

Magnetpole

Gegenstand:

1. Als Pole eines Magneten werden die Stellen bezeichnet, an denen die Anziehung am stärksten ist, oder an denen die meisten Eisenspäne oder Nägel hängenbleiben. Die Pole werden durch rote bzw. grüne Färbung gekennzeichnet. 2. Die Beschreibung der Wechselwirkung zwischen magnetischen Polen beschränkt sich auf Aussagen über Anziehung und Abstoßung, d. h. auf die Richtung der Kraft.

Mängel:

Die Magnetisierung ist ein Vektorfeld, das die magnetische Dipoldichte beschreibt. Die Pole eines Magneten sind die Stellen, an denen die Feldlinien der Magnetisierung beginnen oder enden. Die Größe, mit der man magnetische Pole quantitativ beschreiben kann, ist die magnetische Polstärke oder magnetische Ladung Q_m /1/. Sie ist das magnetische Analogon der elektrischen Ladung, genauer: der gebundenen elektrischen Ladung, wie sie an der Oberfläche eines polarisierten Dielektrikums auftritt. Nun wird aber die magnetische Ladung in den meisten Lehrbüchern gar nicht eingeführt. Ohne sie ist es aber sehr schwer, Dauermagneten quantitativ zu beschreiben.

Die der elektrostatischen Beziehung

$$\mathbf{F} = Q \cdot \mathbf{E}$$

entsprechende Gleichung

$$\mathbf{F} = Q_m \cdot \mathbf{H}$$

kann ebenso wenig formuliert werden wie das coulombsche Gesetz für Magnetpole. Von der einfachen und quantitativen Bilanzangabe, derzufolge die gesamte magnetische Ladung eines jeden Körpers gleich null ist /2/, bleibt nur die blasse Feststellung, jeder Magnet habe zweierlei Arten von Polen.

Bei einem normalen Stabmagneten enden die Magnetisierungslinien an den Stirnflächen. Das heißt, dass hier die magnetische Ladung sitzt. Die Pole sind also die Stirnflächen des Magneten. Diese sind nun aber nicht identisch mit den Stellen, an denen Weicheisenspäne hängen bleiben. Die Späne hängen nämlich an denjenigen Stellen eines Dauermagneten, an denen die magnetische Feldstärke einen großen Wert hat. Im Feldlinienbild bedeutet das: Wo die Feldlinien am dichtesten sind, hängen die meisten Späne. Nun treten aber Feldlinien nicht nur an den Polen aus, sondern auch an allen anderen Stellen des Magneten, beim Stabmagneten auch an der Seite /3, 4/. Die Weicheisenspäne sind also kein Indikator für Pole, sondern für eine hohe Feldstärke. Die Verwechslung der Orte hoher Feldstärke mit den Magnetpolen wird durch die rot-grüne Färbung der Magneten noch gestützt.

Herkunft:

Die magnetische Ladung oder magnetische Polstärke war früher in jedem Lehrbuch der Elektrodynamik zu finden. Dass sie später aus vielen Büchern verschwand, hat seine Ursache vermutlich in einem Missverständnis. Aus der Tatsache, dass man keine isolierten magnetischen Monopole gefunden hat, wurde wohl geschlossen, dass man eine Größe, mit der man solche Monopole beschreiben würde, nicht benutzen darf. Nun sind aber physikalische Größen nicht etwas, was man in der Natur vorfindet, sondern Konstruktionen des Menschen. Ob man eine neue Größe einführt oder nicht ist nur eine Frage der Zweckmäßigkeit. Dass die Einführung der magnetischen Ladung zweckmäßig ist, sieht man zum Beispiel daran, dass man ohne sie das coulombsche Gesetz des Magnetismus nicht formulieren kann.

Dass das coulombsche Gesetz für elektrische Ladungen im Physikkanon eine so große Rolle spielt und das entsprechende magnetische Gesetz fast gar keine, zeigt, dass Lehrinhalte manchmal eher durch Konvention als durch Sachzwänge entstehen.

Entsorgung:

Man führt die extensive Größe magnetische Ladung ein. Man formuliert den Lehrsatz: "Die Gesamtladung jedes Magneten ist gleich null." Die Gültigkeit des Satzes zeigt man in Experimenten, z. B. so: Ein kleiner Stabmagnet wird mit Korkstückchen versehen, so dass er im Wasser schwimmen kann. Er dreht sich in Nord-Süd-Richtung, ohne eine Translationsbewegung auszuführen. (Dieser Versuch wurde schon von Maxwell vorgeschlagen /2/.)

Dass beim Durchbrechen eines Magneten neue Pole mit entgegengesetzt gleicher magnetischer Ladung entstehen, ist eine einfache Konsequenz dieses Lehrsatzes.

Man zeigt, dass die Pole von Hufeisenmagneten die Stirnflächen sind, indem man zwei gleiche Magneten so aufeinander setzt, dass sich die Pole kompensieren: Das zusammengesetzte Gebilde zieht keine größeren Eisenstücke mehr an. (Man braucht dazu zwei völlig gleiche Magneten. Schon der normale Unterrichtsbetrieb führt dazu, dass sich die Magnetisierung mit der Zeit ändert. Ich bewahre deshalb zwei Magneten speziell für diesen Versuch auf, und benutze sie nicht für andere Versuche, die die Magnetisierung ändern könnten.)

Man beachte, dass es U-förmige Schulmagneten gibt, die aus drei verschiedenen Teilen bestehen: aus einem dicken Stabmagneten und zwei Schenkeln aus Weicheisen. Weicheisen ist leicht magnetisierbar: Das Magnetisierungsfeld, und damit auch die Lage der Pole ändert sich unter dem Einfluss eines äußeren Feldes. Bei diesen Weicheisenteilen ist die rot-grüne Kennzeichnung also besonders unpassend, da sich am grünen Schenkel leicht ein Nordpol, und am roten ein Südpol erzeugen lässt.

/1/ Macke, W.: Elektromagnetische Felder. – Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1960. – S. 77

/2/ Maxwell, J. C.: Lehrbuch der Electricität und des Magnetismus, Zweiter Band. – Verlag von Julius Springer, Berlin 1883. – S. 7: "In jedem Magnete ist die Gesamtmenge an Magnetismus algebraisch genommen gleich Null."

/3/ Sommerfeld, A.: Vorlesungen über Theoretische Physik, Band III, Elektrodynamik. – Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1964. – S. 78 - 79

/4/ Herrmann, F.: Magnetische Eigenschaften von Materialien im Unterricht. – In: Praxis der Naturwissenschaften 8 (1995). – S. 17

F. H.