

Förhandlingar vid de skandinaviske naturforskarnes tredje møte, i Stockholm den 13-19 juli 1842 (s. 68-80)

Historisk Fremstilling af hvad der fra det forløbne Seculums Begyndelse til vor Tid er udrettet for Jordmagnetismens Theorie.

Af Professor Hansteen

Endelig har Studiet af Jordmagnetismen vundet den Opmærksomhed, som den fortjener. I Fortalen til min Undersøgelse over Jordmagnetismen yttrede jeg for-henvend 25 Aar siden den Forhaabning, ”at dersom de mægtigere Nationers Regjeringer vilde forene sig om at lade anstille de fornødne Iagttagelser, och Matematikerne om at bearbejde disse, saa vilde sandsynlig inden et par Decennier Jordens hidindtil uforklarlige magnetiske Phænomener kunne underkastes en ligesaa sikker Calcul, som Himmellegemernes Bevægelse”. Denne Forhaabning synes virkelig at ville gaae i Opfyldelse. Det vil derfor maaskee ikke være uden Interesse, at kaste et Blik over, hvad der allerede er udrættet, og hvad der endnu staaer tilbage at ønske.

Den Engelske Astronom og Matematiker *Edmund Halley* gjorde det første Skridt til att skaffe en almindelig Oversigt over Jordens magnetiske System, i det han i Slutningen af det 17:de Seculum formaaede den Engelske Regjering til at lade udruste et Skib, for at han paa dette kunde gennemkrydse det Atlantiske og en Deel af det Indiske Hav, og anstille Iagttagelser over Magnetnaalens Misvisning. Resultatet af denne Reise var et Kart over *Misvisningen* for aaret 1700, som forestillede dens Størrelse over hele det Atlantiske og en Deel af det Indiske Hav. Tilforn havde han allerede i Aaret 1683 af ældre Iagttagelser viist, at Jorden maatte have 4 tiltrækkende Punkter eller magnetiske Poler, 2 i den nordlige, og 2 i den sydlige Halvkugle, hvis omtrentlige Beliggenhed han angav, og hvoraf Misvisningssystemet kunde forklares. Da *Misvisningen* paa eet og samme Sted forandrer sig fra Aar til Aar, saa antog *Halley*, at to av disse Poler vare bevægelige, i det de nemlig befandt sig paa een i det hule Jordlegeme frit frit svævende magnetisk Jordkjerne (terrella magnetica), som dreiede sig om sin Axe med en noget mindre Omdrejningshastighed, end den ydre Skal. Da denne Hypothese forekom Naturforskerne usandsynlig, bevægede det den yngre *Euler* til at forsøge paa at forklare *Misvisningssystemet* alene af to magnetiske Poler. De af *Euler* under denne Forudsætning beregnede *Misvisningslinier* stemme nogenlunde overeens med et af *Mountaine* og *Dodson* udgivet Kart over *Misvisningen* for Aaret 1744, hvilket dog alene strækker sig over det Atlantiske og Indiske Hav; men afviger fra det senere bekjendte *Misvisningssystem* i det stille Hav paa enkelte Steder indtil 50°, ja endog indtil 90°. Ved *Cook's* tre Jordomseglinger imellem Aarene 1768 og 1780, som havde en saa mægtig Indflydelse paa Verdens-Handelens og Geographiens Fremskridt, udvidedes ogsaa vore Kundskaber om Jordens magnetiske System betydeligt, i det man derved erholdt en betydelig Samling af Iagttagelser saavel over *Inclinationen* som over *Declinationen* fra de nordlige til de sydlige Polaregne og i det store stille Ocean, hvorfra man før hans Tid havde savnet næsten alle Oplysninger. Omtrent paa samme Tid (fra 1766 til 1775) samlede den Svenske Capitain *C.G. Ekeberg* paa tre Reiser fra Gøtheborg til Canton en Mængde Iagttagelser over *Declinationen* og især over *Inclinationen*, til hvilken Hensigt den af Jordmagnetismens Studium høitförtjente Naturforsker *Wilcke* havde udrustet han med to *Inclinationer*. Ved Hjælp af disse og endeel ældre Iagttagelser construerede *Wilcke* det første Kart over *Inclinationen*, hvilket dog i Mangel af Iagttagelser kun fremstillede Systemets Form i det Atlantisk og Indiske Hav. *Cook's* betydelige Opdagelser foranledigede endeel andre Jordomseglinger af Engelske og Franske Søemænd, hvorved man erholdt en betydelig Tilvæxt i Bestemmelserne af

Declinationen og Inclinationen. Ved Hjælp af disse Materialier saae jeg mig istand til at construere Karter over Declinationen for hele Jordens Overflade for Aarene 1770 og 1787, foruden 8 Specialkarter over Declinationssystemet i den østlige Halvkugle imellem Aarene 1600 og 1800; samt det første Universalkart over Inclinationen for Aaret 1780.

For den physiske Theorie af Jordens magnetiske System er det imidlertid nødvendigt at kjende ikke alene Retningen men ogsaa *Størrelsen* af *Resultanten* af Jordens magnetiske Kræfter paa ethvert Punkt af dens Overflade. Dette Element, som for Navigationen er af mindre Betydning, havde man hidindtil ganske forsømt at undersøge; man vidste ej engang, om denne Resultant havde samme Størrelse over hele Jordens Overflade, eller om den, som Tyngden, var større nær Polerne end mod Æquator. Det første Skridt til at afhjælpe denne Mangel gjorde den Franske Capitain (siden Admiral) *de Rossel* paa den af Dentrecaux udførte Reise om Jorden i Aarene 1791-1793. Han observerede Svingningstiden af en Inclinationsnaal i Brest, paa Teneriffa, Amboina, Java og van Diemens Land. Af disse Iagttagelser fulgte, at naar man antager Intensiteten paa Amboina, som ligger nær ved Æquator, som Eenhed, saa var den paa Teneriffa =1,32, i Brest =1,40, paa van Diemens Land =1,66, og tiltog følgelig fra Æquator mod Polerne. I Aaret 1799 tiltraadte Hr von *Humboldt* sin Amerikanske Reise, og udførte en Række af Svingningsiagttagelser med en Inclinationsnaal fra Paris over det Atlantiske Haw til Lima, og derfra mod Nord til Mexico. Paa Capitain *Ross*'s første Reise i 1818 for at søge en Gjennemfart nordenfor Amerika, udførtes paa samme Maade Iagttagelser over Svingningstiden af en Inclinationsnaal paa forskjellige Punkter fra London til Baffins Bugt. Paa den bekjendte Pendel-Expedition i Aarene 1822 og 1823 udførte nuværende Oberst-Lieutenant *Sabine* en Række af Observationer med 6 i et horisontalt Plan svingende Naale fra Bahia og Øerne Ascension og St Thomas til den nordligste Kyst af Spitzbergen, d.e. fra 13° sydlig til 80° nordlig Brede. Paa forskjellige Reiser igjennem de tre nordiske Riger, gjennem Finland og det nordlige Tyskland observerede jeg Svingningstiderne af en horizontal Cylinder og erholdt endeel Bidrag fra forskjellige litteraire Venner, som føretog Reiser saavel i det sydlige som nordlige Europa. Ved endelig at observere Forholdet imellem den magnetiske Intensitet i Christiania, London og Paris, som vare Udgangspunkterne for alle disse Observationsrækker, saae jeg mig istand til i 1826 at construere et Kart over de *isodynamiske Linier* for den hele magnetiske Kraft fra 20° sydlig til 80° nordlig Brede, og fra 100° vestlig til 50° østlig Længde fra Ferro; altsaa indbefattende Amerika, det Atlantiske Hav, Europa og den vestlige Deel af Afrika^{*)}. For at kunne udvide Kundskaben om Jordens magnetiske System til Sibirien, hvor næsten alle Oplysninger savnedes, udrustedes jeg af det Norske Storting med de fornødne Midler og indsamlede paa en Reise i Aarene 1828-1830 en stor Mængde Iagttagelser over Missvisningen, Inclinationen og Intensiteten. Af den Russiske Admiral *Lütke*, som kort forhen var kommen tilbage fra en Jordomseiling, erholdt jeg i 1830 i Petersburg en skjøn Række af Intensitets-Iagttagelser i det stille Ocean imellem Asien og Amerika og i det Indiske Hav. Tidligere havde jeg af den Engelske Capitain *King* erholdt en Række af Iagttagelser langs Sydamerikas Kyster fra Rio Janeiro till Valdivia. Ved Hjælp af alle disse Iagttagelser blev jeg sat istand til at publicere det første Universal-Kart over de isodynamiske Linier^{**)}, paa hvilket dog endnu Liniesystemet i den sydlige Deel af det Atlantiske, Indiske og stille Hav savnedes. Ved at beregne endeel nyere Iagttagelser af Engelske Søofficerer har Oberst-Lieutenant *Sabine* søgt at udfylde disse Lacuner.

Efter at *Tycho Brahe* med stor Flid og Nøjagtighed i mange Aar havde observeret Planeterne paa mangfoldige Punkter af deres Baner, fandt *Kepler*, at de bevægede sig om Solen i

*) Dette Kart findes i Magaz. for Naturvidenskaberne for 1826, og i Poggendorffs Annalen.

***) Magaz. f. Naturvid. 1832, og Schumachers astronomische Nachrichten.

Ellipser; at deres Hastighed i ethvert Punkt af Banen var afhængig af Banens Figur eller Excentricitet, og de forskjellige Planeters Omløbstider af deres midlere Afstand fra Solen. Senere viste *Newton*, at ifald man antog en gjensidig attraherende Kraft i Solen og alle Planeterne, hvis Intensitet forholdt sig ligefrem som Masserne og omvendt som Quadraterne af Afstandene, saa vilde Planeterne, naar deres gjensidige Indvirkning paa hinanden sættes ud af Betragtning, nøjagtig bevæge sig efter hine saakaldte Keplerske Love. Saaledes var Opgaven fuldstændig løst; og dette er Naturstudiets almindelige og nødvendige Gang. Phænomenerne maae først ved Experiment eller Iagttagelse undersøges i alle deres Forandringer; derpaa maa man søge at omfatte alle disse Forandringer under almindelige Love; og endelig at udfinde de Naturkræfter, som ere istand til fuldstændig at frembringe de Forandringer, som indbefattes under den almindelige Lov. Af disse tre Stadier, har Jordmagnetismen nu nogenlunde fuldstændig tilbagelagt det første eller experimentelle, i det vi besidde temmelig fuldstændige Karter over Misvisningen, Inclinationen og Intensiteten. Hvad der mangler i Fuldstændighed vil for endeel udfyldes ved den af den Engelske Regjering udrustete Sydpolar-Expedition. Det andet Stadium ere uagtet de tildeels ufuldstændige, deels mindre nøjagtige Materialier heldigen foreløbig gennemgaaet af Hofraad *Gauss* i Göttingen, i det han af de bekjendte Virkningslove for magnetiske Partikler, har udledet almindelige Formler for Totalvirkningen af en Klode, der bestaaer af saadanne magnetiske Partikler, paa hvilket som helst Punkt af dens Overflade. De i disse Formler forekommende Constanter, som ere afhængige af de magnetiske Partiklers Fordeling i vor Jordklode, har han af de i det experimentelle Stadium samlede Materialier saa heldig bestemt, at de efter disse Formler beregnede Misvisninger, Inclinationer Intensiteter stemme saa nøje overeens med Observationerne, som man kan ønske, og næsten bedre, end man efter Omstændighederne kunde vente.

Men den Gaussiske Theorie forudsætter nøjagtige *Middelværdier* af Magnetkraftens Størrelse og Retning paa en stor Mængde Punkter af Jordens Overflade. Størrelsen og Retningen af Jordens magnetiske Kraft har nemlig tre forskjellige Variationer, som særskilt maae studeres. 1) En *daglig regelmæssig periodisk* Forandring, som indtræffer paa samme relative Klokketid i forskjellige Meridianer, altsaa tidligere paa de østlige end paa de vestlige Punkter af Jordens Overflade; denne maae følgelig have sin Oprindelse af Solens forskjellige Stilling mod Stedets Horizont og Meridian, og frembringes sandsynlig af Atmosfærens og Jordoverfladens Opvarming og Afkøling, og deraf følgende electricke Strømninger. 2) En *uregelmæssig* Forandring, som i det mindste i hele Europa indtræffer i samme *absolute Øjeblik* i forskjellige Meridianer. Disse stødvise Variationer maae følgelig have en dybere liggende Grund, og maae betragtes som Zitringer i Jordens hele magnetiske System, der svæver omkring en vis Ligevægtstilstand. De synes altid at være samtidige med Polarlysets Udstrømninger, og have sandsynlig vis samme Oprindelse som disse. 3) En *seculair Forandring* d. e. en langsom Forandring, som de tre magnetiske Phænomener paa eet og samme Sted undergaae, uden at man endnu veed, om den er periodisk eller ej. Endelig kunde maaske hertil 4) endnu føjes en Forandring, som jeg har fundet ved den horizontale Intensitet, der synes at have en Periode af 18 til 19 Aar, i hvilken denne Intensitet siden 1820 først har aftaget og derpaa igjen tiltaget. Men Magnetkraftens *midlere Tilstand* i et vist Tidspunkt maa man altsaa forstaae den Retning og Styrke, som den vilde have, ifald Solen ej virkede paa Jordens Overflade, og ifald de før omtalte uregelmæssige Zitringer, og den sidst nævnte periodiske eller undulatoriske Variation udebleve. Denne normale Tilstand og Afgivelserne fra samme, kan man gjøre sig anskuelig ved følgende mere almindelig bekjendte Phænomen. Dersom Maanens og Solens Tiltrækning ej virkede paa Jorden, og Atmosfæren var i Hvile, saa vilde Havets Overflade, formedest Jordens Omdrejning om Axen, udgjøre en fuldkommen Rotations-Ellipsoide, og denne forestillede da Havfladens *normale Form*. Men Maanens og

Solens Tiltrækninger frembringe de daglige periodiske Variationer i Havets Overflade, som vi kalde *Ebbe* og *Flod*; disse ere regelmæssige og indtræffe, ligesom de regelmæssige daglige Variationer i de magnetiske Phænomener, paa bestemte Tider; deres Størrelse er ligesom hines afhængig af Aarstiden og af Maanens Declination (hvilket sidste dog angaaende de magnetiske Phænomener endnu er tvivlsomt). Atmosfærens Bevægelser frembringe endelig de *uregelmæssige Undulationer* i Havets Overflade, som kaldes *Bølgegang*. Men Havfladens normale Høide over et vist materielt Punkt af det faste Jordlegeme forandres paa enkelte Steder, eftersom de faste Dele formedelst Kræfter, der virke i Jordlegemts Indre, langsomt hæve sig eller synke. Disse Hævninger eller Synkninger frembringe saaledes *Secular-Forandringer* i den normale Vandstand paa forskjellige Punkter. Vil man paa et enkelt Sted paa Jordens Overflade for et vist Tidspunkt bestemme den normale Vandstand, saa maa man maale Vandfladens Høide over et vilkaarligt fast Punkt i alle Døgnet 24 Timer, og deraf tage et Middel, hvorved den periodiske Oscillations Virkninger ophæves; vil man udelukke Indflydelsen af de uregelmæssige Bevægelser, saa maae lagtagelserne fortsættes saa længe, at disse Bevægelser formedelst deres Uregelmæssighed omsider have ophævet sig selv i Middeltallet. Ved at sammenligne to saadanne efter et langt Tidsmellemrum bestemte Middelhøider, finder man den seculaire Forandring. Paa samme Maade maae ogsaa de regelmæssige, uregelmæssige og seculaire Forandringer i Jordmagnetismens Phænomener adskilles fra hinanden. De uregelmæssige Forandringer have her udentvivl samme Oprindelse som de seculaire, nemlig fra en chemisk Virksomhed i Jordens Indre, og er formodentlig ej andet end en Ujevnhed i den seculaire Forandring.

Inden det andet Stadium af Jordens magnetiske Theorie kan fuldendes, udfordres altsaa samtidige nøjagtige Middelværdier af de tre magnetiske Phænomener paa en stor Mængde Punkter af Jordens Overflade. Til at bestemme disse har *Gauss* angivet nye Apparater og Metoder, som i Nøjagtighed langt overgaae alle hidindtil anvendte, og især udmærke sig derved, at Intensiteten udtrykkes i absolute Eenheder, uafhængig af Apparaternes Beskaffenhed, og altsaa at forskjellige Bestemmelser efter Aarhundreders Forløb kunne sammenlignes med hinanden, og saaledes de seculaire Forandringer med Sikkerhed findes. Er nu saaledes Jordens magnetiske System for et vist Tidspunkt bestemt, saa maa denne Bestemmelse efter længre Tidsmellemrum oftere gjentages, for at man kan finde *Systemets seculaire Forandringer*, og derved ledes til at finde sammes Love.

Indtil Aaret 1820 maatte man betragte den magnetiske Kraft som en aldeles isolert staaende Kraft, hvis Indflydelse paa Naturens store Oekonomie i det mindste var aldeles ubekjendt, og hvis eneste bekjendte Virksomhed bestod i at lede vore Skibe paa deres Vej over havet. Man havde vel længe en Anelse om en Forbindelse imellem denne og Electriciteten, og det Franske Academie havde allerede i det forløbne Aarhundre et Par Gange udsat en Pris for Opdagelsen af en Forbindelse imellem disse to Naturkræfter; men de derved fremkaldete Avhandlinger udhævede alene endeel Ligheder imellem disse Kræfters Virkningslove, og førte altsaa ikke til noget Resultat. Ved at anbringe en galvanisk Leder parallel med Magnetnaalen var Ørsted saa heldig at paavise den nøje Forbindelse imellem disse to Naturkræfter, og fra dette Øieblik have vore Ideer om Magnetismen i Almindelighed og over Jordens magnetiske System i Særdeleshed, faaet en ganske anden Retning. Da chemiske, electricke, thermiske og magnetiske Virkninger ere saa nøje forbundne med hinanden, at ingen af disse finder Sted, uden at alle de andre yttre sig, saa kan det vel neppe underkastes Tvivl, at i det mindste de uregelmæssige og seculaire Forandringer i Jordmagnetismens System, have deres Oprindelse af electrochemiske og thermo-electricke Forandringer i Jordens Indre, hvorom ogsaa Polarlyset, hvis Udstrømninger staae i saa nøje Forbindelse med hine Variationer, synes at

vidne. Med en fulstændig Gjennemførelse af det tredje eller physiske Stadium i Jordens magnetiske Theorie vilde forudsætte en nøjagtig Kundskab til Bestanddelene af de Masser, hvoraf det hele Jordlegeme bestaaer, deres Fordeling lige fra Middelpunktet til Overfladen, deres Temperatur og deres Forandringer. Pendel-Iagttagelserne have vel lært os, at Jordmassens Tæthed tiltager henimod Middelpunktet, hvoraf maa sluttes, at Jordens indre Kjerne maa bestaae af en Blanding af forskellige af de tungere Metaller, og andre Erfaringer synes ligesaa evident at bevise, at Temperaturen tiltager i større Dybder under Jordfladen. Men Loven for disse Substantsers Fordeling og for Temperaturens Tiltagelse i Jordlegemet vil sandsynligvis for bestandig blive skjult for os.

I det første eller experimentelle Stadium staaer altsaa endnu tilbage, i flere Aar og paa forskellige langt fra hinanden liggende Punkter paa Jordens Overflade at iagttage saavel de regelmæssige, som uregelmæssige og seculaire Forandringer i Størrelsen og Retningen af Jordens magnetiske Kraft, hvortil de nu paa mange Steder oprettede magnetiske Observatorier ville levere værdifulde Bidrag. I det andet Stadium udfordres, at af disse Iagttagelser utledes almindelige Love for disse Forandringer; og i det tredje eller physiske Stadium, at man udfinder de Naturkræfter, som frembringe disse Variationer. Hvad de regelmæssige Forandringer angaaer, da kan der neppe være nogen Tvivl om, at de frembringes af de af Solen frembragte Variationer i Jordoverfladens Temperatur, og den physiske Theorie af disse Phænomener vil maaskee være det letteste af disse Problemer. Men hvad de uregelmæssige og seculaire Forandringer og den physiske Theorie af Jordlegemets magnetiske System i Almindelighed angaaer, da synes disse at forudsætte et Bekjendtskab med Jordlegemets indre Beskaffenhed, som formodentlig er uopnaeligt.