

Thema 17: Elektromagnetismus, Elektromagnetisches Feld bis Trafo 15 Min.

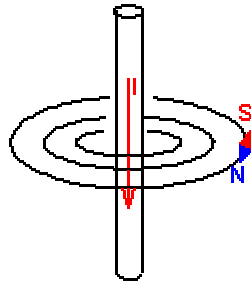
Wir erinnern uns! **Merke! Strom ist bewegte Elektronen!**

Sobald sich die Elektronen e^- im Leiter bewegen sprechen wir vom Strom \rightarrow Fluß!

Und jetzt passiert etwas!

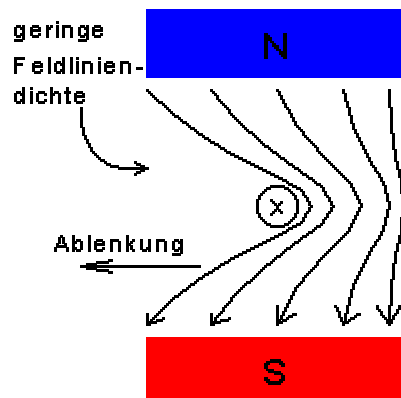
Um jeden stromdurchflossenen Leiter bildet sich ein Magnetfeld. Bewegte Ladungen (Strom) sind die Ursache des Elektromagnetismus.

Die Feldlinien des Magnetfeldes liegen wie Kreise um den einzelnen Leiter. Die Richtung der Feldlinien werden von der Stromrichtung bestimmt (Schraubenregel). Wird die Stromrichtung geändert, richtet sich das Magnetfeld neu aus.



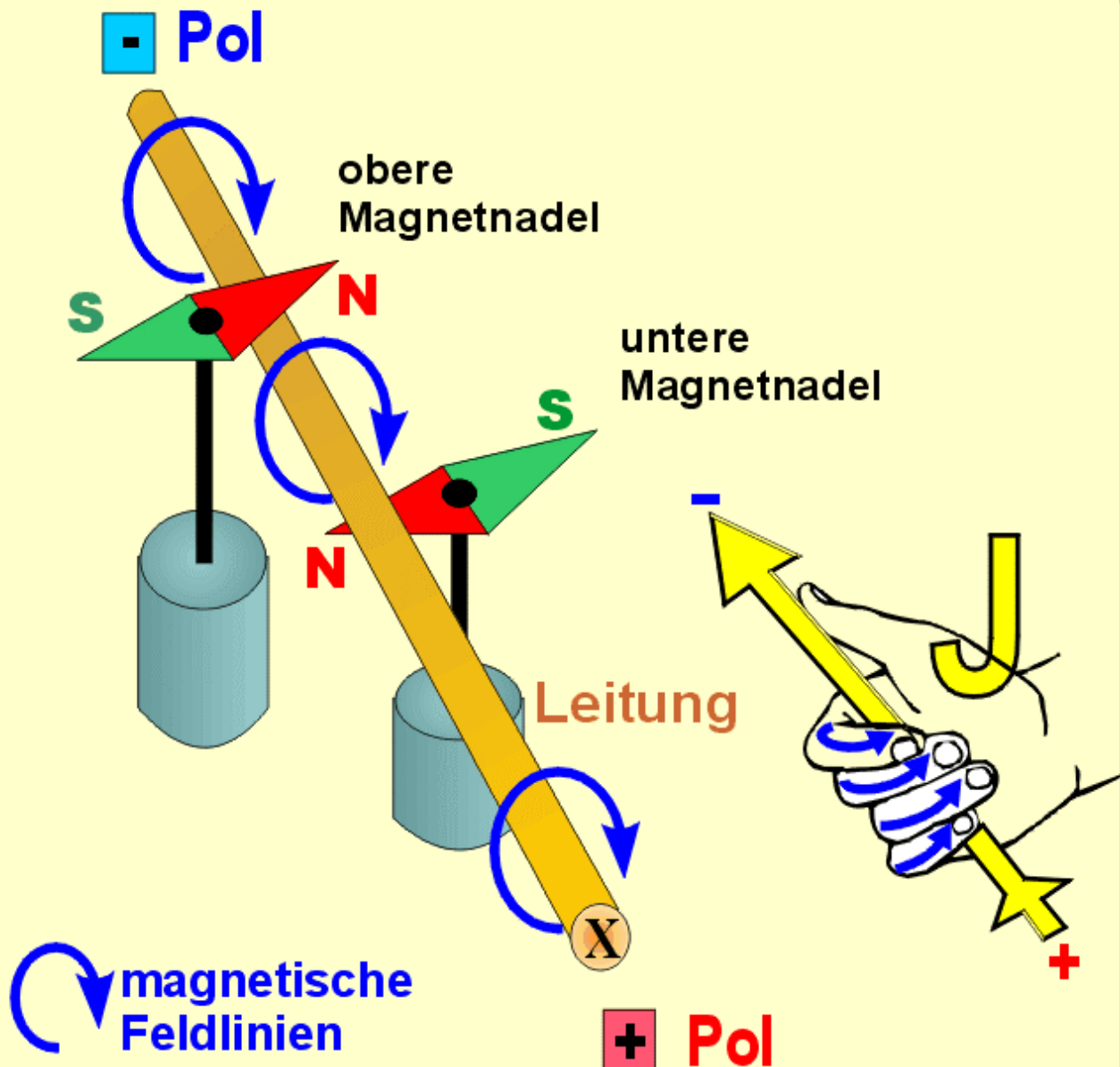
Stromdurchflossene Leiter werden im Magnetfeld abgelenkt. Siehe Anziehung/A Abstoßung bei Dauermagneten.

Mittels der 3-Fingerregel der rechten Hand kann die Ablenkrichtung des stromdurchflossenen Leiters im Magnetfeld ermittelt werden. Dazu muss der Daumen in Stromrichtung zeigen. Zeigefinger zeigt Feldrichtung des Magnetfeldes an. Der Mittelfinger zeigt in 90° von der Hand ausgesehen in Ablenkrichtung



Durch eine Überlagerung von Magnetfeld des Dauermagneten und Leiterfeld kommt es auf der einen Seite des Leiters (rechts) zu einer Verstärkung des Magnetfeldes. Auf der anderen Seite (links) kommt es zu einer Schwächung des Magnetfeldes. Der Leiter wird auf die Seite des schwächeren Magnetfeldes (links) abgelenkt. Stromdurchflossene Leiter werden in die Richtung der geringeren Feldliniendichte abgelenkt. Elektromagnetische und Magnetische Kraftwirkung sind in der Wirkung gleich.

Jetzt kommen viele schöne Seiten mit Darstellungen aus dem Elektromagnetismus ! Auf den nächsten Seiten sind die Darstellung der Bildung des Elektromagnetischen Feldes. Bitte diese Seiten sehr genau ansehen und verstehen.



J = technische Stromrichtung (+ nach -)

räumliche Darstellung der Stromrichtung:

(x) = Stromrichtung nach vorne

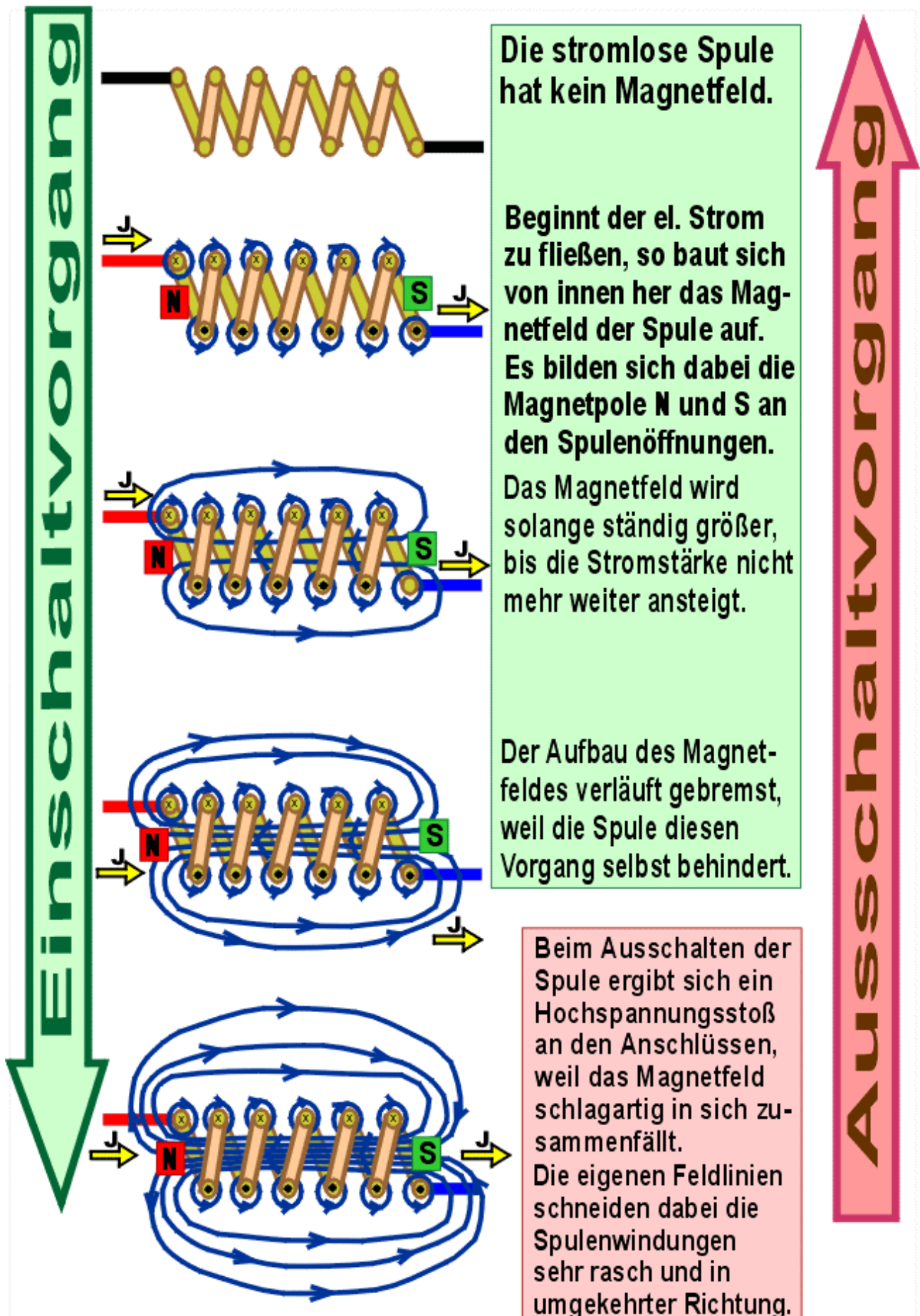
(•) = Stromrichtung nach hinten (Pfeilspitze)

Rechte-Hand-Regel:

Zeigt der Daumen der rechten Hand in die technische Stromrichtung, so geben die Finger die Richtung der magnetischen Feldlinien an.

Magnetfeld einer Spule beim Ein- und Ausschaltvorgang:

dwu-Unterrichtsmaterialien.de
pem102f © 2001



Einschaltvorgang

Ausschaltvorgang

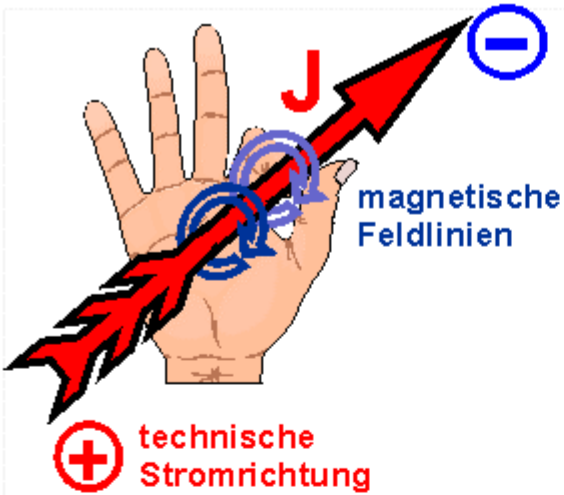
Die stromlose Spule hat kein Magnetfeld.

Beginnt der el. Strom zu fließen, so baut sich von innen her das Magnetfeld der Spule auf. Es bilden sich dabei die Magnetpole N und S an den Spulenöffnungen.

Das Magnetfeld wird solange ständig größer, bis die Stromstärke nicht mehr weiter ansteigt.

Der Aufbau des Magnetfeldes verläuft gebremst, weil die Spule diesen Vorgang selbst behindert.

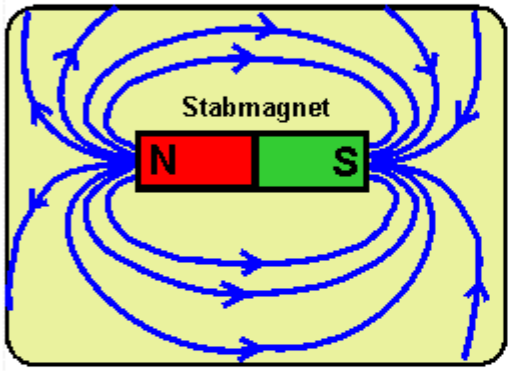
Beim Ausschalten der Spule ergibt sich ein Hochspannungsstoß an den Anschlüssen, weil das Magnetfeld schlagartig in sich zusammenfällt. Die eigenen Feldlinien schneiden dabei die Spulenwindungen sehr rasch und in umgekehrter Richtung.



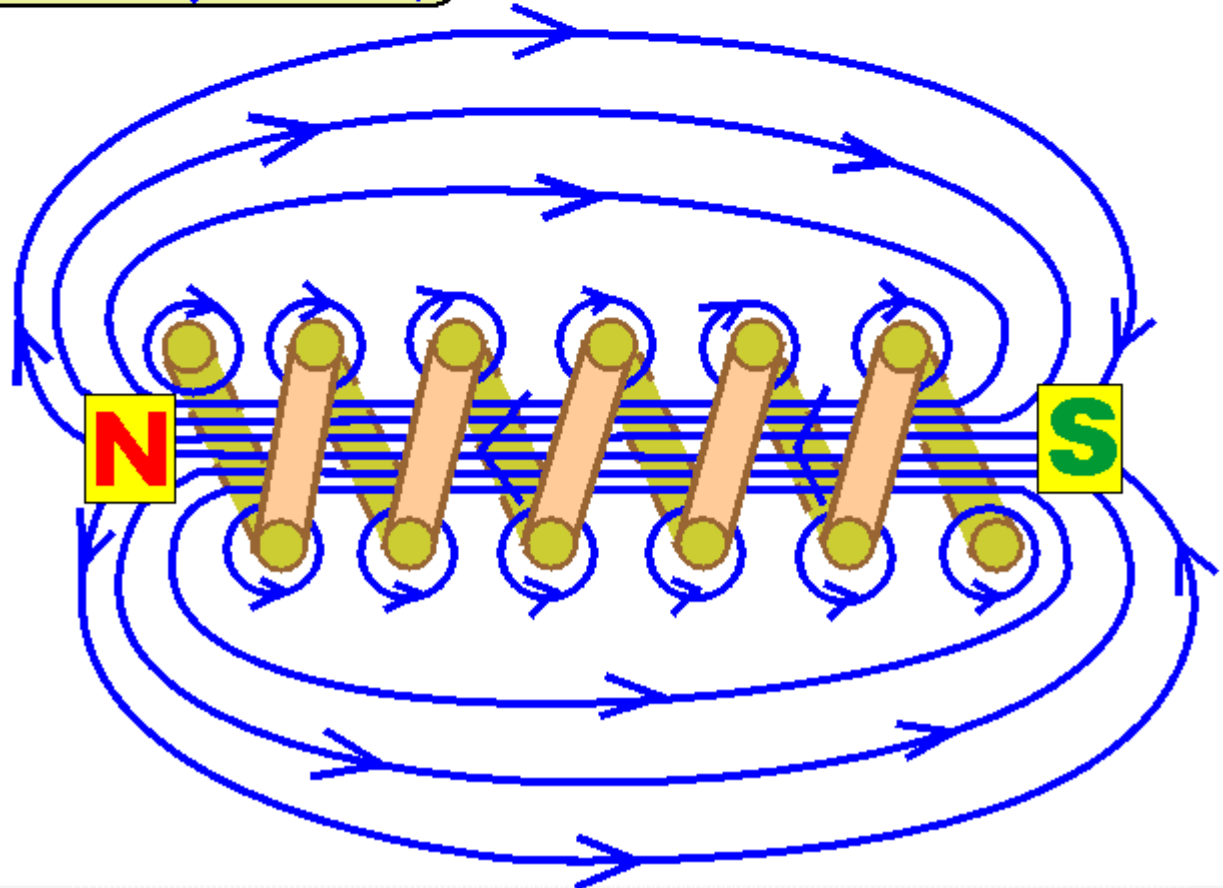
1. die Rechte-Hand-Regel:

Zeigt der Daumen der rechten Hand in die technische Stromrichtung (von + nach -), so geben die Finger die Richtung der magnetischen Feldlinien an.

2. Magnetfeld eines Stabmagneten und einer Spule:



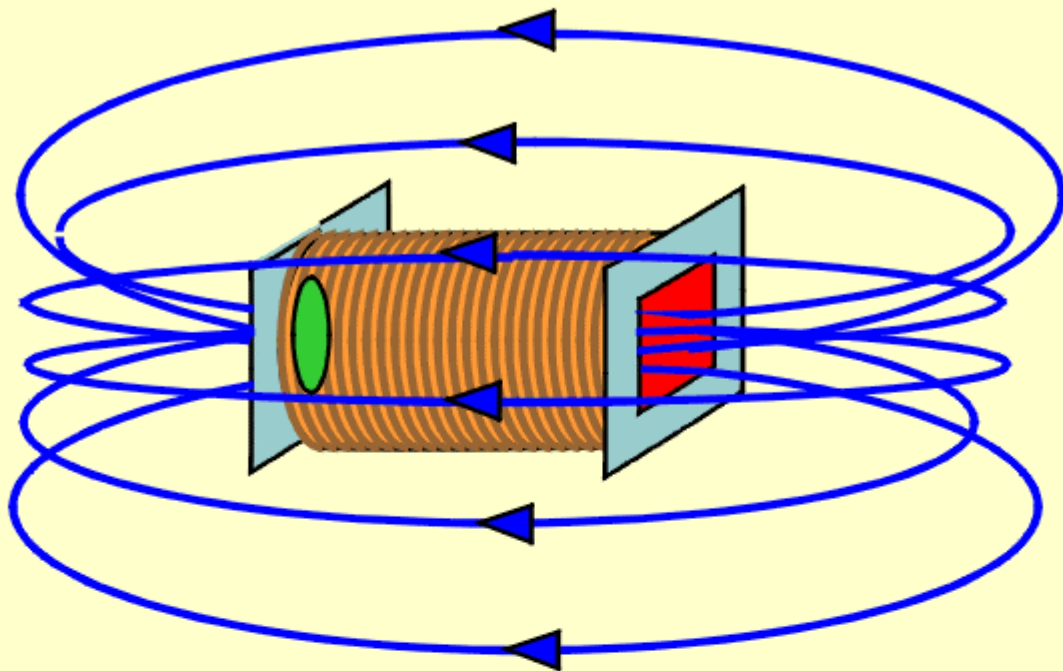
Das Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule ist ähnlich zum Magnetfeld eines Stabmagneten. Die Pole liegen an den gegenüberliegenden Spulenöffnungen.




Magnetfeld einer stromdurchflossenen Spule:

dwu-Unterrichtsmaterialien.de
pem002f

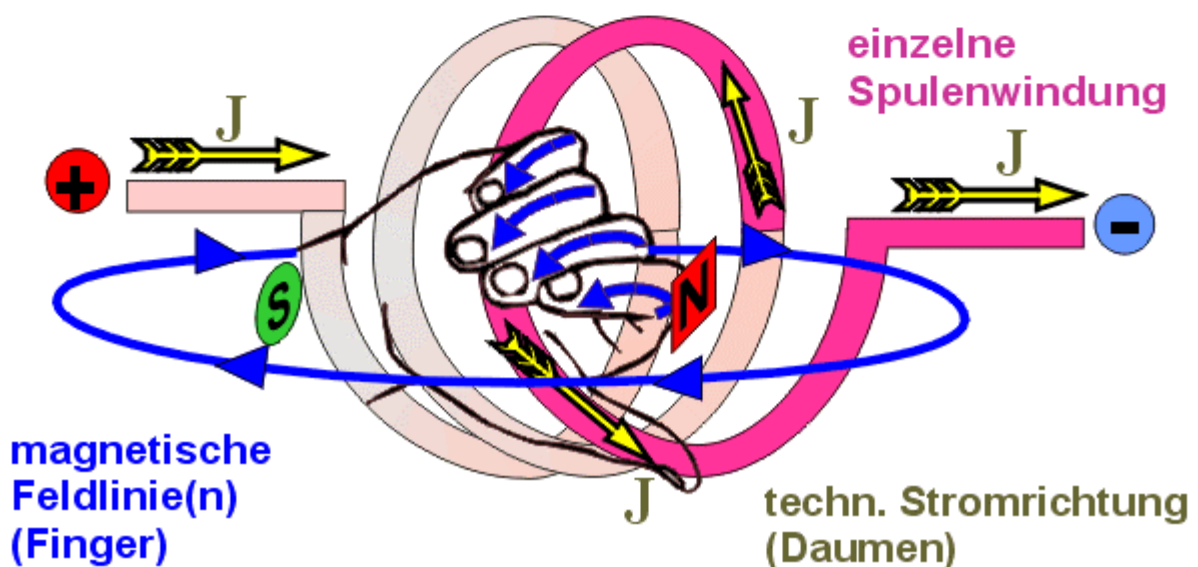
© 2001



 = Südpol

 = Nordpol

Magnetfeld der Spule nach der Rechte-Hand-Regel:

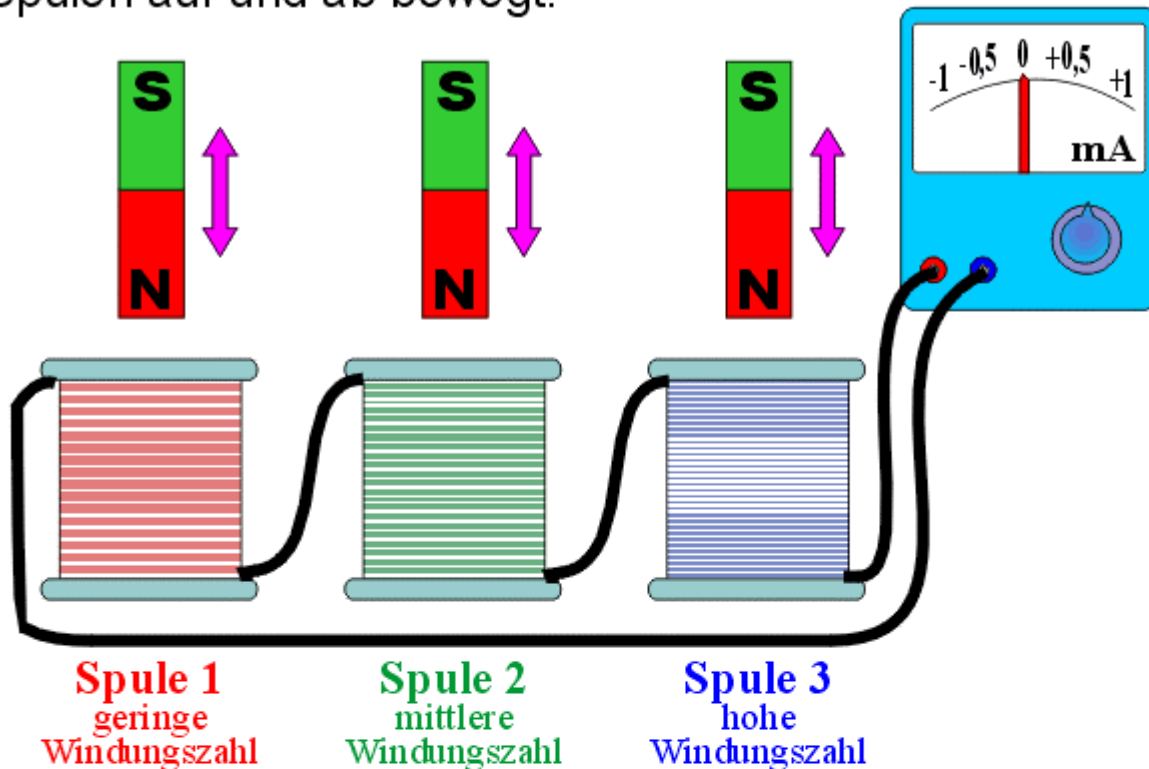


Induktionsstrom in Spulen:dwu-Unterrichtsmaterialien.de
pem110fL

© 2001



Ein Stabmagnet wird nacheinander in drei unterschiedlichen Spulen auf und ab bewegt.

**Feststellung:**

Es wird ein Strom erzeugt, aber nur, solange der Magnet bewegt wird (Induktionsstrom).

Die Stromrichtung hängt ab von ...

- ① ... der Bewegungsrichtung (↓ oder ↑),
- ② ... der Polung des Magneten (oder),
- ③ ... der Wicklungsrichtung der Spule (oder).

Der Induktionsstrom ist möglichst groß, wenn ...

- ① ... die Bewegungsgeschwindigkeit groß ist,
- ② ... der Magnet besonders stark ist,
- ③ ... die Windungszahl der Spule hoch ist.

Formeleien: Das muß sein!

15 Min.

Wie man erkennt, entspricht das magnetische Feld einer stromdurchflossenen zylindrischen Spule dem eines permanenten Stabmagneten.

Zusammenfassend betrachtet ist die Durchflutung Θ somit proportional zur Stromstärke „I“ und zur Windungszahl „N“ der Spule, durch die der Strom fließt.

$$\Theta = I * N$$

I = Formelzeichen für Strom Einheit = A (Ampere)
N = Anzahl Windungen

Da die Windungszahl „N“ dimensionslos ist, genügt grundsätzlich A als Einheit für Φ , allerdings gibt man die Durchflutung auch oft in AW (Ampere-Windungen) an.

Und nun kommt das schwierige Wort!

Permeabilität

Also diese magnetischen Feldlinien sind ja so was wie Strahlung. Vergleichen wir diese mal unzulässiger Weise mit Lichtstrahlen. Lichtstrahlen durchdringen Glas sehr gut, Wasser oder Pergament nicht so gut. Wir nennen das Lichtdurchlässigkeit unterschiedlicher Stoffe.

Ähnlich ist es mit den magnetischen, bzw. elektromagnetischen Feldlinien. **Eisen ist ein sehr guter Leiter für Feldlinien.** Aluminium ist ein schlechter Leiter für Feldlinien. D.h. die Stoffe haben unterschiedliche magnetische Widerstände (Durchlässigkeiten).

Es gibt eine spezifische magnetische Leitfähigkeit bei den unterschiedlichen Stoffen. Diese magnetische Leitfähigkeit μ (Mhü) wird als **Permeabilität** bezeichnet.

Als Bezugsnormal hat man den magnetischen Widerstand des Vakuums als μ_0 (Mhü-Null) festgelegt.

Die Leitfähigkeit aller anderen Stoffe wird auf diese absolute Größe bezogen und mit ihrem relativen Wert zur Permeabilität des Vakuums angegeben.

μ_r ist demnach die sogenannte relative Permeabilität, eine dimensionslose Zahl.

Die absolute Permeabilität ist dann:

$$\mu = \mu_r * \mu_0 \quad \text{in} \quad \frac{\text{H}}{\text{cm}} \quad \text{H} = \text{Henry}$$

Was nützt mich dat???

Das verrate ich Euch, wenn wir Spulen bauen! **Erinnert mich bitte daran! Mal schon soviel : Viel μ_r gibt viel Henry, denn μ_0 ist so ca. 1.**

Nächste Seite: Induktivität in Bildern:

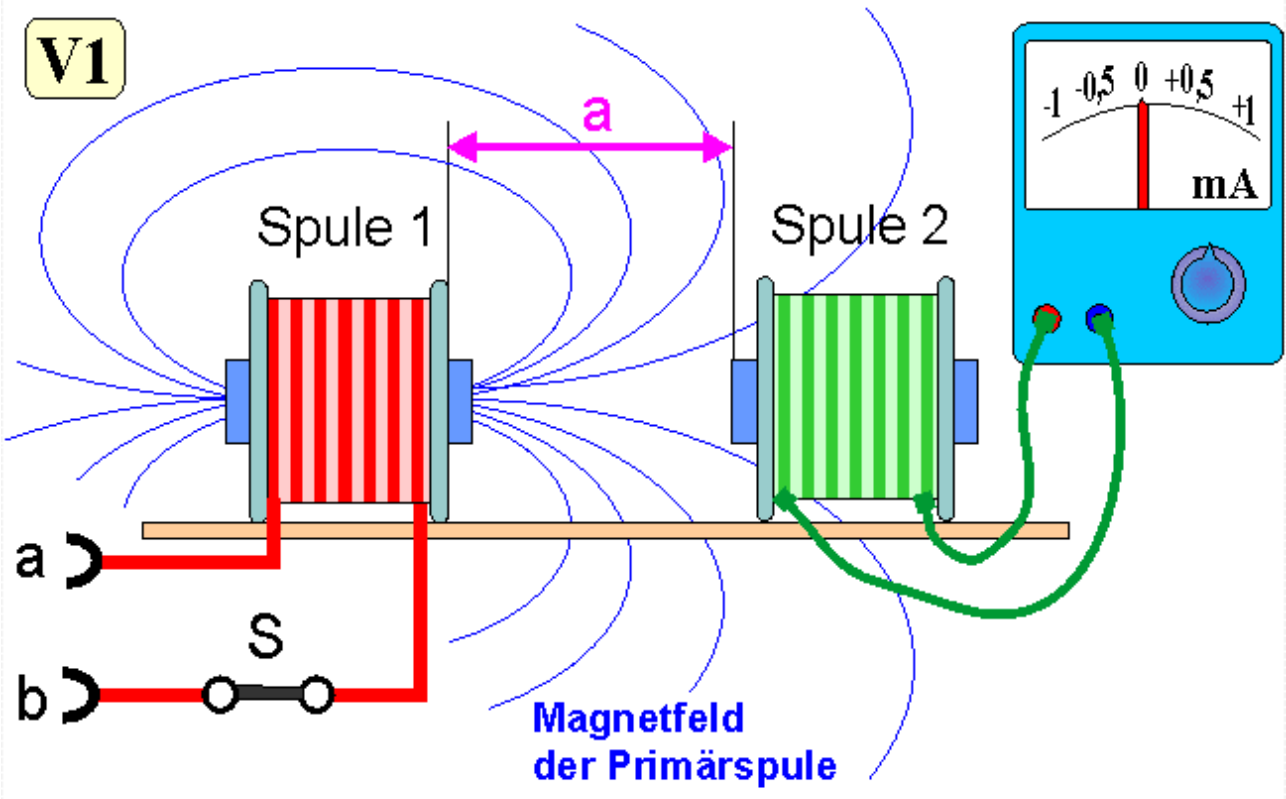
40 Min.

Grundversuche zur Induktion mit 2 Spulen:

dwu-Unterrichtsmaterialien.de
pem201f © 2001



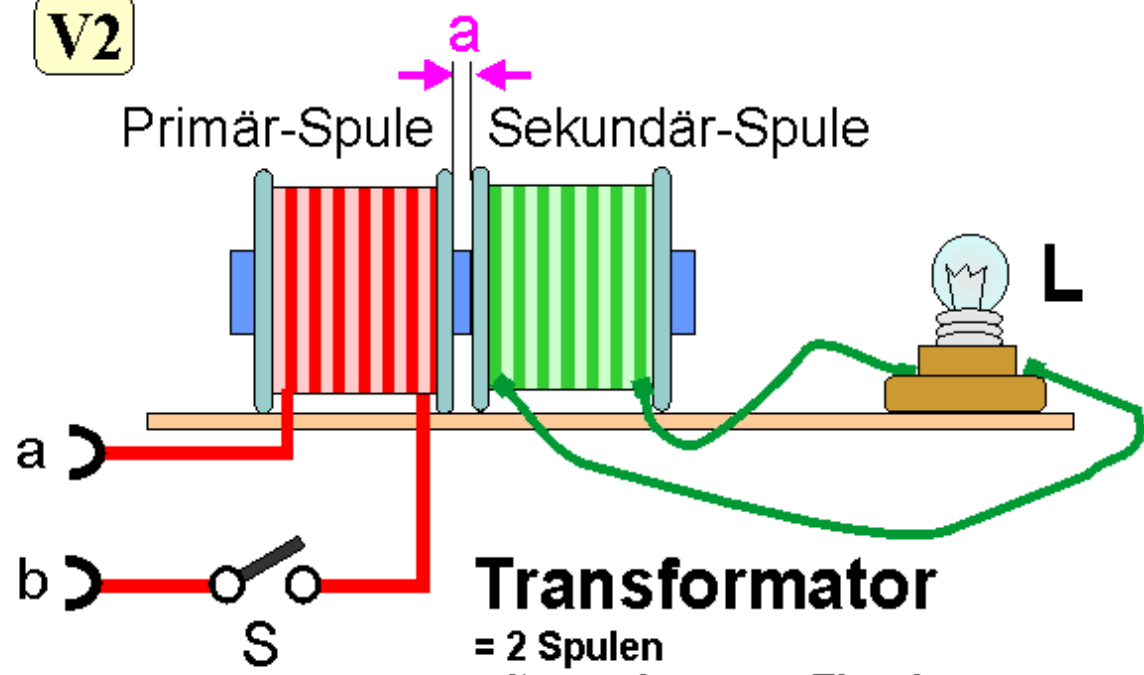
V1




Primär-Stromkreis

Sekundär-Stromkreis

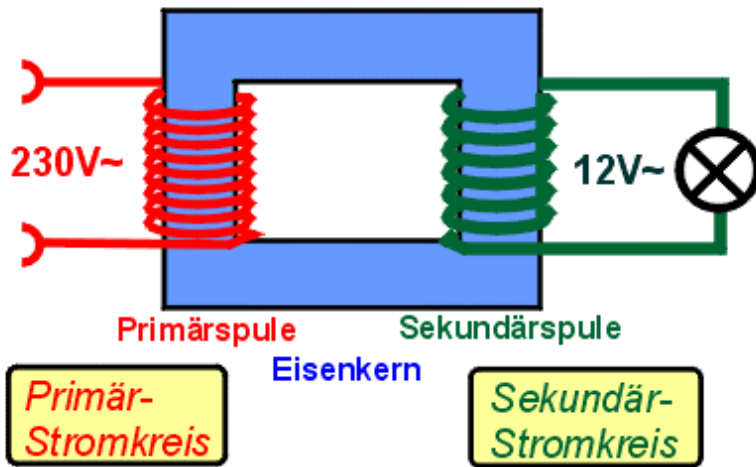
V2



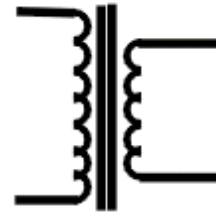
Transformator
= 2 Spulen
mit gemeinsamem Eisenkern

Der Transformator: dwu-Unterrichtsmaterialien.de pem202f © 2001 

Beispiel eines Transformators:



Schalt-symbol:



Spannungsverhältnisse am Transformator:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{n_1}{n_2} \quad \frac{\text{Spannung}_1}{\text{Spannung}_2} = \frac{\text{Windungszahl}_1}{\text{Windungszahl}_2}$$

Stromstärkeverhältnisse am Transformator:

$$\frac{J_1}{J_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad \frac{\text{Stromstärke}_1}{\text{Stromstärke}_2} = \frac{\text{Windungszahl}_2}{\text{Windungszahl}_1}$$

ungefähre Leistungsverhältnisse am Transformator:

$$P_1 \approx P_2 \quad \text{Leistung}_1 \approx \text{Leistung}_2$$

Hochspannungstrafo:

Verhältnismäßig große Sekundärwindungszahl.
Macht aus geringer Spannung eine sehr große Spannung.

Hochstromtrafo:

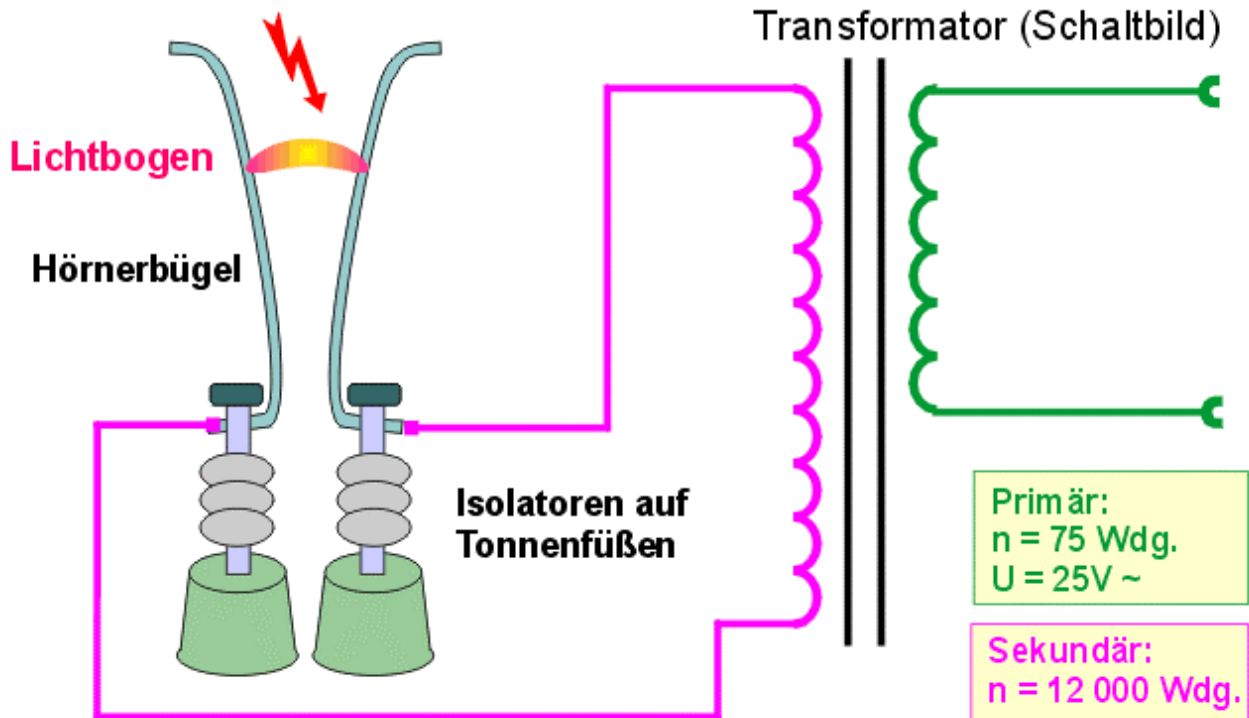
Verhältnismäßig kleine Sekundärwindungszahl.
Macht aus einer geringen Stromstärke eine sehr große Stromstärke.

Anwendungen zum Transformator:

dwu-Unterrichtsmaterialien.de
pem203f © 2001



V1 Hochspannungs-Trafo:



V2 Hochstrom-Trafo:

