

6.1 Magnetfeld und Spule/Dauermagnetismus

6.1.1 Wirkung

— siehe Lösung des Arbeitsblattes —

6.1.2 Entstehung

- a) Jedes Elektron in einem Atom führt erstens eine Bewegung um den Atomkern (Bahnbewegung) und zweitens eine Drehbewegung um die eigene Achse (Spin) aus.
- b) Jede bewegte elektrische Ladung erzeugt ein Magnetfeld (das kann man aus der speziellen Relativitätstheorie belegen). So bewirken sowohl die Bahnbewegung als auch der Spin ein Magnetfeld.
- c) Die Magnetfelder der Bahnbewegungen der Elektronen eines Atoms heben sich gegenseitig weitgehend auf; die Magnetfelder des Spins der Elektronen heben sich bei fast allen Stoffen ebenfalls auf.
- d) **Bei ferromagnetischen Stoffen** heben sich die Magnetfelder des Spins jedoch nicht auf, sondern sie ergeben ein Gesamtfeld. Im Modell kann man daher jedes Atom eines ferromagnetischen Stoffes als einen Magnetpartikel darstellen.
- e) Viele Stoffe — unter anderem alle Metalle — haben einen kristallinen Aufbau; ihre Atome befinden sich in einer festen geometrischen Struktur, dem Raumgitter.
- f) Ein Stück eines Metalls besteht nun aus vielen Einzelstücken mit dieser Struktur (polykristalliner Aufbau). Jedes dieser Stücke ist für sich regelmäßig, zwischen zwei Stücken wechselt jedoch die Richtung und Position der Gitter.
- g) **Im Raumgitter eines ferromagnetischen Stoffes** können die Drehachsen der Elektronen nur sechs bestimmte Richtungen, sogenannte Vorzugsrichtungen, einnehmen, die parallel zu den Achsen des Raumgitters verlaufen.
- h) Dadurch bilden sich in ferromagnetischen Stoffen Weiss'sche Bezirke aus; innerhalb eines solchen Weiss'schen Bezirks sind nun die Drehachsen (Spinachsen) aller Elektronen zueinander parallel, somit wirken ihre Magnetfelder in dieselbe Richtung.
- i) Ein Kristall eines ferromagnetischen Stoffes besitzt also einen oder mehrere Weiss'sche Bezirke.
- j) Ein Stück dieses Stoffes wiederum besitzt nun im unmagnetisierten Zustand zwar viele Kristallstücke und damit viele Weiss'sche Bezirke, da die einzelnen Kristallstücke aber viele verschiedene Ausrichtungen haben, heben sie sich gegenseitig auf.
- k) Legt man **ein äußeres Magnetfeld** an ein solches Stück Eisen, dann drehen sich mit zunehmender Stärke des Feldes immer mehr Magnetpartikel in *die* eine von ihren jeweiligen Vorzugsrichtungen, die dem äußeren Feld am ehesten entspricht (magnetische Influenz).
- l) Bei weiterer Erhöhung der Stärke des äußeren Magnetfeldes werden die Magnetpartikel aus ihren Vorzugsrichtungen zunehmend in die Richtung der Feldlinien gezwängt. Danach findet keine Veränderung mehr statt (Sättigung).
- m) Nach Abschalten des äußeren Feldes bleiben viele Magnetpartikel in der Vorzugsrichtung, die dem ehemaligen äußeren Feld am nächsten kommt. Das Eisenstück bleibt damit magnetisch (Restmagnetismus, genannt Remanenz).
- n) Die Remanenz kann beseitigt werden durch mechanische Erschütterung, Erwärmung oberhalb einer bestimmten Temperatur sowie durch ein sich änderndes und dabei gleichzeitig abnehmendes Magnetfeld.