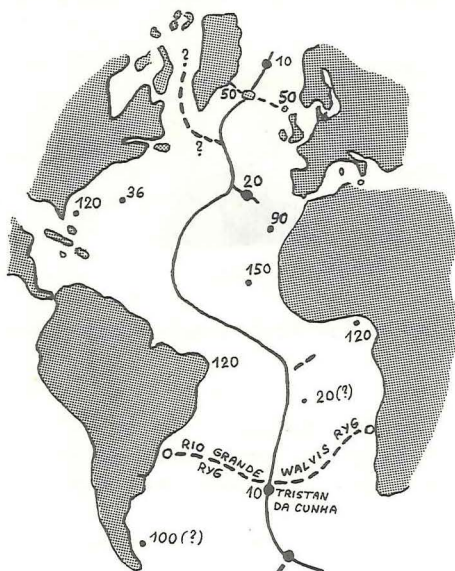
Noget ganske andet indtræffer, hvor konvektions-"strømmene" mødes for at stige op og spredes til siderne. På disse steder vil kontinenterne fjernes sig til begge sider, og på grund af de store trækspændinger i oceanbunden opstår lange brudzoner langs grænsen mellem de pågældende konvek-

tionsceller. Brudzonerne kan åbne vej for, at vulkanske udbrudsprodukter trænger op og lejr sig på havbunden - se fig.2.



2. Brudzoner og spredning af oceanbunden.

En sådan "spredningszone" udgøres idag af Atlanterhavet. Ned gennem den sydlige og nordlige Atlant strækker sig den undersøiske midatlant-ryg, hvortil er knyttet langsgående markante brudzoner og endnu levende vulkanisme. Man har foretaget absolutte aldersbestemmelser af vulkanerne på begge sider af Atlanten og har derved fået interessante oplysninger frem. I fig. 3 ses Atlanten med omgivende kontinenter, midtryk og tværrygge, tallene angiver vulkanerne og deres alder i millioner af år.



3. De atlantiske vulkaners alder (efter Nature).

Det slående er, at vulkanerne aldersmæssigt er symmetriske omkring midtryggen - således at de ældste vulkaner ligger længst borte fra ryggen. Disse vulkaner på hver side af Atlanten må være en gammel del af den midtatlantiske ryg, som har bevæget sig til begge sider med den vandrette del af konvektions-"strømmene". Det vil atter sige, at kontinenterne på begge sider oprindeligt har ligget sammen.

Tværryggen i Sydatlanten - Rio Grande ryggen og Walvis ryggen - kan siges at forbinde Afrika og Sydamerika. Her er et eksempel på et stærkt argument i Wegenermodstandernes favør. Når en ryg forbinder de to kontinenter, kan de ikke have ligget sammen. Med de nye forestillinger betyder dette ikke nogen hindring - men angiver endda de punkter, som har ligget opad hinanden!

Ser man på den midtatlantiske ryg idag, er der aktiv vulkanisme ved Island og ved Tristan da Cunha. Alle de udslukte vulkaner i Atlanten har på et eller andet tidspunkt udgjort en del af midtryggen. Her har de opgående konvektions-"strømme" bevirket udbruddene. De vandrette "strømme" har fjernet sig til begge sider, og noget af det vulkanske materiale er gået til den ene side - andet er gået til den anden side. Derved må de ældste vulkaner være at finde nærmest Sydamerika og Afrika - længst borte fra midtryggen.

Rio Grande ryggen og Walvis ryggen består ligeledes af vulkansk materiale. Man må forestille sig, at et lille område af midtryggen har været konstant vulkansk produktiv. Vulkansk materiale dynges op på havbunden - glider til hver side, men hullet bliver straks fyldt ud af nyt materiale. Således bliver der lagt et bælte ud mellem de punkter, som oprindeligt lå sammen.

Hvordan nu med vulkanernes alder? De ældste i den sydlige Atlant synes at være omkring 120 millioner år. For disse mange år siden lå vulkanerne sammen på midtryggen - lige da Sydatlanten opstod! Det bliver da i Kridttiden - ganske som påstået af Wegener på andet grundlag!

I den nordlige Atlant er vulkanismen i Østgrønland og på Færøerne godt 50 millioner år gammel. Man kunne tænke sig denne del af Nordatlanten opstået på dette tidspunkt - det bliver tidlig Tertiærtid (Eocæn). Atter her er der overensstemmelse med Wegener.

Foruden ad rent geologisk vej synes Wegener's anskuelser også at få støtte fra geofysiske undersøgelser - og især magnetiske målinger er vigtige i denne forbindelse.

Jordens magnetfelt er knyttet til jordrotationen, og jorden kan betragtes som en kæmpe-dynamo. Kernen består af en flydende jern/nikkelmasse, der antagelig roterer en smule hurtigere end kappen udenom. Derved opstår elektrisk energi, som delvis omsættes til magnetisk energi, og denne giver sig til kende som jordens magnetiske felt. Det vigtige er, at på denne baggrund må den magnetiske retning altid falde sammen med rotationsaksen - eller med andre ord må de magnetiske poler ligge ved de

fortsættes side 18

geografiske poler. I øjeblikket er der en lille afvigelse mellem polernes beliggenhed, men dette er næppe nogen normal tilstand. Man kan ikke vente helt ideelle strømningsforhold i kernen, og derfor vil det magnetiske felt ikke altid være helt symmetrisk. Normalt vil de magnetiske og geografiske poler være sammenfaldende.

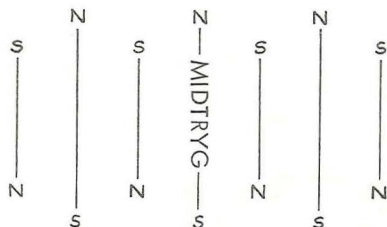
Det har længe været kendt, at der eksisterer palæomagnetisme - det vil sige, at bjergarter blev magnetiseret ved deres dannelse, således at de magnetiske forhold "frøs fast". Måler man på sådanne bjergarter idag, får man et afvigelsesbillede, som er resultatet af dels det nuværende magnetiske felt og dels den gamle magnetisme.

For at bjergarter kan magnetiseres må kræves, at de indeholder jern eller nikkel. Jern findes i mange vulkanske bjergarter og i en del sedimentter - for eksempel er der ofte udskilt jern i sandsten.

På basis af et stort antal målinger er det efterhånden blevet klart, at det magnetiske felt fra tid til anden har været polariseret omvendt! Med andre ord bytter magnetisk syd og nord plads. Den fysiske baggrund herfor er endnu ikke helt kendt - men det er tænkeligt, at ompolarisering er en følge af ændringer i strømningsforholdene på grænsen mellem jordens kappe og kerne.

I forbindelse med den stigende interesse for den midtatlantiske under-søiske ryg som et nøgleområde til forståelse og forklaring af konvektionsmekanikken har der også her været foretaget magnetiske målinger. Vi ved allerede, at der her strømmer vulkansk materiale op - der er da mulighed for magnetisering af bjergarterne. Det har nu vist sig, at forskellige bæltter med magnetiske afvigelser fordeler sig symmetrisk udenom ryggen, og dette kan være resultatet af ompolarisering kombineret med drift af oceanbunden.

Lige over den midtatlantiske ryg er magnetkraften stor. Lidt fra - på begge sider - er styrken mindre. Længere udenfor igen ses atter stor styrke. Bælterne med stor magnetstyrke består af bjergarter, hvis magnetisering er i overensstemmelse med den nuværende polarisering. Bælter med svag styrke må være polariseret omvendt og kommer derved til at svække eller modarbejde styrken fra den nuværende polarisering. Se fig. 4.

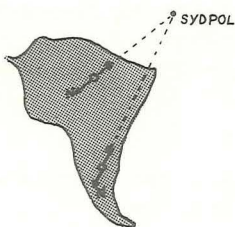


4. Magnetstyrker ved den midtatlantiske ryg.

Fordeelingen af disse bæltter med forskellig magnetstyrke kan kun forklares udfra oceanbundsdrift, og de danner en parallel til den symmetriske aldersfordeling af vulkanerne omtalt tidligere. Den nuværende midtryk har naturligvis den nuværende magnetiske polarisering. Ved den vandrette konvektions-"strømning" spredes midtryk-zonen mod øst og vest, men beholder den magnetiske polarisering. Nyt vulkansk materiale kommer op til at udfylde hullet. Sker der samtidig en ompolarisering, kommer der et centralt bælte med én styrke - omgivet af to bæltter med en anden styrke.

De magnetiske forhold støtter på smukkeste måde teorien om konvektionsbevægelserne.

Et andet meget vigtigt punkt er den almindelige palæomagnetiske retning uden hensyn til polariseringen. Kan man i tilstrækkelig mange tilfælde måle magnetretningen i passende bjergarter fra de forskellige perioder, er der en mulighed for at angive polernes beliggenhed til forskellig tid. Se fig. 5.

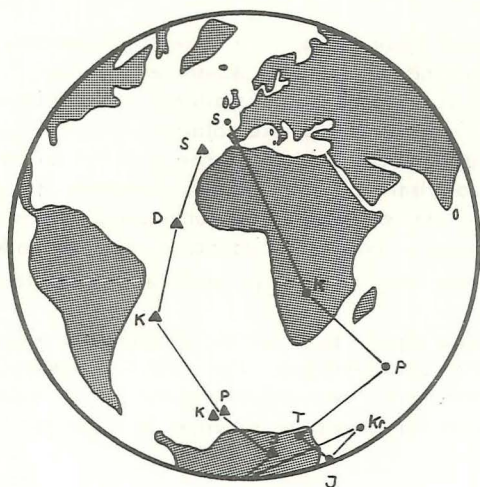


5. Position af sydpol i Devontiden, beregnet ud fra Devonbjergarter i Sydamerika.

Det har vist sig, at der i fortiden er sket betydelige "polvandring" - forskydninger i positionen af polerne til forskellig tid. I virkeligheden er der snarere tale om, at jordens skorpe samlet har bevæget sig udenom kappen, og at polernes beliggenhed sammen med jordens rotationsakse ligger konstant fast.

Dette fører til den vigtige slutning, at så længe to landområder har samme indbyrdes placering, vil deres "polvandrings"-rute være ens. Bevæger de to landområder sig i forhold til hinanden, vil vandringsruten for polerne være afvigende.

Beregner man for eksempel "polvandrings"-ruten for Afrika og Sydamerika, får man et billede som fig. 6.



6. "Polvandrings"-ruter for Sydamerika (▲) og Afrika (●).
 S = Silur, D = Devon, K = Kul, P = Perm, T = Trias,
 J = Jura, Kr. = Kridt (efter Nature)

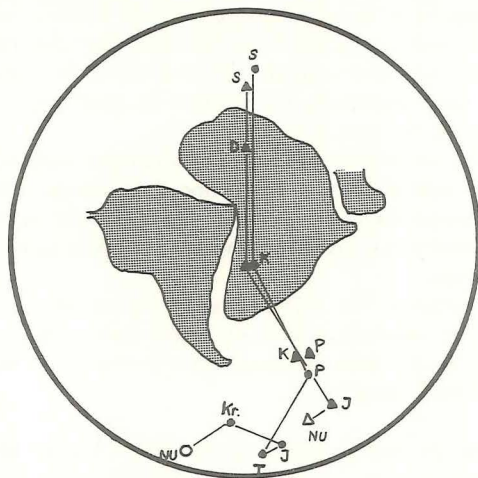
De to ruter eller kurver ser identiske ud for tidsrummet Silur-Perm, og det må betyde, at i dette tidsrum har Sydamerika og Afrika foretaget de samme bevægelser - eller med andre ord har ligget sammen. Prøver man at skyde Sydamerika og Afrika sammen, sådan, at "polvandrings"-ruterne i så høj grad som muligt falder sammen, får man et billede som fig. 7. Afrika og Sydamerika ligger da i samme position som angivet af Wegener for tidsafsnittet Kul-Perm.

I fig. 7 ses også, at "polvandrings"-kurverne adskilles efter Perm-tid, hvilket vil sige, at mod slutningen af Perm eller i begyndelsen af Trias-tid begyndte Sydamerika og Afrika at drive fra hinanden, og den sydlige Atlant opstod. Den endelige adskillelse af de to kontinenter fandt sted i Kridt-tiden.

"Polvandrings"-data fra de øvrige kontinenter på den sydlige og nordlige halvkugle kan på lignende måde analyseres, hvorved en god overensstemmelse med Wegener's resultater kommer frem.

De nye anskuelser i tilknytning til Wegener's teori er endnu så nye, at kritiske røster endnu ikke er hørt. De kommende år vil sikkert bringe mere nyt frem.

JP



7. "Polyvandring"-ruter ved sammenskydning af kontinenterne.
Kun Afrika og Sydamerika er indtegnet. (efter Nature)

FUR MUSEUM

I begyndelsen af halvtredserne tog nogle af beboerne på limfjordsøen Fur initiativet til opførelsen af en bygning, der skulle rumme et egnsmuseum. Dette museum blev placeret i Nederby på Fur og åbnedes for offentligheden i 1953.

Museets leder - møbelfabrikant M. Breiner Jensen - søgte i 1954 kontakt med Mineralogisk Museum i København for at få ordnet Furmuseets geologiske samlinger. Disse viste sig så fortræffelige og i så hurtig vækst, at der i 1961 blev indgået en overenskomst mellem de to museer. Overenskomsten går bl.a. ud på, at Mineralogisk Museum vil støtte Fur Museum med præparationsarbejder og bestemmelse af den geologiske samling samt at denne (hvis Furmuseet ophører som selvstændig og selvejende institution) skal overgå til Mineralogisk Museum, indtil et nyt museum oprettes på en efter Mineralogisk Museums opfattelse betryggende måde.

Som egnsmuseum indeholder Fur Museum foruden geologiske samlinger også arkæologiske, etnografiske og historiske samlinger. Men de geologiske samlinger udgør en væsentlig del af museet, og de vil sikkert i høj grad have interesse for Varv's læsere.

Det drejer sig først og fremmest om forsteneringer og bjergarter fra Limfjordens og specielt Furs "molersområde" (med 50 millioner år gamle havaflejringer af mikroskopiske kiselalger og vulkansk aske).