

24 Kompensation magnetischer Ladungen

Thema

Untersuchungen zeigen, dass sowohl die Studierenden an der Universität, als auch die Schülerinnen und Schüler einfache Probleme der Magnetostatik nicht lösen können, und dass sie falsche Vorstellungen vom Verlauf der Feldlinien haben. Die entsprechenden Fehler findet man auch in Schulbüchern. Die Ursache ist, dass man versucht, das magnetische Feld ausschließlich mit der magnetischen Flussdichte \mathbf{B} zu beschreiben. Die Magnetostatik wird wesentlich übersichtlicher, wenn man stattdessen die Feldstärke \mathbf{H} verwendet. Während man bei der Aufgabe, die \mathbf{B} -Feldlinien zu zeichnen als einzige Orientierung die Regel hat, dass die Linien keinen Anfang und kein Ende haben, gibt es für den Verlauf der \mathbf{H} -Feldlinien zwei viel hilfreichere Regeln:

- Die \mathbf{H} -Linien beginnen und Enden an Magnetpolen (die einem bei der Aufgabenstellung gewöhnlich gegeben sind);
- das Innere von weichmagnetischen Materialien ist feldfrei (d.h. $\mathbf{H} = 0$).

Die Magnetostatik ist damit weitgehend analog zur Elektrostatik, mit der sowohl Schüler, als auch Studenten bekanntlich keine Schwierigkeiten haben. Man kann jedes Problem der Magnetostatik in **eine** elektrostatische übersetzen. Dabei entsprechen sich die Feldstärken \mathbf{H} und \mathbf{E} , die magnetische Ladung Q_m und die elektrische Ladung Q , das magnetische Skalarpotenzial und das elektrische Potenzial.

Das Gerät

Zwei gute, möglichst gleiche Hufeisenmagnete, deren Polflächen in ein und derselben Ebene liegen, sowie irgendein Gegenstand aus Weicheisen, z.B. ein Stück des zerlegbaren Transformators aus der Sammlung, oder eine Blechdose.

Der Versuch

Man hebt das Weicheisenstück mit Hilfe der beiden Magnete an, und zwar so, dass es an den Seiten der Magnete klebt, Abb. 1.

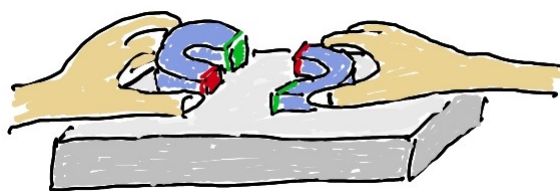


Abb. 1. Man schiebt die Magnete aufeinander zu bis sie sich berühren. Die magnetischen Ladungen kompensieren sich und das Weicheisenstück fällt herunter.

Man schiebt nun die beiden Magnete aufeinander zu. Sobald sich die Pole der beiden Magnete berühren, fällt das Weicheisenstück herunter.

Was man daraus lernen kann

Man kann einen Magneten beschreiben durch magnetische Polladungen. Diese sind Quellen des \mathbf{H} -Feldes, so wie die elektrischen Ladungen Quellen (oder Senken) des \mathbf{E} -Feldes sind. Die magnetischen Ladungen sitzen an der Oberfläche des Magneten, an den Polen. Den Zustand der magnetischen Materie beschreibt man durch die Magnetisierung \mathbf{M} . Die Magnetisierungslinien enden und beginnen an den Polen. In anderen Worten: die \mathbf{H} -Feld-Linien beginnen wo die \mathbf{M} -Feldlinien enden, und die die \mathbf{M} -Feldlinien beginnen wo die \mathbf{H} -Feldlinien enden. Wenn sich die entgegengesetzt geladenen Pole von zwei Magneten berühren, kompensieren sich die Polladungen. Die Magnetisierungslinien haben jetzt keine Quellen und Senken mehr; sie sind geschlossene Linien. Das \mathbf{H} -Feld ist verschwunden.