

## Magnetismus.

§ 145. **Definition.** Magnetismus<sup>1</sup> wird die ihrem Wesen nach noch nicht genau erforschte Kraft genannt, welche Körper befähigt, Eisen und ähnliche Körper anzuziehen und, wenn sie in horizontaler Ebene frei beweglich aufgehängt sind, eine bestimmte Richtung einzunehmen. Der in der Natur vorkommende Magneteisenstein  $Fe_3 O_4$ , der schon den Alten bekannt war, heißt natürlicher Magnet im Gegensatz zu den künstlichen, die meist aus Stahl hergestellt werden, indem man diesen mit einem natürlichen Magneten in geeigneter Weise bestreicht (s. u.).

§ 146. **Magnetische Anziehung.** Die künstlichen Magnete unterscheidet man nach ihrer Form in Stab- und Hufeisenmagnete, sowie (frei bewegliche) Magnetnadeln. Jeder Magnet hat zwei Stellen nahe an seinen beiden Enden, an denen die Anziehungskraft am größten ist, die Pole (Nord- und Südpol). Von hier nimmt die Anziehungskraft nach der Mitte hin allmählich ab, bis sie in der Indifferenzzone gleich Null ist. Man kann dies leicht zeigen, wenn man einen Magneten in Eisenfeilspäne legt. Je nach den Polen gibt es Nord- und Südmagnetismus, und es besteht das wichtige Gesetz, daß gleichnamige Pole sich abstoßen, ungleichnamige sich anziehen. Also z. B. Nordpol und Nordpol stoßen sich ab, Nordpol und Südpol ziehen sich an. Hierbei gilt das dem Gravitationsgesetze analoge COULOMB'sche Gesetz, daß die Intensität der magnetischen Anziehung direkt proportional der magnetischen Kraft beider Körper, umgekehrt proportional dem Quadrate der Entfernung ist.

$$F = -\frac{mm'}{r^2} \cdot 2)$$

Der ganze Raum, auf den sich die magnetische Wirkung erstreckt, heißt magnetisches Feld. Ein Magnet wirkt nicht nur durch Luft, sondern auch durch andere Körper hindurch, Eisen ausgenommen. So kann man die Richtung der magnetischen Kräfte erkennen, wenn man z. B. auf die Pole eines Hufeisenmagneten ein Kartenblatt legt und darauf Eisenfeilspäne streut. Letztere ordnen

<sup>1</sup> Etymologie unklar; entweder nach dem sagenhaften Hirten MAGNES oder nach der Landschaft *Magnesia* oder von *μάγω* bezaubern.

<sup>2</sup> Durch das Minuszeichen ist die Richtung bestimmt. Sind nämlich  $m$  und  $m'$  gleichnamig, so folgt aus  $-(+m \cdot +m')$  oder  $-(-m \cdot -m')$ , daß Abstoßung stattfindet; sind sie ungleichnamig, so ergibt  $-(+m \cdot -m')$  Anziehung.

sich dann in Kurven, die sogenannten Kraftlinien, an, die von einem Pol zum anderen ziehen und genau die Krafrichtung des Magneten in jedem Punkte des magnetischen Feldes anzeigen. — Magnetisches Moment nennt man das Produkt der Polstärke eines der Pole mit dem gegenseitigen Abstand derselben.

§ 147. **Magnetische Influenz.** Nähert man ein Stück Eisen einem Magneten, so wird es ebenfalls magnetisch, und zwar wird der dem Nordpol des Magneten genäherte Teil zum Südpol und umgekehrt. Diese Erscheinung, auf der auch die Anziehung beruht, heißt magnetische Influenz und findet ihre Erklärung am besten durch die Annahme, daß in jedem unmagnetischen Eisen schon beide Arten von Magnetismus enthalten sind, aber so angeordnet, daß sie sich gegenseitig neutralisieren nach außen also nicht wirken können. Nähert man aber einen Magneten, so zieht er den ungleichnamigen Magnetismus in das zugewandte Ende, den gleichnamigen stößt er in das entgegengesetzte. Diese Annahme erklärt auch die Indifferenzzone; denn hier stoßen ja Nord- und Südmagnetismus zusammen und neutralisieren sich daher.

§ 148. **Konstitution der Magnete.** Früher hatte man die bequeme aber vage Vorstellung, der Magnetismus bestehe aus zwei Fluida (Flüssigkeiten), welche durch Influenz voneinander getrennt würden. Damit ist jedoch die Tatsache nicht zu erklären, daß, wenn man einen Magneten in der Mitte zerbricht, jeder dieser Teile wieder ein vollkommener Magnet mit Nord- und Südpol und Indifferenzzone ist. Dieser Versuch kann beliebig oft wiederholt werden. Man erklärt diese Erscheinung durch die Molekulartheorie, indem man sich vorstellt, daß schon die Moleküle kleinste Magnete sind. In den Magneten sind sie so regelmäßig angeordnet, daß alle Nordpole nach der einen, die Südpole nach der anderen Seite gerichtet sind, so daß sich ihre Wirkung addiert; im unmagnetischen Eisen dagegen sind sie ganz unregelmäßig durcheinander gelagert, und daher unwirksam. Die Influenz erklärt sich demnach so, daß der Magnet auf die Moleküle des Eisens eine richtende Wirkung ausübt und alle gleichnamigen Pole nach derselben Seite hin dreht. Diese Drehung der Moleküle ist bei manchen Körpern, z. B. Schmiedeeisen, leicht; aber nach Entfernung des Magneten kehren die Moleküle auch wieder leicht in die frühere Lage zurück. Diese Körper besitzen also nur temporären Magnetismus. Bei anderen Körpern dagegen, z. B. Stahl, ist das Richten der Moleküle schwerer; dafür bleiben sie auch lange in der neuen Lage. Diese Eigenschaft, den magnetischen Zustand beizubehalten (die übrigens in geringem Grade auch weiches Eisen besitzt),

heißt magnetische Hysterisis<sup>1</sup>, die Ursache hiervon Koërzitivkraft<sup>2</sup>, solche Körper haben dann permanenten Magnetismus. — Eine dritte Hypothese über die Konstitution der Magnete wird bei der Elektrizität besprochen werden [§ 183].

§ 149. **Herstellung von Magneten.** Ein Eisenstück zum Magneten machen, heißt nach dem Gesagten also weiter nichts, wie seinen Molekülen eine gleichmäßige Richtung geben. Das gewöhnliche Mittel hierzu ist das Bestreichen mit kräftigen Magneten, der sogenannte Strich. Beim einfachen Strich wird der Pol eines Magneten von der Mitte des Stahlstabes nach einem Ende geführt, dort gehoben, und dies Verfahren mehrfach wiederholt; dann wird mit dem anderen Pol des Magneten von der Mitte aus nach dem anderen Ende mehrfach gestrichen. Beim Doppelstrich streicht man mit den entgegengesetzten Polen zweier Magnete oder bequemer mit einem Hufeisenmagneten von der Mitte nach der einen Seite, dann über den ganzen Stab zurück bis zum anderen Ende, wieder zurück u.s.w., bis man schließlich in der Mitte aufhört. Durch das Streichen nimmt der Magnetismus indes nur bis zu einer bestimmten Grenze, der magnetischen Sättigung, zu; diese ist erreicht, wenn alle Moleküle gleichgerichtet sind. Da ein Stab durch Bestreichen nur ziemlich oberflächlich magnetisiert wird, so können dünne Lamellen ebenso stark magnetisch sein wie dicke Stäbe. Aus diesem Grunde vereinigt man auch oft dünne Lamellen zu einem Hufeisenmagneten und nennt dies dann ein magnetisches Magazin. Wird ein Stab während des Magnetisierens erschüttert, so wird sein Magnetismus stärker. Erschüttert man aber einen fertigen Magneten, wozu auch das Abreißen des Ankers (d. i. das Eisenstück, welches an die Pole eines Hufeisenmagneten gelegt wird) gehört, so wird die magnetische Kraft verringert. Man kann dies leicht mittelst der Molekulartheorie erklären. Das Erschüttern lockert den molekularen Zusammenhang, befördert also während des Magnetisierens die Drehung der Moleküle; beim fertigen Magneten wird dagegen die gleichmäßige Richtung dadurch gestört. — Die stärksten Magnete erhält man übrigens durch Elektrizität.

§ 150. **Tragkraft.** Unter der Tragkraft eines Magneten versteht man das Gewicht, das seiner Anziehungskraft das Gleichgewicht hält. Die Tragfähigkeit prüft man, indem man an den Anker eines Magneten nacheinander immer größere Gewichte anhängt, bis er

<sup>1</sup> ὕστερος hinterherkommend.

<sup>2</sup> coërceo zusammenhalten.

schließlich abfällt. Es ist festgestellt, daß die Tragkraft eines Hufeisenmagneten die doppelte Tragkraft eines seiner Pole übertrifft.

§ 151. **Diamagnetismus.** Starke Magnete, besonders Elektromagnete, ziehen nicht nur Eisen, sondern auch andere Körper an; alle diese heißen paramagnetisch. Manche Körper, z. B. Wismut und Antimon, werden dagegen von Magneten abgestoßen; sie heißen diamagnetisch. Die Erklärung dieser Erscheinung ist ähnlich wie die des Auftriebs. Trotzdem alle Körper der Schwere unterworfen sind, entfernen sie sich doch von der Erde, wenn sie sich in einer Flüssigkeit von größerem spezifischen Gewichte befinden. Ebenso wird ein Körper dann von einem Magneten abgestoßen, wenn das Medium, in dem er sich befindet, stärker als er selbst vom Magneten angezogen wird. Daraus geht hervor, daß ein und derselbe Körper sowohl para- wie diamagnetisch sein kann.

§ 152. **Erdmagnetismus.** Ein frei beweglicher Magnet, z. B. eine Magnetnadel, nimmt eine ungefähr nordsüdliche Richtung ein; darauf beruht der für Seeleute unentbehrliche Kompaß. Diese Erscheinung kann nach dem Gesetze von der magnetischen Anziehung nur so gedeutet werden, daß die Erde selbst ein großer Magnet ist, und zwar liegt ihr Südpol im Norden, der Nordpol im Süden. Indes liegen die magnetischen Pole der Erde nicht genau an den geographischen. Denn eine Magnetnadel zeigt nicht genau von Norden nach Süden, sondern weicht seitlich von dieser Richtung ab, und zwar ist diese Abweichung, die sogenannte Deklination, also der Winkel zwischen astronomischem und magnetischem Meridian, für jeden Ort verschieden. Außerdem steht eine Magnetnadel auch nie genau horizontal, sondern stets geneigt; diese Inklination, also der Winkel zur Horizontalebene, hängt ebenfalls von der Lage des betreffenden Ortes ab.

Dasselbe gilt auch für die Intensität des Erdmagnetismus, die natürlich an den magnetischen Polen am größten ist. Man kann sie, ähnlich wie die Erdanziehung durch Pendelschwingungen, aus der Schwingungszeit einer in Bewegung versetzten Magnetnadel berechnen; sie ist nämlich umgekehrt proportional dem Quadrate der Schwingungszeit. Die Linien, welche Orte gleicher Deklination, Inklination, Intensität verbinden, heißen Isogonen, bezw. Isoklinen, bezw. Isodynamen. Alle diese erdmagnetischen Elemente zeigen tägliche, säkulare und unregelmäßige Schwankungen.