

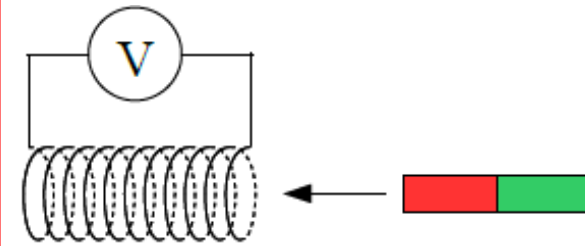
Statt die Spule oder Leiterschleife gegenüber dem Magnetfeld zu bewegen, kann man auch das Feld verändern, während die Spule ruht, in dem man z.B. den Magneten bewegt. Es kommt nur auf die relative Bewegung zueinander an.

Nun verwenden wir statt des Stabmagneten einen Elektromagnet (also eine weitere Spule). Diese können wir auch ein- und ausschalten bzw. hochregeln. Damit ist die ruhende Induktionsspule einem sich verändernden Feld ausgesetzt. Zum Hochregeln verwenden wir ein Netzgerät, das dies automatisch macht. **Weshalb platzieren wir die Induktionsspule in die Feldspule hinein? Skizziere den zeitlichen Verlauf der Flussdichte qualitativ! (siehe Formel für Spule in 3.3) Beobachte die Induktionsspannung und zeichne den Verlauf in das Diagramm ein.**

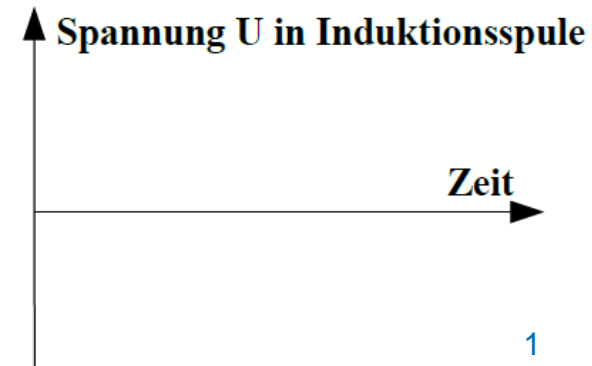
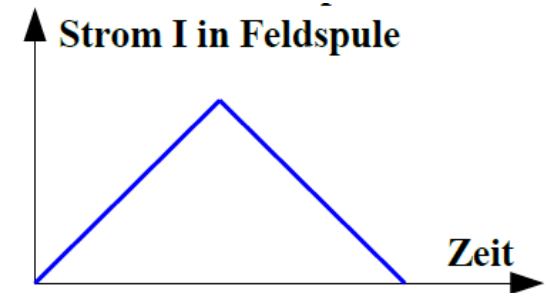
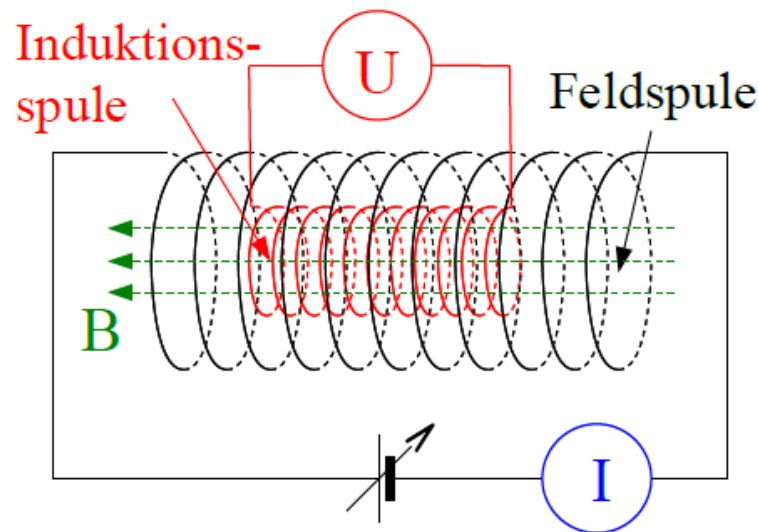
## 4.2 Induktion im ruhenden Leiter

### Grundexperiment

Verändert sich das Feld, das eine Leiterschleife (bzw. Spule) durchsetzt, so entsteht an der Leiterschleife eine Spannung (Induktionsspannung). Verbindet man die Leiterenden, so ergibt sich ein elektrischer Strom.



### Hauptexperiment: Feldänderung durch variablen Strom in der Feldspule



*Eine ausführliche Darstellung des Experiments inklusive Messreihen findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektromagnetische Induktion - Versuche - Induktion durch Änderung der magnetischen Feldstärke.***

*Wir führen für die drei bestimmenden Messgrößen nur Teilmessreihen (jeweils 3 Messungen) durch, da wir hier insbesondere durch die zur Verfügung stehenden Spulen limitiert sind. **Notiere jeweils die gemessene Induktionsspannung und folgere aufgrund des Vergleichs der Messdaten (ohne Graph) den Zusammenhang zwischen  $U_i$  und der variierten Größe. Verwende für a) auch den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Flussdichte (siehe Folie 1).***

### Durchführung des Experiments:

#### **a) Variation der Änderungsgeschwindigkeit der Stromstärke**

Induktionsspule: Windungszahl  $N = 300$ , Durchmesser  $d = 41 \text{ mm}$

$\Delta I / \Delta t$ in A/s	0,5	1,0	2,0
$U_i$ in mV			

#### **b) Variation der Windungszahl der Induktionsspule**

Feldspule:  $\Delta I / \Delta t = 2,0 \text{ A/s}$ , Induktionsspule: Durchmesser  $d = 41 \text{ mm}$

$N$	100	200	300
$U_i$ in mV			

#### **c) Variation der Querschnittsfläche der Induktionsspule**

Feldspule:  $\Delta I / \Delta t = 2,0 \text{ A/s}$ , Induktionsspule: Windungszahl  $N = 300$

$d$ in mm	26	33	41
$A$ in $\text{cm}^2$			
$U_i$ in mV			
$U_i / A$ in $\text{mV/cm}^2$			

*Fasse die drei Zusammenhänge aus a) - c) zu einem einzigen zusammen (das haben wir bei früheren Experimenten auch schon in entsprechender Weise gemacht). Mit einer (sehr einfachen) Konstanten ergibt sich dann eine Formel für die Induktionsspannung.*

*Die Definitionen in unserem internationalen Einheitensystem sorgen dafür, dass die Konstante, die man beim Übergang von einer Proportionalität zu einer Gleichung benötigt, hier genau den Wert "-1" hat (ohne weitere Einheit).*

## Zusammenführung der Ergebnisse:

Befindet sich eine Spule in einem zeitlich veränderlichen Magnetfeld, wird in ihr eine Spannung  $U_i$  induziert:

N: Windungszahl

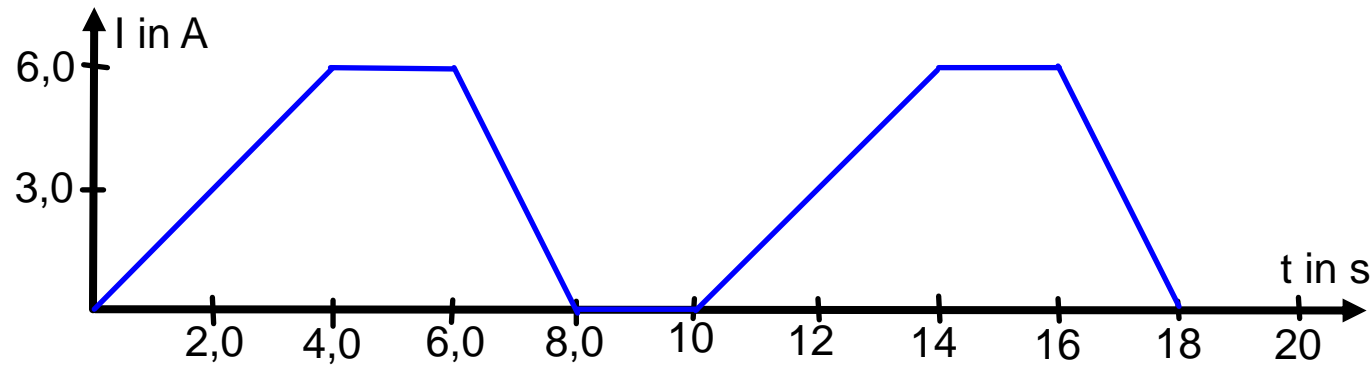
A: Fläche der Spule

senkrecht zum Magnetfeld

$\Delta B / \Delta t$ : Änderung der

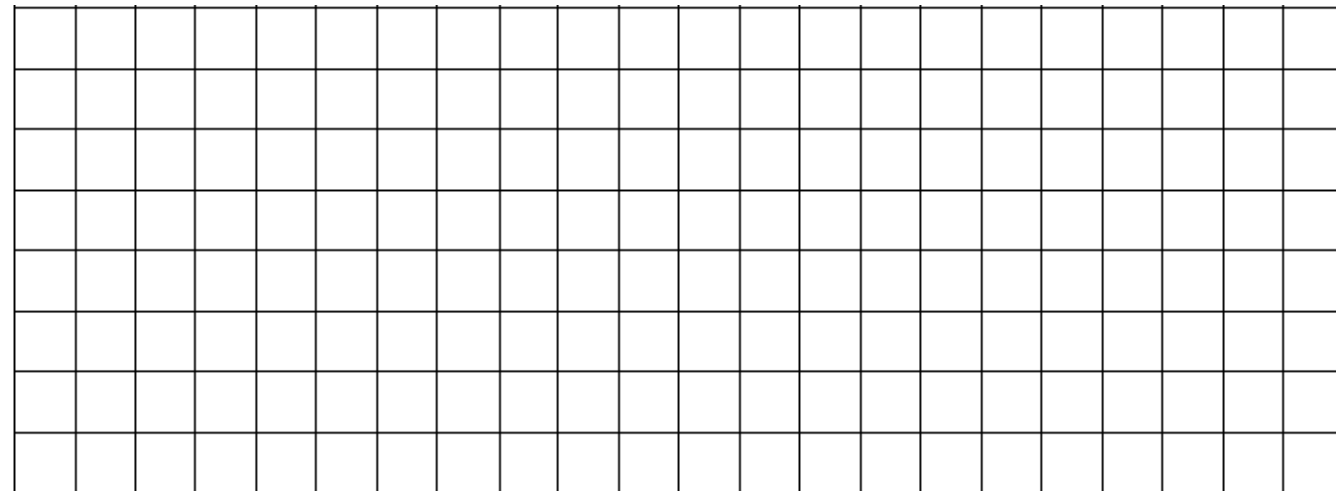
Flussdichte pro Zeit

## Training: Spule im zeitlich veränderlichen Magnetfeld



Eine große Feldspule mit 60 cm Länge und 200 Windungen wird von einem zeitlich veränderlichen Strom (siehe Diagramm) durchflossen. Im Inneren der Feldspule befindet sich eine 10 cm lange Induktionsspule mit 500 Windungen. Sie hat einen kreisförmigen Querschnitt mit 5,0 cm Durchmesser.

- Berechne die maximale Flussdichte, die im Inneren der Feldspule erreicht wird.**
- Bestimme die verschiedenen Spannungen, die in der Induktionsspule in den einzelnen Abschnitten auftreten und zeichne ein  $t$ - $U_{\text{ind}}$ -Diagramm.**



### Selbst-Check:

- Induktionsspannung bei zeitlich veränderlichem Feld: Einflussfaktoren**
- zeitlich veränderliche Stromstärke durch Feldspule**
- gesamte Formel**

### Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik finden sich Aufgaben unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektromagnetische Induktion - Induktion durch Änderung der magnetischen Flussdichte** z.B. "Induktion durch Magnetfeldänderung". Ebenso im Buch (S.101/2). Viele Aufgaben beziehen sich auf sinusförmige Wechselspannung (erst in Kap. 4.4).