Zusammenfassung

Am 9. März haben wir definiert:

Magnetischer Fluss

$$\boxed{\begin{array}{l}\Phi = B \cdot A \\ [\Phi] = 1\,\mathrm{Vs} = 1\,\mathrm{Wb}\end{array}}$$

Damit wurde aus dem Induktionsgesetz:

$$\boxed{U_i = -N \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}}$$

1. Fall	2. Fall
B bleibt konstant, *A* ändert sich $\Rightarrow U_i = -N \cdot B \frac{\Delta A}{\Delta t}$ Beispiel: Spule oder Drahtschleife bewegt sich im Magnetfeld eines Dauermagneten, wodurch sich die vom Magnetfeld durchsetzte Fläche ändert.	*A* bleibt konstant, *B* ändert sich $\Rightarrow U_i = -N \cdot A \frac{\Delta B}{\Delta t}$ Beispiel: feststehende Induktionsspule, die Stärke des Magnetfeldes ändert sich (z.B. durch Ein- oder Ausschalten eines Elektromagneten); Transformator

Differenzielle Form des Induktionsgesetzes

Für sehr kurze Zeiten Δt strebt der Nenner im Induktionsgesetz gegen den Wert 0.

Aus dem Differenzenquotienten $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$ wird für $\Delta t \to 0$ der Differenzialquotient $\lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$.

> Vergleiche mit der Ableitung einer Funktion. Die Steigung einer Geraden oder Tangente ist $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$.
>
> Für $\Delta x \to 0$ wird daraus der Differenzialquotient $\lim\limits_{\Delta x \to 0} \frac{\Delta f(x)}{\Delta x}$, der mit $f'(x)$ abgekürzt wird und Ableitung der Funktion (an der Stelle *x*) genannt wird.

In der Mathematik werden Ableitungen bekanntlich durch den Strich (‘) am Funktionsnamen gekennzeichnet.

In der Physik verwendet man bei Ableitungen nach der Zeit *t* eine andere Schreibweise. Man kennzeichnet diese Ableitungen durch einen Punkt über dem Funktionsnamen bzw. über der Variablen: $\lim\limits_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \Phi}{\Delta t} = \dot{\Phi}$ (sprich: „Phi Punkt“).

Wenn sich der magnetische Fluss Φ ändert, dann ist Φ eine Funktion, die von der Zeit *t* abhängt, d.h. $\Phi = \Phi(t)$.

Das Induktionsgesetz lässt sich dann einfacher in differenzieller Form schreiben, so wie es auch in der Formelsammlung zu finden ist:

$$\boxed{U_i = -N \cdot \dot{\Phi}(t)}$$

Mit Hilfe der Produktregel[1] für Ableitungen ergibt sich wegen $\Phi(t) = B(t) \cdot A(t)$:

$\dot{\Phi}(t) = \dot{B}(t) \cdot A + B \cdot \dot{A}(t)$ und für das Induktionsgesetz: $U_i(t) = -N \cdot \left[\dot{B}(t) \cdot A + B \cdot \dot{A}(t)\right]$.

In dieser Form sind die beiden Fälle von oben enthalten:

1. Fall	2. Fall
B konstant, *A* ändert sich $\Rightarrow \dot{B}(t) = 0$ $\Rightarrow U_i(t) = -N \cdot \left[\dot{B}(t) \cdot A + B \cdot \dot{A}(t)\right]$ $\Rightarrow U_i(t) = -N \cdot B \cdot \dot{A}(t)$	*A* konstant, *B* ändert sich $\Rightarrow \dot{A}(t) = 0$ $\Rightarrow U_i(t) = -N \cdot \left[\dot{B}(t) \cdot A + B \cdot \dot{A}(t)\right]$ $\Rightarrow U_i(t) = -N \cdot A \cdot \dot{B}(t)$

Beachte:

In der Regel kann man statt der zeitlichen Ableitung $\dot{\Phi}(t)$, $\dot{B}(t)$ oder $\dot{A}(t)$ bei den meisten Aufgaben bzw. Anwendungen die Differenzenquotienten $\frac{\Delta \Phi}{\Delta t}$, $\frac{\Delta B}{\Delta t}$ bzw. $\frac{\Delta A}{\Delta t}$ verwenden.

1 Falls die Produktregel für die Ableitung von zusammengesetzten Funktionen im Mathematikunterricht noch nicht besprochen wurde, so ist dies an dieser Stelle nicht wichtig.