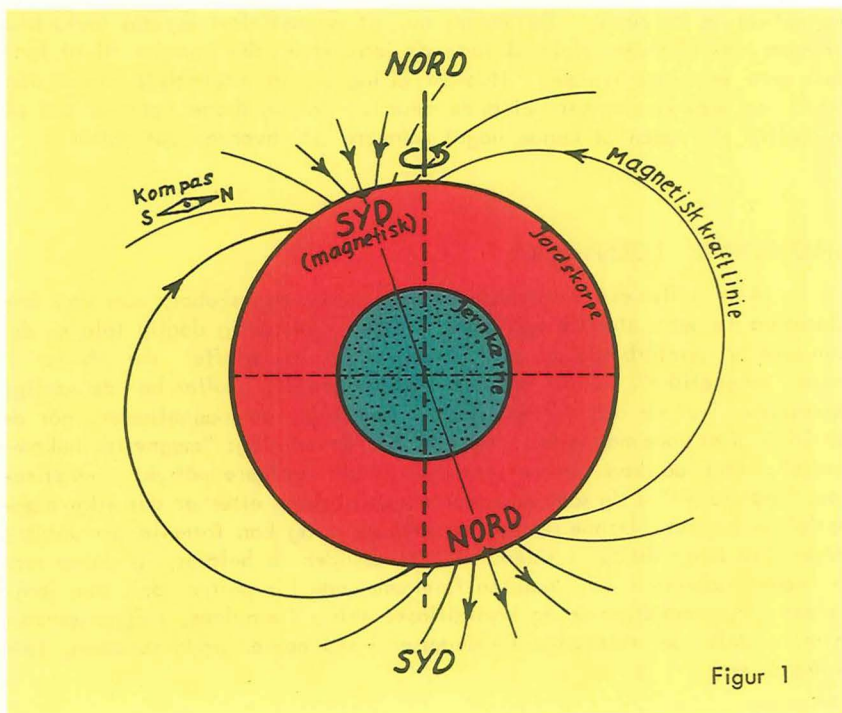


JORDENS MAGNETFELT før og nu

af NIELS ABRAHAMSEN



Fra gammel tid har man benyttet sig af et kompas, når man skulle navigere, da en frit ophængt kompasnål retter sig ind med sin nordpol pegende mod Jordens magnetiske sydpol, idet modsatte magnetiske poler tiltrækker hinanden. Jordens magnetiske sydpol ligger i nutiden i det nordlige Canada og afviger således fra den geografiske nordpol, der er det punkt på den nordlige halvkugle, som Jordens rotationsakse går igennem, jævnfør figur 1. Forskellen mellem de geografiske og magnetiske polers



Figur 1

beliggenhed giver anledning til den magnetiske misvisning, der i Danmark i øjeblikket er 2-3 grader, mens den i de polare områder kan være betydeligt større, i Grønland for eksempel 40-50 grader. Ofte illustrerer man magnetfeltet ved hjælp af såkaldte kraftlinier, der viser, i hvilken retning en kompasnål indstiller sig på forskellige steder i det magnetiske felt.

De tidligste undersøgelser af Jordens magnetfelt blev foretaget af Dronning Elizabeth's hoflæge W. Gilbert omkring år 1600 i England. Han påviste, at Jordens magnetfelt på det nærmeste svarer til feltet fra en kraftig stangmagnet (en magnetisk dipol) beliggende inde i Jordens centrum og med aksen dannende en vinkel på ca. 10 grader med Jordens rotationsakse i "nutiden". Siden da er vor viden om magnetisme vokset støt, blandt andet gennem H.C. Ørstedes opdagelse i 1820 af sammenhængen mellem elektrisk strøm og magnetfelt, frem til vor tids moderne teoretiske fysik.

Hvordan Jordens magnetfelt egentlig dannes, er stadigvæk vanskeligt at forklare (jfr. Varv 1965 nr. 3), da det kræver et særdeles udviklet beregningsarbejde at opstille selv stærkt forenklede modeller. Den simple model, at Jordens jernkerne i princippet blot er en kæmpemæssig, permanent magnet, har man måttet opgive, fordi temperaturen inde i jorden ligger højt over Curie-temperaturen (se senere) hvorved jernets permanente magnetisering forsvinder. Det menes nu, at magnetfeltet skyldes elektriske strømme inde i Jordens elektrisk ledende jernkerne, der kommer til at fungere som en slags dynamo. Hvorom alting er, et magnetfelt har Jorden altså, og man kan meget vel både beskrive det og drage nytte af det på forskellig vis, uden at kende noget nærmere til, hvordan det opstår.

MAGNETISKE EGENSKABER

Alle stoffer er i besiddelse af magnetiske egenskaber, som kan forklares ud fra deres atomare opbygning, men i almindelig daglig tale er det kun jern og jernforbindelser samt et par andre grundstoffer, der går for at være "magnetiske". Disse såkaldte ferromagnetiske stoffer har de særlige egenskaber, at de dels bliver stærkt magnetiske, de magnetiseres, når de påvirkes af et ydre magnetfelt, og dels har de en slags "magnetisk hukommelse", idet de kan bevare retningen af en tidligere påtrykt magnetisering "indefrosset" i sig som remanent magnetisering, efter at det ydre magnetfelt er ændret. Denne remanente magnetisering kan fortælle om Jordens magnetfelt langt tilbage i tiden. Det er desuden så heldigt, at netop jern er meget udbredt i de i naturen forekommende bjergarter, dels som jernoxider i magmabjergarter og krystallinske skifre (jærnglans, magnetjernsten m.m.), dels som rustagtige forbindelser i sedimenter (røde sandsten, ler-skifre m.m.).

Den remanente magnetisering kan dannes på forskellig vis, afhængig af den pågældende bjergarts dannelse og udviklingshistorie. Et ferromagnetisk stof vil miste sin magnetisering, hvis det varmes op over en vis temperatur, Curie-temperaturen, og omvendt bliver det magnetiseret igen, når det afkøles i et magnetfelt, og retningen af denne nye remanente magnetisering bliver parallel med magnetfeltets. Lavabjergarter indeholder altid nogle jernoxider, de bliver derfor magnetiseret, når de afkøles i Jordens magnetfelt efter størkningsen, idet smeltepunktet ligger omkring 1000°C mens Curie-temperaturen kun er omkring halvt så høj. Denne form for magnetisering kaldes termoremanent, og findes foruden i lava også i andre krystallinske bjergarter, der har været opvarmet højt nok på et eller andet tidspunkt i deres udvikling, for eksempel ved metamorfose og bjergkædefolding.

En anden form for remanent magnetisering kan fremkomme ved, at de enkelte lerpartikler under sedimentationen forsøger at rette sig ind med deres magnetiseringsretning parallel med Jordens magnetfelt. En tredje form opstår i røde sandsten efter aflejringen ved, at der sker en kemisk udfældning af jernforbindelser mellem sandskornene. Skønt magnetiseringsmåden er forskellig i de tre tilfælde, kan en undersøgelse af bjergarten i alle tilfælde fortælle noget om, hvordan magnetfeltet var beskaffent, da bjergarten blev dannet.

INDSAMLING AF PRØVER

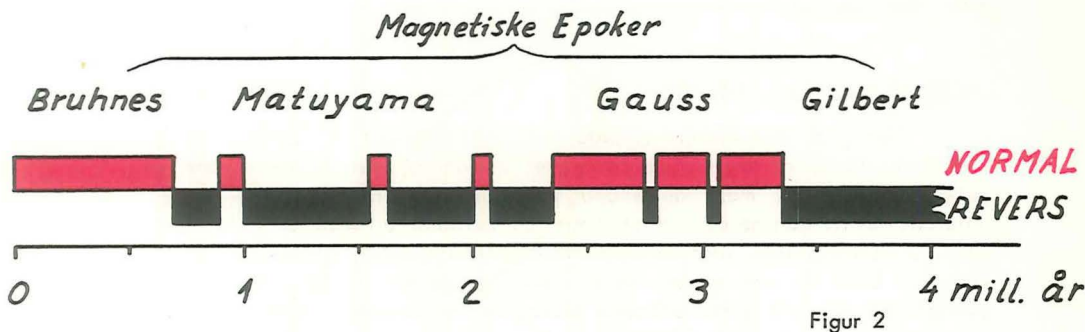
Den praktiske fremgangsmåde ved undersøgelsen af "gammel" magnetisme består i, at nogle bjergartsprøver indsamles, der er blevet omhyggeligt orienterede, mens de endnu sad i deres oprindelige stilling ude i naturen. Dette kan gøres ved at skære en cylinder ud med en lille transportabel boremaskine, idet borekærnens orientering måles, inden den brækkes løs. Eller det kan gøres ved at støbe en vandret flade i en klat gips ovenpå prøven. På gipsoverfladen indtegnes nordretningen eller en anden kendt retning, og hjemme i laboratoriet kan prøven så genopstilles på samme måde, og en cylinder eller lille terning skæres ud af prøven.

Grunden til, at man ønsker en prøve med en simpel geometrisk form (cylinder eller terning) er, at det letter målingen af den remanente magnetisering, idet prøven da kan betragtes som en simpel dipol, hvis magnetiske egenskaber forholdsvis let kan bestemmes. En enkelt prøve er egentlig tilstrækkelig til at fastlægge, hvor på Jorden de magnetiske poler lå, den gang bjergarten blev dannet, men da der ofte er en betydelig usikkerhed ved målingen, benyttes dog gerne gennemsnittet fra en halv snes prøver, ligesom man forsøger at fjerne senere dannede magnetiske komponenter ved at "rense" prøven magnetisk på forskellig vis i laboratoriet.

PALÆOMAGNETISME

Med palæomagnetiske målinger (palæo = gammel) forsøger man, ved at undersøge bjergarter dannet til forskellig tid, at finde ud af, hvordan Jordens magnetfelt har opført sig tilbage i tiden. Visse sjældnere bjergarter har den egenskab, at deres remanente magnetisering spontant kan skifte polarisering (ændre nordpol til sydpol og omvendt), men generelt set vil en bjergart bevare den polarisering, som den een gang har fået. Det viser sig da, at bjergarter forskellige steder på Jorden har samme polarisering, når de er dannet på samme tid, men at polariseringen somme tider har været normal, som den er det i nutiden, mens den til andre tider har været modsat eller revers.

Skiftene i den magnetiske polarisering synes at finde sted i løbet af nogle få tusinde år, mens varigheden af en magnetisk epoke er uregelmæssig og kan svinge mellem 100.000 og 10 millioner år. Jordmagnetfeltets polaritet gennem de sidste 4 millioner år er vist på figur 2, hvoraf det fremgår, at den nuværende magnetiske epoke Bruhnes strækker sig ca. 700.000 år tilbage og således dækker en meget stor del af kvartærtiden.

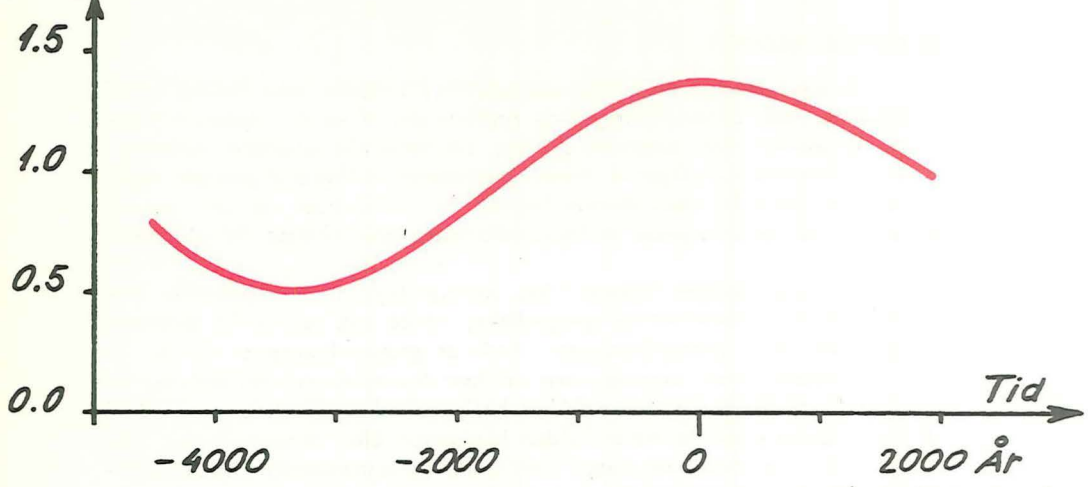


Figur 2

Magnetfeltstyrken aftager stærkt under en polaritetsændring, hvilket medfører en forøgelse i højdestrålingen og dermed i mængden af nydannet radioaktivt Kulstof-14 i atmosfæren. Ganske vist kan aldersbestemmelser ved hjælp af Kulstof-14-metoden ikke benyttes så langt tilbage i tiden på grund af Kulstof-14-isotopens meget kortere halveringstid (ca. 5600 år), men det viser sig, at de mindre ændringer, der har været gennem de sidste få tusind år (fig. 3) også har indflydelse på Kulstof-14-balancen. Hvis der ikke tages hensyn til variationerne i Jordens magnetfeltstyrke, kan aldrene ved arkæologiske og kvartærgeologiske Kulstof-14-dateringer blive op til ca. 10% for lave, et forhold man først for nylig er blevet opmærksom på.

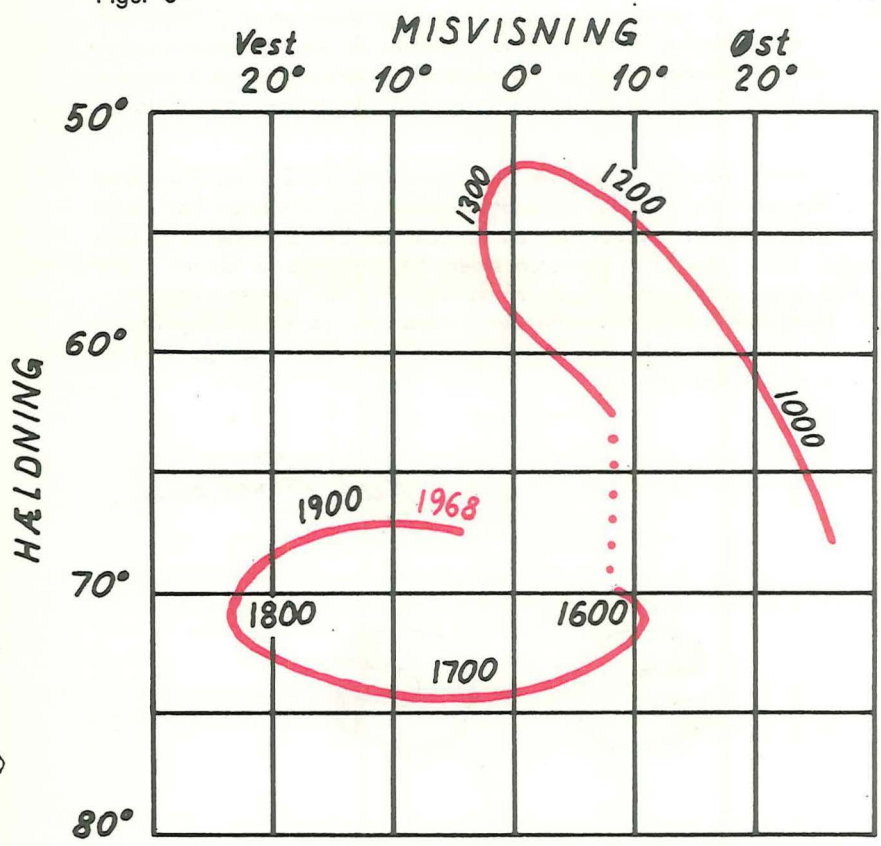
Feltstyrke

(Relativ)



Figur 3

(Efter Bucha, 1965)



Figur 4

(Efter Aitken, 1964)

KONTINENTALDRIFT

De magnetiske poler ændrer beliggenhed i tidens løb, hvilket giver sig til kende ved, at misvisningen og hældningen af en frit ophængt magnetnål på samme sted langsomt skifter, den såkaldte sekulære variation. Dette er illustreret på figur 4, hvor ændringerne i England gennem nogle hundrede år er målt, dels direkte fra det 16. århundrede og dels arkæomagnetisk ved undersøgelser af keramiske materialer tilbage til vikingetiden.

Målt over længere tidsrum viser det sig dog, at de magnetiske poler holder sig i nærheden af de geografiske, så de kan regnes for gennemsnitligt set at være sammenfaldende. Hvis en gruppe bjergarter derfor viser en palæomagnetisk retning, der afviger fra nord, må det betyde, at det pågældende landområde har skiftet beliggenhed på klodens overflade i forhold til de geografiske poler, siden bjergarten blev dannet. I den sidste snes år har man lavet et meget stort antal palæomagnetiske undersøgelser af bjergarter fra forskellige jordperioder og forskellige kontinenter, og resultaterne viser, at de enkelte kontinenter eller dele heraf i tidens løb har flyttet sig som stive blokke, dels i forhold til Jordens rotationsakse (svarende til for eksempel tropiske og subtropiske aflejringer på Grønland og istidsaflejringer i Afrika) og dels i forhold til de øvrige kontinenter.

Hypotesen om kontinentaldrift (jfr. Varv 1965 nr. 2), der fremsattes af Alfred Wegener for et halvt århundrede siden, og som siden har været meget omdiskuteret, har således fået en renaissance blandt moderne geologer og geofysikere. Selv om hypotesen siden Wegeners tid er blevet stærkt modificeret hvad angår oprindelsen af de kræfter, der "driver" kontinenterne og selve den måde, forskydningen foregår på, så er det dog fortsat hans fortjeneste at have opkastet den næsten science-fiction-agtige ide, at kontinenterne "bevæger sig".

Niels Abrahamson

