

13. Magnetismus.

Natürliche und künstliche Magnete. Gewisse Eisenerze, vor allem der Magneteisenstein (Eisenoxyduloxyd), haben die Eigenschaft, Eisentheile anzuziehen. Derartige Erze heissen natürliche Magnete (nach der Stadt Magnesia in Kleinasien, in deren Nähe sie zuerst — und zwar bereits im Alterthum — gefunden wurden).

Die Anziehung der natürlichen Magnete ist nicht an allen Punkten derselben gleich gross; an einzelnen Stellen, die man Pole nennt, ist sie am stärksten, während sich dazwischen eine unwirksame Stelle (der Indifferenzpunkt) befindet.

Wenn man einen Stahlstab mit einem natürlichen Magnet bestreicht, so wird jener ebenfalls magnetisch; man nennt ihn einen künstlichen Magnet oder Stahlmagnet. Das Bestreichen muss in der Weise erfolgen, dass die beiden Hälften des Stahlstabes mit entgegengesetzten Polen des natürlichen Magnets berührt werden. (Einfacher Strich.)

Auch an einem Stahlmagnet lassen sich zwei Pole (an den beiden Enden des Stabes) erkennen, deren Verbindungslinie magnetische Achse genannt wird.

Hängt man einen Stahlmagnet in horizontaler Lage frei beweglich auf, so nimmt er nach einigen Schwankungen eine ganz bestimmte — annähernd von Norden nach Süden gerichtete — Lage ein. Hiernach nennt man den nach Norden zeigenden Magnetpol den Nordpol, den nach Süden zeigenden den Südpol des Magnets. — Bestreicht man mit einem Stahlmagnet wiederum einen Stahlstab, so erhält die mit dem Nordpol des Magnets bestrichene Hälfte den magnetischen Südpol, die mit dem Südpol bestrichene Hälfte den magnetischen Nordpol.

Ein dünner, an den Enden spitz zulaufender Stahlmagnet, der (mittels eines Hütchens) wagerecht frei beweglich auf einer Stahlspitze ruht, heisst eine Magnetnadel. (Gilbert, 1600.) (Fig. 89.)

Magnetische Anziehung und Abstossung. Wird der Nordpol eines Stahlmagnets nach einander den beiden Polen einer Magnetnadel genähert, so zeigt es sich, dass er nur den Südpol anzieht, den Nordpol aber abstösst; umgekehrt verhält sich der Südpol des Magnets; so dass sich das Gesetz ergibt:

Gleichnamige Pole stossen sich ab, ungleichnamige Pole ziehen sich an.

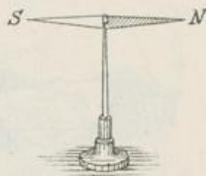


Fig. 89. Magnetnadel.

Auf Grund dieses Gesetzes lässt sich feststellen, ob ein Eisenstab magnetisch ist und wie seine Pole angeordnet sind. Unmagnetisch ist er, wenn eines seiner Enden (gleichgiltig, welches) beide Pole einer Magnetnadel gleichmässig anzieht; magnetisch, wenn das Ende einen Pol anzieht, den anderen abstösst; zieht es z. B. den Südpol an, so ist es selbst ein Nordpol.

Magnetische Influenz. Wenn man einem unmagnetischen Eisenstück den einen Pol, z. B. den Nordpol, eines Magnets nähert, so wird es ebenfalls magnetisch, und zwar wird dasjenige Ende des Eisenstücks, welches dem Nordpol des Magnets zugekehrt ist, zum Südpol, während das entgegengesetzte zum Nordpol wird. — Das magnetisch gewordene Eisenstück ist nunmehr in Stande, seinerseits ein zweites Eisenstück zu magnetisiren u. s. f.

Diese Erscheinung erinnert vollkommen an die elektrische Influenz (S. 143 und 144); sie wird als magnetische Influenz bezeichnet.



Fig. 90. Natürlicher und künstlicher (Stahl-)Magnet.

Auf ihr beruht es, dass ein in Eisenfeilspähne eingesenkter Pol eines Magnetstabes sich mit einem Büschel oder Barte reihenweis an einander hängender Spähne bedeckt (Fig. 90).

Besondere Erscheinungen des Magnetismus. Der magnetischen Influenz gegenüber verhalten sich weiches Eisen und Stahl verschieden. Jenes nimmt den Magnetismus (die magnetische Eigenschaft und Kraft) alsbald in vollem Maasse an, verliert sie aber sofort wieder nach Entfernung des Magnets. Aehnlich verhält sich das weiche Eisen bei der Magnetisirung durch Bestreichen mit einem Magnet. Der Stahl dagegen ist schwerer magnetisierbar, behält aber seinen Magnetismus länger und vollständiger bei. — Dies lässt sich so erklären, dass der Stahl im Gegensatz zum weichen Eisen sowohl der Trennung wie der Wiedervereinigung der beiden Magnetismen — Nord- und Südmagnetismus, die man (ähnlich wie in der Elektrizitätslehre zwei Arten der Elektrizität) annehmen kann — einen gewissen, beträchtlichen Widerstand entgegensetzt, den man als Koërcitivkraft bezeichnet, während dieser Widerstand im weichen Eisen gering ist.

Stärkere Wirkungen als ein gerader Magnetstab äussern die Hufeisenmagnete (Fig. 91) und die aus mehreren hufeisenförmigen Blättern oder Lamellen zusammengesetzten magnetischen Magazine.

Das vor die beiden Pole (*N* und *S*) des Hufeisenmagnets (Fig. 91) gelegte Stück weichen Eisens (*sn*) wird Anker genannt; auf dasselbe wirken *N* und *S*

durch Influenz, sich gegenseitig unterstützend; dadurch erhält der — auf diese Weise armirte — Magnet eine grössere Tragkraft.

Wird ein Stahlstab mittels eines Hufeisenmagnets magnetisirt, so geschieht dies durch den sogenannten Doppelstrich, d. h. in der Weise, dass man beide Pole des Hufeisenmagnets auf die Mitte des Stahlstabes aufsetzt und nach dem einen Ende desselben — doch nicht darüber hinaus — bewegt, desgleichen zurück nach dem andern Ende u. s. f.; das letzte Mal wird nur bis zur Mitte gestrichen und dann abgehoben. Die im Stahlstab entstehenden Pole liegen auch hier — wie beim einfachen Strich (S. 151) — denen des Hufeisenmagnets entgegengesetzt.

Bricht man einen Magnetstab (z. B. eine magnetisch gemachte Stricknadel) entzwei, so ist jedes Stück ein vollständiger Magnet mit zwei Polen. Somit ist nicht etwa die ganze eine Hälfte eines Magnetstabes nordmagnetisch und die ganze andere Hälfte süd magnetisch, sondern in jedem Massentheilchen des Magnetstabes sind beide Magnetismen enthalten; dieselben sind nur in der Mitte des Stabes nach aussen unwirksam, weil sich daselbst die Wirkungen der (bei einander liegenden) Massentheilchen aufheben. Auch in einem unmagnetischen Eisenstabe sind alle Massentheilchen mit beiden Magnetismen versehen; nur sind sie nicht allesammt gleichgerichtet, sondern liegen ungeordnet durch einander, so dass ihre Wirkung nach aussen $= 0$ ist. Das Magnetisiren ist hiernach als nichts anderes denn eine die Massentheilchen ordnende oder richtende Kraft aufzufassen, und die Koërcitivkraft stellt sich demgemäss als ein Widerstand gegen diese richtende Kraft dar. (Vergl. S. 152.)

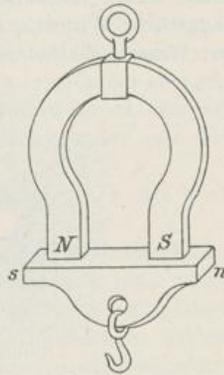


Fig. 91. Hufeisenmagnet.

Zu dieser Anschauung stimmt die Thatsache, dass Magnete durch plötzliche, starke Erschütterungen, sowie durch raschen Temperaturwechsel geschwächt werden (denn beiderlei Einflüsse wirken störend auf die Anordnung der kleinsten Theilchen). Glühhitze hebt den Magnetismus dauernd auf.

Ein Magnet wirkt auf Eisen nicht nur durch die Luft, sondern auch durch beliebige andere Körper (Papier, Glas u. s. w.) hindurch; dagegen wird die magnetische Wirkung durch eine dünne Eisenplatte, wenn sie dem Magnetpol ihre breite Fläche zukehrt, aufgehoben.

Wenn man auf ein über einen Magnet gelegtes Blatt Papier Eisenfeilspähne streut, so ordnen sich dieselben in den sogenannten magnetischen Kurven (Faraday's Magnetkraftlinien) an, welche von Pol zu Pol verlaufen, und in jedem ihrer Punkte die Richtung der magnetischen Kraft darstellen. (Fig. 92.)

Die Stärke der magnetischen Anziehung und Abstossung hängt ausser von der Grösse der wirksamen magnetischen Kraft auch von der Entfernung ab, und zwar gilt nach Coulomb (1784) das Gesetz, dass die Stärke oder Intensität, mit der zwei Magnetpole sich anziehen oder abstossen, den Mengen der auf einander wirkenden Magnetismen direkt, dem Quadrat ihrer Entfernung aber umgekehrt

proportional ist. — Das gleiche Gesetz gilt auch für die elektrische Anziehung und Abstossung. (Vergl. Newton's Gravitationsgesetz, S. 9.)

Magnetische und diamagnetische Körper. Die Eigenthümlichkeit, vom Magneten angezogen zu werden, besitzen ausser dem Eisen auch einige chemische Verbindungen desselben (Magneisenstein und Titaneisen), sowie die chemischen Elemente Nickel und Kobalt.

Sehr starke magnetische Kräfte (wie sie die Pole eines Elektromagnets entwickeln — siehe später) üben auf alle Körper eine magnetische Einwirkung aus; hierbei aber zeigt sich folgender Unterschied im Verhalten der Körper: Die einen werden, zwischen die Pole eines Elektromagnets gebracht, von denselben angezogen und stellen sich in die Verbindungslinie beider Pole — magnetische Körper; die andern werden von den Polen abgestossen und stellen sich senkrecht zur Verbindungslinie derselben — diamagnetische Körper. (Faraday, 1845.) Magnetisch sind: Eisen, Nickel, Kobalt, Mangan, Platin u. s. w.; diamagnetisch: Wismuth, Antimon, Zink, Zinn, Blei, Silber, Kupfer, Gold u. s. w., ferner: Wasser, Alkohol, Schwefelsäure u. s. w.

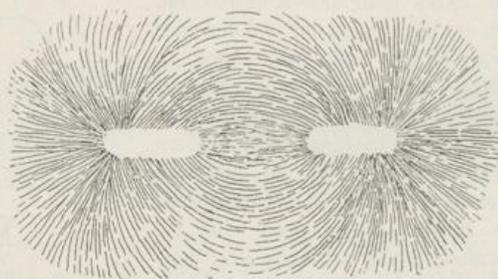


Fig. 92. Magnetische Kurven.

Erdmagnetismus; Deklination und Inklination. Die auf S. 151 beschriebene Erscheinung, wonach ein frei aufgehängter Magnetstab oder eine frei schwebende Magnetnadel eine von Norden nach Süden gerichtete Lage einnimmt, erklärt man durch die Annahme, dass der Erdkörper magnetisch ist. Nach dem auf S. 151 angeführten Gesetz über die magnetische Anziehung und Abstossung muss alsdann die nördliche Halbkugel Magnetismus von der Art des Südmagnetismus, die südliche Halbkugel Magnetismus von der Art des Nordmagnetismus besitzen.

Die geographischen Pole der Erde sind annähernd auch die magnetischen Pole. Genaue Beobachtungen zeigen indessen, dass die magnetische Achse einer Magnetnadel von der Meridianrichtung abweicht, und zwar so, dass das Nordende nach einem für unsere Gegenden westlich vom Nordpol gelegenen Punkte (auf der Insel Boothia Felix im hohen Norden von Amerika) hinzeigt. Dieser Punkt ist der magnetische Nordpol, der vom Kapitän John Ross thatsächlich (1831) erreicht worden ist. Der magnetische Südpol liegt südlich von der Ostküste Australiens. (James Ross, 1841.)

Die Abweichung der Magnetnadel vom geographischen (oder astronomischen) Meridian eines Ortes, in Winkelgraden ausgedrückt, heisst die magnetische Deklination des Ortes.

Verbindet man alle Orte gleicher Deklination auf der Erdoberfläche durch Linien mit einander, so erhält man ein System von Kurven, welche Isogonen genannt werden. Den Namen Agone trägt eine vom magnetischen Nordpol zum magnetischen Südpol verlaufende Linie, längs welcher die Magnetnadel keine Deklination besitzt, sondern genau nach dem geographischen Norden zeigt.

Als magnetische Meridiane bezeichnet man die die magnetischen Pole verbindenden Linien, welche an jedem Orte die Richtung der Magnetnadel angeben.

Hängt man eine Magnetnadel längs eines magnetischen Meridians in ihrem Schwerpunkte so auf, dass sie sich in vertikaler Richtung frei bewegen kann, so neigt sich auf der nördlichen Halbkugel das Nordende der Nadel dem Erdboden zu — eine Folge der stärkeren Anziehung des (auf der nördlichen Halbkugel näheren) magnetischen Nordpols. Die Abweichung der Nadel von der Horizontalrichtung heisst magnetische Inklination, eine in der angegebenen Weise aufgehängte Magnetnadel: Inklinationsnadel (wogegen eine auf die gewöhnliche Art aufgehängte oder frei schwebende Magnetnadel auch als Deklinationsnadel bezeichnet wird).

Am magnetischen Nordpol beträgt die Inklination 90° , d. h. das Nordende der Nadel zeigt senkrecht nach unten.

Auf der südlichen Halbkugel ist das Südende der Inklinationsnadel abwärts geneigt, und am magnetischen Südpol zeigt es senkrecht nach unten.

Linien gleicher Inklination heissen Isoklinen. Die Verbindungslinie sämtlicher Punkte der Erdoberfläche, an denen die magnetische Inklination = 0 ist, heisst der magnetische Aequator. Derselbe durchschneidet den geographischen Aequator in zwei Punkten, läuft also zum Theil nördlich, zum Theil südlich von diesem um die Erde.

Sowohl die Grösse der magnetischen Deklination wie die der magnetischen Inklination und desgleichen die der Stärke oder Intensität der erdmagnetischen Anziehung erfahren für die einzelnen, bestimmten Orte der Erdoberfläche gewisse Aenderungen, die theils periodische sind (hauptsächlich tägliche — die Magnetnadel flieht vor der Sonne), theils säkulare (durch Jahrhunderte in gleichem Sinne fortschreitende, nicht übersehbare), theils unregelmässige, welche plötzlich eintreten, schnell vorübergehen und u. a. mit den Nordlichtern im Zusammenhang stehen.

Anwendungen des Magnetismus. Die Magnetnadel wird als Busssole zu Winkelmessungen, im Kompass zur Orientirung in unbekanntem Gegenden, hauptsächlich seitens der Schiffer auf offener See, benutzt. Der Kompass ist eine mit einer Windrose verbundene und von einer Dose umschlossene Magnetnadel. (Seit dem 12. Jahrhundert in Europa, früher schon bei den Chinesen bekannt.)

Sonstige Anwendungen des Magnets sind: die Aussonderung von Eisentheilchen aus Pulvern (z. B. von Gesteinen); die Entfernung von Eisenstäubchen oder -Splintern aus dem Auge; die Verwendung beim Bau magnetoelektrischer Maschinen (siehe später).