

## Abschnitt 1 – Einführung magnetischer Fluss

### 1 Inhalt

In der ersten Stunde erfolgt die Motivation für die kommende Unterrichtseinheit. Außerdem werden die Eigenschaften von Darstellungsmöglichkeiten zum Magnetfeld wiederholt. Abschließend wird die Größe magnetischer Fluss mit Hilfe eines Lernprogramms von den Schülerinnen und Schülern eigenständig erarbeitet. Zusätzlich wird mit dem Arbeitsblatt „der Filmstreifen“ als wichtiges methodisches Element der Unterrichtseinheit eingeführt.

### 2 Unterrichtsablauf

#### 2.1 Tabellarische Übersicht

Es ist denkbar, die Abschnitte A und B am Ende der vorhergehenden Stunde durchzuführen. Der Abschnitt C könnte dann in die Hausaufgabe ausgelagert werden.

| Abschnitt | Zeit (ca.) | Inhalt   | Material, Medien                       |
|-----------|------------|--|--|
| A         | 3 min.     | Bekanntgabe des Ziels der Unterrichtseinheit, Demonstration der Schütteltaschenlampe | Schütteltaschenlampe                   |
| B         | 3 min.     | Kurze Wiederholung der Darstellungsform eines Magnetfeldes mit Feldlinien            | Folie 1                                |
| C         | 10-15 min. | Einführung in das Simulationsprogramm und Bearbeiten des Arbeitsauftrag              | PC, Simulationsprogramm                |
| D         | 15 min.    | Zusammentragen der Ergebnisse aus der Arbeit mit dem Simulationsprogramm             | Simulationsprogramm, PC, Beamer, Tafel |
| E         | 8 min.     | Notieren der Definition des magnetischen Flusses                                     | Tafel                                  |
| F         | 5 min.     | Beispielhafte Veränderungen im Simulationsprogramm vornehmen                         | Simulationsprogramm, PC, Beamer        |
| G         | 5 min.     | Durchsprechen der getroffenen Vereinbarungen   | AB 1, Plakat                           |
| H         | 12 min.    | Bearbeitung der Aufgabe 1 und 2  | AB 1                                   |

#### 2.2 Detaillierte Informationen

##### Abschnitt A

Begonnen wird mit der Bekanntgabe des Ziels der Unterrichtseinheit. Die Schülerinnen und Schüler lernen in den kommenden Stunden eine zentrale Gesetzmäßigkeit der Physik kennen. Ohne diese würde unser heutiger Alltag ganz anders aussehen, da auf diesem sehr viele technische Geräte aufbauen. Viele dieser Geräte begegnen den Schülerinnen und Schülern auch im Alltag wie z. B. die elektrische Zahnbürste, das Mikrofon oder der ABS-Sensor. Als erstes Beispiel wird die Schütteltaschenlampe gezeigt. Hier wird die Frage aufgeworfen, wie durch das Schütteln ein Strom erzeugt wird. Diese Frage wird im Laufe der Unterrichtseinheit beantwortet. Weitere Beispiele folgen in den kommenden Stunden noch. Die Taschenlampe kann auch in der Klasse herumgegeben werden. Es bietet sich an, eine Taschenlampe mit durchsichtigem Gehäuse zu verwenden, da man dann besonders gut den Magneten und die Spule erkennen kann. Dieses Beispiel bietet sich hier gut an, da eine Erklärung zum Leuchten der Taschenlampe bereits in der folgenden Stunde möglich ist.

Zunächst müssen ein paar Grundlagen erarbeitet werden, damit die Schütteltaschenlampe und weitere Anwendungen, wie das Mikrofon, die elektrische Zahnbürste oder der ABS-Sensor, erklärt werden können.

## **Abschnitt B**

Falls es notwendig erscheint, kann mit den Schülerinnen und Schülern vorab noch einmal die Darstellung eines Magnetfeldes mittels Feldlinien kurz diskutiert werden. Die Gedanken, die hier diskutiert werden sollen sind folgende: Es gibt verschiedene Möglichkeiten ein Magnetfeld zu veranschaulichen. Hierzu gehört z. B. eine Graukodierung der Magnetfeldstärke (obere Abbildung auf Folie 1). Bereiche, in denen die Magnetfeldstärke sehr groß ist, werden dunkelgrau bzw. schwarz, und Bereiche, in denen die Magnetfeldstärke dazu vergleichsweise gering ist, werden hellgrau bzw. weiß dargestellt. In dieser Darstellungsvariante ist allerdings die Richtung des Magnetfeldes nicht zu erkennen. Die Darstellungsvariante eines Magnetfeldes mit Feldlinien stellt Informationen über alle bekannten Eigenschaften (Stärke und Richtung) des Magnetfeldes bereit (untere Abbildung auf Folie 1). Falls bei den Schülerinnen und Schülern die Frage aufkommt, was sich zwischen den Feldlinien befindet, so kann noch einmal darauf hingewiesen werden, dass auch zwischen den Feldlinien das Magnetfeld vorhanden ist. Dies konnte man in der grau kodierten Darstellung gut erkennen.

## **Abschnitt C**

Die Schülerinnen und Schülern arbeiten mit dem Simulationsprogramm zum magnetischen Fluss. Gegebenenfalls ist es auch möglich, dass die Schülerinnen und Schüler von zuhause aus Zugriff auf das Programm erhalten. In diesem Fall und wenn in der Stunde nicht ausreichend Zeit vorhanden war, könnte dann eine Hausaufgabe zur Erarbeitung des magnetischen Flusses gestellt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen sich mit dem Simulationsprogramm zum magnetischen Fluss beschäftigen und dabei folgenden Arbeitsauftrag bearbeiten:

Finden Sie heraus, was die Größe *magnetischer Fluss* angibt und wovon sie abhängt?

Das Simulationsprogramm ist so gestaltet, dass die Schülerinnen und Schüler ohne weitere Einführung in der Lage sein sollten mit dem Programm zu arbeiten. Es kann vorab aber auch eine Einführung in das Simulationsprogramm gegeben werden. Dabei können die Bedeutung der Objekte benannt und einige Hinweise zur Bedienung (zoomen, drehen, etc.) gegeben werden

### Bedeutung der Objekte:

Schwarze Linien: Magnetfeldlinien (*wird mit den Informationen der Startseite deutlich*)

Roter, grüner Quader: Magnetpole (Ausschnitt) (*wird mit den Informationen der Startseite deutlich*)

Grau-weiße Fläche: von einem Leiter eingeschlossene Fläche, bei der die Seiten zur Unterscheidung in verschiedenen Farben dargestellt sind.

### Bedienung:

Zoomen: Mausrad; wenn kein Mausrad vorhanden, dann gedrückte Alt-Taste und linke Maustaste

Drehen des Objektes: gedrückte linke Maustaste

## **Abschnitt D**

Die Schülerinnen und Schüler werden aufgefordert, ihre Beobachtungen (aus der letzten Stunde/Hausaufgabe) zu nennen. Es bietet sich für diese Besprechung an, dass das Lernprogramm mit einem Beamer im Klassenraum projiziert wird, um die Äußerungen für alle Schülerinnen und Schüler nachvollziehbar zu gestalten. Die Beobachtungen können an der Tafel notiert werden.

Die Äußerungen der Schülerinnen und Schüler werden, wenn nicht bereits geschehen, soweit zusammengefasst, dass als Ergebnis die Abhängigkeit des magnetischen Flusses von der Richtung der magnetischen Feldlinien (also das Vorzeichen des magnetischen Flusses), sowie der Anzahl der magnetischen Feldlinien genannt werden.

## Abschnitt E

Die Lehrkraft schreibt die Definition des magnetischen Flusses an die Tafel. Die Schülerinnen und Schüler übertragen die Definition in ihre Unterlagen.

### Definition magnetischer Fluss $\Phi$ :

Die Anzahl der magnetischen Feldlinien, die eine Fläche durchstoßen, ist ein Maß für den Betrag des magnetischen Flusses durch die Fläche.

Es gilt der Zusammenhang: Je mehr Feldlinien eine gegebene Fläche A durchstoßen, desto größer ist der Betrag des magnetischen Flusses.

Ändert sich der Richtungssinn, mit dem die Feldlinien die Fläche A durchstoßen (z.B. „von oben nach unten“ zu „von unten nach oben“), so ändert sich auch das Vorzeichen des magnetischen Flusses.

Das Formelzeichen  $\Phi$  ist den Schülerinnen und Schülern höchstwahrscheinlich unbekannt. Es kann zur Hilfe an der Tafel noch „ $\Phi$  sprich Phi“ notiert werden.

## Abschnitt F

Es folgt eine gemeinsame Übungsphase zum magnetischen Fluss. Der Lehrkraft führt im Simulationsprogramm nun verschiedene Veränderungen z. B. drehen oder verschieben der Fläche durch. Hierfür wird das Messgerät zum magnetischen Fluss ausgeblendet. Dies ist in der oberen Kopfzeile des Lernprogramms über den Button *Messgerät ausschalten* möglich. Die Schülerinnen und Schüler werden nun aufgefordert das Verhalten des magnetischen Flusses bei den vorgenommenen Veränderungen im Lernprogramm zu beschreiben. Die Antworten können durch erneutes Hinzuschalten des Messgerätes über den Button *Messgerät einschalten* in der oberen Kopfzeile überprüft werden.

## Abschnitt G

Dem magnetischen Fluss wird nun ein Wert zugewiesen. Diese Zuweisung erleichtert im Folgenden die Betrachtung der Stromflussrichtung in Bezug auf die Änderung des magnetischen Flusses. Würde dies nicht geschehen, so wäre eine Fallunterscheidung mit der Betrachtung des Betrages und des Vorzeichens des magnetischen Flusses nötig. Das Grundanliegen dieser Unterrichtseinheit ist die elektromagnetische Induktion auf Grundlage der Änderung des magnetischen Flusses möglichst einfach einzuführen, daher erfolgt hier die Reduktion auf Feldlinien.

Der magnetische Fluss, der durch eine Feldlinie dargestellt wird, die eine Fläche zuerst durch die helle Seite durchstößt, wird als  $\Phi_0$  bezeichnet. Die übrigen Werte für den magnetischen Fluss ergeben sich dann als Vielfache von  $\Phi_0$ .

Nun wird das erste Arbeitsblatt (AB 1) ausgeteilt und die auf dem Arbeitsblatt vermerkten Vereinbarungen zu den Werten des magnetischen Flusses werden besprochen. Man muss sich einmal entscheiden, wie man die Richtung festlegen möchte. Hierfür wählen wir ein positives Vorzeichen, wenn zuerst die helle Seite der Fläche durchstoßen wird. Diese Festlegung hätte auch anders getroffen werden können. Der zuvor genannte Aspekt kann den Schülerinnen und Schülern erläutert und ggf. mit ihnen diskutiert werden.

Es muss anschließend deutlich darauf hingewiesen werden, dass es sich hierbei um Vereinbarungen handelt, die innerhalb des Kurses getroffen werden und in der Form auch nur hier Gültigkeit haben. Die getroffenen Vereinbarungen dienen lediglich dazu den Stoff leichter zugänglich zu machen.

### Vereinbarung:

- **Der Betrag des magnetischen Flusses** ist proportional zur Anzahl N der magnetischen Feldlinien, die die Fläche durchstoßen. Es gilt:  $|\Phi| \sim N$
- **Das Vorzeichen des magnetischen Flusses** ist **positiv**, wenn die Feldlinie zuerst die helle Seite der Fläche durchstößt und **negativ**, wenn die Feldlinie zuerst die dunkle Seite der Fläche durchstößt.
- Wir ordnen dem magnetischen Fluss den Wert  $\Phi_0$  zu, wenn eine Magnetfeldlinie zuerst die helle Seite der Fläche durchstößt.  
Für  $N = 1$  gilt also  $|\Phi| = 1 \cdot \Phi_0$ , für  $N = 2$  gilt  $|\Phi| = 2 \cdot \Phi_0$  usw.

Die Schülerinnen und Schüler müssen darauf hingewiesen werden, dass in den nun kommenden Zeichnungen eine nicht eingefärbte Fläche der hellen Seite der Fläche und eine grau eingefärbte Fläche der dunklen Seite der Fläche entspricht.

Hinweis: Die Vereinbarungen können auf einem Plakat notiert sind. Dieses können Sie in den Stunden einfach im Klassenraum befestigen, sodass die Schülerinnen und Schüler immer die Informationen zu den Vereinbarungen vor Augen haben.

### **Abschnitt H**

Die Schülerinnen und Schüler bearbeiten dann die Aufgaben des ersten Arbeitsblattes. Hierfür muss vorab ggf. noch einmal an die Konvention der Zeichen zur Darstellung eines Magnetfeldes senkrecht zur Fläche des Arbeitsblattes erinnert werden. Die Aufgaben sollten die Schülerinnen und Schüler zur Übung allein oder zu zweit bearbeiten. Anschließend erfolgt eine Besprechung der Aufgaben, da hier methodische und fachliche Inhalte erlernt werden, die im Laufe der Unterrichtseinheit noch eine wichtige Rolle spielen.

Hinweis: Am besten ist es, wenn die Aufgaben noch in der Stunde besprochen würden. Falls in der Stunde keine Zeit mehr vorhanden ist, so kann die Bearbeitung dieses Arbeitsblattes als Hausaufgabe gegeben werden. Eine Besprechung erfolgt dann zu Beginn der nächsten Stunde. Jedoch sei an dieser Stelle daraufhin gewiesen, dass die kommende Stunde sehr eng geplant ist.

## **3 Tafelbild**

### Der magnetische Fluss $\Phi$

Finden Sie heraus, was die Größe „magnetischer Fluss“ angibt und wovon sie abhängt?

Ergebnisse aus der Arbeit mit dem Simulationsprogramm:

- Wenn die Fläche um  $180^\circ$  gedreht wird, dann ändert sich das Vorzeichen von  $\Phi$ .
- Wenn die Fläche einen größeren Flächeninhalt hat, dann ist der Betrag von  $\Phi$  größer.
- ...

### Definition magnetischer Fluss $\Phi$ :

Die Anzahl der magnetischen Feldlinien, die eine Fläche durchstoßen, ist ein Maß für den Betrag des magnetischen Flusses durch die Fläche.

Es gilt der Zusammenhang: Je mehr Feldlinien eine gegebene Fläche A durchstoßen, desto größer ist der Betrag des magnetischen Flusses.

Ändert sich der Richtungssinn, mit dem die Feldlinien die Fläche A durchstoßen (z. B. „von oben nach unten“ zu „von unten nach oben“), so ändert sich auch das Vorzeichen des magnetischen Flusses.