

Statische Magnetfelder

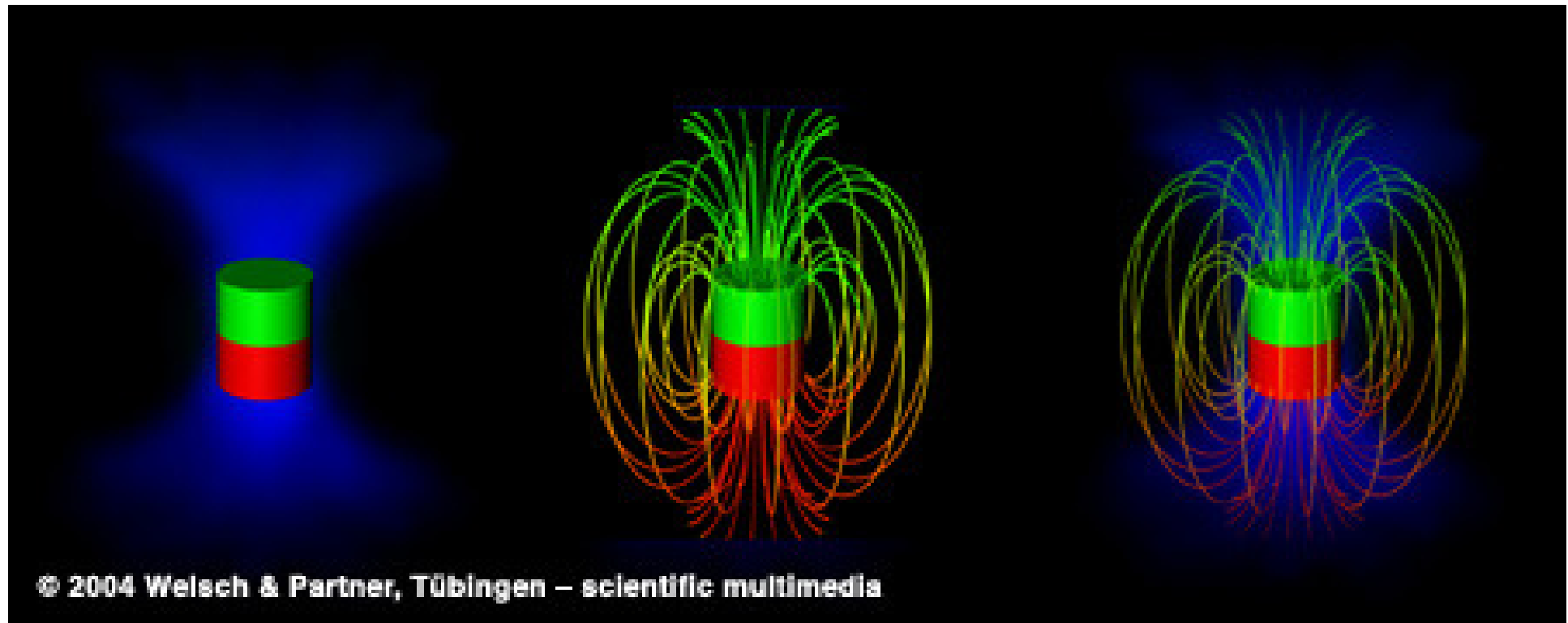


Abb.1 Magnetfeld

Inhaltsverzeichnis

1. Was sind statische Magnetfelder ?
2. Magnetfeld Erde und Sonne
3. Wie Magnetfelder entstehen
4. Magnetische Kraftwirkung
5. Magnetfeld eines Permanentmagnets
6. Magnetfeld eines Elektromagnets (Spule)
7. Anwendungen
8. Quellenangabe

Was sind statische Magnetfelder ?

Magnetfelder sind Feldlinien die magnetische Kräfte beschreiben können.

Die magnetische Kraft ist die dritt größte Grundkraft.

Die magnetische Kraft ist eine Lorenzkraft die aus der elektromagnetischen Wechselwirkung resultiert.

Sie ist ca. $8,8 \cdot 10^{10}$ mal stärker als die Gravitationskraft.

Magnetfelder sind nicht sichtbar, können aber an Modellen anschaulich gemacht werden:

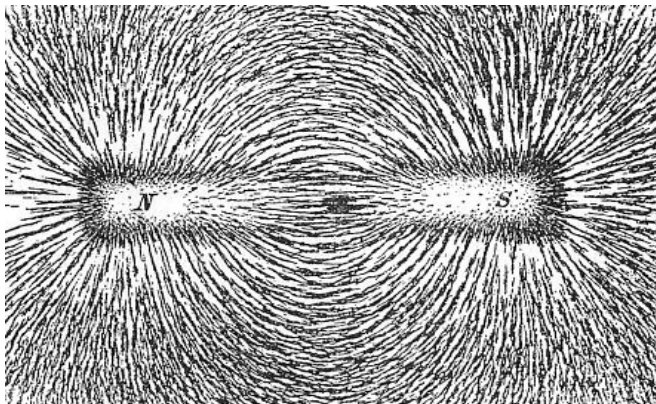


Abb.2 Magnetfeld Stabmagnet

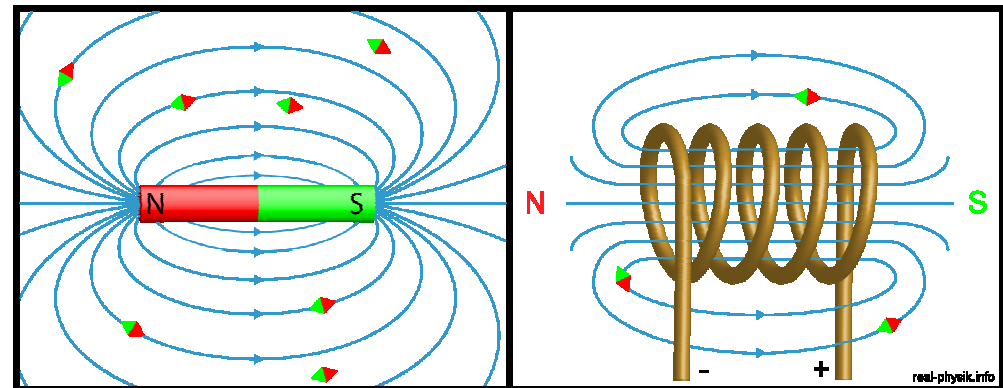


Abb.3 Magnetfeld Stabmagnet & Spule

Magnetfeld Erde und Sonne

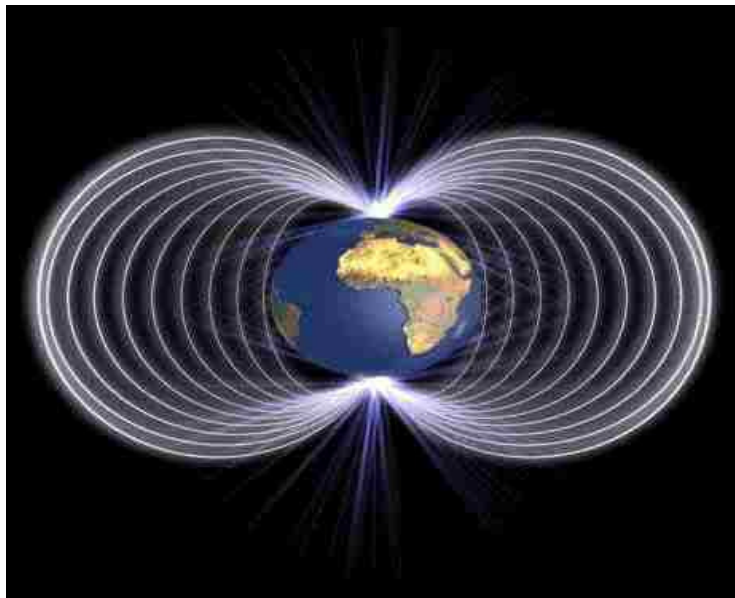


Abb.4 Magnetfeld Erde ca. $3,1 \cdot 10^{-5}$ T

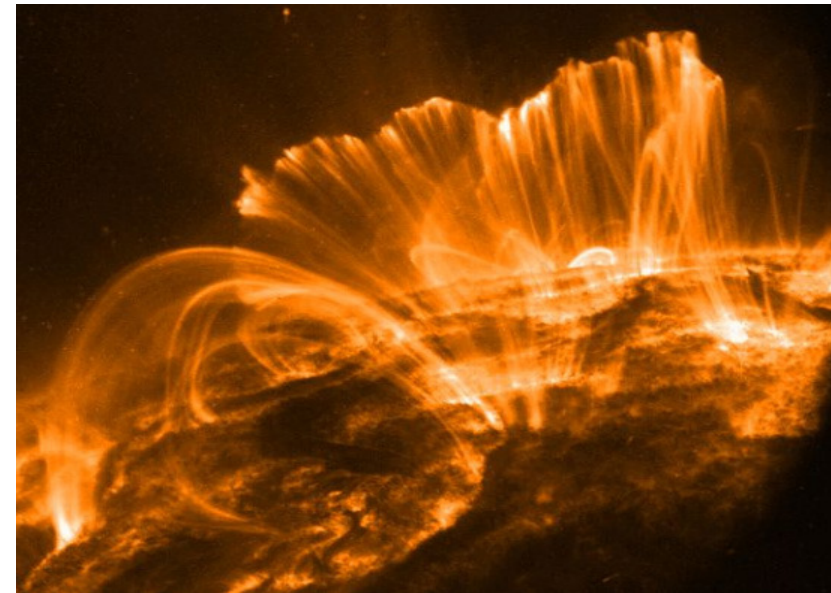


Abb.5 Magnetfeld Sonne

Magnetische Flussdichte \vec{B}

Die magnetische Flussdichte \vec{B} ist ein Vektor der die Dichte (Stärke) des Magnetfeldes beschreibt.

Die Einheit ist: Vs/m² bzw. T (Tesla)

Sie ist nach dem Physiker:

Nikola Tesla benannt.

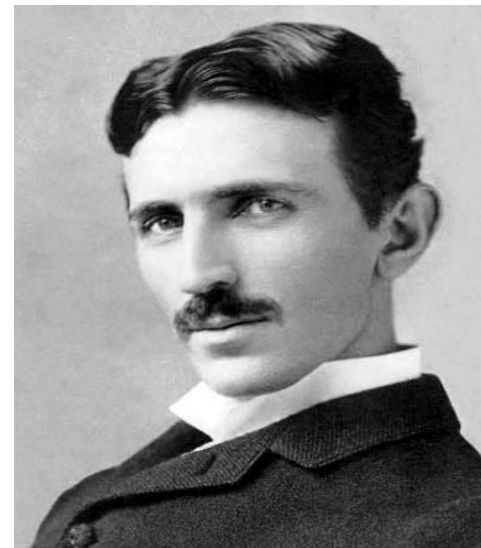
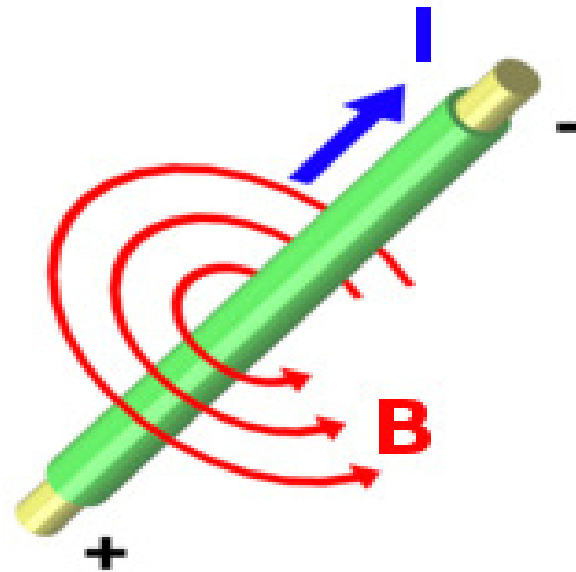


Abb.6 Nikola Tesla um 1890

Wie entstehen Magnetfelder?

Es gibt nur eine Möglichkeit Magnetfelder zu erzeugen!

Bewegte Ladungen erzeugen ein Magnetfeld!



$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \pi \rho} \vec{e}_\varphi$$

Die magnetische Flussdichte ist ein Wirbelfeld!

Es gilt daher immer:

$$\operatorname{div} \vec{B} \equiv 0$$

Abb.7 Magnetfeld Leiter

Wie entstehen Magnetfelder?

Es gibt nur eine Möglichkeit Magnetfelder zu erzeugen!

Bewegte Ladungen erzeugen ein Magnetfeld!

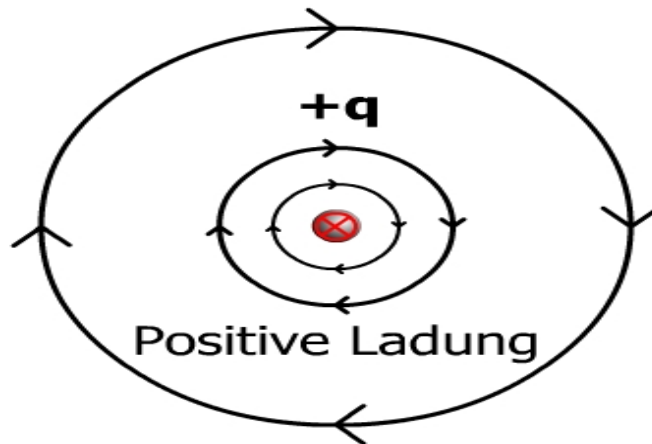


Abb.8 Magnetfeld Punktladung

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 \cdot q}{4\pi} \times \frac{\vec{v} \times \vec{r}}{r^2}$$

Die magnetische Flussdichte ist ein Wirbelfeld!

Es gilt daher immer:

$$\operatorname{div} \vec{B} \equiv 0$$

Magnetische Kraftwirkung

Die magnetische Kraft ist eine Lorentzkraft die aus der elektromagnetischen Wechselwirkung resultiert.

$$\vec{F}_L = q \vec{v} \times \vec{B}.$$

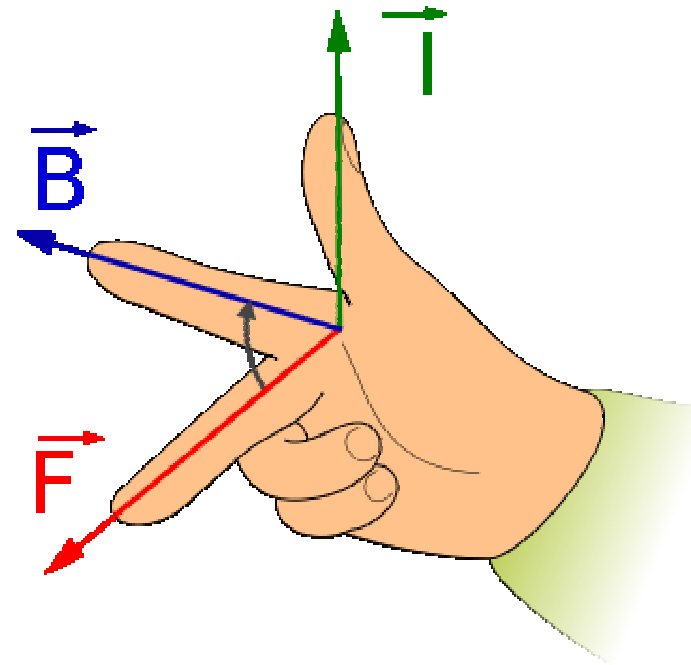


Abb.9 rechte Hand regel

Magnetfeld eines Permanentmagnets

Bewegte Ladungen erzeugen ein Magnetfeld!



Bewegte Ladung

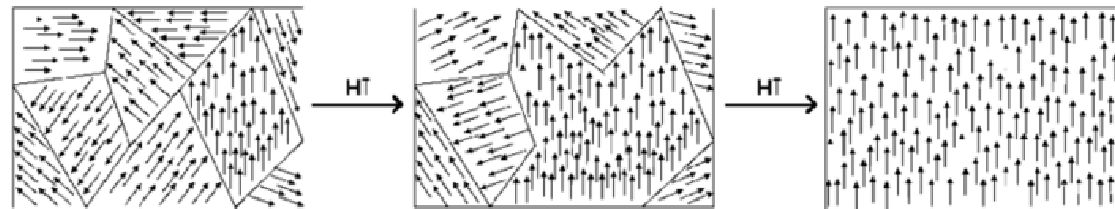
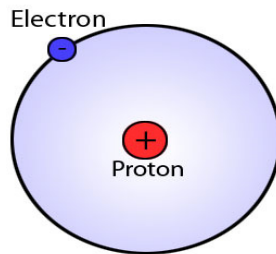


Abb.10 Permanentmagnet

Magnetfeld von Elementarteilchen als Folge ihres Spins

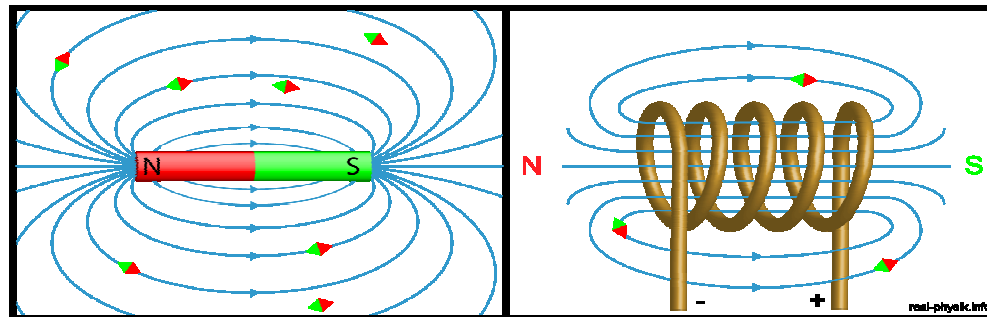


Abb.3 Magnetfeld Stabmagnet & Spule

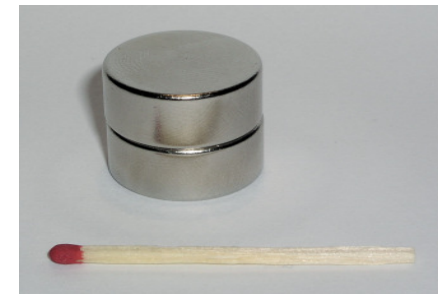


Abb.11 Neodym Magnet 1,6T

Magnetfeld eines Elektromagnets (Spule)

Ein Elektromagnet besteht im wesentlichen aus einem Strom-durchflossenen Leiter, mit oder ohne Eisenkern.

Dabei gilt:

$$B = \mu_0 \cdot \mu_r \cdot I \cdot \frac{n}{l}$$

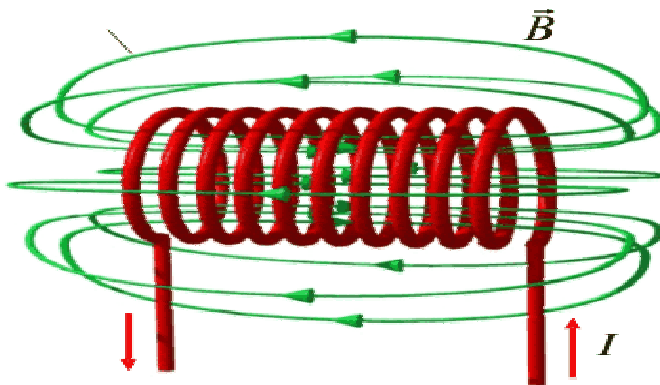


Abb.12 Spule

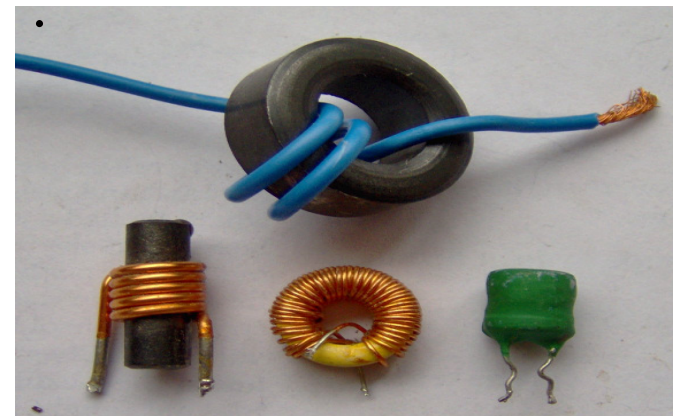


Abb.13 Spule

Anwendungen

Datenspeicher

Die Daten auf Festplatten werden durch Magnetfelder gespeichert.

(0,15 bis 0,3T)



Abb.14 Festplatte

Anwendungen

Antriebe und Generatoren

(max: 1,6T)

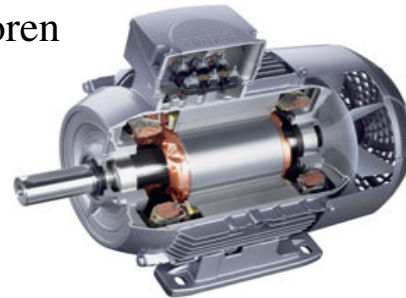


Abb.15 E-Motor



Abb.16 2014 Tesla Model S



Abb.17 ICE



Abb.18 Windkraftanlage

Anwendungen

Lautsprecher
(0,5T bis 1,6T)



Abb.19 Lautsprecher

Anwendungen

- Kernspinresonanzspektroskopie
- Magnetresonanztomographie MRT

Supraleitende Werkstoffe

(0,35T bis 7T)

23,5 T derzeit stärkster supraleitender Magnet ist der NMR-Spektroskopie
(1000 MHz-Spektrometer)



Abb.20 MRT-Gerät (Philips Achieva 3.0 T)



Abb. 21 Der Magnet eines 300-MHz-NMR-Spektrometers

Anwendungen

Forschung

LHC Large Hadron Collider

Supraleitende Werkstoffe (bis ca 8,6T)

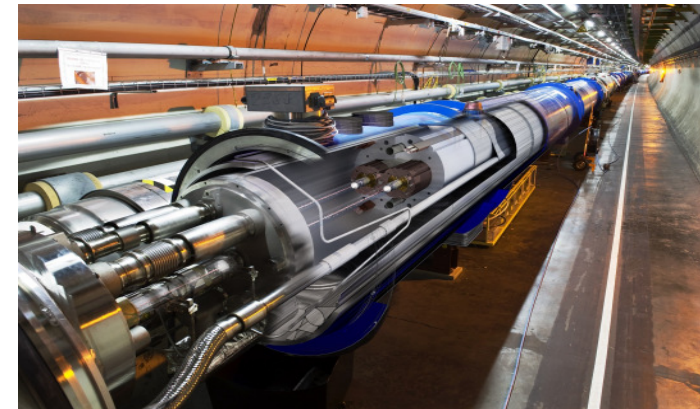


Abb.22 LHC



Abb.23 LHC

Anwendungen

Berührungsloses Schalten mit Reedschalter

Ferromagnetischen Schaltzungen bewegen sich bei einem von außen einwirkenden schwachen magnetischen Feld zueinander und lösen den Schaltvorgang aus.

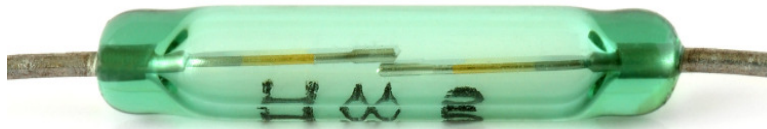


Abb.24 Reedschalter

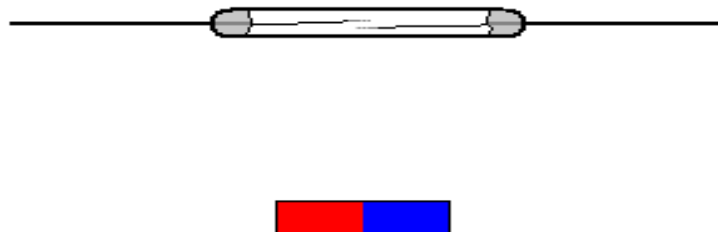


Abb.25 Funktionsweise

Quellenangabe

- Abb. 1: <http://www.scientific-multimedia.com>
 Abb. 2: <http://www.werken-technik.de/Magnetismus.htm>
 Abb. 3: http://real-physik.info/fileadmin/user_upload/media/media_9/stabmagnet_spule.png
 Abb. 4: <http://www.heilpraktikerin-niessl-neumaier.de/images/magnetfeld.jpg>
 Abb. 5: <http://kosmosimwandel.at/magnetfeld-sonne-erde.html>
 Abb. 6: http://de.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla
 Abb. 7: <https://de.wikipedia.org/wiki/Magnetismus>
 Abb. 8: <http://www.physik.fh-aachen.de>
 Abb. 9: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rechte-Hand-Regel.svg>
 Abb.10: <https://www.univie.ac.at/physikwiki/index.php/LV002:LV-Uebersicht/Videos/Ferromagnetismus>
 Abb.11: <http://de.wikipedia.org/wiki/Neodym-Eisen-Bor>
 Abb.12: http://www.elsenbruch.info/ph10_magnetfelder.htm
 Abb.13: http://de.wikipedia.org/wiki/Spule_%28Elektrotechnik%29
 Abb.14: <http://de.wikipedia.org/wiki/Festplattenlaufwerk>
 Abb.15: <http://www.braeunle.de/de/img/motor2.jpg>
 Abb.16: http://www.greencarreports.com/news/1090601_has-u-s-demand-for-the-tesla-model-s-electric-car-stabilized
 Abb.17: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a8/ICE_3_Oberhaider-Wald-Tunnel.jpg
 Abb.18: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/96/Windrad_SWM.jpg
 Abb.19: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b0/Konuslautsprecher.jpg>
 Abb.20: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Modern_3T_MRI.JPG
 Abb.21: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/ee/NMR-Spectrometer.JPG>
 Abb.22: http://www.weltmaschine.de/sites/site_weltmaschine/content/e5/e105102/e105104/2010-12-16_0911188_01-A4-at-144-dpi.jpg
 Abb.23: <http://scienceblogs.com/startswithabang/files/2011/05/lhc-sim.jpeg>
 Abb.24: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/bd/Reed_switch_%28aka%29.jpg
 Abb.25: <http://de.wikipedia.org/wiki/Reedschalter>