Nr. 13.

Der Magnet

und die magnetischen Erscheinungen.

I. Der natürliche Magnet.

1. Der natürliche Magnet, ein Eisenerz (Vergl. mein Lehrbuch der Naturgeschichte Thl. I. S. 71. Magneteisenstein) ist derjenige Körper, an welchem man zuerst die magnetischen Eigenschaften bemerkte. Nach Werner wird er erst auf der Halde magnetisch und nach Gmelin's Beobachtungen in Sibirien kommt er von der besten Stücke gleich unter der Oberfläche und an den mit Moos bedeckten, der Luft bloßgestellten Felswänden vor. Seinen Namen leitet man von der Stadt Magnesia in Lydien (Kleinasien) ab. Die physikalischen Eigenschaften des Magnets sind:

I. **Die Anziehung** die er auf Eisen und eisenhaltige Körper ausübt. Diese Anziehung äußert sich *a)* bei unmittelbarer Berührung; dann aber auch *b)* in meßbaren Abständen.

Versuch 1. Der Magnet zieht das Eisen nicht in allen Punkten seiner Oberfläche mit gleicher Stärke an. An zwei einander diametral gegenüber liegenden Stellen ist die Anziehung am stärksten, in der Mitte am schwächsten. Jene Punkte heißen die **Pole des Magnets.** — Zuweilen kommen auch mehr, als zwei Punkte vor, in welchen die Anziehung sich stärker äußert; diese heißen dann **Folgepunkte.**

Die anziehende Kraft des Magnets zeigt sich in größter Maasse, wenn man beide Pole zugleich auf das Eisen wirken läßt. Zu diesem Zwecke bewaffnet oder armirt man den Magnet, d. h. man schleift seine Pole eben, legt Stücke Eisen daran, die **Armaturen** oder **Panzer,** und läßt beide zugleich auf ein Stück Eisen wirken, welches dann der **Anker** des Magnets heißt. (Der natürliche Magnet im Teyler'schen Museum zu Haarlem trägt nebst Armirung und Gehäuse 307 Pfund und trägt mehr als 250 Pfund.

Versuch 2. Die magnetische Kraft ist unsichtbar (imponderabel) d. h. sie wirkt ungehindert durch alle Körper, Eisen ausgenommen, hindurch.

Versuch 3. Jeder Magnet, welcher sich frei bewegen kann, nimmt eine bestimmte Richtung gegen die Himmelsgegenden an, und zwar so, daß die die Pole verbindende Linie von Süden nach Norden gerichtet ist. Hat der Magnet diese Lage angenommen, so heißt der nach Norden gerichtete Pol der Nordpol, der andere der Südpol.

Versuch 4. Prüft man das Verhalten zweier Magnete gegen einander, so zeigt sich, daß die ungleichnamigen Pole einander anziehen, die gleichnamigen hingegen einander abstoßen. Aus diesem Grunde nennt man jene die **freundschaftlichen,** diese die **feindschaftlichen.** — Von dieser Eigenschaft macht man behufs genauerer Bestimmung der Pole eines Magnets Anwendung.

Außer den Eisen zeigen auch **Nickel** und **Kobalt** magnetische Eigenschaften, indem sie nicht allein vom Magnet angezogen werden, sondern selbst antakwirkend werden können. Bei den von Coulomb und Brugmann's angestellten äußerst feinen Versuchen zeigten sich ihnen viele Substanzen als magnetisch. Coulomb überzeugte sich indeß bei einer Legirung aus Silber und Eisen, daß sich noch $^1/_{11000}$ des letzteren, durch seine Wirkung (auf die Schwingung einer Magnet-Nadel) äußert. Wenn daher ein Körper vom Magnet angezogen wird, so bleibt es unentschieden, ob diese Eigenschaft dem Körper selbst, oder nur einem in demselben befindlichen Antheile Eisen zuzuschreiben sei. Neuere Versuche zeigen indeß, daß von sehr kräftigen Magneten (besonders Elektromagneten) Mangan, Platina, Graphit, Flußspath u. a. eine schwache Anziehung erleiden. — Zu bemerken ist hier noch der von Faraday in England 1845 entdeckte **Diamagnetismus.** Er zeigt, daß alle Substanzen, welche der Magnet nicht anzieht, von demselben abgestoßen werden, und daß hierbei beide Pole eine gleiche abstoßende Wirkung ausüben. Er nannte diese Körper, zum Unterschiede von denen, welche angezogen werden, **diamagnetische.** Dergleichen sind Wismuth, Spießglanz, Zink, Zinn, Quecksilber, Blei, Kupfer, Silber, Gold. Ferner Bergkrystall, Wasser, Spiritus, Phosphor, Schwefel, Holz u. a. Die hierauf gerichteten Versuche werden so angestellt, daß man den Körper, in Form eines Stäbchens, an einem Coconfaden aufhängt, zwischen die Pole eines Hufeisenmagnets bringt. Eine Eisennadel stellt sich hierbei axial d. h. in eine parallele Richtung mit der Linie, welche beide Pole verbindet. Ein Stäbchen aus diamagnetischer Materie nimmt aber eine äquatoreale, d. h. eine auf der axialen senkrechte Richtung an.

II. Der künstliche Magnet.

Jedes Stück Eisen, oder Stahl, kann magnetisch gemacht werden; ist dieses geschehen, so nennt man es einen künstlichen Magnet. Hierbei unterscheidet man, ob der Magnetismus hervorgerufen ist a) **im magnetischen Wirkungskreise,** b) **durch Vertheilung,** oder c) **durch den Strich.**

Versuch 1. Ein Stück Eisen, in die gehörige Nähe eines Pols des Magnets gebracht, wird, auch ohne daß es ihn berührt, magnetisch, d. h. es zieht nun Eisen an u. s. w.; es verliert diese Eigenschaft aber wieder, wenn man es vom Magnet entfernt. Man nennt den Raum um den Magnet herum, innerhalb welches ein unmagnetisches Stück Eisen magnetisch wird, den **magnetischen Wirkungskreis.**

Versuch 2. Ein kleines Stück unmagnetisches Eisen, welches mit einem Pole des Magnets in Berührung gebracht wird, bleibt daran hängen und äußert sich selbst als Magnet. Wird ein solches nachher vom Magnet entfernt, so bleibt dasselbe magnetisch, wenn auch nur in geringem Grade. Man sagt in diesem Falle, das Eisen ist **durch Vertheilung** magnetisch geworden.

Versuch 3. Ein Eisenstab wird bleibend magnetisch, wenn man das eine Ende mit dem einen Pole eines Magnets, von der Mitte ausgehend, wiederholt streicht und darauf das andere Ende des Stabes mit dem andern Pole ebenso behandelt. Man unterscheidet *a)* den **einfachen,** b) den **Doppelstrich.**

Versuch 4. Ein Eisenstab wird auch magnetisch, wenn man ihn angeführt senkrecht auf eine Eisenmasse stellt und am obern Ende mit einem eisernen Hammer darauf schlägt, oder ihn in dieser Lage der Länge nach mit einem schweren Eisenstücke streicht. — Ferner hat die Erfahrung ergeben:

Beobachtung 1. Stählerne Instrumente werden magnetisch, wenn man damit feilt, bohrt, schlägt, hämmert u. s. w., und ebenso wird das damit bearbeitete Eisen magnetisch.

Beobachtung 2. Vertikal aufgestellte eiserne Stangen auf Dächern, die Achsen der Windfahnen, eingemauerte eiserne Fensterstäbe werden im Laufe der Zeit von selbst magnetisch.

Beobachtung 3. Jeder eiserne längere Zeit gebrauchte Ofen ist, nach der von mir gemachten Beobachtung, magnetisch, und zwar lassen sich bei den von parallelepipedischer Form immer drei Achsen nachweisen.

Man gibt den künstlichen Magneten, je nach ihrem Zwecke, die Form a) von **Hufeisen,** b) **Spathen** (Parallelepipeden), c) **Nadeln** oder **Rhomben** mit sehr ungleichen Axen (Diagonalen). Diese letztern beiden faßt man unter dem gemeinschaftlichen Namen von **Magnetnadeln** zusammen. Die ersten künstlichen Magnete soll der Engländer Sayery im Jahre 1730 gemacht haben.

Da das Eisen immer Einwirkung auf die Magnetnadel hat, so müssen wir ihm, auch wenn es kein Eisen anzieht, Magnetismus beilegen. Dieser Zustand ist jedoch sehr verschieden von dem, in welchem es auf die Magnetnadel nicht nur selbst Eisen anzieht. Im ersten Falle nennen wir es **retraktorisch magnetisch,** im zweiten **attraktorisch magnetisch.** — Außer diesen führen einige Physiker auch noch das **refraktorische Eisen,** d. i. solches an, auf welches auch das antakwirkende keine Wirkung ausübe.

Die Magnetnadel und die genauere Bestimmung ihrer Richtung.

Eine Eisennadel, so gearbeitet, daß sie auf einer Spitze vollkommen horizontal schwebt, zeigt bei uns, nachdem sie magnetisirt ist, mit ihrem nördlichen Ende gegen den Horizont hinab, will man daher die Richtung der Nadel genau und vollständig beobachten, so sind dazu vorschriftsmäßig gearbeitete Magnetnadeln erforderlich.

A. Verhalten der Magnetnadel für sich und gegen ihre nächste Umgebung.

Lokale Erscheinungen.

I. Die Deklination der Magnetnadel.

1. Eine Magnetnadel, welche so eingerichtet ist, daß sie horizontal schwebt und sich in horizontaler Richtung frei bewegen kann, heißt eine **Deklinationsnadel.** Eine solche erhält man, wenn man aus Stahl eine Nadel verfertigt, deren eines Ende so viel leichter ist als das andere, daß sie, nachdem sie magnetisirt ist, genau horizontal schwebt. Die Deklinationsnadel umgibt man mit einem eingetheilten Kreise und schließt sie in ein passendes Gehäuse ein.

2. Ein derartiges Instrument, so beschaffen, daß die horizontale Richtung der Nadel durch dasselbe genau bestimmt werden kann, heißt ein **Deklinatorium.** Die Nadel eines solchen ist 6 bis 12 Zoll lang.

3. Die Richtung der Nadel wird dadurch bestimmt, daß man sie auf den astronomischen Meridian bezieht, welcher zu dem Zwecke scharf bestimmt werden muß.

4. Die Richtung, in welcher die frei bewegliche Deklinationsnadel, nachdem sie zur Ruhe gekommen ist, verharrt, stimmt bei uns jetzt mit der des Meridians nicht überein. Den Winkel unter welchen sie letzteren schneidet, nennt man die **Deklination** oder **Abweichung** (Mißweisung, Fehlweisung, Variation). Hierbei ist die nördliche Spitze bei uns nach Westen gerichtet.

5. Die Deklination beträgt hier in Dresden jetzt 19° West.

6. Wenn die Abweichung bekannt ist, so kann man mittelst jedes Instruments, welches eine von einem eingetheilten Kreise umgebene frei bewegliche Magnetnadel einschließt, die Himmelsgegenden bestimmen.

Die Instrumente dieser Art haben, je nach ihrem Zwecke, verschiedene Namen. Geognosten, Bergmänner u. a. bedienen sich auf Reisen

a) der **Orientir-Boussole.** Die Nadel einer solchen ist $1^1/_2$—2 Zoll lang und das Gehäuse nicht größer, als das einer Taschenuhr.

b) **Schiffs-Kompaß** heißt ein solches Instrument, wenn sowohl die Nadel, als das Gehäuse für die Schiffer zweckmäßig eingerichtet sind. Der Umfang eines solchen ist in die 32 Windstriche und in Achtel derselben getheilt.

Neben denselben sind der Steuer-Kompaß, der Peil-Kompaß, der Azimuth-Kompaß.

Die Erfindung des Kompasses wird dem Flavius Gioja aus Amalfi bei Neapel, welcher im 12ten Jahrhundert lebte, zugeschrieben. Nach andern soll Marco Polo (1295) die Kenntniß desselben aus China nach Europa gebracht haben.

c) Die **Bousole** ist ähnlich wie das Deklinatorium eingerichtet. Der Umfang ist in 360° und Viertel derselben eingetheilt. Er wird von den Feldmessern als winkelmessendes Werkzeug angewandt. — In Bergwerken, zu Messungen unter der Erde, bedient sich der Markscheider

d) des **Gruben-** oder **Markscheide-Kompasses.** Der Umfang eines solchen ist in 2×12 Stunden eingetheilt.

II. Die Inklination.

1. Zur Bestimmung der Neigung oder Inklination der Magnetnadel gegen den Horizont dient das **Inklinatorium.** Dieses besteht aus einer sehr empfindlichen, genau gearbeiteten Magnetnadel. Die Nadel ist um eine Achse drehbar, welche durch den vor der Magnetisirung der Nadel bestimmten Schwerpunkt geht und liegt auf den polirten Unterlagen von Achat so auf, daß sie sich in vertikaler Richtung frei bewegen kann. Um die Neigung gegen den Horizont messen zu können, wird in der Vertikalebene, in welcher die Nadel frei beweglich ist, ein in Grade getheilter Kreis so befestigt, daß sein Mittelpunkt mit der Achse, um welche die Magnetnadel beweglich ist, zusammenfällt.

2. Bei den **Versuchen** gerichtet auf die Inklination muß man das Inklinatorium so aufstellen, daß die Nadel, sammt dem Limbus, in magnetischen Meridian liegt und die durch den Null-Punkt des Kreises und den Schwerpunkt der Nadel gezogen gedachte Linie eine wagrechte Lage hat. — Da die magnetische Achse, d. i. die gerade Linie, welche man sich durch die beiden Pole der Nadel gezogen denkt, nicht immer durch den Schwerpunkt der Nadel geht, so muß man bei Bestimmung der Inklination

a) den Inklinationswinkel beobachten;

b) die Nadel umkehren, so daß die untere Kante die obere wird; und abermals den Inklinationswinkel beobachten. — Aus diesen beiden Beobachtungen wird sodann das Mittel berechnet.

c) Sodann kehrt man die Pole der Nadel durch Bestreichen mit einem Magnet um, beobachtet dann die Inklinationswinkel auf dieselbe Weise, wie unter a) und b) angegeben, und berechnet ebenfalls das Mittel beider.

d) Berechnet man das Mittel aus den gefundenen Mitteln.

3. Die auf die angegebene Weise angestellten Beobachtungen ergeben die Inklination in Dresden (1851) = 69°.

III. Die Intensität.

1. Die Stärke (Intensität) der magnetischen Kraft ist in verschiedenen Magneten von gleicher Größe verschieden. Zwei hufeisenförmige Magnete von gleicher Form und Größe haben häufig ungleiche Tragkraft.

2. Dasselbe ist der Fall bei Magnetnadeln. Die auf Bestimmung der Intensität gerichteten Versuche werden auf folgende Weise angestellt. Man beweckt sich die Lage der in Ruhe befindlichen Nadel, lenkt sie dann, durch ein in die Nähe des einen Pols gebrachtes Stück Eisen um einen Winkel von etwa 10° ab, und entfernt dann das Eisen. Die Nadel wird durch pendelartige Oszillationen nach und nach in ihre ursprüngliche Lage zurückkehren. Hierbei wird man die eine Nadel schon nach einigen, die andere erst nach 6 bis 10 und mehreren Schwingungen zur Ruhe kommen. Von zwei Nadeln gleicher Größe, hat diejenige die größte magnetische Kraft, welche die meisten Schwingungen macht. Indeß ist bei diesen Versuchen wohl zu berücksichtigen, daß auf die genannten Erscheinungen bei verschiedenen Nadeln die ungleich starke Reibung am Unterstützungspunkte von bedeutendem Einflusse sein kann.

Die Nadel der Meßwerkzeuge darf weder zu wenig, noch zu viele Schwingungen machen, oder wie man dieses ausdrückt, sie darf weder zu träge, noch zu flüchtig sein. Indeß hat, in Beziehung hierauf, der Feldmesser für die Nadel seiner Bussole ein anderes Maaß, wie der Schiffer für seinen Kompaß.

Die Intensität ein und derselben Nadel, ist veränderlich. Die Ursachen sind a) das Vorrüber der Nadel, b) die Elektrizität bei Gewittern, c) das Nordlicht, d) das Sonnenlicht.

3. Um die Kraft zweier Magnete M und M' zu vergleichen läßt man sie in gleicher Entfernung auf die Magnetnadel wirken. Die auf die Nadel wirkende Kraft ist ebenso dem Sinus des Winkels proportional, um welchen die Nadel abgelenkt wird.

Es sei NS die natürliche Lage der Magnetnadel, so die Lage, in welche sie durch den Magnet gebracht ist, k die Kraft mit welcher die Erdkugel die Nadel in die Lage NS zurückführt. Setzt man die letztere der Linien ns proportional und zerlegt man sie in die Richtungen nb und ns, so ist die Ablenkung des Magnets M proportional der Linie ns = nb. Wird die des Magnets M durch f, die des Magnets M' durch f' bezeichnet, so ist $f = k \sin a$ und $f' = k \sin a'$ folglich $f : f' = \sin a : \sin a'$.

4. Da die Richtung der Magnetnadel eine Folge der Einwirkung des Erdkörpers ist, so läßt sich die Größe letzterer ebenfalls durch die Schwingungen einer Nadel bestimmen, und es läßt sich leicht nachweisen, daß wenn die Intensität der magnetischen Kraft nach Ort und Zeit verschieden ist, die magnetische Kraft der Erde an verschiedenen Orten, oder zu verschiedener Zeit, sich verhalten muß, wie die Quadrate der Schwingungszahlen, welche dieselbe Nadel in gleichen Zeiten macht.

Ist SN die natürliche Lage der Nadel, so drückt sie die Richtung der magnetischen Kraft aus. Wird die Nadel aus dieser Richtung entfernt, so kehrt sie durch Schwingungen in dieselbe zurück. Hierbei gelten dieselben Bedingungen wie bei der Bewegung des Pendels und man erhält aus der Formel für letzteres $t = \pi \sqrt{\frac{l}{2g}}$. die für die Schwingungen der Nadel geltende, wenn man für g, π d. i. den Raum setzt, welchen der vom Magnet angezogene Pol der Nadel in der ersten Sekunde zurücklegen würde, wenn er sich frei bewegen könnte.

Demnach ist hier $t = \pi \sqrt{\frac{l}{2m'}}$. Hieraus folgt $t^2 : t'^2 = m' : m$, oder wenn n und n' die gleichen Zeiten zugehörigen Schwingungszahlen sind, und sich $n : n' = t' : t$ verhält, $m : m' = n'^2 : n^2$. Das hier Gesagte gilt indeß nur annäherungsweise.

5. Zu schärferer Bestimmung der Stärke des Erdmagnetismus dient das von Gauß erfundene **Magnetometer.** Dieses besteht aus einem schweren Stabe stählernen Magnetstabe, welcher mittelst eines an ungedrehten Cocenfäden aufgehängten Schiffchens frei beweglich ist. Die Bewegung dieses Magnetstabes wird mittelst eines in einer Entfernung von 15 Fuß davon aufgestellten Fernrohrs an einem Theodoliten beobachtet. Alles befindet sich in einem eisenfreien Saale. Diese Vorrichtung ist von der Stärke der Magnetnadel unabhängig und dient zugleich zur genauen Bestimmung der Deklination und der Veränderung in der magnetischen Richtung überhaupt. Zu Beobachtungen auf Reisen hat Gauß einen einfachern Apparat angegeben. Vorzüglicher noch, als letzterer, ist der von ihm später konstruirte **Wagnetometer.**

Pressel, Dresden.

SLUB Wir führen Wissen. http://digital.slub-dresden.de/id346404576/23 gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG