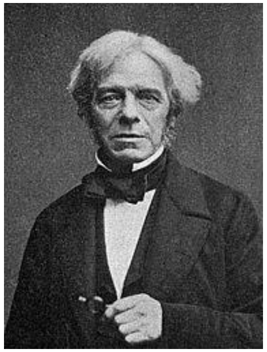
Die elektromagnetische Induktion in einem elektrischen Leiter kann mit Hilfe der Lorentzkraft erklärt werden.

Zur Zeit der Untersuchung der Induktion durch Faraday (1831) war die aber die Lorentzkraft noch nicht bekannt.

H. A. Lorentz

1853 - 1928

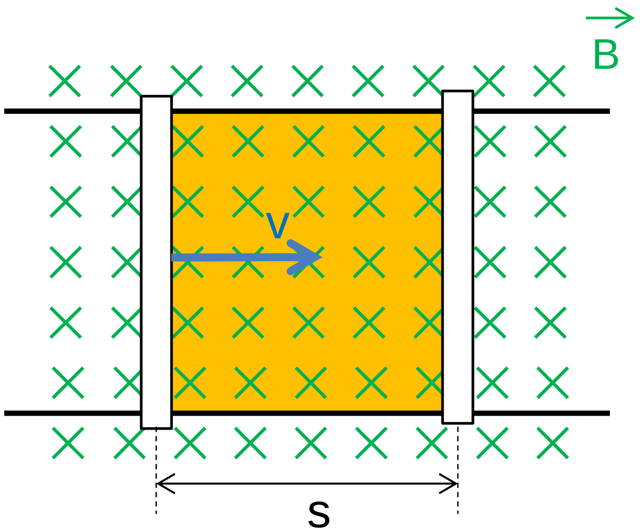
M. Faraday



1791 - 1861

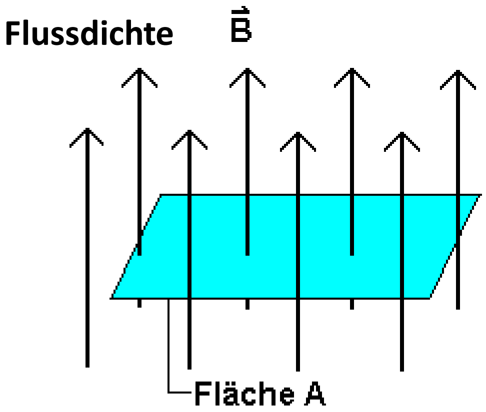
► Faraday'sche Induktionserklärung mit dem Feldmodell:

„Wird der Leiter mit der Geschwindigkeit v in der Zeit t um das Wegstück s durch das Magnetfeld B bewegt, so überstreicht er die Fläche A …"



► *Physik Klasse 9:* ***Induktionsgesetz***

Das Induktionsgesetz

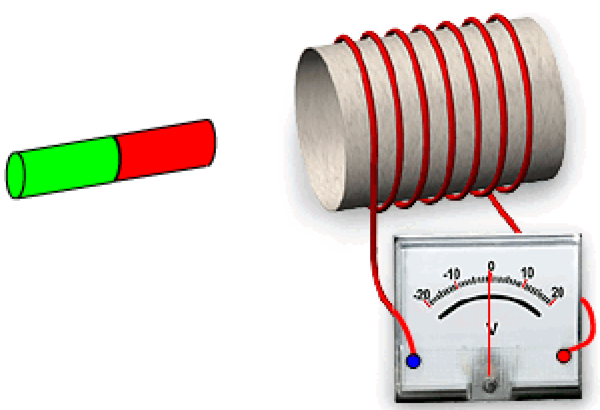


Klasse 9: qualitative Beschreibung des Induktionsgesetzes:

(1) In einer Spule wird eine Spannung induziert, solange sich das von der Spule umfasste Magnetfeld ändert.

(2) Die Induktionsspannung ist um so größer, je schneller sich die Stärke des Magnetfeldes ändert und je größer die Windungszahl der Spule ist.

Grundversuch(e):



„Jede zeitliche Veränderung der vom Magnetfeld durchsetzen Fläche A …

bzw.

… jede zeitlichen Änderung der Stärke B des Magnetfeldes in der Fläche …

…ruft eine Induktionsspannung hervor.“

► Quantitative Beschreibung !?

Definition:

Das Produkt aus der Fläche **A** und der magnetischen Flussdichte **B**, die diese senkrecht durchsetzt, wird durch die physikalische Größe **magnetischer Fluss** beschrieben.

Formelzeichen: Φ (Phi)

Gleichung: $\Phi = B \cdot A_{\perp}$

$[\Phi] = 1T \cdot 1m^2 = 1Tm^2$

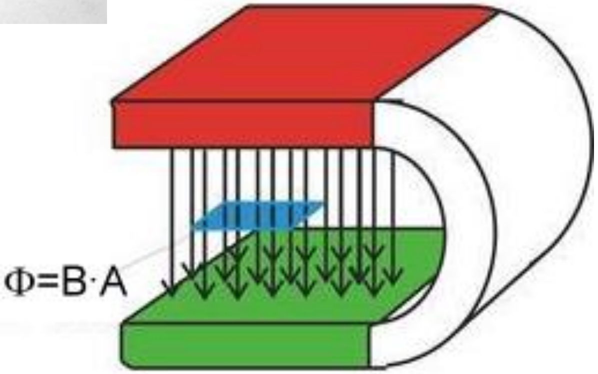
$[\Phi] = 1Vs/m^2 \cdot 1m^2 = 1Vs$

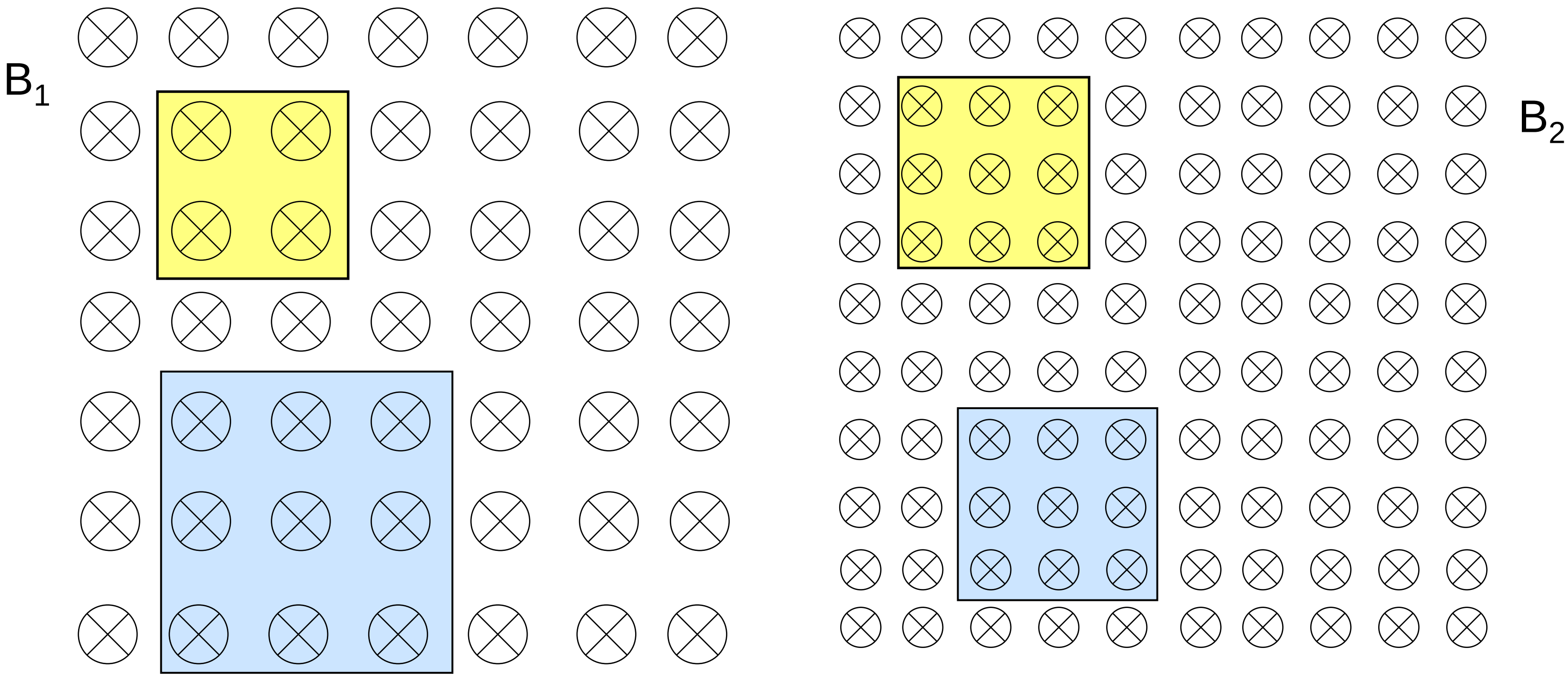
$[\Phi] =$ 1Wb (Weber)

Wilhelm Eduard Weber
(1804 – 1891)
- deutscher Physiker -

Anschauliche Beschreibung:

Der magnetische Fluss beschreibt die Anzahl der Feldlinien, die eine Fläche senkrecht durchsetzen





Vergleich der magnetischen Flussdichte:

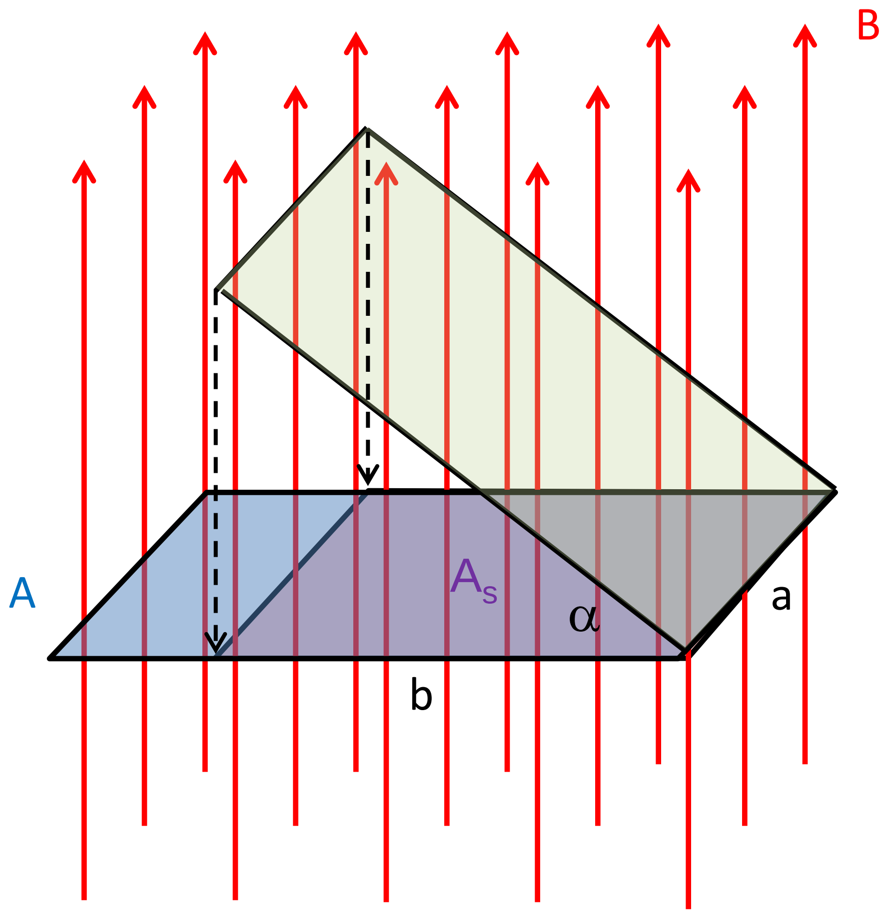
→ $B_1 < B_2$, die Feldlinien im Feld 2 liegen dichter

Vergleich des magnetischen Flusses:

→ gleiche Flächen: $\Phi_1 < \Phi_2$, im Feld 1 sind weniger Feldlinien

→ verschiedene Flächen: $\Phi_1 = \Phi_2$, gleiche Feldlinienanzahl

schräge Leiterschleife im magnetischen Feld:



$\Phi = A \cdot B = a \cdot b \cdot B$

Neigung der Fläche um den Winkel α.

Projektion der Fläche senkrecht zu den Feldlinien.

$\rightarrow A_s$

$b_s = b \cdot \cos(\alpha)$

$A_s = a \cdot b \cdot \cos(\alpha)$

$A_s = A \cdot \cos(\alpha)$

$\Phi = A_s \cdot B$

$$\boxed{\Phi = A \cdot B \cdot \cos(\alpha)}$$

Formulierung des Induktionsgesetzes:

In einer Leiterschleife wird eine Spannung induziert, solange sich der magnetische Fluss in ihr zeitlich ändert.

Für den Betrag der induzierten Spannung gilt:

$$\boxed{|U_{ind}| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$$

Differenzenquotient

$U_{ind}(t)$ = konstant

Bei gleichmäßiger Änderung des magnetischen Flusses entsteht eine konstante Induktionsspannung.

Die induzierte Spannung ist um so größer, je schneller die Änderung des magnetischen Flusses (kleines ΔT) erfolgt.

Bei ungleichmäßiger Änderung des magnetischen Flusses gilt:

$$\boxed{|U_{ind}| = \frac{d\Phi}{dt}}$$

Differentialquotient (1.Ableitung)

$U_{ind}(t) \neq$ konstant

Unter Berücksichtigung der Richtung des Induktionsstromes bzw. der Polarität der Induktionsspannung gilt:

$$\boxed{U_{ind} = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$$ bzw. $$\boxed{U_{ind} = -\frac{d\Phi}{dt}}$$

$\rightarrow$ *Erklärung des Vorzeichens erfolgt später* ☺

Erfolgt die Änderung des magnetischen Flusses in einer <u>Spule</u> mit der Windungszahl N so ergibt sich:

$$\boxed{U_{ind} = -N\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}}$$ bzw. $$\boxed{U_{ind} = -N\frac{d\Phi}{dt}}$$