

In diesem Kapitel werden wir das Phänomen, das wir im letzten Kapitel qualitativ kennengelernt haben, quantitativ erfassen. Dadurch ergibt sich ein experimenteller Beleg für die Formel, die wir im letzten Kapitel hergeleitet haben. Der vereinfachte Stromkreis in diesem Experiment steht für den Parallelzweig mit Spule im letzten Experiment. Im kombinierten Diagramm sind die Messkurven für Strom und Spannung zeitsynchron dargestellt.

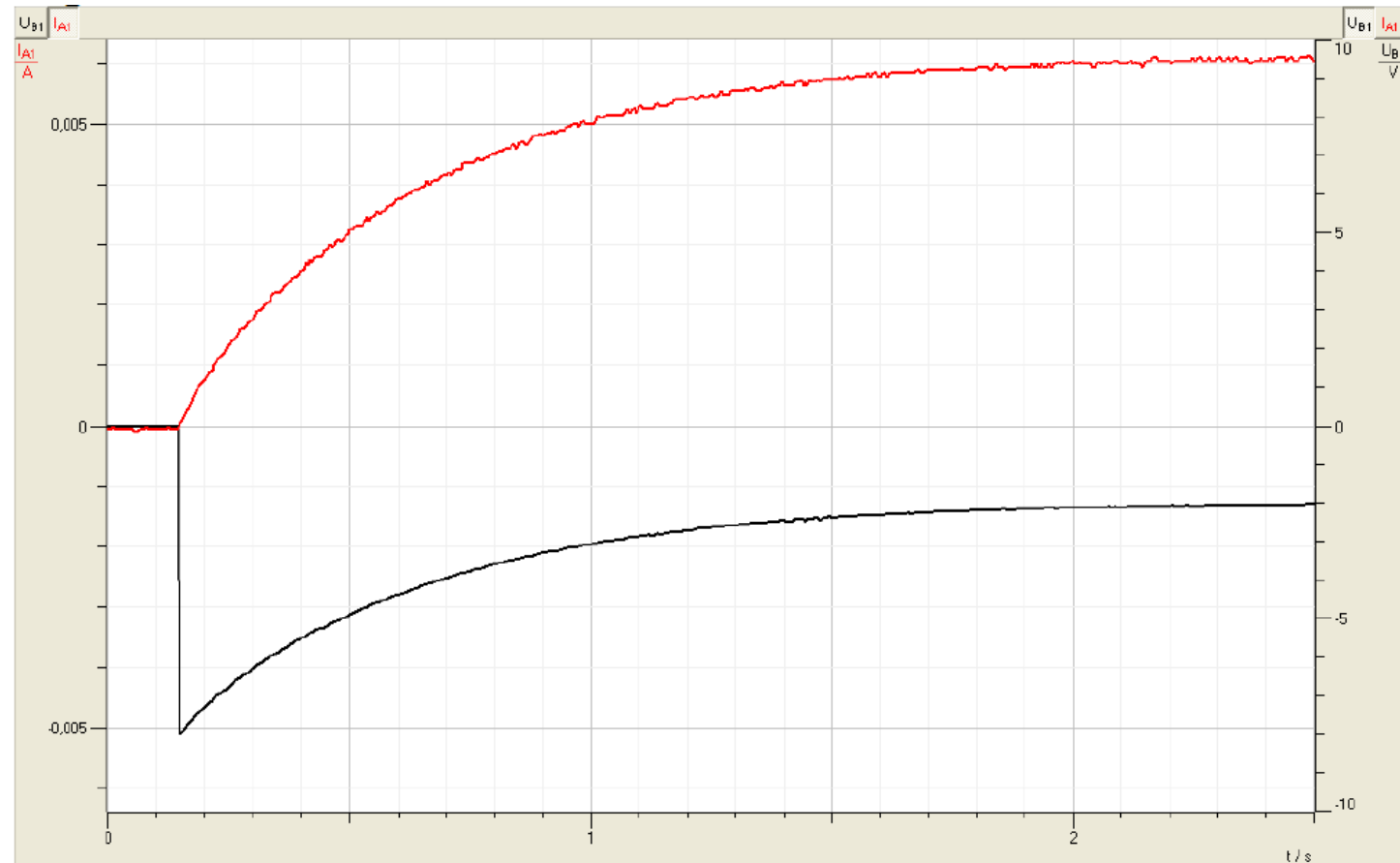
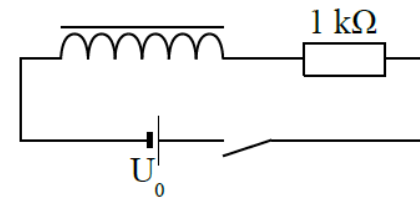
a) Stelle im Schaltbild den Einbau von Strom- und Spannungssensor an geeigneten Positionen dar.
b) Betrachte zuerst die rote Messkurve für den Strom und erlautere, weshalb diese mit der Beobachtung aus dem Grundexperiment aus dem letzten Kapitel in Einklang steht.

- Fortsetzung nächste Folie -

4.7 Selbstinduktion Messkurven

Experiment: Quantitative Erfassung des Einschaltvorgangs

Stromstärke und Spannung an der Spule werden beim Einschalten in ihrem zeitlichen Verlauf mit Hilfe von Datalogging aufgezeichnet.



c) Betrachte jetzt den ersten Teil der schwarzen Messkurve für die Spannung (Skala hierzu rechts) und erkläre damit den Verlauf der Stromkurve.

Vergleiche mit der angelegten Spannung.

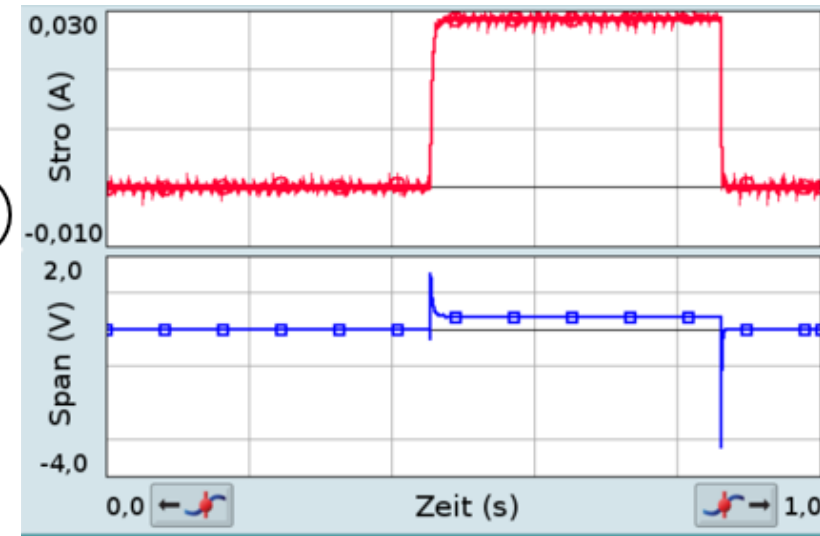
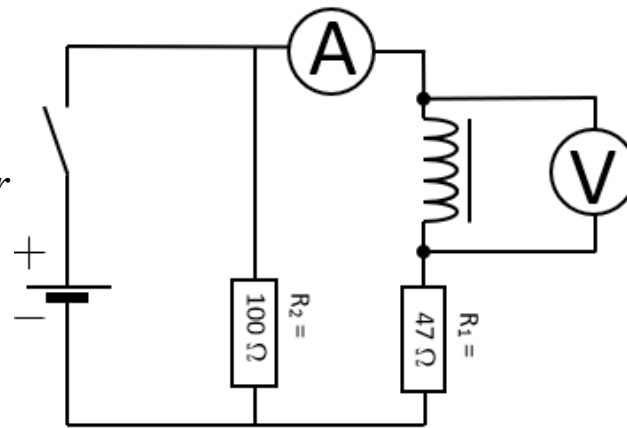
d) Bestimme graphisch so gut wie möglich die Steigung der Stromkurve im Einschaltmoment (Tangente!) und berechne damit die Induktivität der Spule (Formel aus dem letzten Kapitel!).

e) Betrachte den hinteren Teil der Stromkurve. Interpretiere die Werte, die sich daraus gewinnen lassen.

f) Betrachte den hinteren Teil der Spannungskurve. Erläutere die Abweichung vom theoretischen Modell aus dem letzten Kapitel.

Ein- und Ausschaltvorgang zusammen

Will man auch den Ausschaltvorgang messen, wird der Aufbau komplizierter. Man benötigt einen Parallelzweig, um den Strom "auslaufen" zu lassen, sonst drohen Beschädigungen der Messtechnik. Dieses Experiment führst Du selbst durch. Die Messkurve für die Spannung ist hier aufgrund des Sensoreinbaus gespiegelt (hochgeklappt) dargestellt.



- a) **Vergleiche mit den Messkurven auf der ersten Folie.**
Woran erkennt man, dass hier eine "kleinere" Spule aus dem Praktikum zum Einsatz kam?
- b) **Erkläre, weshalb bei der Spannung die Abweichung von der theoretischen Kurve nur im Mittelteil zu sehen ist.**

Auch dieser Versuch zeigt, dass im magnetischen Feld einer Spule Energie gespeichert ist, die beim Ausschalten freigesetzt werden kann. Die Formel hierfür wird hier nur mitgeteilt.

Energie des magnetischen Feldes:

Die Energie des Magnetfeldes einer stromdurchflossenen Spule lässt sich berechnen mit:

$$E_{\text{mag}} = \frac{1}{2} L \cdot I^2$$

Beachte: Diese Formel hat dieselbe Struktur wie die für den Kondensator (das ist kein Zufall):

$$E_{\text{el}} = \frac{1}{2} C \cdot U^2$$

Induktionsspitze im Praktikumsexperiment - Berechnung

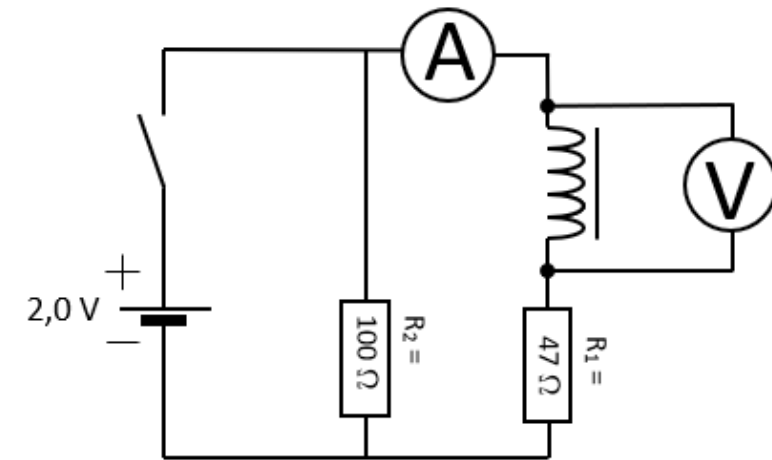
Hier bereiten wir die Analyse im Praktikumsversuch vor und vertiefen gleichzeitig das Verständnis für die Induktionsspitzen im letzten Kapitel, in dem ungefähr der gleiche Schaltungsaufbau verwendet wurde.

Der ohmsche Widerstand R_{Sp} der Spule im Praktikum beträgt $3\ \Omega$.

a) Berechne die stationäre Stromstärke im Spulenzweig.

b) Unmittelbar nach dem Ausschalten wird dieser Strom durch die Spule aufrecht erhalten. Zeichne den Stromweg dafür in den Schaltplan und berechne die Induktionsspannung an der Spule.

c) Erläutere den Einfluss des Widerstandes R_2 im Parallelzweig. Welche Konsequenzen hätte ein Weglassen dieses Zweiges?



Selbst-Check:

- Analyse von Spannungs- und Stromkurve beim Einschalten einer Spule
- Ausschaltvorgang
- Energie des magnetischen Feldes
- Induktionsspitzen

Übungsmöglichkeiten:

Auf Leifiphysik finden sich mehrere Aufgaben unter **Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektromagnetische Induktion - Selbstinduktion und Induktivität Aufgaben**. "Selbstinduktion im Diagramm" passt hier sehr gut zu den ersten beiden Folien. Die Abituraufgabe zum "Weidezaun" unter **Ein- und Ausschalten von RL-Kreisen Aufgaben** vertieft nochmal die letzten beiden Folien.