

Ueber Erdmagnetismus.

Von

DR. STANISLAUS KOSTLIVY,

Adjuncten der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Vortrag, gehalten am 17. März 1880.



Wenn man eine durch Streichen magnetisirte Stahlnadel an einem Faden so aufhängt, dass sie frei beweglich in einer horizontalen Ebene schwebt, so nimmt sie alsbald eine solche Stellung an, dass das eine Ende derselben nahezu nach Norden, das andere folglich nach Süden zeigt; das Ende nun, welches nach Norden zeigt, nennt man den Nordpol, das andere den Südpol und die durch die Axe der ruhigen Magnetnadel gelegte verticale Ebene ist die Ebene des magnetischen Meridians. Wird die Nadel aus dieser Ruhelage abgelenkt, so kehrt sie immer wieder in dieselbe zurück. Daraus hat man den Schluss gezogen, dass die Erde mit einer Kraft die Nadel richte, gerade so, als ob sie selbst ein Magnet wäre oder als ob sich an gewissen Stellen der Erde magnetische Pole befänden, da dasselbe der Fall ist, wenn wir eine Magnetnadel über einen grossen Magnet halten. Diese Annahme wird bestätigt noch durch andere Erscheinungen: weiches Eisen wird unter dem Einflusse der Erde, ebenso wie unter dem Einflusse eines Magneten vorübergehend, Stahl dauernd magnetisch, namentlich dann, wenn durch Ersütterung die Magnetisirung unterstützt wird (so sind alle

eisernen Werkzeuge, mit denen oft in der Nord-Süd-Richtung gearbeitet wird, mehr oder weniger magnetisch).

Diese Kraft nun, welche einer in ihrem Schwerpunkte aufgehängten Magnetenadel an jedem Orte der Erde eine bestimmte Richtung ertheilt, nennt man erdmagnetische Kraft.

Wie nun jede Kraft überhaupt, ist auch diese an irgend einem Orte als vollkommen bestimmt zu betrachten, wenn 1. ihre Richtung, 2. ihre Grösse gegeben ist.

Um direct die Richtung der Erdkraft zu finden, bedürfte man einer nach allen Seiten frei beweglichen Magnetenadel, da dieselbe nicht nur die Nord-Süd-Richtung annimmt, sondern auch mit dem nach Nord gerichteten Theile sich herabsenkt. Die Schwierigkeiten der Ausführung haben es aber vorziehen lassen, zwei verschiedene Nadeln anzuwenden, von denen die eine nur in einer horizontalen, die andere nur in einer verticalen Ebene beweglich ist.

Die in der horizontalen Ebene bewegliche Nadel zeigt nur an wenigen Orten der Erde mit ihrem Nord-Ende nach dem geographischen Nordpole, sondern bald westlich (wie in Europa), bald östlich (wie z. B. im westlichen Nordamerika). Die Ebene des magnetischen Meridians bildet also mit der Ebene des astronomischen Meridians einen Winkel, den sogenannten Declinationswinkel. Je nachdem dieser

östlich oder westlich, spricht man von einer östlichen oder westlichen Abweichung oder Declination.

Die Declinationsnadel kann daher zur Orientirung von Gebäuden, zu Sonnenuhren u. s. w. dienen, wird sogar zum unentbehrlichen Wegweiser auf Schiffen und in Bergwerken — es ist daher von grosser Wichtigkeit, möglichst genau die Declination zu kennen und Mittel zur scharfen Bestimmung derselben zu besitzen.

Wenn es auf keine grosse Genauigkeit ankommt, bedient man sich der sogenannten Bussole. Dieselbe besteht aus einer Magnetnadel, die sich mittels eines Achathütchens auf einer Spitze von hartem Stahle dreht und über einer Kreistheilung spielt. Eine ähnliche Einrichtung haben auch die Orientirungsnadeln, der Schiffcompass und Markscheidecompass. Kennt man die Declination, so lässt sich leicht die Mittagslinie bestimmen. Zuweilen ist die Declinationsrichtung auf dem Kreise der Bussole angegeben, da sie jedoch an verschiedenen Orten verschieden und selbst an einem und demselben Orte, wie wir sehen werden, sich mit der Zeit ändert, so ist diese Einrichtung nicht zweckmässig.

Nach der gewöhnlichen Annahme soll im Jahre 1302 ein erfahrener Seemann, Flavio Gioja aus Pasitano bei Amalfi, den Compass erfunden haben. Die historische Untersuchung*) jedoch kann ihm

*) Ausführlicher in Poggendorff's Geschichte der Physik, Leipzig 1879.

höchstens das Verdienst lassen, dieses wichtige Instrument in der neapolitanischen Schifffahrt eingeführt und mit zweckmässigeren Einrichtungen versehen zu haben. Vielmehr haben wir es nach den Untersuchungen von Klaproth als ganz entschieden zu betrachten, dass der Compass eine Erfindung der Chinesen. Das älteste Document ist aus dem Jahre 121 n. Chr. in einem Wörterbuche, wo unter dem Artikel Magnet gesagt wird, es sei der Name eines Steines, mit welchem man der Magnetnadel Richtung gebe. Die Chinesen wussten aber auch, dass die Magnetnadel von der genauen Nord-Süd-Richtung abweicht; doch benützten sie, was gewiss merkwürdig, dieselbe zuerst auf Landreisen, bei den sogenannten magnetischen Karren. Es waren dies zweirädrige Fuhrwerke, auf welchen vor dem Sitze eine kleine Figur mit ausgestrecktem Arm auf einem Stift beweglich sich befand; in dem ausgestreckten Arm war ein kleiner Magnetstab, durch welchen dieser Arm immer nach Süden zeigte. Die Chinesen sahen nämlich den Südpol als den Hauptpol an, während jetzt allgemein der Nordpol gekennzeichnet ist (oft wird er auch als der „bezeichnete Pol“ angeführt).

Zu Zwecken der Schifffahrt wurde die Magnetnadel erst im 3. bis 5. Jahrhundert von den Chinesen verwendet; die erste Beschreibung einer Bussole findet sich jedoch erst in einer chinesischen Naturgeschichte des Ke-u-tsung-chy (1111—1117 erschienen). Darin wird gesagt, dass man die Magnetnadel entweder mittels

Wachs an einem Faden aufhängen oder mittels eines Schilfhalmes auf Wasser schwimmen liess. Die Wasserbussolen scheinen in der ältesten Zeit die gebräuchlichsten gewesen zu sein; doch traf Vasco de Gama, der bekannte Entdecker des Seeweges nach Ostindien, schon im Jahre 1498 an der Ostküste Afrikas indische Piloten an, welche Seekarten und Bussolen hatten. Ihre Bussolen bestanden aus einem Streifen Eisenblech, der auf einem Hütchen schwebte.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Araber und demnächst die Europäer dieselbe vom Orient her kennen lernten. Der Name Bussole rührt von den Arabern her (nach Klaproth von dem arabischen Muassala = Pfeil), die Benützung derselben unter der Erde in Bergwerken zur Anlage und Aufnahme von Gruben von Georg Bauer, genannt Agricola, um das Jahr 1530. Auch in Europa glaubte man anfangs, die Magnetnadel zeige genau nach Norden, welcher Irrthum verzeihlich, da einerseits die Compasse keine Gradtheilung hatten und andererseits die Declination im südlichen Europa im 13. und 14. Jahrhundert nur gering war. Von den Europäern scheint Christof Columbus zuerst die Declination und ihre Verschiedenheit je nach der Lage des Beobachtungsortes beobachtet zu haben. Als derselbe auf seiner ersten Entdeckungsreise nach Amerika 200 Seemeilen von Ferro am 13. September 1492 bei Sonnenuntergang eine astronomische Beobachtung machte, fand er zu

seinem Erstaunen, dass das Nord-Ende der Nadel etwa $5\frac{1}{2}$ Grad nach West abweiche. Columbus hatte auch die Ansicht, es sei die Anziehung eines Punktes am Himmel, welche die Magnetonadel richte; der Engländer Norman verlegte den anziehenden Punkt in die Erde; der Schwede Olaus Magnus (1490—1558 in Rom) fabelte, es wären am Nordpole ganze Berge, die einen solchen Magnetismus äusserten, dass man daselbst nur Schiffe mit hölzernen Nägeln gebrauchen könne, indem eiserne Nägel aus den Schiffsplanken herausgezogen würden.

Wie gesagt, dienten anfänglich Declinations-Bussolen zur Ermittlung der Werthe der magnetischen Declination; die einzige, von Reibungen unabhängige, sehr bewegliche Befestigung eines Magnetes ist jedoch die horizontale Aufhängung an einem Metallfaden oder an ungedrehten Coconfäden, deren Zahl nach dem Gewichte des Magnetes gewählt wird.

Nachdem Gauss sein Magnetometer mit Spiegelablesung construirt hatte, dieses aber wegen der grossen, 2—6 Kilogramm schweren Magnete und der beschwerlichen Aufstellung sich nur für stabile magnetische Observatorien eignet, hat sich Lamont durch die Construction seines magnetischen Reise-Theodoliten grosse Verdienste erworben. Lamont benutzt leichte Nadeln, die eine relativ grössere Kraft haben und schliesst sie, um die störenden Luftströmungen abzuhalten, in enge Gehäuse ein, die eben nur das Spiel der Nadel gestatten. Osnaghi

verwendet bei seinem magnetischen Universaltheodoliten (ausgeführt durch den Mechaniker E. Schneider in Währing) als Declinationsmagnet eine Stahlscheibe *C* von 4 Centimeter Durchmesser und etwa 0·03 Centimeter Dicke. In der Mitte ist dieselbe durchbrochen und in dieser Oeffnung ist ein dreistrahliges Messingstück als Träger des Spiegels befestigt. (Fig. 1)*). Der Theodolit selbst besteht aus einem mit einer Theilung versehenen Kreise *A* (Azimutalkreis), über welchem eine Scheibe *B* leicht beweglich angebracht ist, welche letztere in der Mitte das Magnetgehäuse und seitwärts ein Fernrohr trägt. Nachdem man den Theodolit nivellirt hat, wird durch das Fernrohr ein Punkt, dessen Lage gegen den Meridian vorher durch astronomische Beobachtung ermittelt wurde und den man „Mire“ nennt (welche wir hier der Einfachheit wegen als im Meridian selbst gelegen annehmen wollen), anvisirt und die Stellung des Fernrohres am Azimutalkreis abgelesen und notirt. Sodann wird der Declinationsmagnet auf einen circa 0·5 Meter langen Coconfaden, den man früher hat ausdrehen lassen, eingehängt und die Horizontalscheibe sammt Magnetgehäuse und Fernrohr um ihre verticale Axe gedreht, dass der Magnet frei spielen und sich in den magnetischen Meridian einstellen kann. Nehmen wir an, dass die Ebene des Spiegels genau rechtwinklig

*) Beschreibung und Abbildung desselben findet sich in Carl's Repertorium für Experimentalphysik, XIV. Band, pag. 158.

stände auf der magnetischen Axe des Magnetstabes, so würde eine auf der Ebene des Spiegels normale Linie die Richtung des magnetischen Meridians angeben. In diese Richtung ist auch das Fernrohr zu bringen, was durch seine eigenthümliche Construction erreicht wird.

Dort, wo das vom Objectiv entworfene Bild entsteht (bei ab), ist das Rohr durch eine Glas-

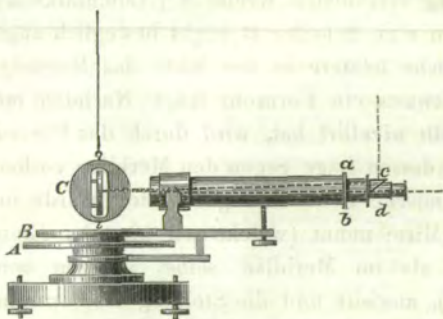


Fig. 1.

platte, auf der ein verticaler Strich gezogen ist, verschlossen, das Ocular steckt in der Hülse cd , welche oben einen Einschnitt hat zur Aufnahme eines kleinen dreiseitigen Prismas. Das von oben fallende Licht wird bei c total reflectirt, geht durch die Glasplatte hindurch, fällt auf den Spiegel des Declinationsmagneten und wird in dem Falle, als das Fernrohr senkrecht gegen den Spiegel steht, zurück in's Fernrohr reflectirt. Sieht man durch das Ocular, so

bemerkt man das Bild des durch das Prisma beleuchteten Gesichtsfeldes schwingen. Wird der Declinationsmagnet beruhigt, so können durch weitere Drehung des Fernrohres Faden und Fadenbild zur Coincidenz gebracht werden. Ist dies geschehen, so ist wieder am Kreise die Stellung des Fernrohres abzulesen. So ergab sich bei der Bestimmung am 13. März 1880 für 11^h 11' a. m.:

Lesung am Azimutalkreise

entsprechend dem Meridian . 199 Grad 28·06 Minut.

Lesung entsprechend der

Magnetstellung	189	<i>n</i>	27·76	<i>n</i>
daher westliche Declination: 10 Grad 0·30 Minut.				

Die Ebene des Spiegels hatten wir als absolut rechtwinklig auf der magnetischen Axe vorausgesetzt, was mit voller Genauigkeit nie erreichbar ist. Aus diesem Grunde wird der Magnet auch in der umgekehrten Lage aufgehängt und neuerdings der Meridian gesucht. Das Mittel beider Ablesungen entspricht dann dem magnetischen Meridian, da bei falscher Lage des Spiegels das einmal die Ablesung zu gross, das anderemal aber um gleich viel zu klein ausfallen wird. Ausserdem ist noch der Einfluss der Torsion zu berücksichtigen, da dieselbe den Magnet verhindert, die vollkommen richtige Lage (im magnetischen Meridian) anzunehmen. Bei den obigen Zahlen sind bereits diese Einflüsse eliminirt.

Betrachten wir nun näher die nur in der verticalen Ebene bewegliche Nadel. Hat man eine solche

vor dem Magnetisiren vollkommen äquilibrirt, so wird sie nach dem Magnetisiren nicht mehr in jeder Lage im Gleichgewicht bleiben, sondern wenn ihre Schwingungsebene in der Ebene des magnetischen Meridians liegt, an jedem Orte einen bestimmten Winkel mit der horizontalen bilden; diesen nennt man den Inclinationswinkel (Neigungswinkel), zu dessen Bestimmung das Inclinatorium dient.

Der Erste, welcher die Neigung der Magnetnadel beobachtet hat und davon Nachricht gibt, der also Entdecker der Inclination war, ist Hartmann. In seinem Briefe (4. März 1544) an Herzog Albrecht von Preussen heisst es: „Zu dem Anderen finde ich auch dieses an dem Magneten, dass er sich nicht allein wendet von der Mitternacht und lenkt sich gegen den Aufgang um 9 Grad ungefähr, sondern er zeigt auch unter sich.“ Nun beschreibt er sein Verfahren, „wobei denn das Züngele des Compass um etwa 9^0 (?) fiel“. Dreiunddreissig Jahre später wurde Norman durch die Beobachtung derselben Thatsache auf die Construction des Inclinatoriums geführt, wie es auch jetzt noch, freilich vervollkommenet, in Verwendung kommt. Für London fand er im J. 1579 die Neigung $71^0 50'$. Gilbert (1540 bis 1603 London) macht zunächst dadurch Epoche in der Geschichte des Erdmagnetismus, dass er zuerst die Idee aussprach, die Erde sei ein grosser Magnet, welcher Pole habe wie ein gewöhnlicher Stahlmagnet. Er construirte einen kugelförmigen Stahlmagneten

(Terella), an welchem er eine kleine an einem Faden hängende Magnetnadel herumführte und suchte anschaulich zu machen, wie die Richtung der erdmagnetischen Kraft von Ort zu Ort sich verändern muss. Er sah auch bereits voraus, dass die Inclination gegen die Pole zunehmen muss, trotzdem noch an keinem Punkte der Erde, mit Ausnahme von

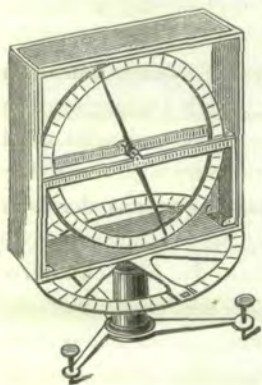


Fig. 2.

London, solche Beobachtungen angestellt worden, was erst fünf Jahre nach seinem Tode durch Hudson (Entdecker der Hudsons-Bay) bestätigt wurde. Dieser fand im Jahre 1608 unter $75^{\circ} 22'$ nördl. Br. die Inclination $89^{\circ} 30'$.

Die jetzt in Verwendung stehenden Inclinatoren haben folgende Einrichtung: Eine sehr empfindliche Magnetnadel ruht mit ihrer horizontalen, durch den Schwerpunkt gehenden cylindrischen Axe auf ebenen polirten Quarz- oder Achat-Platten, während die Spitzen der Nadel auf eine verticale Kreistheilung deuten, die man mikroskopisch ablesen kann. Der ganze Apparat lässt sich horizontal auf einem zweiten getheilten Kreise drehen und genau in den Meridian stellen. Dies geschieht, indem man den Kreis so lange dreht, bis die Nadel vertical steht, also die Axe der Nadel in den magnetischen Meridian fällt. Hat man

diese Lage gefunden und dreht man den Kreis um 90^0 , so fällt dann die Nadel-Ebene in den magnetischen Meridian.

Wie leicht einzusehen, können die Messungen der Inclination unmöglich die Schärfe der Declinationsbestimmungen erreichen, weil durch das Gewicht der Nadel eine Reibung an der Axe entsteht und letztere genau cylindrisch zu drehen fast unerreichbar ist.

Durch Umwenden der Nadel, durch Umstellen des Magnetgehäuses um 180^0 , durch Ummagnetisiren der Nadeln mittels neuen Streichens und schliesslich durch Umdrehen der Nadel-Axe lassen sich die Fehler aus der Nicht-Horizontalität der Lager, aus der Lage der magnetischen Axe und des Schwerpunktes, sowie auch die Fehler aus der Gestalt der Axe eliminiren und man gelangt so zu einer mittleren, von den Instrumental-Fehlern befreiten, Bestimmung des Neigungswinkels.

Zur noch grösseren Sicherheit wird die Beobachtungsreihe noch mit einer zweiten Nadel durchgeführt. So ergab am 5. März 1880 für die mittlere Zeit

10^h 34' a. m.

Nadel I : $63^0 23.9'$	}	Mittel : $63^0 24.2'$.
Nadel II : $63^0 24.4'$		

Nachdem durch Declination und Inclination die Richtung der erdmagnetischen Kraft vollkommen gegeben erscheint, handelt es sich nur noch um die

Ermittlung der Grösse dieser Kraft oder der Intensität. Man hat zu untersuchen, ob diese überall von derselben Stärke ist oder nicht. Anfänglich versuchte man dieses durch Beobachtung der Schwingungen der Inclinationsnadel, indem man die Schwingungen zählte, welche dieselbe Nadel an verschiedenen Orten in gleichen Zeiten vollführte, sowie man durch Pendelschwingungen Aufschluss gewonnen hat über die Stärke der Schwerkraft. In den Jahren 1799 bis 1803 hatte A. v. Humboldt beobachtet, dass dieselbe Nadel, welche in 10 Minuten in Paris 245, in der Havana 246 Schwingungen vollbrachte, zu San Carlos del Rio Negro ($1^{\circ} 53'$ nördlicher Breite; $78^{\circ} 34'$ westlicher Länge v. Gr.) nur 216 Schwingungen zeigte. Daraus berechnete er die Intensität für Paris mit 1.3482, für San Carlos 1.0480 (eine willkürliche Einheit zu Grunde gelegt, auf die wir später zurückkommen).

Wohl ist dabei vorausgesetzt, dass der Magnetstab keine Aenderung an seiner eigenen Stärke erleidet und dass mit Rücksicht auf die Verschiedenheit in der Temperatur zur Zeit der Beobachtungen an die Schwingungszahlen die nöthige Correction angebracht wird. Aus diesen Gründen einerseits, andererseits die von Humboldt willkürlich getroffene Wahl einer Einheit und die bedeutende Reibung bei der Schwingung der Nadel, haben vorerst Poisson, später Gauss veranlasst, auf Mittel zu sinnen, um sowohl für die erdmagnetische Kraft ein unabhängiges, absolutes Mass zu finden, als auch die Beobachtung der

Intensität selbst zu vervollkommen, was ihm vollkommen gelungen ist. Man beschränkt sich hierbei nur auf die directe Bestimmung der horizontalen Componente. Es kann nämlich die totale Kraft nach dem Satze des Kräfte-Parallelogramms in zwei zerlegt werden, von denen die eine horizontal, die andere vertical wirkt; jene heisst auch kurz die Horizontal-Componente, diese die Vertical-Componente der Intensität.

Zur Bestimmung der Horizontal-Componente sind nun zwei gesonderte Beobachtungen nothwendig: 1. die Bestimmung der Schwingungsdauer eines horizontal schwingenden Magnetstabes und 2. die Beobachtung der Ablenkung, welche derselbe Magnetstab an einer Declinationsnadel bewirkt.

Das Erstere geschieht, indem man den Magnet in Schwingungen versetzt und die Zeit notirt (z. B. mittelst eines Chronographen), wann die Nadel gerade durch ihre Mittellage hindurchgeht. Da die Zeitdauer einer Schwingung bis auf Tausendstel einer Secunde angegeben werden muss, um genauere Resultate zu erzielen, so ist hiezu eine lange und ununterbrochene Reihe von Schwingungen (120—320) erforderlich, weil nur aus einer sehr grossen Anzahl derselben die Dauer einer einzelnen mit hinreichender Schärfe angegeben werden kann.

Für die Beobachtung der Ablenkung wird auf den magnetischen Theodoliten die sogenannte Ablenkungsschiene aufgesetzt, auf welche derselbe

Magnetstab mittelst eines Schlittens in eine bestimmte Entfernung von der Declinationsnadel (Osnaghi verwendet zwei kleine Hufeisenmagnete, die mit gleichen Polen gegen einander gekehrt sind) zu liegen kommt und bestimmt (auf ähnliche Beweise wie bei der Declination) den Winkel, um welchen zu drehen ist, damit das Fernrohr wieder senkrecht auf der Ebene des Magnetspiegels steht und zwar geschieht dieses auf beiden Seiten des Declinations-Magneten und beidemal auch so, dass einmal der Nordpol, das anderemal der Südpol dem Declinations-Magnete zugewendet ist.

Indem wir uns mit diesen Andeutungen hier begnügen wollen, möge nur noch eine der letzten an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ausgeführten Bestimmungen hier folgen.

Am 17. Februar 1880 ergab sich:

	Schwingungs- dauer in Secunden	mittlerer Ablenkungs- winkel	Zeit	Intensität
Magnet I:	6·6511	27° 28·5'	10 ^h 9'a.m.	2·0517
Magnet II:	6·5378	28° 6·7'	10 ^h 25'a.m.	2·0515

ein sehr übereinstimmendes Resultat. Als Einheit der Kraft ist hier die absolute Einheit, nämlich jene Kraft, welche der Masse von 1 Milligramm in der Secunde eine Beschleunigung von 1 Millimeter ertheilen würde.

Kennt man die horizontale Componente und die Inclination, so lässt sich leicht auch die Totalkraft berechnen.

Vertheilung des Erdmagnetismus auf der Erdoberfläche. Durch Declination, Inclination und Intensität ist die Wirkung, welche die erdmagnetische Kraft an einem Orte ausübt, vollkommen bestimmt und man nennt jene auch die „magnetischen Constanten“. Sie ändern sich, wie wir gesehen haben, von Ort zu Ort, doch nicht sprungweise, sondern nur allmählig und stetig; die beste Uebersicht über die Aenderung der Constanten je nach der Lage der Orte erhält man auf graphischem Wege (ähnlich wie es später Dove für die Temperatur durchgeführt hat). Halley war der Erste, der im Jahre 1700, nachdem er die bis zu seiner Zeit gemachten Beobachtungen zusammengestellt hatte, eine Seekarte entwarf, auf welcher die Orte gleicher Abweichung von 5 zu 5^0 durch Linien verbunden sind. Diese Linien heissen nun allgemein Isogonen; die Linien gleicher Inclination heissen Isoclinen, und die Linien gleicher Intensität Isodynamen. Im Jahre 1819 hat Hansteen eine Reihe von Declinationskarten publicirt und zwar für 1600, 1700, 1800, aus deren Vergleichung sich die Aenderung der Lage der isogonischen Linien mit der Zeit recht auffallend zeigt.

Isogonen. Die Curven haben einen sehr unregelmässigen Verlauf, im Allgemeinen gehen dieselben von Nord nach Süd. Im Norden und ebenso auch im Süden convergiren sie gegen zwei Mittelpunkte, wovon der eine der geographische, der andere

der magnetische Pol ist. Nach Gauss war die Lage der letzteren:

Im Norden von Amerika $73^{\circ} 35'$ nördlicher Breite, $264^{\circ} 21'$ östlicher Länge von Greenwich.

Im Süden von Van Diemensland $72^{\circ} 35'$ südlicher Breite, $152^{\circ} 30'$ östlicher Länge.

Rings um die Erde zieht sich eine Linie ohne Abweichung, welche die Erdoberfläche in zwei Theile scheidet, den einen mit westlicher, den anderen mit östlicher Declination. In der beigegebenen Karte ist die westliche Declination durch volle, die östliche durch gestrichelte Linien ersichtlich gemacht. Nach dieser Karte ergibt sich für das Jahr 1878 nachstehender Verlauf dieser Hauptlinie: Vom amerikanischen Nordpole zieht sich dieselbe gegen die grossen Seen von Nordamerika, schneidet den Aequator an der Mündung des Amazonenstromes und verläuft dann nach Süd-Süd-Ost; der zweite Theil zieht sich östlich vom Nordcap gegen Moskau, über den Kaukasus zu den Malediva-Inseln, wendet sich dann rasch gegen Ost, schneidet Westaustralien ab und verläuft dann in südlicher Richtung bis zum südlichen magnetischen Pole. Westliche Declination hatte der östliche Theil von Nord- und Südamerika, Europa, ganz Afrika, Kleinasien und Westaustralien. Eigenthümlich ist auch das eiförmig abgeschlossene Gebiet mit westlicher Declination in Ostasien.

Den zweiten Convergenzpunkt (geographischen Pol) hat man auch als einen zweiten magnetischen

Pol deuten wollen: doch können nie zwei Pole gleicher Art einander folgen, ohne dass zwischen ihnen ein beiden entgegengesetzter Pol sich befände. Die Ursache dieser Verwicklung und der doppelten Schnittpunkte ist die, dass die Bestimmung der Declination auf ein dem Magnetismus selbst eigentlich ganz fremdes Element, auf die Richtung des astronomischen Meridians basirt wurde; verschwindet aber gleich, wenn man zur Darstellung der Richtung die von Duperrey vorgeschlagene und auch durchgeführte Methode wählt, das System der magnetischen Meridiane und Parallele. Der magnetische Meridian wäre der Weg, den man zurücklegen müsste, wenn man stets der Richtung der Declinationsnadel folgen würde; diejenigen Linien, die das System der magnetischen Meridiane stets rechtwinklig durchschneiden, nannte er magnetische Parallele. Diese haben einen viel regelmässigeren Verlauf als die Isogonen und gehen sämmtlich mit sanften Krümmungen von Pol zu Pol.

Isoclinen. Die erste Neigungskarte erschien im Jahre 1768 von Wilcke in den schwedischen Abhandlungen, Hansteen hatte später die Inclinationskarte für 1780 entworfen, zu welcher Zeit bereits ein grösseres Material zur Verfügung stand. Es entsteht nun auch die Frage, ob es eine solche Linie ohne Neigung gibt, wie wir eine Linie ohne Abweichung gefunden haben? In welcher geographischen Breite man auch die Aequatorialzone passirt, so

findet man immer einen Punkt, an welchem die Nadel horizontal steht. Diese Orte liegen um die ganze Erde herum in einer unregelmässig gekrümmten Linie, welche der magnetische Aequator heisst. Auf der östlichen Halbkugel liegt der magnetische Aequator durchwegs nördlich vom Erdäquator und steigt bis über 10^0 nördl. Br., auf der westlichen Halbkugel hingegen senkt er sich unter den Erdäquator gegen Süden. Je weiter man von dem magnetischen Aequator nach Norden oder Süden, vorausgesetzt im magnetischen Meridian, fortschreitet, desto stärker muss im ersten Fall der Nordpol, im letzteren Falle der Südpol der Magnetnadel sich senken, und zwar wächst die Neigung bis in die Gegend der magnetischen Pole, wo sich dann die Nadel vollkommen vertical stellen muss. Diese Stellung beobachtete Capitän James Ross im Jahre 1831 im nördlichen Amerika unter $70^0 5'$ nördl. Br. und $96^0 45'$ westl. Länge von Greenwich. Bei seiner Entdeckungreise nach dem Südpolarmeere im Jahre 1841 fand derselbe kühne Forscher unter $76^0 6'$ südl. Br. und $168^0 11'$ östl. L. v. Greenwich die Inclination $88^0 37'$. Aus dieser und einigen anderen in der Nähe angestellten Beobachtungen ergibt sich nach Evans, dass die Lage des magnetischen Südpols ungefähr unter $73\frac{1}{2}^0$ südl. Br. und $147\frac{1}{2}^0$ östl. Länge im Jahre 1878 gewesen sein mag.

Isodynamen. Die meisten Bestimmungen der Intensität hat seit 1819 Edward Sabine ausgeführt

und zwar mit derselben Nadel am amerikanischen Nordpole, in Grönland, Spitzbergen, an den Küsten von Guinea und in Brasilien. Er sammelte und ordnete auch alles auf Intensität Bezügliche und entwarf im Jahre 1841 die erste Karte mit Isodynamen. Der Verlauf ist wohl etwas ähnlich jenem der Isoclinen; sie zeigen, dass die Intensität in der Nähe des magnetischen Aequators am kleinsten ist und dass sie gegen Norden und Süden hin mit der geographischen Breite zunimmt. Humboldt hatte unter der Voraussetzung, dass die Intensität längs des magnetischen Aequators durchwegs gleich ist (was wohl nicht der Fall), die in Peru gefundene als Einheit angenommen. Diese Einheit ist theilweise noch in Verwendung auf Isodynamenkarten. Um diese Zahlen auf absolutes Mass zu reduciren, sind sie mit dem Factor 3·4941 zu multipliciren.

In denselben Einheiten ausgedrückt war nach Sabine die Intensität auf der Melville's Insel in der Nähe des magnetischen Nordpols 1·624; nahe dem magnetischen Südpole fand Capitän James Ross die Intensität 2·052, den grössten bisher beobachteten Werth. Der kleinste Werth 0·706 wurde von Erman unter $19^{\circ} 59'$ südl. Breite und $55^{\circ} 4'$ westl. Länge von Greenwich beobachtet. Die Punkte grösster Intensität fallen jedoch nicht mit den magnetischen Polen zusammen. Auf der nördlichen Halbkugel sind deren zwei bestimmt, der eine in Nordamerika,

der andere im nördlichen Asien und die Intensität ist daselbst ungefähr die doppelte jener vom Aequator.

Aenderungen des Erdmagnetismus. Wenn schon die Vertheilung der magnetischen Constanten eine sehr unregelmässige und verwickelte ist, wird sie es noch mehr dadurch, dass dieselben in steter Veränderung begriffen sind. Die Aenderungen lassen sich in drei Gruppen theilen: 1) *seculäre*, die Jahrhunderte lang in gleichem Sinne fortdauern, 2) *periodische*, nach einem bestimmten Zeitraum sich wiederholend, 3) *unregelmässige Schwankungen*, die an keine bestimmte Zeit und keinen bestimmten Gang gebunden sind.

Seculäre Aenderungen. Bis zum Jahre 1634 wusste man wohl, dass die Declination an verschiedenen Orten verschieden, hielt sie aber doch für constant an einem und demselben Orte, bis im genannten Jahre diese Ansicht durch Professor Gellibrand umgestossen wurde, welcher durch Vergleichung seiner Beobachtungen mit den von seinen Vorgängern angestellten zu dem Schlusse kam, dass die Declination beträchtlich in Abnahme begriffen ist, zur nicht geringen Bestürzung der Seefahrer, die dadurch sehr in dem Glauben an die Zuverlässlichkeit des Compasses erschüttert wurden.

Die ältesten Beobachtungen gehen für Paris bis auf das Jahr 1580, für London bis 1576 zurück.

Im Jahre 1580 war zu Paris die Abweichung $11^{\circ} 30'$ östlich, im Jahre 1663 war die Nadel im astronomischen Meridian, seit welcher Zeit sie immer westlich blieb und bis zum Jahre 1814 wuchs, in welchem Jahre sie das Maximum erreicht hatte und seitdem sich immer mehr dem Meridian nähert.

Jahr	Declination	Jahr	Declination
1580	$11^{\circ} 30'$ östl.	1805	$22^{\circ} 5'$ westl.
1618	$8^{\circ} 0'$ „	1813	$22^{\circ} 28'$ „
1663	$0^{\circ} 0'$	1814	$22^{\circ} 34'$ „
1678	$1^{\circ} 30'$ westl.	1825	$22^{\circ} 17'$ „
1700	$8^{\circ} 10'$ „	1865	$18^{\circ} 41'$ „
1780	$19^{\circ} 55'$ „	1877	$17^{\circ} 11'$ „

Auch die Inclination ist secularen Aenderungen unterworfen, wie die folgenden Bestimmungen für Paris beweisen:

Jahr	Inclination	Jahr	Inclination
1671	$75^{\circ} 0'$	1831	$67^{\circ} 40'$
1780	$71^{\circ} 48'$	1838	$66^{\circ} 26'$
1806	$69^{\circ} 12'$	1860	$66^{\circ} 11'$
1814	$68^{\circ} 36'$	1865	$65^{\circ} 58'$
1825	$68^{\circ} 0'$	1877	$65^{\circ} 35'$

Es findet somit eine fortdauernde Abnahme statt.

Für die Intensität sind die Bestimmungen erst von einem zu kurzen Zeitraume bekannt, um auf eine secularer Aenderung schliessen zu können.

Renou hat auch versucht, den secularen Gang der Magnetnadel für Paris bildlich darzustellen. Wie gross gegenwärtig die jährliche Aenderung der magne-

tischen Constanten ist, ersieht man aus Lamont's Bestimmungen für München. Die Declination nimmt im Mittel jährlich um $6.1'$, die Inclination um $2.5'$ ab, dagegen wächst die Intensität jährlich 0.0019 .

In verschiedenen Gegenden ist gleichfalls auch der Gang der secularen Veränderungen verschieden. Am Cap der guten Hoffnung hatte die Nadel erst im Jahre 1843 ihr westliches Maximum erreicht, während auf St. Helena noch gegenwärtig die westliche Declination um $8'$ jährlich wächst. Diese Verschiedenheiten erklären sich wohl dadurch, dass im Allgemeinen gegenwärtig das Curvensystem der Isogonen nach Westen hin fortschreitet.

Bei der Inclination treffen wir gleichfalls örtliche Verschiedenheit der secularen Aenderung. In Europa hebt sich gegenwärtig das Nordende der Inclinationsnadel, während die Neigung auf St. Helena jährlich ungefähr um $8'$ zunimmt.

Wie wir gesehen haben, nimmt eine absolute magnetische Bestimmung immer eine längere Zeit in Anspruch und gilt nur für die mittlere Zeit der ganzen Beobachtung. Einen grossen Aufschwung nahmen die magnetischen Beobachtungen, nachdem Gauss sein Magnetometer construiert, mit Hilfe dessen die geringsten Veränderungen in der Lage des magnetischen Meridians verfolgt werden konnten. Später hat Lamont sogenannte Variations-Apparate für alle drei Elemente construiert.

Dadurch wurde es ermöglicht, durch correspondirende oder sogenannte Termins-Beobachtungen den gleichzeitigen Gang an verschiedenen Orten zu beobachten. Es wurde durch den von Gauss geleiteten magnetischen Verein constatirt, dass nicht nur die Veränderungen an allen damals bestandenen Stationen in gleicher Weise vor sich giengen, sondern dass auch die unregelmässigen Schwankungen (Störungen) im Allgemeinen nicht localen Ursprungs seien, indem dieselbe Schwankung in gleicher Richtung fast gleichzeitig an allen Orten derselben Hemisphäre auftritt, welche nahezu gleiche geographische Länge haben.

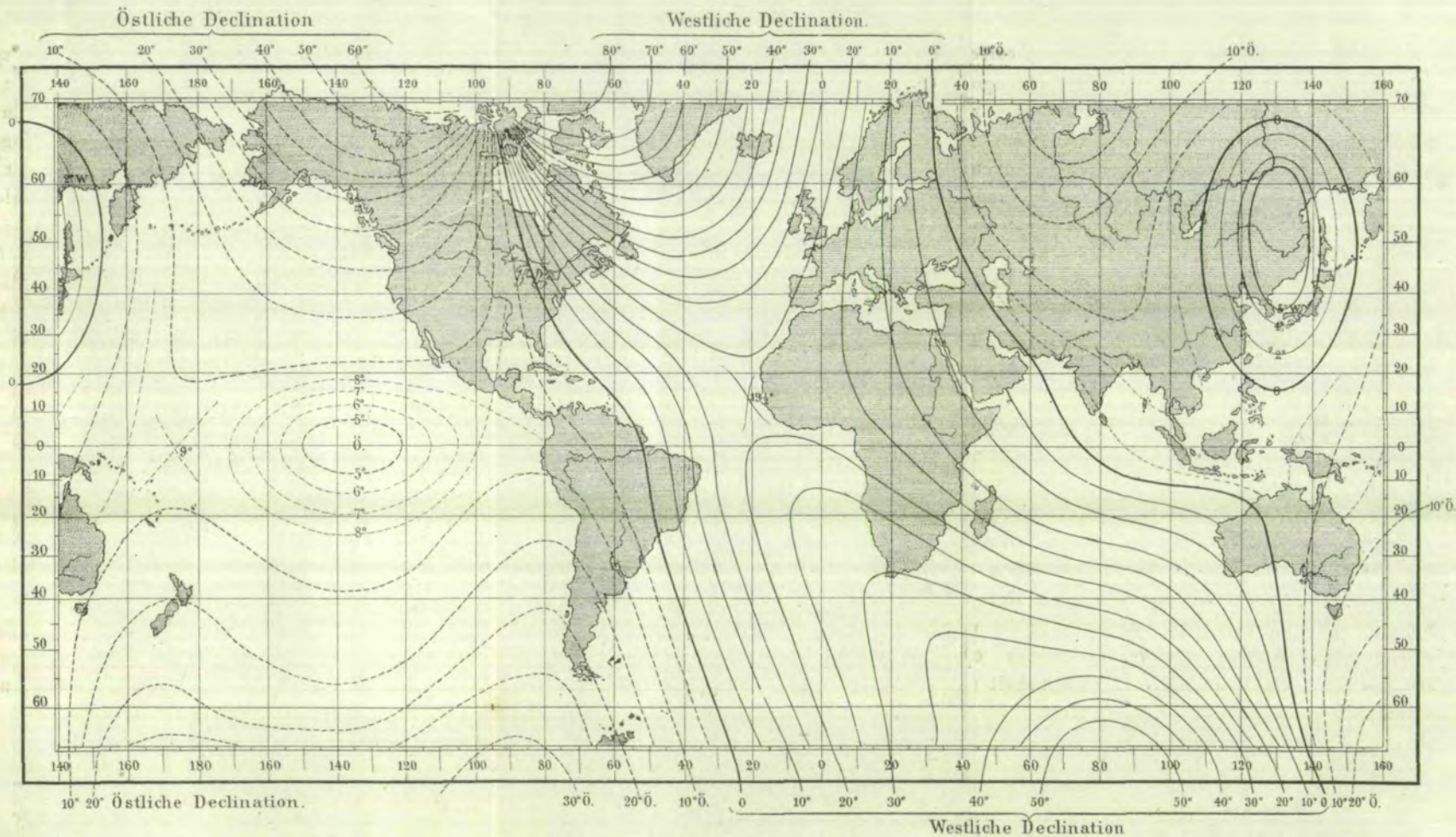
Aber auch bei dieser Einrichtung giengen die aussér der Beobachtungszeit liegenden Bewegungen der Nadel verloren, was die Veranlassung war, dass man die Magnetnadeln selbst ihre Stände registriren zu lassen versuchte, und zur Construction des photographisch-registrirenden Magnetometers führte.

Diese Apparate und die durch dieselben erhaltenen Resultate, sowie den Zusammenhang der magnetischen mit anderen Naturerscheinungen behalte ich mir vor, bei einer anderen Gelegenheit zu besprechen.

Veränderung während des Druckes:

Vicepräsident: provis. Herr Wilhelm Ritter v. Heger,
k. k. Ministerialrath i. P.

LINIEN GLEICHER DECLINATION (ISOGENEN) FÜR 1878 NACH EVANS.



ZUM VORTRAG : UEBER ERDMAGNETISMUS, VON DR STANISLAUS KOSTLIVY.