

Die „phänomenale Schatzkiste“ – Experimente zum Magnetismus

„Eisen, Kobalt und Nickel hat der Magnet am Wickel“ – Magnetismus ist uns vor allem durch die Anziehung und Abstoßung von Magneten bekannt. Er kann aber auch zur Orientierung, zum Speichern von Informationen und zur Umwandlung von Energie verwendet werden, wie dies z.B. in Motoren, Generatoren und Transformatoren passiert.

Die Magnetwaage – Messbare Abstoßung

Die Physik – Magneten ziehen bestimmte Materialien an, haben aber auch untereinander eine Wirkung aufeinander. Bringt man zwei Stabmagneten zusammen, so stellt man fest, dass sich unterschiedlichen Pole anziehen, während es kaum gelingt, gleiche Pole nahe aneinander zu bringen. Die magnetischen Eigenschaften eines Objektes können auch mit *Feldern* beschrieben werden, mit Eisenpulver oder einer Kompassnadel kann man sie sichtbar machen (s. Abb. 1b)). Diese zeigt dann immer vom Nordpol zum Südpol.

Der Aufbau – Die Abstoßung der Magneten wird bei diesem Experiment genutzt, um eine Waage zu konstruieren. Dazu wird ein Magnet mit einer nicht-magnetisierbaren Messingstange unter einer Tragplatte befestigt (s. Abb. 2). Direkt darunter befindet sich ein weiterer Magnet, der so liegt, dass gleiche Pole gegenüberliegen. Durch die Abstoßung der Magneten „schwebt“ die Platte ein paar Millimeter über der anderen. Damit sie dabei nicht verrutscht ist sie mit einem Messingrohr geführt. Legt man nun ein Objekt auf die Metallplatte, so sinkt sie etwas ab. Hat es das richtige Gewicht, so ragt ein Metallstift, der ebenfalls unter der Tragplatte befestigt ist, in den Auslösbereich einer Lichtschranke (LS1 im Schaltplan). Diese registriert die Änderung in der Helligkeit, wodurch sich die Spannung an D+ verändert. Die Widerstände R2, R3 und R5 sind so gewählt, dass der Transistor normalerweise durchgeschaltet ist d.h. der Signalausgang ist mit den +12 V verbunden, die verwendet werden, um das Schloss freizuschalten. Ändert sich nun die Spannung an D+, so wird der Transistor gesperrt. Das Schloss kann also nur freigeschaltet werden, wenn das Objekt auf der Waagschale leicht genug ist, sodass die Lichtschranke nicht unterbrochen wird.

Lichtschranke:

Lichtschranken bestehen aus einer Lichtquelle und einem Lichtempfänger. Wird der Lichtweg unterbrochen, ändert sich der Strom im Empfänger.



Legt man nun ein Objekt auf die Metallplatte, so sinkt sie etwas ab. Hat es das richtige Gewicht, so ragt ein Metallstift, der ebenfalls unter der Tragplatte befestigt ist, in den Auslösbereich einer Lichtschranke (LS1 im Schaltplan). Diese registriert die Änderung in der Helligkeit, wodurch sich die Spannung an D+ verändert. Die Widerstände R2, R3 und R5 sind so gewählt, dass der Transistor normalerweise durchgeschaltet ist d.h. der Signalausgang ist mit den +12 V verbunden, die verwendet werden, um das Schloss freizuschalten. Ändert sich nun die Spannung an D+, so wird der Transistor gesperrt. Das Schloss kann also nur freigeschaltet werden, wenn das Objekt auf der Waagschale leicht genug ist, sodass die Lichtschranke nicht unterbrochen wird.

Das Gewicht des Objekts auf der Waagschale verändert die Position der Tragplatte, was die Lichtschranke auslöst. Die Auswertungs-elektronik (Transistor) registriert dies und sendet ein Signal aus.

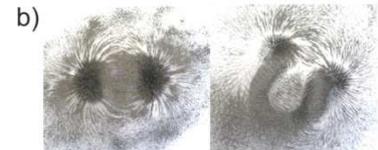
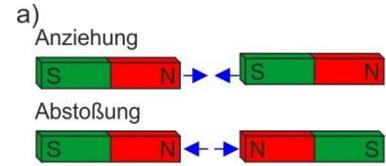


Abb. 1: a) Anziehung und Abstoßung von Magneten und b)

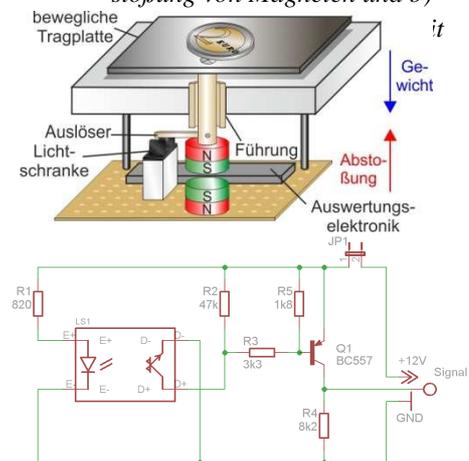
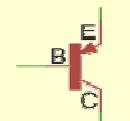


Abb. 2: Schnitt durch die Magnetwaage und Schaltplan der Auswertungs-elektronik

Transistor als Schalter:

Nur wenn zwischen der Basis (B) und dem Emittter (E) ein Strom fließt, fließt auch zwischen Emittter und Collector (C) ein Strom, der dann sogar verstärkt ist.



Der Reedkontakt – Schalten mit Magneten

Die Physik - In allen Stoffen lassen sich Bereiche finden, die sich wie kleine Magnete verhalten. In den meisten Fällen sind diese sog. *Elementarmagnete* so angeordnet, dass sich die magnetische Wirkung gerade aufhebt und das Objekt nicht auf äußere Magnetfelder reagiert. In einigen Elementen, z.B. den anfangs erwähnten Metallen, können sich die Elementarmagnete aber auch so ausrichten, dass sich der ganze Gegenstand wie ein Magnet verhält. Dieses Phänomen wird *Ferromagnetismus* genannt und bei sog. *Reed-Schaltern* ausgenutzt. Sie bestehen, wie in Abb. 3 zu

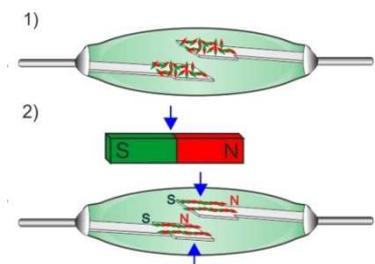
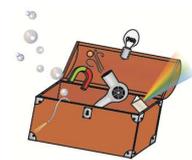


Abb. 3: Funktionsweise eines Reed-Schalters: 1) offen und 2) schließend



sehen ist, aus einem Glasgehäuse mit zwei Metallzungen (engl. *reed*), die sich in der Mitte leicht überlappen. Bringt man einen Magneten wie gezeigt in die Nähe, so richten sich die Elementmagneten in den Zungen aus, sodass sie sich anziehen. Der Kontakt wird geschlossen. Entfernt man den Magneten wieder, so lässt die Magnetisierung nach und die beiden Kontakte bewegen sich wieder zurück.

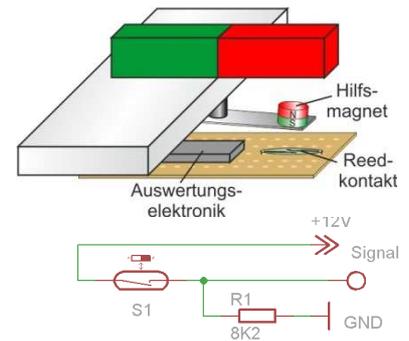


Abb. 4: Schnitt durch den Aufbau und Schaltplan der Auswertungs-elektronik

Der Aufbau – Dieses Experiment nutzt die Anziehung und Abstoßung von Magneten gleich doppelt aus. Unter der Tragplatte ist ein Neodymmagnet federnd befestigt (s. Abb. 4). Dieser wird nach unten abgestoßen und löst den Reedschalter aus, wenn man einen weiteren Magneten auf die Platte legt. Er muss dafür stark genug sein und außerdem richtig herum liegen, andernfalls wird der Hilfsmagnet angezogen und es passiert nichts.

Der Transformator – Spannung wird „weitergereicht“

Die Physik – Magnetische Feldern können nicht nur verwendet werden, um Bewegungen zu erzwingen, sondern auch um Strom zu erzeugen. Bewegt man einen Magneten im Inneren einer Drahtspule schnell genug hin und her so wird zwischen den beiden Drahtenden eine (Wechsel)Spannung messbar (s. Abb. 5). Dies wird *Induktion* genannt. Auch der umgekehrte Weg ist möglich: Legt man an die Enden einer Spule eine Spannung an, so entsteht im Inneren ein Magnetfeld, dass sich ändert, wenn sich die Spannung verändert. So kann man mit isoliertem Draht und einem Nagel einen Elektromagneten konstruieren.

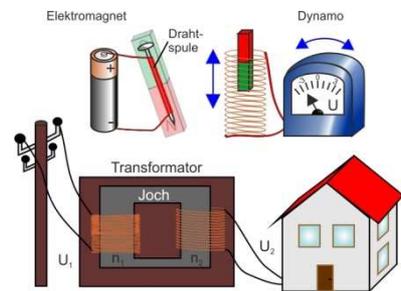


Abb. 5: Energiewandler, die Magnetismus ausnutzen

Für Fortgeschrittene:
Für einen Transformator gelten die beiden Gesetze

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} \text{ und } n_1 I_1 = n_2 I_2$$

Dabei sind n_1 und n_2 die Windungszahlen der Spulen.

Diese beiden Effekten werden in einem *Transformator* ausgenutzt: Eine Wechselspannung induziert in der ersten Spule ein sich veränderndes Magnetfeld, dass sich durch das sog. *Joch* in das Innere

der zweiten Spule fortsetzt. Dort induziert es dann wieder eine Wechselspannung.

Der Aufbau – Die Auswertungs-elektronik (s. Abb. 7) produziert eine Wechselspannung, sodass in der Topfspule ein sich änderndes Magnetfeld entsteht, das auf ein Stahljoch übertragen wird. Nur wenn man einen ferromagnetischen Probekörper auf der Tragplatte platziert (s. Abb. 6), gelangt ein hinreichend großer Teil des Magnetfeldes zu der Zylinderspule und induziert dort wieder eine Spannung, die von der Auswertungs-elektronik verstärkt (IC3C) und in eine Gleichspannung umgewandelt (C2 und R6) wird. Wenn man das richtige Objekt gewählt hat, liegt diese dann in der Nähe eines mit R9

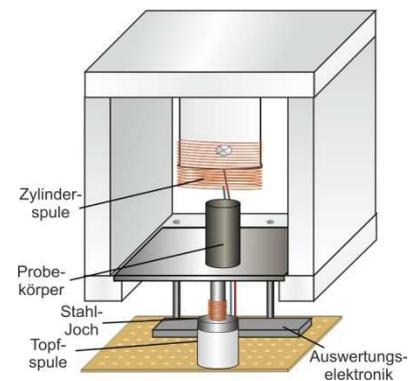


Abb. 6: Schnitt durch den Aufbau

einstellbaren Vergleichswertes und das Schloss wird genau wie oben freigeschaltet.

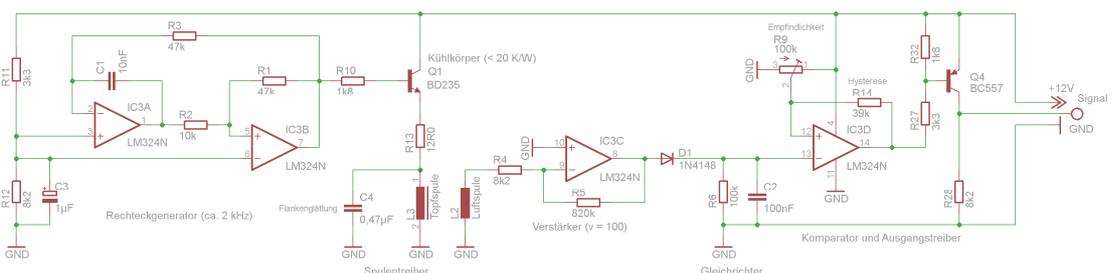


Abb. 7: Auswertungs-elektronik zum Transformator-Schloss

Weitere Informationen zu „Jugend forscht“, der Schule und den Aktivitäten der AG unter: