

I. Felder

1. Das magnetische Feld

1.1 Magnetismus

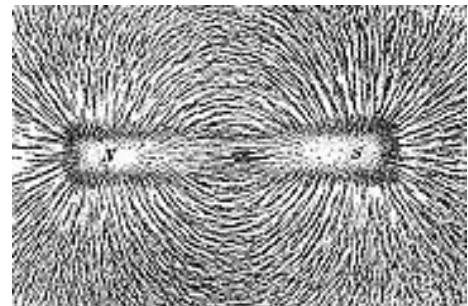
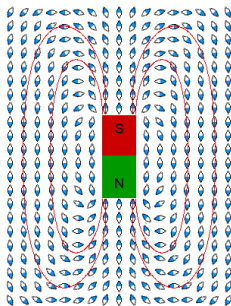
- Ein Körper, der andere Körper aus Eisen, Kobalt und Nickel (*ferromagnetische Stoffe*) anzieht, heißt Magnet.
- Die zwei Stellen, von denen die stärkste Anziehungskraft ausgeht, heißen die Pole des Magneten und heißen *Nord-* und *Südpol*.
- Gleichartige Pole stoßen sich ab, ungleichartige Pole ziehen sich an.
- Ferromagnetische Stoffe lassen sich magnetisieren.

Ein Raumgebiet, in dem auf *Magnete* oder *ferromagnetische Stoffe* Kräfte wirken, heißt *magnetisches Feld*.

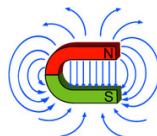
Die Richtung, in die sich der Nordpol einer frei drehbaren Magnetnadel (*Probemagnet*) in einem Punkt einstellt, nennt man die Richtung des Magnetfeldes in diesem Punkt.

Die Linien, deren Tangenten in Richtung des Magnetfeldes laufen, heißt *magnetische Feldlinien*.

a) Das Magnetfeld eines Stabmagneten



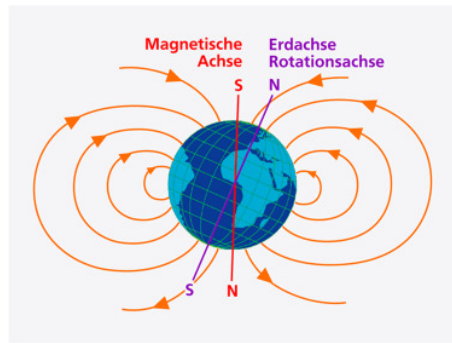
b) Das Magnetfeld eines Hufeisenmagneten



Die Dichte der Feldlinien ist ein Maß für die Stärke der Kraftwirkung und damit für die Stärke des Magnetfeldes.

Das Magnetfeld zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten ist in jedem Punkt gleich stark und heißt homogen.

Erdmagnetfeld



Das Magnetfeld der Erde gleicht dem eines Stabmagneten. Der magnetische Südpol der Erde liegt in der Nähe des geographischen Nordpols und der magnetische Nordpol liegt in der Nähe des geographischen Südpols.

Eine freie bewegliche Magnetnadel stellt sich unter der Wirkung des magnetischen Erdfeldes in Richtung der Feldlinien ein.

Diese Richtung weicht sowohl von der Horizontalen, als auch von der Nord-Süd-Richtung ab.

Unter Deklination (Missweisung) versteht man die Abweichung einer Magnetnadel von der geographischen Nord-Süd-Richtung, unter Inklination ihre Abweichung von der Horizontalen.

Die magnetischen Pole der Erde verändern ihre Lage langsam.

1.2 Das Magnetfeld eines stromdurchflossenen Leiters

Christian Oersted (1777 -1851) dänischer Physiker und Chemiker :



Ein gerader, stromdurchflossener Leiter erzeugt ein Magnetfeld, dessen Feldlinien konzentrische Kreise senkrecht zum Leiter sind.

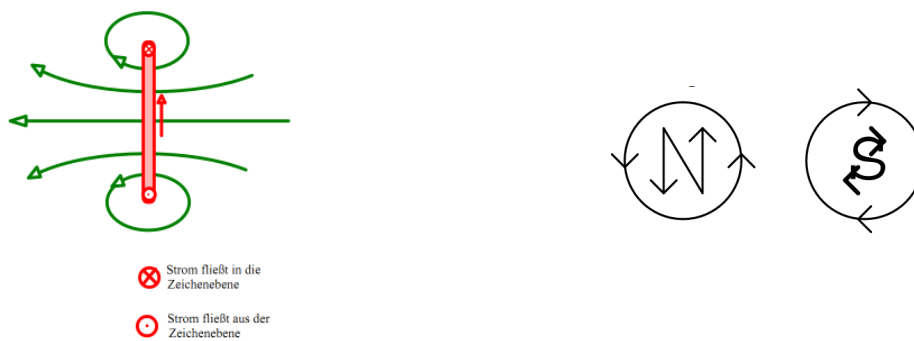
Die Stärke des Magnetfeldes nimmt mit wachsender Entfernung vom Leiter ab.

Es gilt die **Rechte-Hand-Regel** :

Zeigt der Daumen in die technische Stromrichtung (vom Pluspol zum Minuspol gerichtet), dann greifen die Finger in Feldlinienrichtung um den Leiter.

Anwendung :

a) Das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule gleicht im Außenraum dem eines Stabmagneten. Im Innenraum ist das Feld nahezu homogen → **Elektromagnet**.



b) Das Magnetfeld der Erde wird wahrscheinlich von elektrischen Strömen im flüssigen Erdkern erzeugt.

2. Das elektrische Feld

Ein Raumgebiet, in dem auf elektrisch geladene Körper Kräfte wirken, heißt **elektrisches Feld**.

Die Richtung des elektrischen Feldes in einem Punkt ist gleich der Richtung der Kraft, die auf eine positive Ladung (**Probeladung**) in diesem Punkt wirken würde.

Elektrische Felder werden von Ladungen bzw. geladenen Körpern erzeugt.

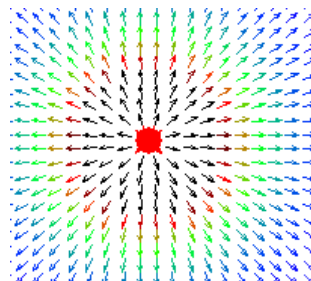
Man veranschaulicht elektrische Felder ebenfalls durch Feldlinien. Die Tangenten an die Feldlinien zeigen in Richtung des elektrischen Feldes.

Die Dichte der Feldlinien ist dabei ein Maß für die Stärke des elektrischen Feldes. Dabei ist ein elektrisches Feld stärker als ein anderes, wenn die Kraftwirkung auf die gleiche Ladung größer ist.

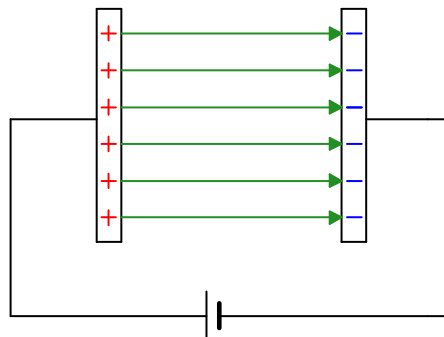
Die Feldlinien entspringen den positiven Ladungen - **Quellen des elektrischen Feldes** - und enden an den negativen Ladungen - **Senken des elektrischen Feldes**.

Frei bewegliche Ladungen werden in elektrischen Feldern beschleunigt.

a) Das elektrische Feld einer geladenen Kugel bzw. einer punktförmigen Ladung.

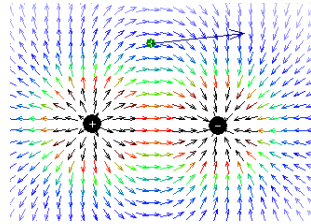


b) Das elektrische Feld eines **Plattenkondensators**



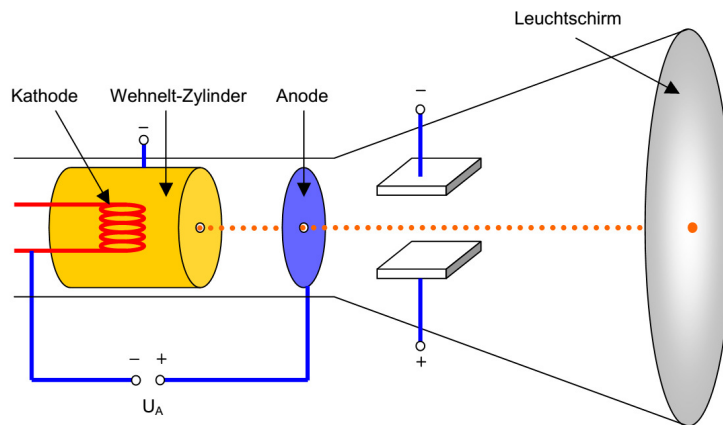
Zwei gleich große, sich parallel gegenüberstehende Metallplatten bilden einen Plattenkondensator. Werden die Platten unterschiedlich aufgeladen, erhält man im Innern ein Feld, das überall gleich stark ist. Man nennt ein solches Feld **homogen**.

c) Elektrisches Feld zweier entgegengesetzt geladener Kugeln



Anwendung : **Die Braunsche Röhre - Oszilloskop**

Die Braun'sche Röhre wurde 1897 von Karl Ferdinand Braun in Karlsruhe erfunden. Mit ihr lässt sich die Ablenkung eines Elektronenstrahls durch ein elektrisches Feld sichtbar machen.

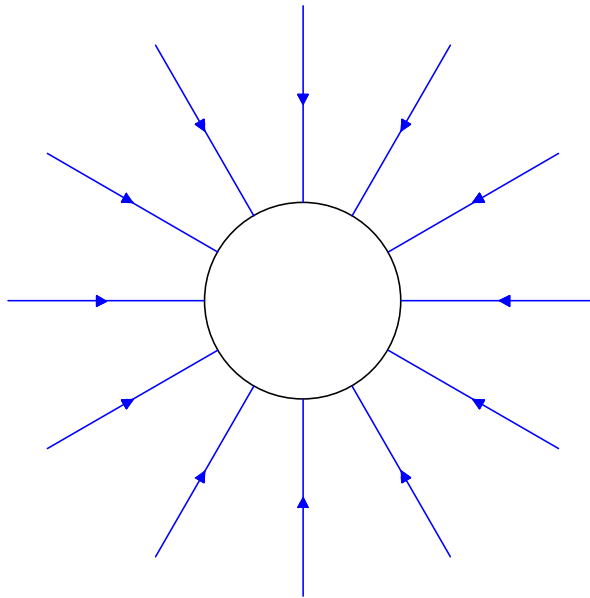


Funktionsprinzip

- Aus einer zum Glühen gebrachten Kathode treten durch den glühelektrischen Effekt Elektronen aus. Ein sogenannter Wehnelt-Zylinder rund um die Kathode, der mit dem Minuspol einer Spannungsquelle verbunden ist, stößt die Elektronen ab und bündelt sie.
 - Ein starkes elektrisches Feld zwischen Kathode und Anode beschleunigt die Elektronen, die dann durch ein Loch in der Anode das elektrische Feld verlassen.
 - Durch elektrische Felder von Kondensatorplatten lassen sich die Elektronen horizontal bzw. vertikal ablenken,
 - Die Elektronen fliegen bis zum Schirm und regen den Leuchtstoff am Auftreffpunkt zum Leuchten an.
 - Die Anordnung befindet sich in einer Vakuumröhre, um zu verhindern, dass die Elektronen mit den Gasmolekülen der Luft zusammenstoßen, was den Strahl abschwächen würde.
-

4. Das Gravitationsfeld

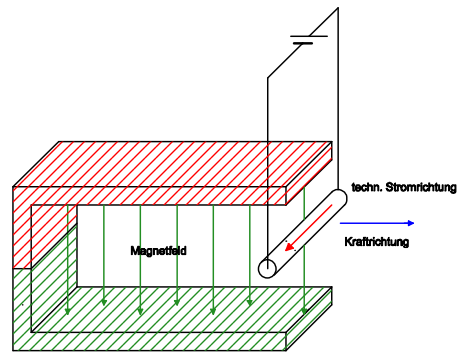
Massen erzeugen Gravitationsfelder, d.h. sie üben auf andere Massen anziehende Kräfte aus.



Die Kraft, die ein kugelförmiger Himmelskörper auf Probemassen ausübt, ist zu seinem Mittelpunkt gerichtet. Es ergibt sich ein *radialsymmetrisches Feld*, dessen Feldlinien sich zum Himmelskörper hin verdichten. Das Feld wird stärker.

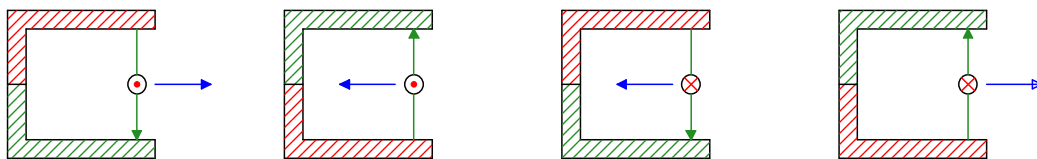
Die *Fallbeschleunigung g* ist die *Gravitationsfeldstärke*.

5. Die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter im Magnetfeld



Steht ein stromdurchflossener Leiter senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfeldes, dann wirkt auf den Leiter eine Kraft, die senkrecht zum Leiter und senkrecht zu den Magnetfeldlinien verläuft.

Technische Stromrichtung, Magnetfeld und Krafrichtung bilden in dieser Reihenfolge ein **Rechtssystem**, d.h. es gilt die Drei-Finger-Regel der rechten Hand.



Bemerkung:

Es wirkt auch eine, allerdings kleinere Kraft auf den Leiter, wenn der Strom nicht senkrecht zu den Feldlinien verläuft. Nur wenn der Strom in oder entgegen der Feldrichtung des Magnetfeldes fließt, wirkt keine Kraft.

Anwendung:

a) **Elektromotor**

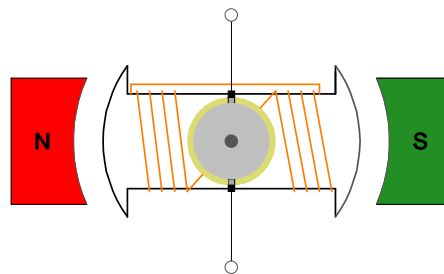


Auf eine stromführende Leiterschleife wirkt in einem Magnetfeld ein Drehmoment, hervorgerufen durch die Kräfte, die auf die beiden Leiterstücke wirken, die senkrecht zum Magnetfeld verlaufen.

Dieses Drehmoment ist am größten, wenn die Leiterschleife in einer Feldlinienebene liegt, es verschwindet, wenn die Leiterschleife senkrecht zu den Feldlinien liegt (*toter Punkt*).

Die nach einer Halbdrehung erforderliche Umpolung - nach dem Erreichen des toten Punkts- erreicht man durch Zuführung des Stroms über Kohlebürsten, die auf einem geschlitzten Eisenring (*Kommutator*) gleiten.

Technische Ausführung:



1. Die Kraftwirkung wird durch eine höhere Zahl von Leiterschleifen erhöht.
2. Ein *Doppel-T-Anker* dient dazu, mit seiner Trägheit den toten Punkt zu überwinden.
3. Wicklungen in verschiedenen Ebenen verbessern den Gleichlauf des Motors.
4. Die Feldmagnete werden durch Elektromagnete ersetzt. Man unterscheidet :

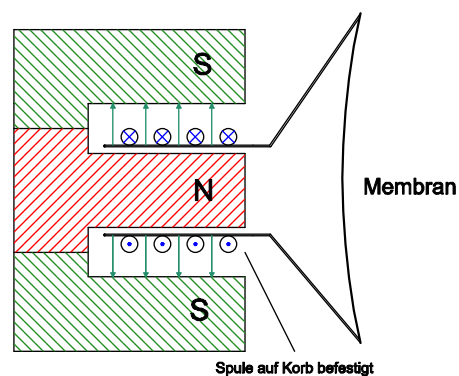
a) *Hauptschlussmotor*:

Die Feldmagnete und die Motorwicklung sind in Reihe geschaltet.

b) *Nebenschlussmotor*:

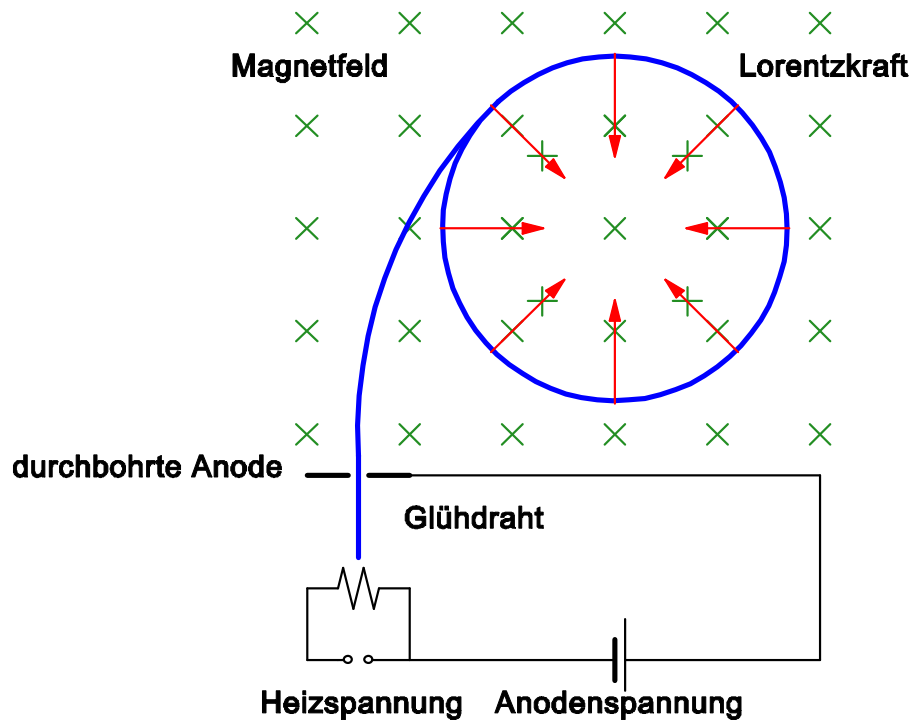
Die Feldmagnete und die Motorwicklung sind parallel geschaltet.

b) *Elektrodynamischer Lautsprecher*



6. Die Lorentzkraft

V Elektronen bewegen sich in einem Fadenstrahlrohr senkrecht zu den Linien eines homogenen Magnetfelds.



Beobachtung:

Die Elektronen bewegen sich auf einer Kreisbahn

Erklärung:

Bewegen sich Elektronen senkrecht zu den Feldlinien eines Magnetfelds, dann wirkt auf sie eine Kraft, die auf der Bewegungsrichtung der Elektronen und den magnetischen Feldlinien senkrecht steht.

Man nennt sie Lorentzkraft.

Ihre Richtung kann mit der UVW-Regel der rechten Hand bestimmt werden. Dabei muss der Daumen entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung der Elektronen zeigen.

Die Lorentzkraft ist die eigentliche Ursache für die Kraft auf einen stromdurchflossenen Leiter.
