

Das Feld von Dauermagneten

Gegenstand:

In vielen Schulbüchern findet man das Feldlinienbild des Feldes eines Stabmagneten. Abbildung 1 zeigt einige Beispiele.

Mängel:

Die Pole eines normalen Stabmagneten sind die Stirnflächen des Stabes /1/. Das korrekte magnetische Feld im Außenraum des Magneten zeigt Abb. 2a /2/. Zwischen H - und B -Feldlinien braucht man hier nicht zu unterscheiden, denn beide haben denselben Verlauf. In allen Schulbüchern, die ich konsultiert habe, enthält das entsprechende Bild Fehler. (Ich habe 10 zum Teil deutsche, zum Teil ausländische Schulbücher durchgesehen.) Man vergleiche die Teilbilder von Abbildung 1 mit Abbildung 2a. Die Fehler können nicht damit entschuldigt werden, es sei eine andere Polverteilung vorausgesetzt worden, denn es gibt keine Polverteilungen, die zu Feldlinienbildern führen wie sie Abb. 1 zeigt. In den verschiedenen Büchern werden unterschiedliche Fehler gemacht.

1. Feldlinien treten nur an den Stirnflächen aus, Abb. 1a, 1b und 1c. Tatsächlich treten sie auch seitlich aus.
2. Die Feldlinien treten nur senkrecht zur Oberfläche des Magneten aus, Abb. 1a und 1b. Tatsächlich verlaufen nur die Feldlinien in der Mitte der Stirnflächen senkrecht zur Oberfläche.
3. Die an der Seite ein- oder austretenden Feldlinien haben an der Oberfläche des Magneten die falsche Richtung, Abb. 1d, 1e, 1f, 1g und 1h.

Analoge Fehler findet man bei Feldlinienbildern des Hufeisenmagneten, sowie beim Magnetfeld der Erde.

Oft findet man außer der Skizze noch ein Photo, bei dem der Feldlinienverlauf mit Eisenfeilspänen sichtbar gemacht wurde. Man sieht dann in ein und demselben Buch, häufig auf Abbildungen, die unmittelbar nebeneinander stehen, die Diskrepanz zwischen dem, was die Skizze behauptet und der Realität.

Eines der Bilder, das ich gefunden habe, Abb. 1h, enthält noch gröbere Fehler: Am Nordpol beginnen nicht nur Feldlinien, sondern es enden dort auch welche. Auch am Südpol beginnen und enden Feldlinien.

Herkunft:

Feldlinienbilder, wie andere Abbildungen auch, müssen nicht in jeder Hinsicht präzise sein. Sie sollen das Wesentliche zeigen. Unwichtige Details dürfen durchaus zu Gunsten einer Vereinfachung weggelassen werden. Nun wird allerdings in den Büchern, von denen hier die Rede ist, nicht vereinfacht. Mit den Bildern werden Sachverhalte mitgeteilt, die nicht zutreffen.

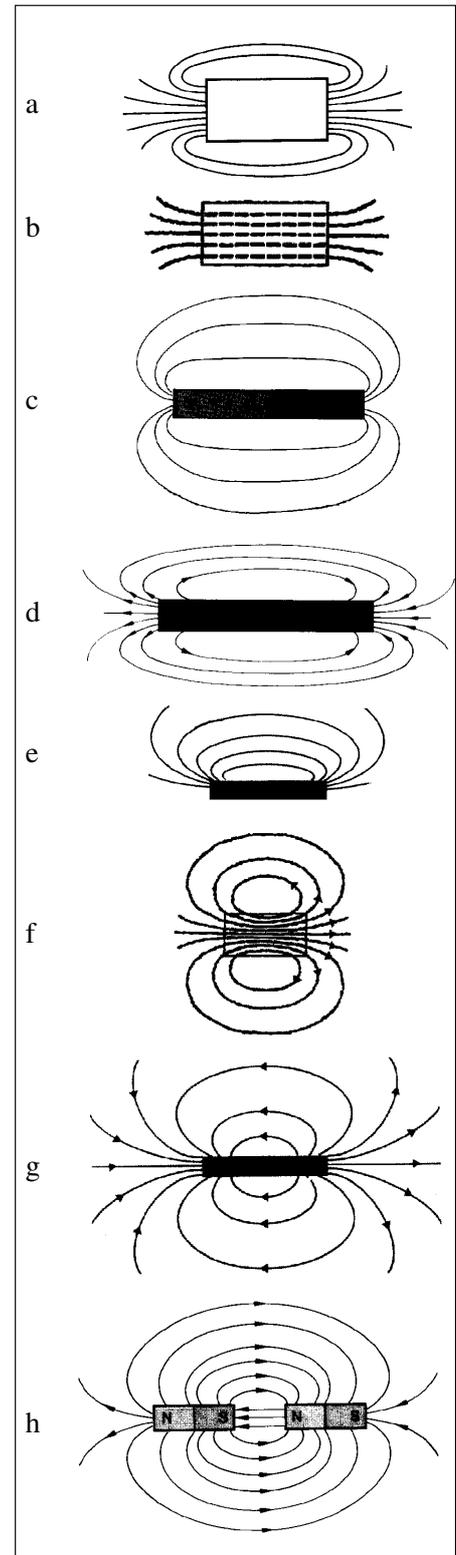


Abb. 1

Die falschen Aussagen werden von den Lernenden durchaus wahrgenommen, und sie werden im Gedächtnis behalten. Man kann sich in einem Gespräch mit Studenten leicht davon überzeugen. Viele Studenten scheinen tatsächlich zu glauben, dass die Feldlinien von den Stirnflächen aus senkrecht nach außen weglaufen. Bittet man einen Studenten, er möge das Feldlinienbild eines Stabmagneten zeichnen, so wird fast immer ein falsches Bild gezeichnet. Offenbar zeichnet man einfach nach der Erinnerung an etwas, das man in Büchern gesehen hat. Fragt man nach einer Begründung für den Verlauf, so ist die Reaktion gewöhnlich Hilflosigkeit.

Tatsächlich sind die falsch gezeichneten Bilder sogar plausibel.

Dem Fehler bei der Austrittsrichtung an der Seite des Magneten mag auf die folgende Art zustande kommen: Man kennt die Tatsache, dass das \mathbf{B} -Feld divergenzfrei ist, die \mathbf{B} -Feldlinien haben weder Anfang noch Ende. Die \mathbf{B} -Feldlinien werden also in Gedanken durch das Innere des Magneten hindurch ergänzt. Dabei macht man wohl den Fehler anzunehmen, dass die Feldlinien beim Eintreten in den Magneten keinen oder nur einen möglichst kleinen Knick machen. In einem der Lehrbücher wurden die Feldlinien tatsächlich so gezeichnet, Abb. 1f. Noch glatter würden die Linien durch den Magneten durchlaufen, wenn sie gar nicht erst an den Seiten ein- und austreten würden, sondern nur an den Enden. Auch das ist in einem der Bücher zu finden, Abb. 1b. (Die Abbildungen Abb. 1b und 1f entstammen demselben Buch, sie stimmen aber nicht miteinander überein.) Den korrekten Verlauf der \mathbf{B} -Feldlinien zeigt Abb. 2b. Man beachte den scharfen Knick beim seitlichen Ein- bzw. Austritt der Feldlinien.

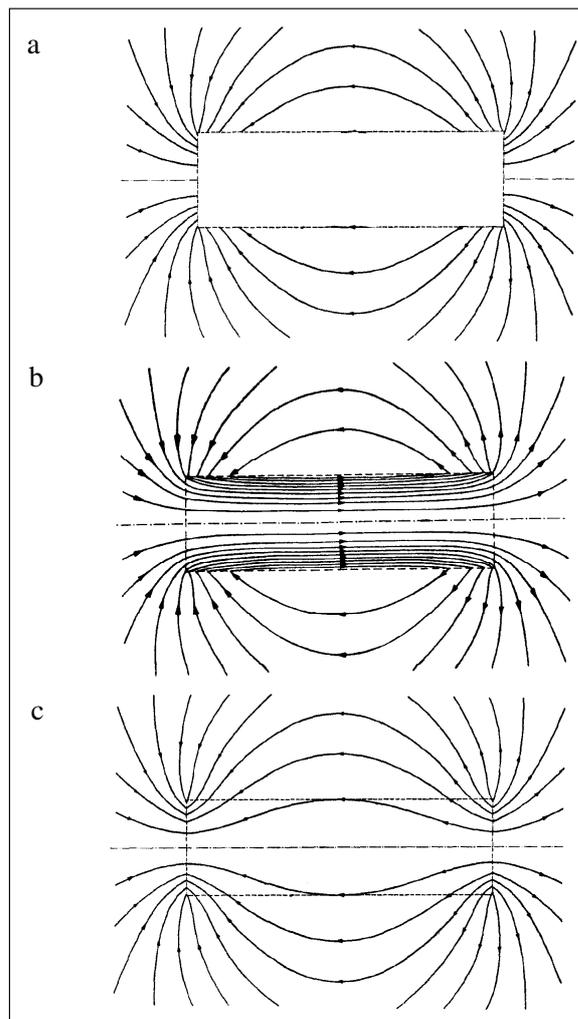


Abb. 2

Wer die Feldlinien nur an der Stirnfläche austreten lässt, mag wohl glauben, dass die \mathbf{B} -Feldlinien im Innern des Magneten mit den Magnetisierungslinien identisch sind, was nicht zutrifft. (Die Magnetisierungslinien bilden ein homogenes Feld.)

Wer die Feldlinien nur senkrecht aus dem Magneten austreten lässt, scheint zu meinen, hier gelte eine ähnliche Regel wie bei den elektrischen Feldlinien an der Oberfläche eines elektrischen Leiters.

Es ist interessant, dass in Hochschulbüchern, in denen das Thema behandelt wird, die Feldlinienbilder durchweg richtig sind. Es besteht also eine langjährige Koexistenz von Richtigem und Falschem. Dies deutet darauf hin, dass es eine Schulphysik gibt, die ein von der Universitätsphysik weitgehend unabhängiges Eigenleben führt. Es zeigt auch, dass neue Bücher durchaus nicht immer neu sind. Man findet gelegentlich einfach die alten Fehler in neuer Verpackung.

Entsorgung:

Man zeichne die Feldlinien richtig. Eine Hilfe: Man zeichne nicht die \mathbf{B} -, sondern die \mathbf{H} -Feldlinien, Abb. 2c. Die Magnetpole sind die Quellen der \mathbf{H} -Feldlinien /3/. Man kann sich die Stirnflächen auch elektrisch statt magnetisch geladen vorstellen. Das Problem, die elektrischen Feldlinien zu zeichnen, hat dann dieselbe Lösung wie das ursprüngliche magnetische Problem. Das Feldlinienbild ist das von zwei (recht weit voneinander entfernten) nichtleitenden, elektrisch geladenen Platten.

/1/ Herrmann, F.: Altlasten der Physik (38), *Magnetpole*

/2/ Sommerfeld, A.: Vorlesungen über Theoretische Physik, Band III, Elektrodynamik. – Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig 1964. – S. 78

/3/ Herrmann, F.: Magnetische Eigenschaften von Materialien im Unterricht. – In: Praxis der Naturwissenschaften 8 (1995). – S. 17

F. H.