



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Ingenieur-Mathematik in elementarer Behandlung

Das Potential und seine Anwendung auf die Theorien der Gravitation, des Magnetismus, der Elektrizität, der Wärme und der Hydrodynamik

Holzmüller, Gustav

Leipzig, 1898

236) Grundbegriffe

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77934](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77934)

Kapitel XII.

Magnetismus.

236) Grundbegriffe. Unter Hinweis auf die gebräuchlichen Lehrbücher der Elementarphysik mögen zunächst die wesentlichen Grundanschauungen über den Magnetismus kurz zusammengestellt werden.

a) Jeder Magnetstab ist polarisiert. Die Stellen, von denen die magnetischen Kräfte hauptsächlich auszugehen scheinen, bezeichnet man als Nord- und Südpol. Um einfache Veranschaulichungen zu gewinnen, betrachtet man diese Stellen oft als Punkte, den Stab als eine gerade Linie. Gleichnamige Pole stoßen einander ab, ungleichnamige ziehen einander an, Nord- und Südmagnetismus verhalten sich also wie entgegengesetzte elektrische Ladungen isolierter Konduktoren. Die Menge der hypothetischen magnetischen Materie, die als Ladung eines Poles ebenso wirken würde, wie der Pol eines wirklichen Magnets, nennt man die Polstärke. Die magnetischen Wirkungen nehmen mit wachsender Polstärke zu, mit zunehmender Entfernung ab.

b) Zerbricht man einen Magnetstab in der Mitte, so erhält man nicht zwei Stäbe mit alleinigem Nord- bzw. Südmagnetismus, sondern zwei polarisierte Magnetstäbe, jeden von etwa derselben Polarstärke wie vorher. Fortsetzung der Teilung führt auf die Annahme, jeder Magnetstab bestände aus einer Reihe polarisierter Molekularmagnete. Eine der in Fig. 75 oder 101 dargestellten Molekülreihen veranschaulicht dies in hinreichender Weise, nur hat man statt + und – die Zeichen N und S für Nord- und Südmagnetismus einzuschreiben.

c) Auch der Erdkörper verhält sich wie ein Magnet. Der Umdrehung entsprechend (die selbst eine Art von Polarisation bedeutet) hat man die Pole in der Nähe der geographischen Pole zu suchen, wenn die Polarisation als regelmässig angenommen wird. Kompass, magnetische Meridiane und ihre Orthogonalkurven, magnetischer Nord- und Südpol sind in den Lehrbüchern besprochen. Der Erdmagnetismus veranlaßt bei schwimmenden Magneten nicht eine fort-

schreitende Bewegung, sondern nur eine Drehungsbewegung und eine der Polarisation entsprechende Einstellung nach einer Reihe von Schwankungen. Demnach wirkt auf den Magnet ein bloßes Kräftepaar. Da die Summe der beiden Resultanten gleich Null ist, muß man annehmen, beide Pole des Magnets seien von gleicher Polstärke.

d) Dafs die beiden Resultanten an den Polen anzugreifen scheinen, erklärt sich folgendermaßen. Die entgegengesetzten Magnetismen benachbarter Moleküle heben einander auf. Nur die an den Stabenden liegenden Magnetismen werden nicht neutralisiert und geben die entgegengesetzten Kräfte des Kräftepaars für die erdmagnetische Einwirkung. Ist jede der beiden Kräfte absolut genommen gleich p , so ist pl das Moment in der Lage Ost-West. Ist allgemeiner α die Abweichung von der Normalstellung Nord-Süd, so ist das drehende Moment gleich $pl \sin \alpha$. Daraus folgt für $\alpha = 0$ bzw. $\alpha = 180^\circ$ die stabile und die labile Gleichgewichtslage.

Der schwimmende Magnet zeigt aber nur die Horizontalkomponente der Kräfte an. Magnetisiert man eine Stahlnadel, die ursprünglich bei horizontaler Achsenlagerung sich horizontal einstellte, so senkt sie sich mit der Nordspitze auf der nördlichen Halbkugel der Erde um einen Winkel β nach unten. Statt p ist daher $\frac{p}{\cos \beta}$ als der wahre Wert der erdmagnetischen Kraftwirkung anzunehmen. Die Inklination β ist dieselbe in allen Punkten der sogenannten Isoklinen, wozu man die Karten über den Erdmagnetismus vergleichen möge.

Ist m die Polstärke des Magnetstabes, l seine Länge, so bezeichnet man den Ausdruck $M = ml$ als sein magnetisches Moment. Aus diesem leitet sich z. B. das Maximum der erdmagnetischen Wirkung ab. Die Größe der letzteren läßt sich mit Hilfe der horizontalen Pendelbewegungen des Stabes (Kompafs) nach später zu erörternder Methode bestimmen. Vorläufig sei nur gesagt, dafs, je stärker der Erdmagnetismus wirkt, um so schneller die Schwingungen sind. Die Linien auf der Erdoberfläche, die alle Punkte gleicher Intensität des Erdmagnetismus verbinden, heißen die Isodynamen.

An verschiedenen Stellen der Erdoberfläche weicht die Einstellung der Magnetnadel vom geographischen Meridian in verschiedenem Maße ab. Die Linien, welche Orte gleicher Abweichung miteinander verbinden, heißen die Isogonen.

e) Weiches Eisen läßt sich leicht magnetisieren. Dies kann z. B. durch regelmäßiges Streichen mit einem Stahlmagnet geschehen. Da dieser dabei von seiner Kraft nichts einbüßt, so ist anzunehmen, dafs die beiden Arten des Magnetismus im Eisen bereits vorhanden waren. Während aber die Elektrizität im Eisen wandern kann, ist der Magnetismus an die Moleküle des Eisens gebunden, ähnlich wie

die Elektrizitäten an die Moleküle des Dielektrikums. Entweder sind also bereits polarisierte Moleküle in die gesetzmäßige Lage gedreht worden, oder es hat durch Verschiebung der magnetischen Massen in jedem Molekül eine Polarisierung stattgefunden. Das Magnetisieren kann auch durch Induktion oder Influenzwirkung eines Magnets auf weiches Eisen geschehen. Dabei ist die Stärke der Polarisierung proportional der Polstärke des wirkenden Magnetstabes, außerdem nimmt sie mit zunehmender Entfernung beider Stäbe ab. Andere Magnetisierungsarten sind ebenfalls aus den Lehrbüchern bekannt.

Über die Abhängigkeit magnetischer Wirkungen von der gegenseitigen Entfernung zweier Pole muß hier besonders gesprochen werden. Die nötigen Bemerkungen über Schwingungsbewegungen sind voranzuschicken.

237) Schwingungszahl der Magnetnadel im homogenen Felde des Erdmagnetismus. Die Elementarmechanik zeigt, daß das mathematische Pendel für die einfache Schwingung die Zeitdauer

$$t = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \pi \sqrt{\frac{ml^2}{m l g}} = \pi \sqrt{\frac{T}{g M}}$$

nötig hat, wo T das Trägheitsmoment, M das statische Moment des Massenpunktes in Bezug auf den Drehungspunkt bedeutet. Bei mehreren Massenpunkten in beliebiger Anordnung handelt es sich um

$$t = \pi \sqrt{\frac{T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n}{g(M_1 + M_2 + \dots + M_n)}} = \pi \sqrt{\frac{T}{g M}},$$

wenn T die Summe der Trägheitsmomente, M die Summe der statischen Momente der Massen bedeutet. Versteht man jedoch unter M nicht das Moment der Masse, sondern das Maximalmoment der Schwerkraft, die an dieser wirkt, so handelt es sich um $t = \pi \sqrt{\frac{T}{M}}$. Dabei ist der Abstand der Drehungsachse vom Massenschwerpunkt als horizontal liegend angenommen.

Ganz ebenso ist die Schwingungsdauer einer Magnetnadel $t = \pi \sqrt{\frac{T}{M}}$, wenn T das Trägheitsmoment der Nadel in Bezug auf die senkrechte Drehungsachse, $M = pl$ das Maximum des Drehmomentes ist, welches der Erdmagnetismus auf die Nadel (in der Ost-Westlage) ausübt. Ist n die Anzahl der Schwingungen in der Sekunde, also $n = \frac{1}{t}$, so folgt $n = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{pl}{T}}$, und hieraus ergibt sich für die auf dem Nord- beziehungsweise Südpol wirkende Kraft des Erdmagnetismus als absoluter Wert der Horizontalkomponente