

Physikalisches Demonstrationsgerätepraktikum für Lehramtskandidaten D3

Leiter: Prof. Dr. Alfred Pflug

Betreuer: Kirstin Jung-Kosche, Georg Kosian

Elektromagnetismus und elektromagnetische Induktion

Eine Lernstationenreihe

vorbereitet und durchgeführt von: *Diethelm Schirdewahn*

Grundgedanke und Rahmenbedingungen des Versuches

Für Schüler der unteren Jahrgänge sind mit dieser Reihe verschiedene Lernstationen konzipiert worden, die einerseits die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes und andererseits die Wirkung von Magnetismus auf elektrische Stromkreise insbesondere an Spulen demonstrieren sollen.

Mit ihren Experimentiererfahrungen sollen die Schüler in die Lage versetzt werden, zum einen die Nutzung der elektromagnetischen Wirkung des elektrischen Stromes in Drehspulinstrumenten zu erkennen und zum anderen das Prinzip der magnetischen Induktion anhand des mechanischen Aufbaus eines Fahrraddynamos nachzuvollziehen und seine Teile in der Funktion beschreiben zu können.

Um die Beobachtungen sicher interpretieren zu können, sind Vorkenntnisse aus dem Bereich elektrische Schaltungen notwendig; die Einheiten der Spannung, das Volt, sowie der Stromstärke, das Ampere, müssen geläufig sein. Ausserdem müssen Grundkenntnisse zum Magnetismus vorhanden sein. Die Schüler sollten wissen, dass Magnete über Nord- und Südpole verfügen und wie sich Magnete zueinander verhalten. Kenntnisse über den Feldbegriff sind noch nicht erforderlich, er kann nach dieser Reihe gut eingeführt werden.

In dieser Reihe kommt es nur wenig auf quantitativ exakte Beobachtungen an, wichtig ist das qualitative Verständnis der beobachteten Phänomene.

Um den Schülern ausreichend Raum zu eigenen Erfahrungen zu geben, sind die Experimente als „Lernen an Stationen“ konzipiert. Die Schüler können so in der Arbeit in Gruppen eine Fülle von Beobachtungen selbst machen, die sie schrittweise an den Elektromagnetismus und an die elektromagnetische Induktion heranführen.

Obwohl die Stationen in einer bestimmten Reihenfolge aufgebaut sind, die im Inhalt aufeinander aufbauen, ist es nicht notwendig, sie in dieser festgelegten Reihenfolge zu bearbeiten. Eine Lenkung der Schüler findet durch das zugehörige Arbeitsblatt statt, mit dessen Hilfe die gewonnenen Einzelergebnisse später wieder in ihre ursprünglich beabsichtigte Reihenfolge gebracht werden.

Anhand der protokollierten Beobachtungen sollten in der folgenden Arbeitsbesprechung die Zusammenhänge und Unterschiede verdeutlicht werden. Da jeder Schüler an jedem Experiment beteiligt ist, liegt eine Ausgangssituation vor, in der jeder seinen Diskussionsbeitrag leisten könnte. Um die offene Diskussion zu begünstigen, sollte die Schlussbesprechung nicht in Lehrer-Schüler Dialogen geführt werden, son-

dem in einer Runde, die der Lehrer nur in einer Moderatorenrolle betreut, um so Schüler-zu-Schüler Dialoge zu ermöglichen.

Die Versuchsanweisungen sind in den Anlagen enthalten.

Materiallisten und besondere Hinweise

Station 1

Versuch von Oerstedt

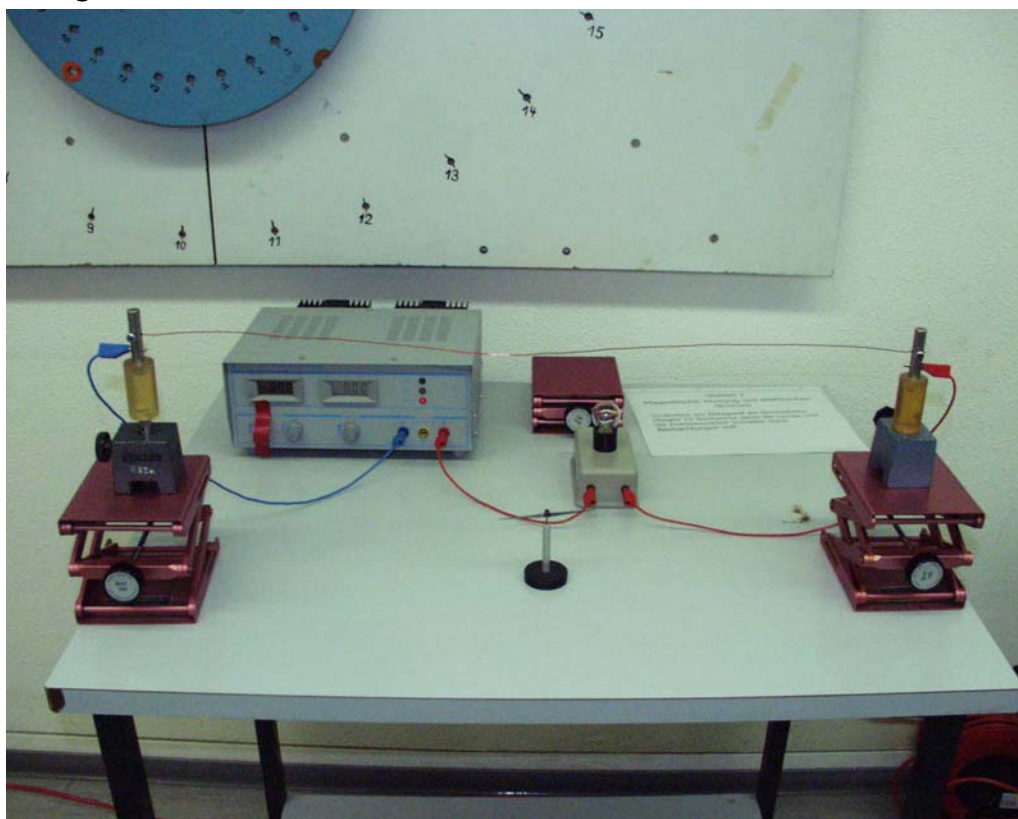
An dieser Station wird die magnetische Wirkung längs eines stromdurchflossenen Drahtes demonstriert. Dazu werden relativ hohe Ströme benötigt.

Netzgerät strom- und spannungsregelbar, $\leq 20\text{ V}$ $\leq 5\text{ A}$; Spannung auf 7 Volt begrenzen!

Glühbirne 6V 5A mit Fassung

- 2 Stk Laborboys
- 2 Stk kleine Stativfüsse
- 2 Stk Isolatoren
- 3 Stk Laborkabel (idealerweise 2 rot, 1 blau)
- 1 Stk Kompassnadel
- ca 60 cm Cu-Draht, lackisoliert, 1,0 mm \emptyset

Das Bild zeigt den Versuchsbau:



Zur Vermeidung von Schäden an der Glühbirne wird die Spannung am Netzgerät auf 7 Volt begrenzt und der Spannungsregelknopf mit Isolierband abgeklebt, als Hinweis für die Schüler, diesen Regler nicht zu betätigen. Der Abstand des Drahtes zu der

Kompassnadel wird so weit gewählt, dass der Ausschlag der Magnetnadel in etwa mit dem Beginn des Leuchtens der Glühlampe erfolgt.

Station 2

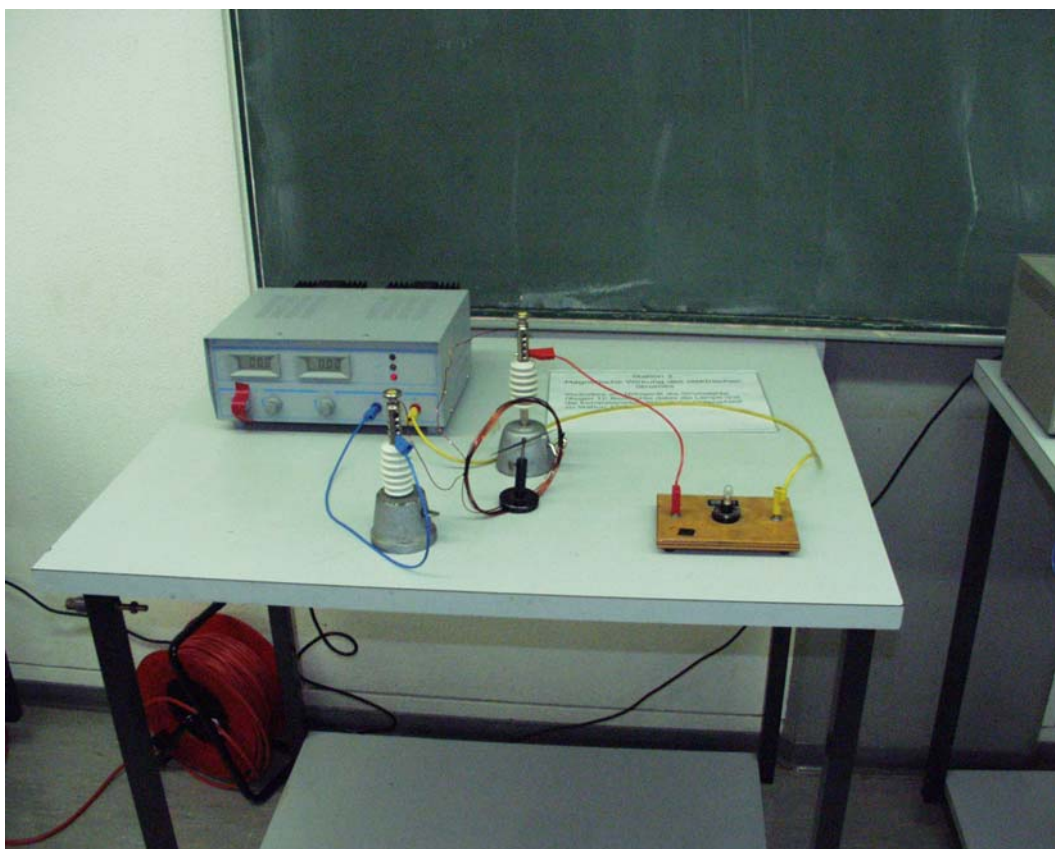
An dieser Station wird die stärkere magnetische Wirkung innerhalb einer Spule gezeigt. Obwohl hier nur 1/10 des Stromes wie in V.1 fließt, ist eine wesentlich stärkere Auslenkung der Magnetnadel zu beobachten.

Netzgerät strom- und spannungsregelbar, $\leq 20\text{ V}$ $\leq 5\text{ A}$; Spannung auf 4,5 Volt begrenzen!

Glühbirne 4V 0,3A mit Fassung

- 2 Stk kleine Stativfüsse
- 2 Stk Isolatoren
- 3 Stk Laborkabel (idealerweise 2 rot, 1 blau)
- 1 Stk Kompassnadel
- 1 Stk Spule ca. 14 cm \varnothing , 10 Windungen aus Cu-Draht, lackisoliert, 1,0 mm \varnothing

Das Bild zeigt den Versuchsbau:



Auch hier wird zur Vermeidung von Schäden an der Glühbirne die Spannung am Netzgerät auf 4,5 Volt begrenzt und der Spannungsregelknopf mit Isolierband abgeklebt, als Hinweis für die Schüler, diesen Regler nicht zu betätigen. Die Spule wird am Boden etwas auseinandergezogen, so dass die Magnetnadel dort gerade hereingestellt werden kann. Dann muss die Spule so ausgerichtet werden, dass die Nadel genau in der Kreisfläche ihre Ruheposition einnehmen kann.

Station 3

An dieser Station wird ein Drehspulinstrument in seinem prinzipiellen Aufbau dargestellt. Hier bewegt sich die Spule in einem starren Magnetfeld.

Netzgerät spannungsregelbar, $\leq 20\text{ V}$ $\leq 5\text{ A}$;

Glühbirne 6 V $0,4\text{ A}$ mit Fassung (Fahrradfrontlicht)

3 Stk Laborkabel (idealerweise 2 rot, 1 blau)

1 Stk Spule ca. 15 mm \varnothing , ca. 300 Windungen Cu-Draht, lackisoliert, $0,09\text{ mm}$ \varnothing (Haardicke) gewickelt auf ein PVC-Rohrabschnitt, mit Schmelzkleber gesichert. An die Enden wird ein ca. 5 cm langes Stück Kupferflachlitze angelötet. Damit kann die Spule in den Isolatoren befestigt werden. Ausserdem sorgt die Flachlitze für das Rückstellmoment. Als Andeutung eines Zeigers kann ein halber Zahnstocher in den Ring eingeklebt werden.

1 Stk Hufeisenmagnet

1 Stk laborübliches Demonstrationsdrehspulinstrument

Für die Befestigung der Spule:

1 Stk Stativfuss

1 Stk Stativstange ca. 40 cm

2 Stk Klemmen

2 Stk Isolatoren

Für die Befestigung des Magneten:

1 Stk Stativfuss, gross

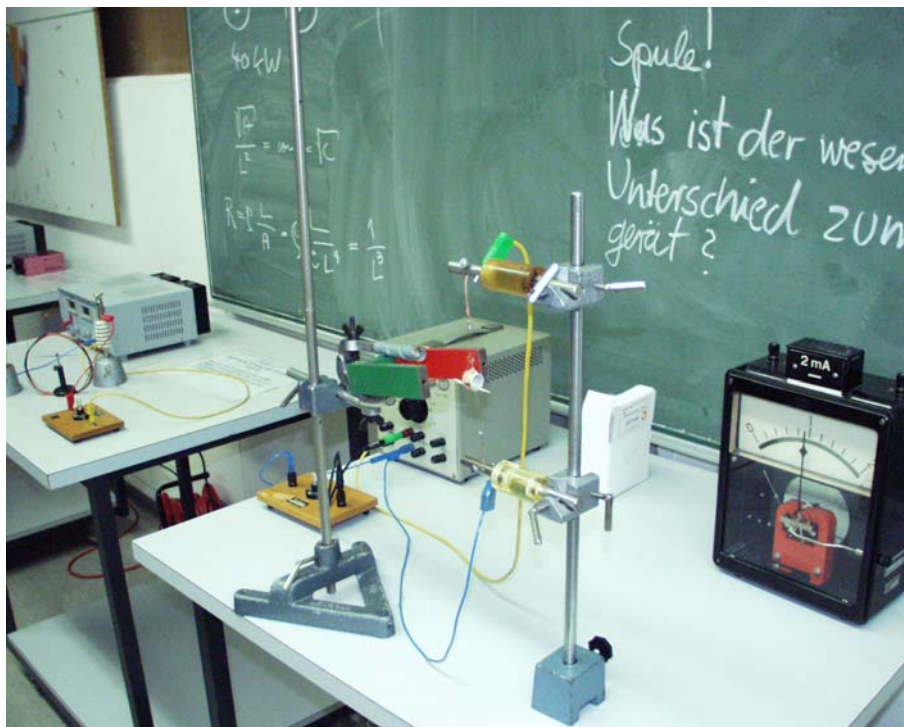
1 Stk Stativstange ca. 40 cm

1 Stk Klemme

1 Stk Klemmhalterung

Das Bild zeigt den Versuchsbau:

Station 4



An dieser Station soll gezeigt werden, dass sich die Richtung des Magnetfeldes in der Spule ändert, wenn die Pole vertauscht werden. Die Isolatoren sollten mit „A“ und „B“ gekennzeichnet werden.

Netzgerät strom- und spannungsregelbar, $\leq 20\text{ V}$ $\leq 5\text{ A}$; Spannung auf 6 Volt begrenzen!

Glühbirne 6V 5A mit Fassung

- 2 Stk kleine Stativfüsse
- 2 Stk Isolatoren
- 7 Stk Laborkabel (idealerweise 2 rot, 2 blau, 3 schwarz)
- 1 Stk Kompassnadel
- 1 Stk Spule ca. 8 cm \varnothing , 6 Windungen aus Cu-Draht, lackisoliert, 1,0 mm \varnothing
- 1 Stk Stabmagnet
- 2 Stk Umschalter (Taster)

Das Bild zeigt den Versuchsbau:

Hier sollte die Nadel so gelagert sein, dass Drehpunktspitze und Spulenmittelpunkt in etwa einer Fluchtlinie liegen.

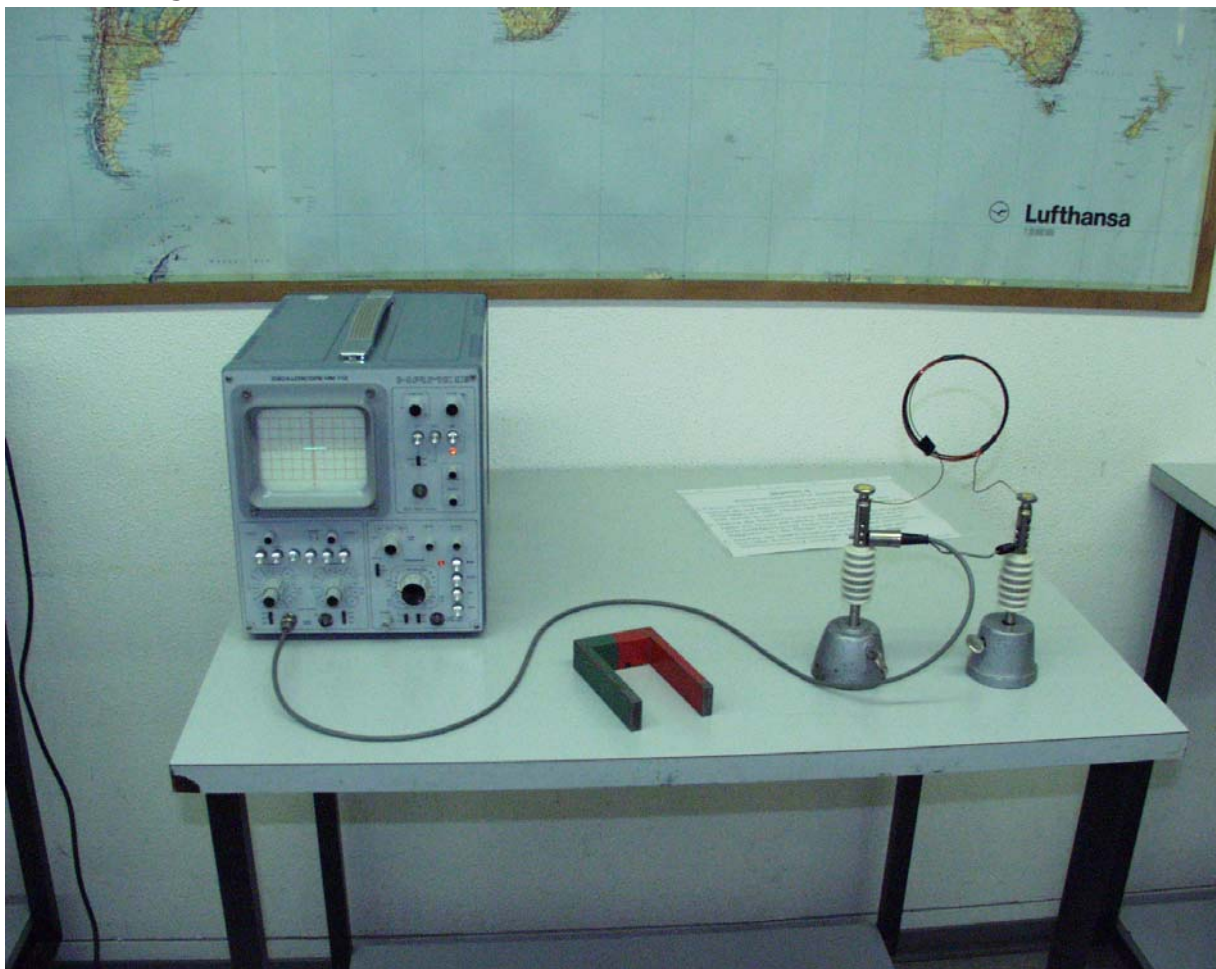


Station 5

An dieser Station wird die Wirkung eines Permanentmagneten auf eine Spule gezeigt. Es können verschiedene Erscheinungen beobachtet werden: Negative oder positive Auslenkung des Elektronenstrahles, je nach Magnetpol, der in die Spule geführt wird oder ob eine Hinein- oder Herausbewegung erfolgt. Der drehende Magnet erzeugt eine wellenförmige Spannungskurve, die später am Dynamo wiedererkannt werden soll.

- 2 Stk kleine Stativfüsse
- 2 Stk Isolatoren
- 2 Stk Laborkabel
- 1 Stk Spule ca. 8 cm \emptyset , 10 Windungen aus Cu-Draht, lackisoliert, 1,0 mm \emptyset
- 1 Stk Stabmagnet mit Mittelloch
- 1 Stk Stabmagnet
- 2 Stk Drehachse
- 1 Stk Oszilloskop

Das Bild zeigt den Versuchsbau:



Station 6

An dieser Station wird ein aufgesägter Fahrraddynamo präsentiert. Hier kommt es darauf an, dass die Schüler die Elemente aus den Vorversuchen wiedererkennen und damit die Funktion beschreiben können. Eine Spannungsmessung an einem Fahrraddynamo im eingebauten Zustand beschliesst die Reihe.

- 1 Stk Fahrraddynamo, aufgesägt
- 1 Foto einer Spannungskurve
- 1 Stk Kompassnadel
- 1 Stk Fahrrad
- 1 Stk Oszilloskop