

Anstatt die Spule oder Leiterschleife in ein Feld hinein-zubewegen, kann man das Feld verändern, während die Spule ruht, z.B. indem man einen Magneten annähert oder entfernt. (Puristen werden jetzt einwenden, dass das eher ein Beispiel für den bewegten Leiter ist, da sich die ruhende Spule ja relativ zum Magneten bewegt. Nun, wir wollen auch die Möglichkeit bieten, an diesem Skript etwas auszusetzen. Die Natur unterscheidet ohnehin nicht zwischen diesen beiden Situationen, das tut eigentlich nur die Schulphysik.)

Anstatt des Stabmagneten benutzen wir jetzt eine Feldspule (groß). Die brauchen wir nicht mehr bewegen, ihr Magnetfeld lässt sich problemlos über die Stromstärke verändern. Hierzu setzen wir ein spezielles Netzgerät ein, das die Stromstärke selbstständig verändern kann. Die Stromänderung verläuft dabei linear mit der Zeit (siehe 1. Diagramm), Maximalwert und Änderungsgeschwindigkeit können wir am Gerät einstellen. Die Induktionsspule von vorhin stecken wir in die Feldspule hinein.

Welche Vorteile bringt es, die Induktionsspule in den Innenraum der Feldspule zu bringen?

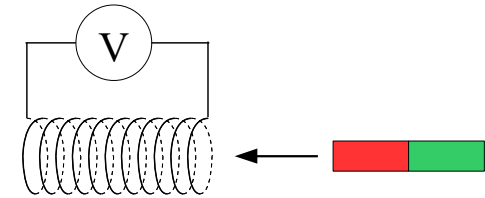
Für die Flussdichte im Inneren einer langgestreckten Spule haben wir in Kapitel 2 eine Formel ermittelt. Notiere diese Formel und zeichne damit den zeitlichen Verlauf der Flussdichte in das 2. Diagramm qualitativ ein!

Beobachte im Experiment das Voltmeter, mit dem wir die Spannung an der Induktionsspule messen. Zeichne den zeitlichen Verlauf dieser Spannung in das 3. Diagramm ein. (Lösung)

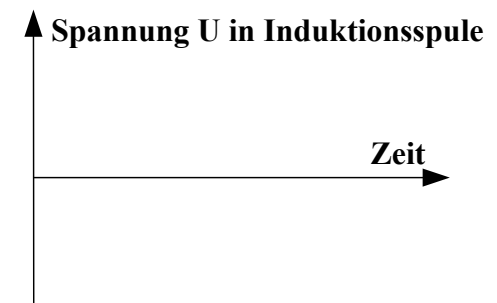
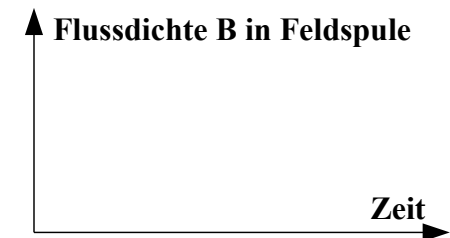
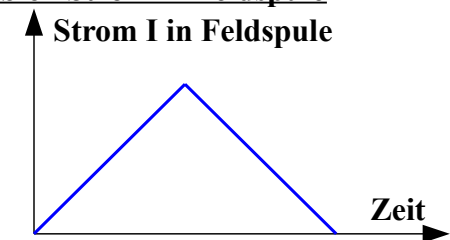
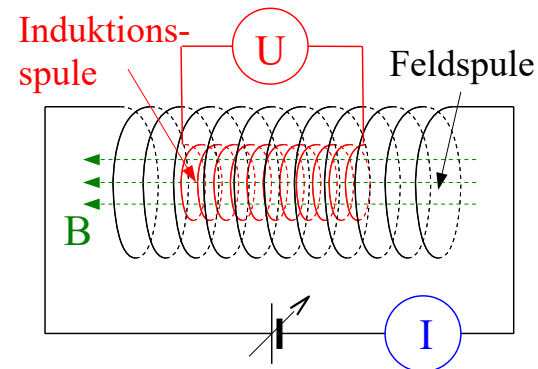
4.2 Induktion im ruhenden Leiter (Typ 2)

Grundexperiment

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



Hauptexperiment: Feldänderung durch variablen Strom in Feldspule



Eine ausführliche Darstellung des Experiments inklusive Messreihen findest Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre – Elektromagnetische Induktion – Versuche – Induktion durch Änderung der magnetischen Feldstärke** (allerdings stimmen die Spulendaten nicht mit unserem Experimentiergerät überein).

Wir führen für die drei bestimmenden Messgrößen nur Teilmessreihen (3 Messungen) durch, da wir insbesondere bei den Daten der Induktionsspule durch unseren Gerätebestand natürlich eingeschränkt sind. Notiere jeweils die gemessene Induktionsspannung und folgere aufgrund eines Vergleichs der Messwerte (ohne Graph) den Zusammenhang zwischen U_i und der variierten Größe. Verwende für die Messreihe a) auch den Zusammenhang zwischen der Stromstärke und der Flussdichte in der Feldspule (siehe vorhergehende Seite). Fasse die drei Zusammenhänge aus a) – c) zu einem einzigen zusammen (das haben wir früher bei anderen Experimenten schon gemacht). Mit einer (sehr einfachen) Konstanten ergibt sich dann eine Formel für die Induktionsspannung. (Lösung)

Die Konstruktion unseres Einheitensystems und physikalische Festlegungen sorgen dafür, dass die Konstante hier den Wert -1 hat.

Hier kannst Du die gesamte Formel nochmal prüfen. Für $\Delta B / \Delta t$ haben wir gemessen.

Selbst-Check:

- Versuchsaufbau Hauptexperiment
- Einflussgrößen für Induktionsspannung U_i
- Induktionsgesetz (Typ 2)

Durchführung des Experiments (verkürzte Messreihen):

a) Variation der Änderungsgeschwindigkeit für die Stromstärke in der Feldspule:

Induktionsspule: Windungszahl $N = 300$, Durchmesser $d = 41$ 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: $\Delta I / \Delta t = 2,0$ A/s, Induktionsspule: Durchmesser $d = 41$ mm

N	100	200	300
U_i in mV			

c) Variation der Querschnittsfläche der Induktionsspule: ($\Delta I / \Delta t$ wie vor, 300 Wdg.)

d in mm	26	33	41
A in cm^2			
U_i in mV			
U_i/A in mV/ cm^2			

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 Flussdichte pro Zeit

Damit gehen jetzt weitere Abituraufgaben, die Du auf Leifiphysik unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre – Elektromagnetische Induktion – Magnetischer Fluss und Induktionsgesetz Aufgaben** findest, z.B. die mit der Alaska-Pipeline.