

I.D.34

Elektrizitätslehre und Magnetismus

Elementarmagnete-Modell und Feldlinien

Jörg Wassermann, Wermelskirchen

Illustrationen und Fotos von Jörg Wassermann; Fotos bearbeitet von Dr. Wolfgang Zettlmeier



© RAABE 2019

© Image Source / Getty Images Plus

Warum haften die Messer wie von Geisterhand an der Wand? Magnetismus fasziniert die Menschen seit langem. Zur Erklärung magnetischer Phänomene dienen Modelle. Ihre Schüler setzen sich mit zwei Modellen der Physik auseinander: dem Modell *Elementarmagnete* und dem Modell *Feldlinien*. Sie führen einfache Versuche durch. Eine Lernerfolgskontrolle rundet die Unterrichtseinheit ab.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe/Lernjahr:	5/6
Dauer:	4 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Kenntnisse wiedergeben, Probleme lösen; 2. Phänomene beschreiben, Informationen auswählen, Modellvorstellungen verwenden, Experimentieren; 3. Wissen austauschen
Thematische Bereiche:	Elektrizitätslehre und Magnetismus, Teilbereich Magnetismus
Medien:	Texte, Abbildungen, Experimentieranleitungen

Didaktisch-methodisches Konzept

Ein wesentlicher Aspekt des Faches Physik ist das Entwickeln von und der Umgang mit Modellen. Bei Permanentmagneten begegnen uns diese beiden Modelle:

1. Das Elementarmagnete-Modell: Einen Permanentmagneten kann man sich aus Elementarmagneten aufgebaut vorstellen. Viele wesentliche Eigenschaften eines Permanentmagneten können so veranschaulicht und begründet werden. Ihre Schüler werden durch verschiedene Experimente an dieses Elementarmagnete-Modell herangeführt.
2. Auch das Konzept der magnetischen Feldlinien ist die Veranschaulichung eines nicht unmittelbar zugänglichen Phänomens. Das magnetische Feld in der Umgebung eines Permanentmagneten wird oft mithilfe von Eisenspänen oder kleinen Magnetnadeln sichtbar gemacht. Die dabei entstehenden Bilder sollen die Schüler durch Arbeitsblätter mit vielen Bildern auf Unterschiede und Gemeinsamkeiten untersuchen, um mit dieser Art der Darstellung eines Feldes vertraut zu werden.

Stationenlernen oder Anregungen für Experimente und Übungsaufgaben

Für den Bereich Magnetismus gibt es viele einführende Materialsammlungen, die sich mit den grundlegenden Phänomenen beschäftigen. Die hier vorgestellten Materialien sind Teil eines solchen **Stationenlernens**, das ursprünglich für die **Klasse 6** entwickelt wurde, aber auch schon in **Klasse 5** zum Einsatz kam. Die aus vielen Veröffentlichungen bekannten Einstiegsversuche in den Magnetismus werden in diesem Beitrag aber übersprungen zugunsten einer Schwerpunktsetzung auf die Bereiche **Feldlinien** und **Elementarmagnete-Modell**.

Sie können mit den Materialien dieses Beitrags also ein vorhandenes Stationenlernen erweitern. Wenn Sie ein Profulfach im NW-Bereich unterrichten, finden Sie zusätzliche Ideen für mögliche **Experimente**. Oder Sie setzen einzelne Materialien für **leistungsstarke Schüler** als weiterführende Aufgaben ein. Die vorliegenden Arbeitsaufträge eignen sich aufgrund der einfachen Formulierungen und der teilweise enthaltenen **Binnendifferenzierung** zum großen Teil für Schüler ab Klasse 5. Das beigegefügte Hilfsmaterial kann passgenau verwendet oder weggelassen werden.

Aufbau der Einheit

Das **Elementarmagnete-Modell** erklärt die **ferromagnetischen Phänomene**, ohne dabei auf atomare Strukturen bzw. Vorstellungen eingehen zu müssen, die für die Schüler der Zielgruppe zu unanschaulich wären. Das Material fördert das Verständnis durch eine bildliche (**M 1**), eine materielle (**M 3**) und auch eine haptische Vorstellung (**M 2** und **M 4**) und wird durch eine Sammlung von **Multiple-Choice-Aufgaben** abgerundet (**M 5**). **Feldlinien** ermöglichen eine strukturierte Vorstellung über den Einfluss, den die Anwesenheit eines Magneten auf den ihn umgebenden Raum nimmt. Die Materialien **M 6** bis **M 8** fördern die bildliche Vorstellung des Modells.

Lernvoraussetzungen

Die Schüler müssen vorher über die folgenden Grundkenntnisse verfügen, damit sie mit diesem Material sinnvoll arbeiten können:

- Jeder Magnet hat zwei Pole: einen Nordpol und einen Südpol.
- Gleichnamige Pole stoßen sich ab, ungleichnamige Pole ziehen sich an.
- Ein Magnet kann nur Materialien anziehen, die Eisen, Kobalt oder Nickel enthalten.
- Ferromagnetische Körper werden durch Überstreichen mit einem Magneten magnetisiert.
- Durch starke Erschütterung oder starkes Erhitzen verliert ein Magnet seine magnetische Wirkung.
- Grundlagen zum Feldlinienmodell, Hinweise dazu finden Sie im nächsten Abschnitt.



Auf einen Blick

AB = Arbeitsblatt, LEK = Lernerfolgskontrolle, SV = Schülerversuch

1./2. Stunde

Thema: Eine Modellvorstellung kennenlernen – das Elementarmagnete-Modell

M 1 (Ab/SV) Das Elementarmagnete-Modell

Benötigt: Permanentmagnet
 Zerbrochene Magnete

M 2 (Ab) Das Elementarmagnete-Modell – Ein Modellversuch

Benötigt: 10 kleine Neodym-Magnete
 zwei 5-Cent-Stücke

M 3 (Ab) Magnetisieren – erklärt mit dem Elementarmagnete-Modell

Benötigt: Reagenzgläser mit Eisenspänen und Stopfen
 Kompassnadel gelagert
 Permanentmagnet

M 4 (Ab/SV) Magnete verstärken sich und schwächen sich ab

Benötigt: Büroklammer am Faden
 Stativfuß mit Stativklemme
 2 Permanentmagnete

3./4. Stunde

Thema: Feldlinien visualisieren das Magnetfeld

M 5 (LEK) Aufgaben zum Elementarmagnete-Modell

M 6 Feldlinien in der Nähe eines magnetischen Pols

M 7 Magnetfeldlinien bei zwei magnetischen Polen

M 8 Magnetfeldlinien bei vielen Magneten nebeneinander

Das Elementarmagnete-Modell

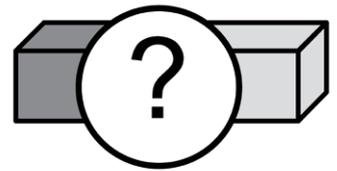
M 1

Du kannst nicht sehen, wie ein Magnet aufgebaut ist. Er sieht aus wie ein Stück Metall. Deshalb braucht man ein Modell, um seine Eigenschaften zu verstehen.

Wir suchen also ein **Modell**, das die Eigenschaften eines Magneten erklären kann.

Für Physiker ist ein Modell ein **gutes Modell**, wenn möglichst viele seiner Eigenschaften mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Ein gutes Modell für einen Magneten kann also z. B. Folgendes erklären:

- Jeder Magnet hat einen Nordpol und einen Südpol.
- Was geschieht, wenn Eisen magnetisiert wird?
- Warum erhält man zwei Magnete, wenn ein Magnet durchbricht?
- Warum ist Eisen nicht immer magnetisch?



Schülerversuch mit Aufgabenblatt:

Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 20 min

Materialien

Permanentmagnet

Zerbrochene Magnete



Schritt 1: Betrachte die Wirklichkeit

Aufgabe 1:

Schau dir einen ganzen Magneten genau an. Auch wenn du Lupen oder Mikroskope verwendest, siehst du nicht besser, was im Inneren des Magneten passiert. Vielleicht sind die Kratzer an der Oberfläche deutlicher zu sehen.

Schritt 2: Ein Unfall mit Folgen – Kleinteile

Wird ein Magnet versehentlich fallen gelassen, dann zerbricht er oft in mehrere Teile.

Aufgabe 2:

Wir lassen natürlich keine Magnete fallen. Prüfe, ob die einzelnen Stücke des vorhandenen zerbrochenen Magneten sich genauso wie ein Magnet verhalten.

Typ: Wie viele Pole hat jedes Teil? Stoßen sich die Teile gegenseitig ab? Ziehen sie sich gegenseitig an? Ist es genauso wie bei zwei ganzen Magneten?

Merke: Wenn ein Magnet zerbrochen ist, lassen sich die einzelnen Teile immer noch als Magnet verwenden.

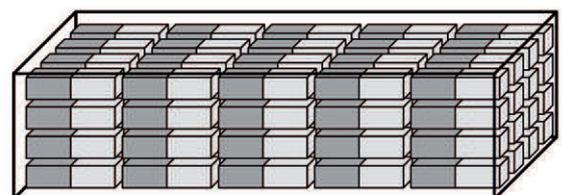
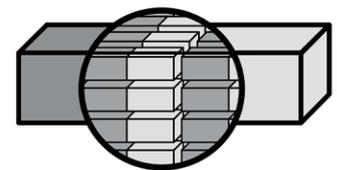


Schritt 3: Noch kleinere Teile

Stell dir vor, die Stücke des zerbrochenen Magneten werden weiter zerteilt. Und danach noch kleiner geteilt, bis in winzige Mini-Magnete. Ein Magnet besteht in unserem Modell deshalb aus ganz vielen Mini-Magneten. Diese Mini-Magnete nennt man **Elementarmagnete**, und das Modell heißt deswegen **Elementarmagnete-Modell**.

Ein Stabmagnet sieht im Elementarmagnete-Modell dann so aus wie in der Abbildung unten. Natürlich musst du dir darin noch viel, viel mehr Elementarmagnete vorstellen.

Alle Elementarmagnete sind parallel zueinander angeordnet, und ihre Pole zeigen alle in die gleiche Richtung.



Das Elementarmagnete-Modell – ein Modellversuch

M 2

Warum sind beide Teile eines zerbrochenen Magneten ein kleiner Magnet? Um dieses Phänomen zu erklären, gehen wir andersherum vor und bauen erstmal einen großen Magneten aus vielen kleinen zusammen. Diese kleinen Magnete sollen die Elementarmagnete modellhaft darstellen.

Schülerversuch: Vorbereitung: 2 min, Durchführung: 15 min

Materialien 10 kleine Neodym-Magnete zwei 5-Cent-Stücke

Versuchsdurchführung

1. Bilde mit allen 10 Elementarmagneten zuerst eine lange Kette. Stell dir vor, dass ein dünner Stabmagnet so ähnlich aus vielen kleinen Elementarmagneten aufgebaut ist. Achte darauf, dass die einzelnen Magnete möglichst perfekt, d. h. ohne seitliche Verschiebung aneinanderhaften.



2. Untersuche, an welchen Stellen dieser lange Stabmagnet seine Pole hat. Prüfe dazu, an welchen Stellen du die Magnetkette mit dem Rand eines Centstücks anheben kannst. Notiere deine Beobachtungen.



3. Jetzt „zerbrechen“ wir unseren Modell-Magneten. Teile dazu die Magnetkette in der Mitte und untersuche wieder, ob und an welchen Stellen die beiden Hälften ihre Pole haben. Untersuche danach noch kleinere Stücke des Modell-Magneten: Teile dazu eine der beiden Hälften in noch kleinere Teile. Was kannst du jetzt über diese einzelnen Teile sagen? Notiere wieder deine Beobachtungen.



4. Räume das Material wieder so auf, wie du es vorgefunden hast (siehe Bild). So geht nichts verloren.



Alle Fotos: Jörg Wassermann, Wermelskirchen

Magnetisieren mit dem Elementarmagnete-Modell

M 3

Wir magnetisieren ein Reagenzglas, das mit Elementarmagneten gefüllt ist. Halt – eigentlich sind es keine Elementarmagnete, sondern einfache Eisenspäne, die man sehen und gut beobachten kann. Aber du weißt ja, dass man Eisen magnetisieren kann.

Schülerversuch: Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 15 min

Materialien

- Reagenzglas mit Eisenspänen und Stopfen
- Kompassnadel gelagert
- Permanentmagnet



Versuchsdurchführung

1. Stelle die Kompassnadel auf. Schüttele das Reagenzglas vorsichtig gut durch. Die Eisenspäne sollen danach völlig unsortiert und gleichmäßig verteilt im Reagenzglas liegen.

Halte nun das Reagenzglas **waagrecht**. Halte es zuerst dicht in die Nähe der Nordpol-Spitze der Kompassnadel, danach an die Südpol-Spitze.

Prüfe, ob du alles richtig machst:

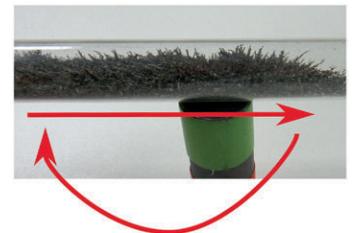
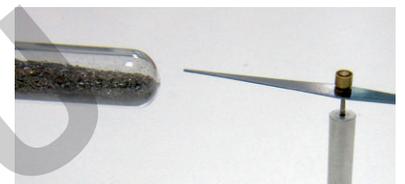
Die Eisenspäne und die Spitze der Kompassnadel ziehen sich gegenseitig an. Die Beobachtung ist bei beiden Polen der Kompassnadel gleich.

Merke: Die Kompassnadel ist ein Magnet, das Reagenzglas verhält sich wie ein Stück Eisen.

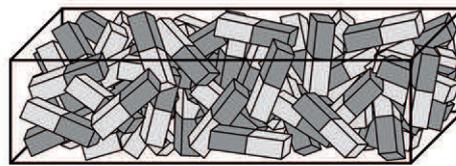
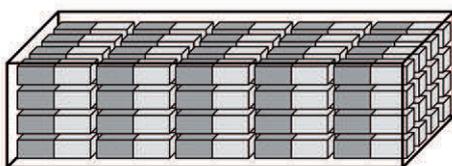
2. Halte das Reagenzglas immer noch waagrecht, am besten mit zwei Händen. Ein Partner streicht dann mit dem Dauermagneten langsam an der Unterseite des Reagenzglases entlang. Führe den Magneten dann im großen Bogen zurück (siehe Abbildung rechts). Wiederhole diesen Ablauf mindestens 10 Mal und beobachte dabei die Eisenspäne. Halte das Reagenzglas möglichst ruhig.

Beschreibe, was während der Magnetisierung mit den Eisenspänen geschieht. Vergleiche dabei den Hinweg am Reagenzglas entlang und den Rückweg im großen Bogen.

3. Halte das magnetisierte Reagenzglas wieder ganz dicht an die eine Spitze der Kompassnadel und anschließend an die andere. Notiere deine Beobachtungen und formuliere einen Merksatz wie bei 1.
4. Schüttele anschließend das Reagenzglas gut durch und prüfe erneut, wie die beiden Spitzen der Kompassnadel reagieren, wenn das Reagenzglas genähert wird. Vergleiche mit 1. und notiere deine Beobachtung.
5. Hier siehst du zwei Bilder für einen Eisenkörper im Elementarmagnete-Modell. Vergleiche diese Bilder mit deinen Beobachtungen aus dem Versuch. Formuliere jetzt einen Merksatz, der mit dem Elementarmagnete-Modell beschreibt, wann ein Eisenkörper magnetisiert ist.



Fotos: Jörg Wassermann, Wermelskirchen



Magnete verstärken sich und schwächen sich

M 4

Wenn ein Magnet anwesend ist, wirkt er anziehend auf seine eiserne Umgebung. Was passiert aber, wenn ein anderer Magnet dazukommt? Du kannst dir bestimmt vorstellen, was passiert, wenn ganz viele Elementarmagnete zusammenkommen.

Schülerversuch: Vorbereitung: 5 min, Durchführung: 10 min

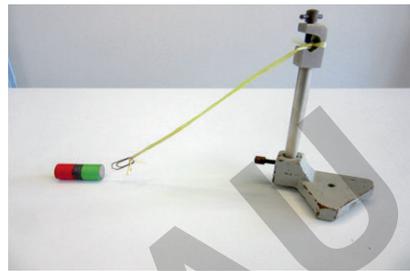
Materialien Büroklammer am Faden
 Stativfuß mit Stativklemme
 2 Permanentmagnete

Aufbau

Baue den Versuch wie in der Abbildung auf.

Die Büroklammer soll mit möglichst großem Abstand neben dem Magneten schweben.

Das bedeutet: Würdet ihr den Magneten nur ein kleines Stück weiter wegschieben, sollte die Büroklammer sofort herunterfallen.

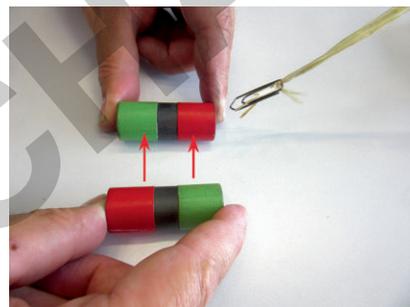


Versuchsdurchführung

1. Ein Partner hält den ersten Magneten gut fest, damit er sich nicht bewegt (den oberen im Bild). Der andere Partner nimmt den zweiten Magneten und nähert sich dem ersten von der Seite (wie im Bild), bis beide Magnete dicht nebeneinander sind.

Dabei sollen ungleichnamige (verschiedene) Pole der beiden Magnete zusammenkommen.

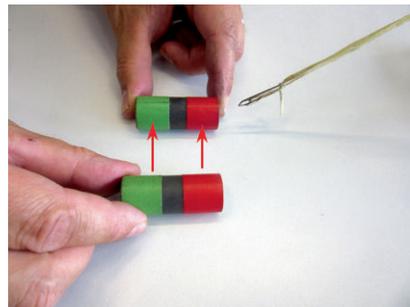
Notiere Beobachtung 1.



2. Tauscht die Plätze und wiederholt den Versuch. Der Unterschied: Diesmal sollen gleichnamige Pole der Magnete zusammenkommen. Das ist nicht ganz leicht, weil sie sich gegenseitig abstoßen. Probiert es aus!

Wenn die Magnete nebeneinanderliegen, vergrößert gemeinsam langsam den Abstand zur Büroklammer.

Notiere Beobachtung 2.



Fotos: Jörg Wassermann, Wermelskirchen

Erklärung

Überlege, was diese Beobachtungen für das Elementarmagnete-Modell bedeuten.

M 8 Magnetfeldlinien bei vielen Magneten nebeneinander

Jetzt schauen wir uns an, wie die Feldlinienbilder aussehen, wenn man viele Magnete nebeneinander unter die Eisenspäne hält.

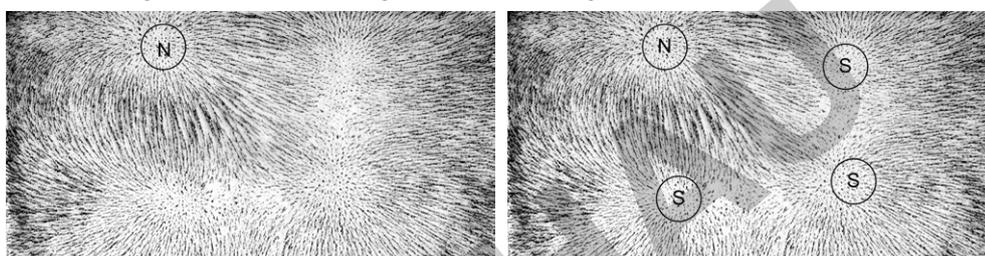
Aufgaben

Finde die Positionen, an die die Pole gehalten werden. Markiere sie mit einem Kreis. Diese Magnete können aber mit dem Nordpol oder mit dem Südpol auf die Eisenspäne gerichtet sein.

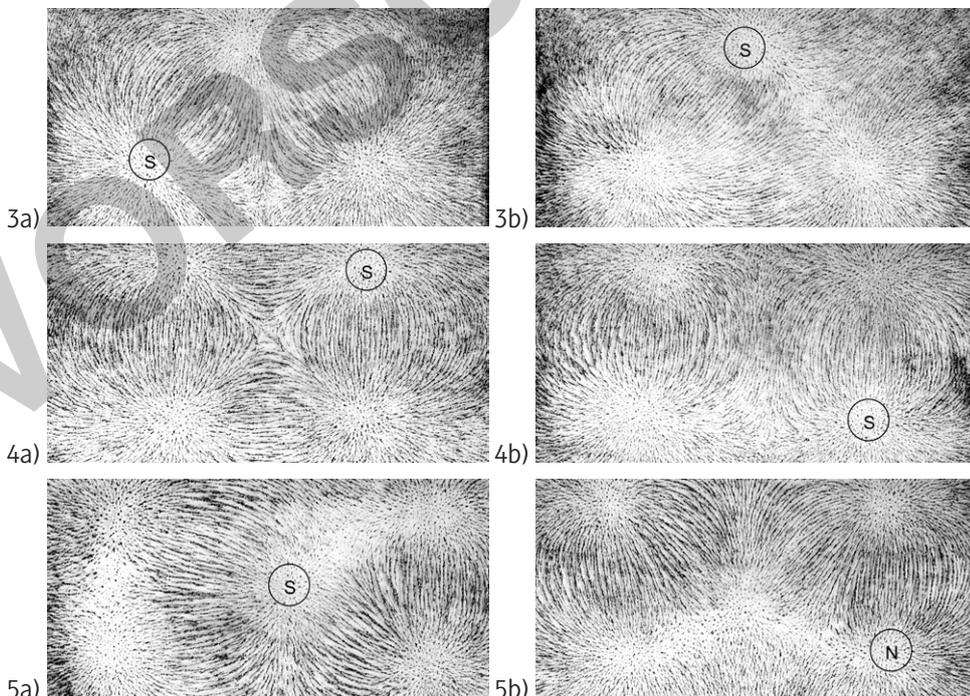
Finde mithilfe der Feldlinien heraus, wo ein Nordpol und wo ein Südpol ist. Markiere die Kreise mit einem N und mit einem S. Zur besseren Orientierung ist ein Pol vorgegeben.

Beispiel:

Links die Aufgabe, rechts die Lösung. Schau dir beides genau an.



Erklärung des Beispiels: Es gibt insgesamt vier Pole. Der Pol oben links (N) hat verbindende Feldlinien zu allen drei anderen Polen. Der Pol unten rechts hat zu den beiden direkten Nachbarn nur Feldlinien, die sich ausweichen. Daher sind diese drei alle gleichnamig (S).



Fotos: Jörg Wassermann, bearbeitet von: W. Zettlmeier

© RAABE 2019



Tipp:

In der ersten Zeile sind insgesamt drei Magnete, in der zweiten Zeile sind es vier Magnete, und in der dritten Zeile gibt es fünf Magnete.