

### Inhalt dieses Abschnitts:

#### Instruktionsphase

1. Magnete ziehen sich an und stoßen sich ab
2. Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an
3. Stärke von einem bzw. zwei gleich starken Magneten
4. Aus Eisen wird ein Magnet
5. Einführung des „Eisen-Magnet-Modells“
6. Was passiert, wenn ich einen Magneten in der Mitte teile?

#### Instruktionsphase

Bevor die Schülerinnen und Schüler selbständig an den Lernstationen arbeiten, werden die nachfolgend aufgeführten Inhalte in einem von der Lehrkraft gelenkten Unterrichtsgespräch, unterstützt von Demonstrationsexperimenten erarbeitet. Wesentliche und für die kooperative Arbeitsphase an den Lernstationen bedeutsame Inhalte werden zusätzlich in einem Tafelbild (Abb. 1) visualisiert.

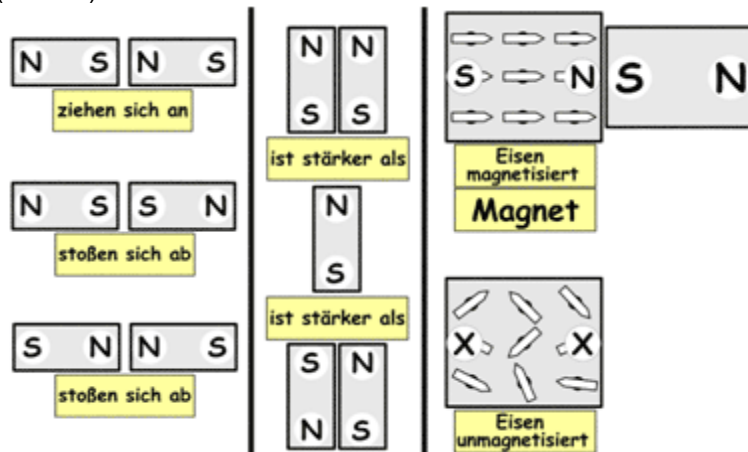


Abbildung 1: Tafelbild (gesamt)

Die Inhalte der Instruktionsphase sind Folgende:

1. *Magnete ziehen sich an und stoßen sich ab*
2. *Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an*
3. *Stärke von einem bzw. zwei gleich starken Magneten (kombiniert)*
4. *Aus Eisen wird ein Magnet:*
5. *Einführung des „Eisen-Magnet-Modells“*
6. *Anwendung des Eisen-Magnet-Modells*

#### Allgemeine Einführung (Sitzkreis)

Lehrkraft: „*Ich werde dir jetzt zuerst einiges über Magnete erklären. Pass gut auf, denn nachher wirst du mit einem Partner oder einer Partnerin gemeinsam viele Versuche mit Magneten ausprobieren. Dabei hilft es dir bestimmt, wenn du nun gut zuhörst, was ich dir erkläre.*“

## 1. Magnete ziehen sich an und stoßen sich ab

### Kurzbeschreibung

Um der Vorstellung, dass Magnete immer „rot und grün“ seien, entgegen zu wirken, wird zu Beginn mit farblich nicht markierten Stabmagneten gearbeitet. Zuerst wird einer davon auf ein Wägelchen gelegt, ein zweiter (ebenfalls unmarkierter Magnet) wird in der Hand gehalten und dem Wagen genähert („Vermute“, „Beobachte“). Nach der Beobachtung von Anziehung oder Abstoßung wird der Magnet in der Hand gedreht und anschließend wieder zum Wagen bewegt („Vermute“, „Beobachte“) um die zweite Wirkung zu beobachten. Aus den Beobachtungen kann geschlossen werden, dass die beiden Enden eines Stabmagnetes unterschiedliche Wirkungen haben müssen. Die Lehrkraft teilt mit, dass diese zur Unterscheidung „Nordpol“ und „Südpol“ genannt werden.

*Anmerkung: Die Herkunft dieser Namen kann an dieser Stelle begründet werden, allerdings erscheint es dann sinnvoll, sehr deutlich auf den Unterschied zwischen geographischen und magnetischen Polen einzugehen. Erfahrungsgemäß ist die Tatsache, dass ein magnetischer Nordpol vom Magnetpol der Erde am geographischen Nordpol angezogen wird, für Schüler (und auch für Erwachsene) sehr verwirrend.*

### Versuch

#### Magnete haben zwei verschiedene Wirkungen aufeinander



Abbildung 2: Material

- ein Wägelchen
- zwei farblich **nicht** markierte Magnete
- ein farblich markierter Magnet
- Klebpunkte
- Bild- und Wortkarten für das Tafelbild (Abb. 1 und 2)

Lehrkraft: „Du kennst bestimmt schon verschiedene Magnete und weißt, was man mit ihnen machen kann. Hier habe ich zwei Magnete.“ (Es werden zwei farblich nicht markierte Magnete verwendet).

- *Versuchsanordnung*: Ein farbig nicht markierter Magnet wird auf einen Wagen gelegt, ein weiterer farbig nicht markierter Magnet wird in der Hand gehalten und dem Wagen genähert (Abb. 3).
- *Versuch*: Der Magnet wird dem Wagen genähert. Je nachdem, ob sich gleichnamige oder ungleichnamige Pole nähern, wird der Wagen sich von dem Magneten in der Hand weg- oder zu ihm hinbewegen. (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - *Vermute!* → *Schüleräußerungen*
  - *Beobachte!* → *Schüleräußerungen*
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Die beiden Magnete stoßen sich ab / ziehen sich an. (Je nachdem, wie die Magnete angeordnet sind.) Nach dem Drehen des Magneten in der Hand und einer analogen Durchführung des Experiments wird eine der ersten Beobachtung entgegen gesetzte Wirkung auftreten.

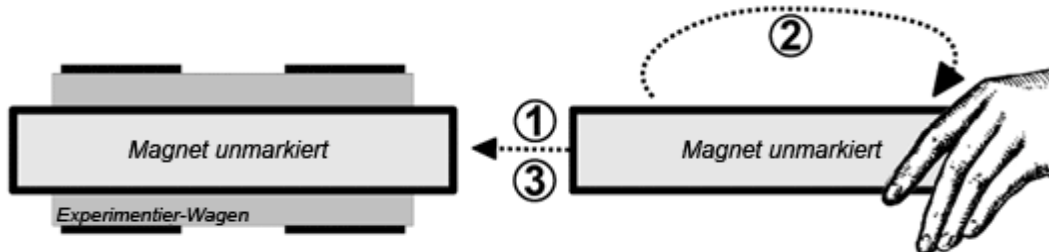


Abbildung 3: Versuch 1: Magnet schiebt Wagen

- Die Lehrkraft teilt mit, dass die Stellen an denen die Wirkung von Magneten am stärksten ist, Pole genannt werden und die Namen Nordpol und Südpol haben.
- Die Lehrkraft zeigt nun einen farblich markierten Magneten und teilt mit den Schülern, dass man sich darauf geeinigt hat, den Nordpol immer rot zu markieren und den Südpol grün. Dabei kann auf die Eselsbrücke „SÜD“ wie „GRÜN“ und „NORD“ wie „ROT“ hingewiesen werden.

## 2. Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an

(vgl. Tafelbild Abb. 1, linke Seite)

### Kurzbeschreibung

Zur Erarbeitung der Polregel werden zwei kleine Plastikwägelchen nebeneinander gestellt, auf die jeweils ein unmarkierter Magnet gelegt wird, so dass die Pole in die gleiche Richtung zeigen. Nun wird ein bereits (farblich oder mit Polnamen) markierter Magnet hinzugenommen und dieser nacheinander an die Magnete auf den Wägen gehalten. Die Schüler können beobachten, dass in beiden Fällen die gleiche Wirkung auftritt, dass also an den vorderen Enden der unmarkierten Magnete die gleichen Pole sein müssen. Diese werden gleich markiert (z.B. roter Klebepunkt). Die Wägelchen (inkl. Magneten) werden nun so zueinander gedreht, dass sich diese gleichen Pole gegenüberstehen. Beim Loslassen der Wagen bewegen sich diese auseinander; zwei gleiche Pole stoßen sich also ab. Durch gleichzeitiges Umdrehen von beiden Wagen lässt sich dies mit dem anderen Pol bestätigen. Dreht man nur einen Wagen um, so erkennt man die Anziehung von ungleichnamigen Polen. Mithilfe von Aufklebern (mit Polnamen) können so unter Rückschluss auf den bereits markierten Magnet alle Pole bestimmt werden.

### Versuche

#### Versuch 1: Wir finden zwei gleiche Pole.

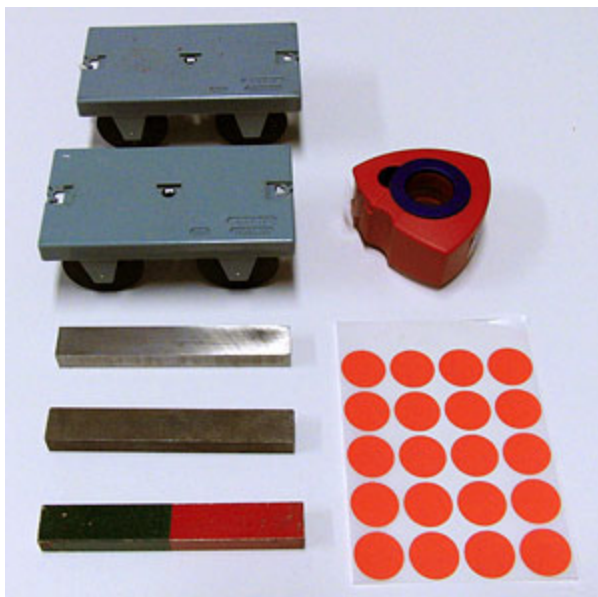


Abbildung 4: Material

- zwei Wägelchen
- zwei farbig **nicht** markierte Magnete
- ein farbig markierter Magnet
- Klebepunkte
- Bild- und Wortkarten für das Tafelbild (Abb. 1 und 2)
- *Versuchsanordnung:* Zur Erarbeitung der Polregel werden zwei kleine Plastikwagen nebeneinander gestellt, auf die jeweils ein unmarkierter Magnet gelegt wird, so dass die Pole in die gleiche Richtung zeigen (die gezielte Ausrichtung der Magnete sollte von den Kindern allerdings nicht bemerkt werden)

*Versuch 1: Wann kann man von gleichen Polen sprechen?*

- Nun wird der *dritte*, bereits (farblich oder mit Polnamen) markierte Magnet hinzugenommen und nacheinander an die Magnete auf den Wagen gehalten (Abb. 5). In beiden Fällen tritt die gleiche Wirkung auf, denn an den vorderen Enden der unmarkierten Magnete sind die gleichen Pole. (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - Vermute! → *Schüleräußerungen*
  - Beobachte! → *Schüleräußerungen*
- Beobachtungen werden mitgeteilt und zusammengefasst: Die beiden Pole, an die sich der dritte Magnet genähert hat, müssen gleich sein. → Die gleichen Pole werden nun gleich markiert (z.B. roter Klebepunkt).

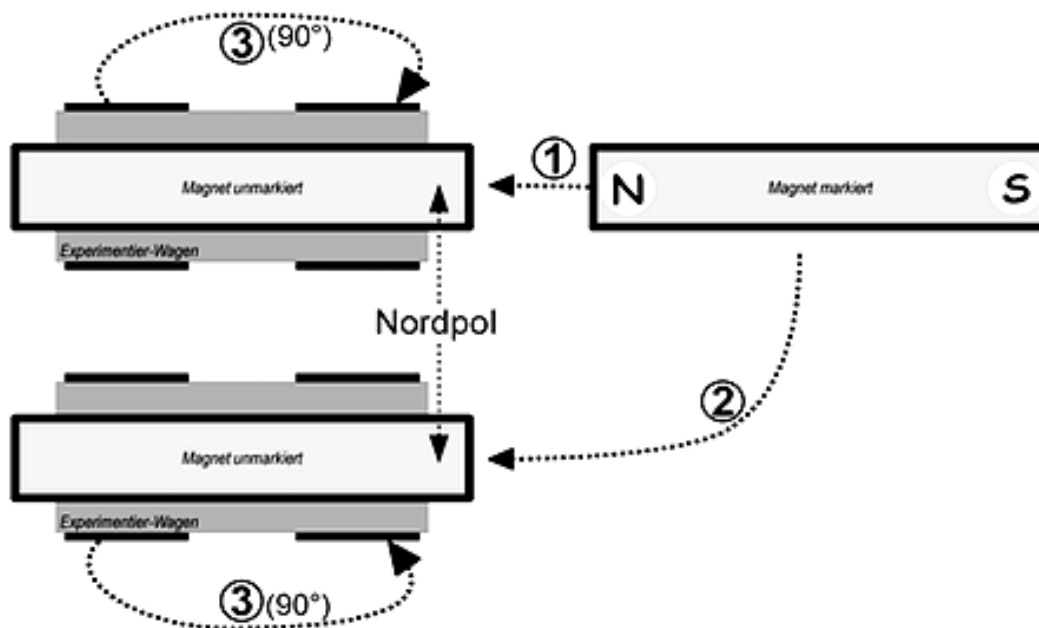


Abbildung 5: Versuch 1

### Versuch 2: Gleiche Pole stoßen sich ab (Abb. 6)

- *Versuchsanordnung*: Die Wagen (inkl. Magneten) werden nun so zueinander gedreht, dass sich diese gleichen Pole gegenüberstehen (Abb. 6).
- *Versuch*: Die Wagen werden zusammen geschoben und dann losgelassen. (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - Vermute! → *Schüleräußerungen*
  - Beobachte! → *Schüleräußerungen*
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Zwei gleiche Pole stoßen sich also ab. Anschließend werden beide Wagen umgedreht, sodass sich wieder zwei gleiche Pole gegenüberstehen. Der Versuch wird wiederholt, die Beobachtung ist identisch.

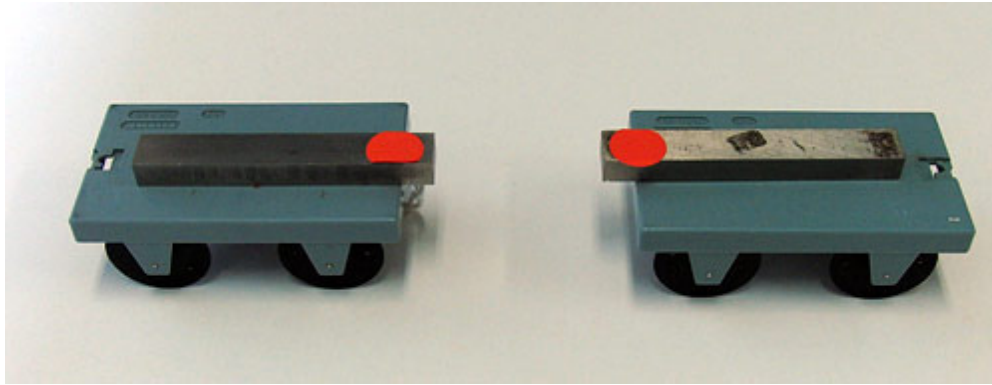


Abbildung 6: Versuch 2 und 3 – je nach Orientierung der Magneten rollen die Wagen voneinander weg oder aufeinander zu

### Versuch 3: Ungleiche Pole ziehen sich an

- *Versuchsanordnung*: Wie Versuch zuvor, aber ein Wagen wird umgedreht.
- *Versuch*: Die Wagen werden bis auf etwa 5 cm Abstand zusammen geschoben und dann losgelassen. (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - *Vermute!* → *Schüleräußerungen*
  - *Beobachte!* → *Schüleräußerungen*
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Ungleichenamige Pole ziehen sich an.

### Übungsphase und Aufbau des Tafelbildes im Klassenverband

- *Arbeitsauftrag*: Wer findet mit einem markierten Magnet heraus, wie die Pole der unmarkierten Magnete benannt werden?
- *Tafelbild/linke Seite*: Polregeln (Bildkarten und Wortkarten)

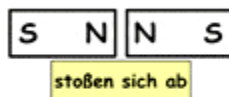
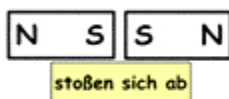
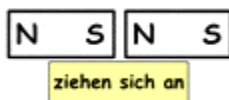


Abbildung 7: Tafelbild/linke Seite



### 3. Stärke von einem bzw. zwei gleich starken Magneten

#### Kurzbeschreibung

Im nächsten Schritt wird behandelt, wie sich die Stärke von Magneten verhält, wenn man mehrere Magnete zu einem Gesamtmagneten kombiniert. Eine Kernaussage des Eisen-Magnetmodells besteht darin, dass sich die magnetischen Wirkungen vieler parallel ausgerichteter Elementarmagnete aufsummieren und damit eine zunehmend stärkere Kraft ausgeübt werden kann. Zur Demonstration wird ein leicht selbst zu bauendes Magnetstärke-Anzeigegerät verwendet (Abb. 8a, b): In einen dicken Pappkarton oder ein dünnes Holzbrett wird ein Holz- oder Kupfer- oder Aluminiumstab gesteckt und auf diesen ein Neodym-Scheibenmagnet (Ringmagnet) gefädelt. Es wird nun *ein* Stabmagnet so darunter gehalten, dass der Ringmagnet abgestoßen wird. Die Schüler merken sich oder messen die Höhe, in der der Magnet schwebt (Abb. 8b). Anschließend werden *zwei* gleiche Stabmagnete mit gleich orientierten Polen fest nebeneinander und dann unter das Messgerät gehalten. Es ist zu beobachten, dass der Ringmagnet „höher“ abgestoßen wird, sich also die Wirkung der gleichen Pole verstärkt. Dreht man einen Magnet um, so hebt sich die Wirkung der Magnete praktisch vollständig auf, wenn diese mittig unter das Anzeigegerät gehalten werden. Der Ringmagnet bleibt also auf dem Karton liegen und wird gar nicht abgestoßen.

Anstelle des eben beschriebenen Magnetstärkemessers können auch die Wirkungen auf ein Wägelchen einer Holz Eisenbahn mit Magnetkupplungen (Brio oder Ikea) demonstriert werden, das auf einer schräggestellten Bahn nach schräg oben abgestoßen wird (s. Abb. 11a-d).

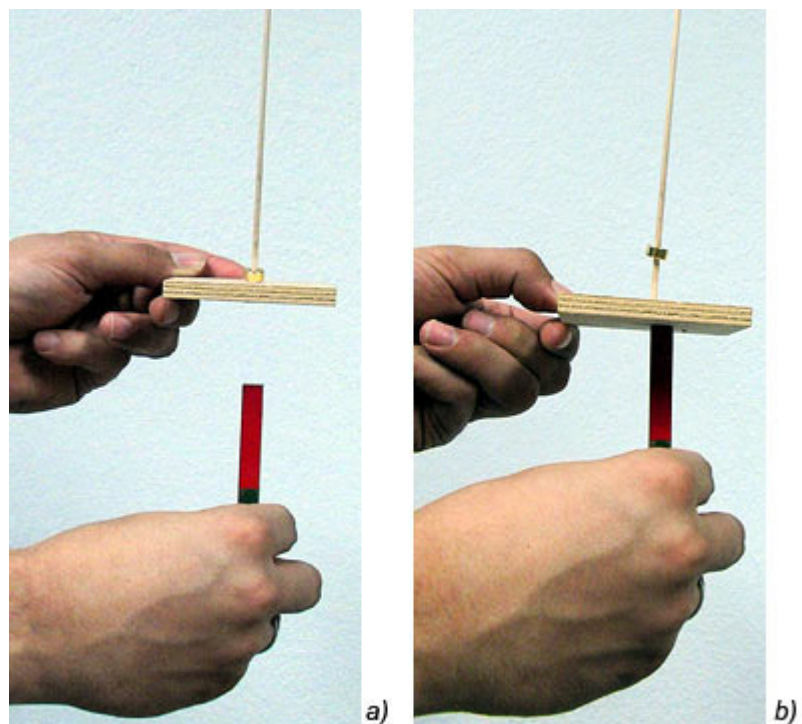
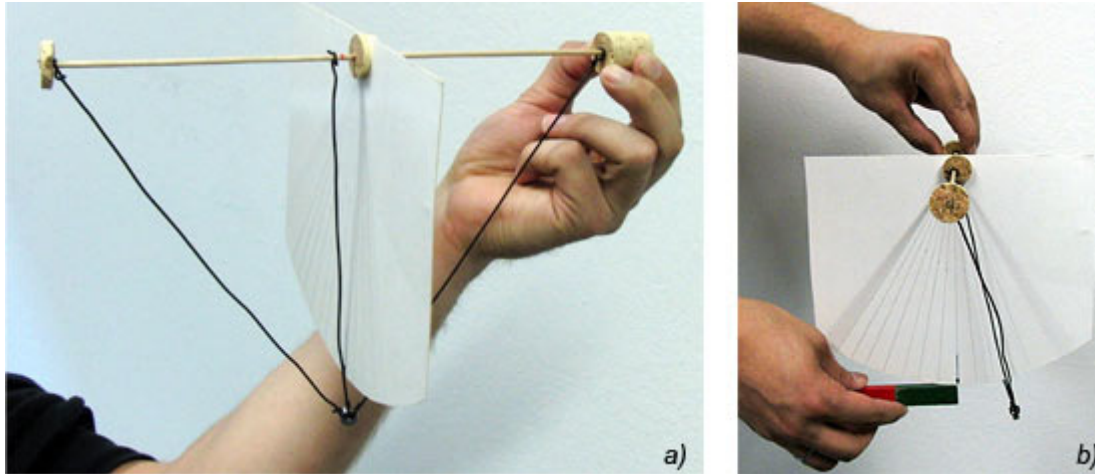


Abbildung 8: Magnetstärkemesser. a) Seitenansicht, b) Auslenkung durch einen Magneten

Alternative (s. Abb. 9): Ein Holzstab (ca. 30 cm Länge) wird in eine Pappe gesteckt und links und rechts durch eine Korkscheibe festgeklemmt. Auf die Pappe werden ausgehend von dem Stab Winkelstriche eingezeichnet, die Mittelmarkierung wird hervorgehoben. Ein Neodym-ringmagnet wird an drei Kupferdrähte geknüpft (der Magnet dreht sich dann nicht so leicht), von denen sich der mittlere Draht dicht vor der Pappe dreht. Die Länge der Drähte muss so gewählt werden, dass beiden äußeren mit der Pappe jeweils ein Dreieck bilden. In die oben Drahtenden werden ringförmige Ösen gebogen und diese auf den Stab geschoben.

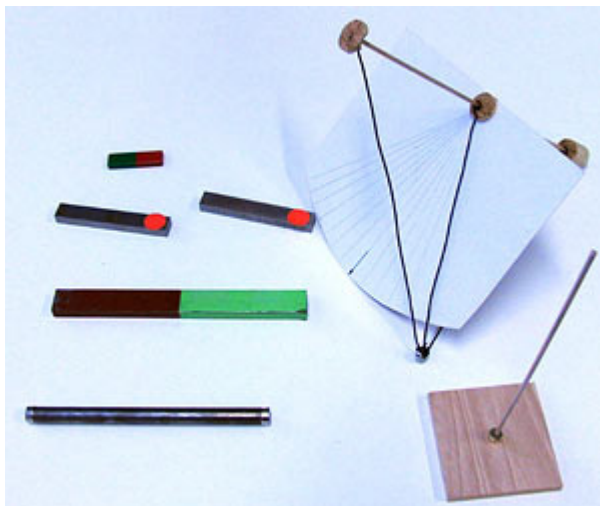
Auf die Enden des Stabes kommen ein Korken und eine Korkscheibe. Der Magnet muss leicht pendeln. Schiebt man den zu prüfenden Magneten (auf Abstoßung achten) bis zur Mittelmarkierung, wird der Ringmagnet um einen bestimmten Winkel ausgelenkt, der ein Maß für seine Stärke ist.



*Abbildung 9: Magnetstärkemesser, Variante 2. a) Schrägansicht, b) Auslenkung durch einen Magneten*

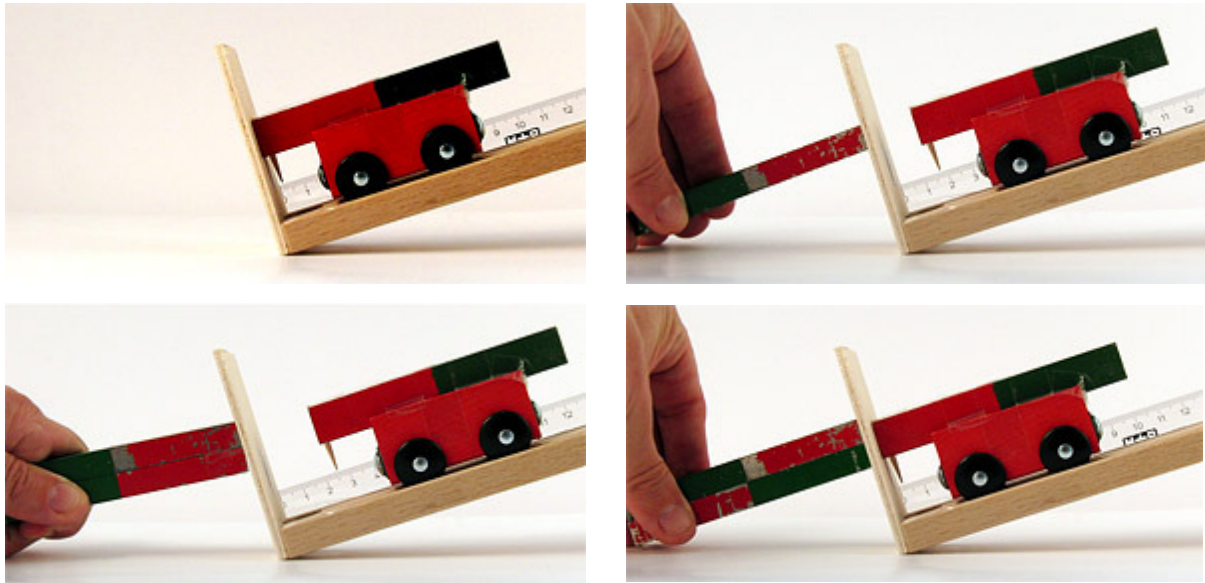
**Materialien:**

- 1 Magnetstärke-Anzeigegerät (→ zum selbst bauen: In einen dicken Pappkarton oder ein dünnes Holzbrett wird ein Holz- oder Kupfer- oder Aluminiumstab gesteckt und auf diesen ein Neodym-Scheibenmagnet (Ringmagnet) gefädelt, siehe Abbildungen 8a und b)
- Alternative 1: Magnetstärke-Anzeigegerät mit pendelndem Magneten (Abbildungen 9)
- Alternative 2: Holzwagons (z.B. IKEA) auf schiefer Ebene (siehe Abbildungen 11a-d)
- 2 rot-grün (oder mit Polnamen markierte) Magnete
- verschiedene große und kleine Magnete mit unterschiedlicher Stärke



*Abbildung 10: Materialien*





Abbildungen 11a-d: Die magnetische Wirkung von zwei Stabmagneten verstärkt sich oder hebt sich auf.

## Versuche

### Versuch: Wie stark ist ein Magnet?

- *Versuchsanordnung:* Magnetstärke-Anzeigegerät und ein Stabmagnet, der sich dem Holz- oder Kupferstab von unten nähert. (Abb. 12 Nr. 1)
- *Versuch:* **Ein** Stabmagnet wird so unter den Stab gehalten, dass der Ringmagnet abgestoßen wird. (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - *Vermute!* → *Schüleräußerungen*
  - *Beobachte!* → *Schüleräußerungen*
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Die Schüler merken sich (oder messen) die Höhe, in der der Magnet schwebt.

### Versuch: Wie stark sind zwei Magnete?

- *Versuch:* Zwei gleiche Stabmagnete mit gleich orientierten Polen werden fest nebeneinander und dann unter das Messgerät gehalten. Der Ringmagneten wird wieder abgestoßen. (Abb. 12 Nr. 2)
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Gemeinsam wird gefolgert, dass die Wirkungen der zwei gleich orientierten Stabmagnete stärker ist im Vergleich zu dem einzelnen Magneten. (Wenn die Schüler nachfragen, weshalb der Ringmagnet bei zwei gleichorientierten Magneten nicht doppelt so hoch geschoben wird, wird darauf hingewiesen, dass mit dem Abstand von einem Magnet die Wirkung schwächer wird.)

### Versuch: Die magnetische Wirkung hebt sich auf

- *Versuch:* Einer der beiden Magnete wird umgedreht. Die Magnete werden unter das Messgerät gehalten. (Abb. 12 Nr. 3)
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Die Wirkung der Magnete hebt sich vollständig auf.

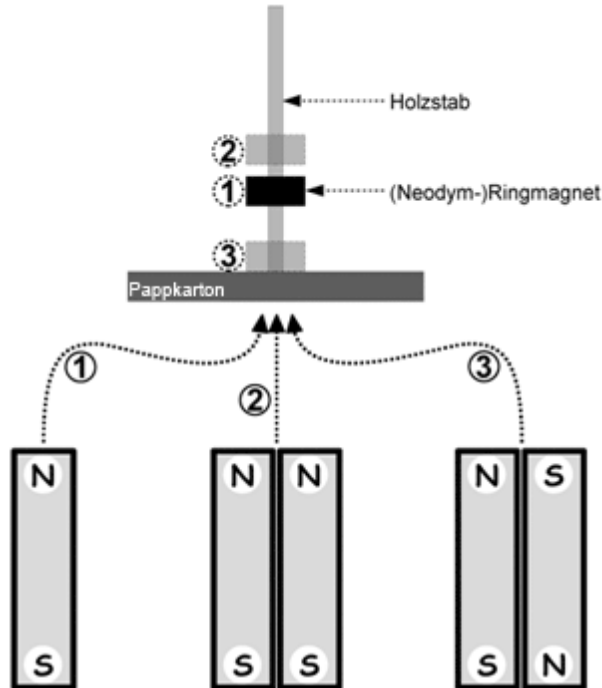


Abbildung 12: Vergleich der Stärke einer kombinierten Magneten mit der eines einzelnen Magneten

### Versuch: Zusammenhang von Größe und Stärke von Magneten

- *Versuch:* Verschiedene große und kleine Magnete werden unter das Messgerät gehalten, die verschiedenen Höhen sollen sich die SchülerInnen in etwa merken (bzw. die Höhen werden gemessen).

#### **Hinweis:**

Bei der Auswahl der Magnete ist zu beachten, dass auch kleinere Magnete „stärker“ sein müssen als größere, um nicht die Vermutung „großer Magnet ist stärker als kleiner Magnet“ zu unterstützen!

- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Die Wirkung der Magnete ist nicht notwendiger Weise abhängig von der Größe der Magnete. Kleinere Magnete können eine größere Wirkung haben als größere.

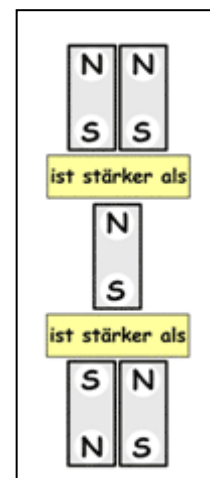


Abbildung 13: Tafelbild Mitte

#### 4. Aus Eisen wird ein Magnet

##### Kurzbeschreibung

Es wird gezeigt, dass ein Eisennagel nicht von einem Eisenstück angezogen wird. Hält man allerdings einen Magnet direkt oder auch nur nahe an das Eisenstück, so bleibt der Nagel am Eisenstück hängen (Abb. 13). Es wird festgehalten, dass Eisen in der Nähe eines Magneten selbst zum Magneten wird und so wiederum den Nagel magnetisieren und damit anziehen kann. Entfernt man den Magnet wieder, so bleibt der Nagel noch einige Zeit hängen bevor er abfällt: Das Eisenstück hat dann seine magnetische Wirkung wieder verloren.

##### Versuch: Der Nagel hängt am Eisenstück

###### Materialien:

- 1 rot-grüner (oder mit Polnamen markierter) Magnet
- 1 (unmagnetisiertes) Eisenstück
- 1 Eisennagel

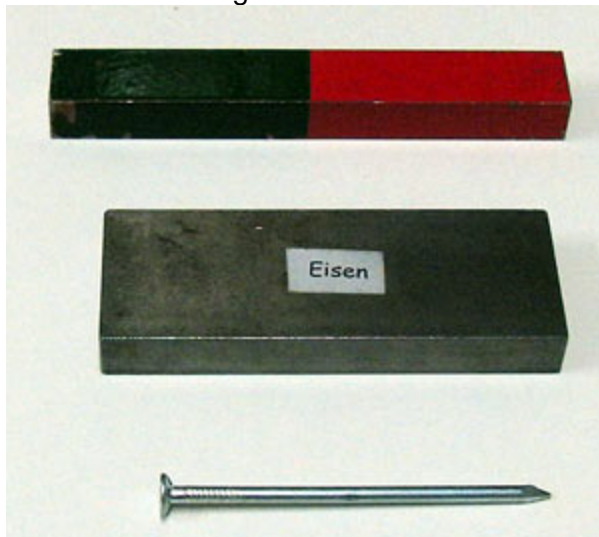


Abbildung14: Versuchsmaterial

##### Durchführung/Teil 1:

- **Versuchsanordnung:** Ein Magnet wird mit einer Polseite ganz nahe an ein Eisenstück gehalten (bzw. durch die Anziehung werden sich Eisen und Magnet von selbst berühren und zusammenhalten). Ein Nagel wird der anderen Seite des Eisenstücks genähert.
- **Versuch:** Ein Nagel wird der anderen Seite des Eisenstücks genähert. Wenn der Nagel das Eisenstück berührt und man den Nagel loslässt, so bleibt der Nagel am Eisenstück hängen. (Abb. 15) (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - *Vermute!* → *Schüleräußerungen*
  - *Beobachte!* → *Schüleräußerungen*
- **Beobachtungen** werden mitgeteilt und zusammengefasst: Ein Nagel kann auch von einem Eisenstück angezogen werden, wenn sich in der Nähe dieses Eisenstücks ein Magnet befindet.

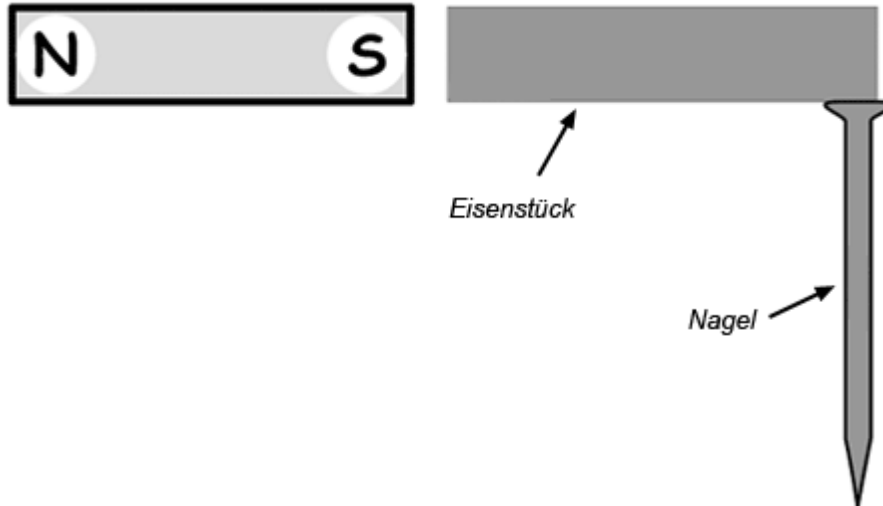


Abbildung 15: Versuch: Der Nagel hängt am Eisenstück

### Durchführung/Teil 2:

- *Versuchsanordnung:* Am Ende von Teil 1 des Versuchs hängt der Nagel am Eisenstück, wobei das Eisenstück einem Magneten berührt bzw. sich ganz nahe am Magneten befindet. Der Magnet soll nun entfernt werden.
- *Versuch:* Der Magnet wird entfernt. Nach einer kurzen Zeit fällt der Nagel zu Boden. (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - *Vermute!* → *Schüleräußerungen*
  - *Beobachte!* → *Schüleräußerungen*
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Wird der Magnet entfernt, so kann das Eisenstück den Nagel noch für kurze Zeit anziehen, bevor der Nagel fällt. Das Eisenstück hat seine magnetische Wirkung verloren.

### Hinweis:

*Je nach Eisenlegierung bleibt die Magnetisierung nach Wegschieben des Magneten im Eisenstück oder im Nagel unterschiedlich lange erhalten und der Nagel bleibt zu lange am Eisenstück hängen. Vorher ausprobieren ob die Magnetisierung ausreichend schnell verschwindet!*

## 5. Einführung des „Eisen-Magnet-Modells“

### Kurzbeschreibung

Nach dem eben gezeigten Phänomen drängt sich die Frage auf, warum Eisen selbst zum Magnet werden kann. Sie wird durch Einführung der Modellvorstellung zum Ferromagnetismus – dem Eisen-Magnet-Modell – geklärt. Hierfür bietet sich die für diesen Zweck entwickelte Computersimulation an, mit der über einen Beamer allen Schülern sowohl Symbolik und Funktion des Modells als auch der Modellcharakter erklärt wird. Mehr dazu im Materialteil zu diesem Thema. Gerade im Bezug auf den Modellcharakter ist zu beachten, dass immer wieder der hypothetische Charakter des Modells betont werden sollte. Man kann sich also vorstellen, dass sich im Inneren eines Eisenstücks unzählig viele, winzig kleine „Magnetchen“ befinden, die sich im (ungeordneten) Ursprungszustand in ihrer Wirkung nach Außen aufheben. Bei äußerer Annäherung eines Magneten ordnen sich die Magnetchen zunehmend parallel an und verstärken sich in ihrer Wirkung.

### Material:

- Laptop mit Simulation der Modellvorstellung
- Beamer

oder


- Tafelbild (siehe Abb. 18)

### Computersimulation ohne Magnet:



Abbildung 16: Screenshot der Computersimulation ohne Magnet

Erklärungen, die durch die Lehrkraft dazu gegeben werden:

- Der graue Kasten stellt ein Eisenstück dar.
- Um uns Dinge, die mit dem Eisenstück und einem Magneten zusammenhängen, besser erklären zu können, haben sich Naturwissenschaftler eine *Modellvorstellung* ausgedacht.
- Man kann sich *vorstellen*, dass Eisen (und alle anderen magnetisierbaren Stoffe) aus winzig kleinen Magnetchen bestehen. Im Inneren dieser Stoffe sind unvorstellbar viele dieser kleinen Magnetchen. Wir betrachten deshalb immer einen stark vergrößerten Ausschnitt und benutzen für die Magnetchen das Symbol (  )



- Diese kleinen Pfeile sollen also Magnetchen darstellen. Und wie die echten Magnete haben auch diese Magnetchen einen Nord- und einen Südpol. Der Nordpol ist immer an der Spitze des Magnetchens und des Südpol immer am stumpfen Ende.
- Wenn sich in der Nähe des Eisenstücks kein Magnet befindet sind die vielen Magnetchen, die wir uns im Inneren des Eisenstücks vorstellen, ungeordnet, d.h. sie schauen alle in verschiedene Richtungen. Die Wirkungen von den kleinen Magnetchen mit ihren beiden Polen heben sich also nach Außen auf. Das Eisenstück ist nicht magnetisiert.
- In einem Eisenstück sind aber nicht wirklich so kleine Pfeile! Wir stellen uns das nur so vor, damit wir uns die Wirkung von Magneten besser erklären können.

**Computersimulation mit Magnet:**

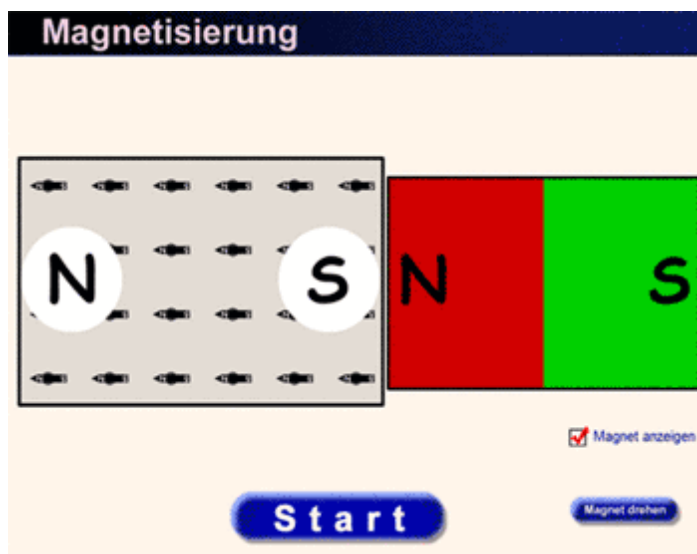


Abbildung 17: Screenshot der Computersimulation mit Magnet

Erklärungen, die durch die Lehrkraft dazu gegeben werden:

- Wenn sich nun ein Magnet diesem unmagnetisierten Eisenstück nähert, dann richten sich die Magnetchen in dem Eisenstück aus. D.h., wenn sich der Magnet mit dem Südpol nähert, dann werden alle Nordpole von den Magnetchen in dem Eisenstück angezogen. Die Magnetchen richten sich so aus, dass die Pfeilspitzen (also die kleinen Nordpole) weg vom Magneten schauen. Dadurch sind alle Südpole von den Magnetchen auf der rechten Seite und es bildet sich hier ein Südpol und auf der anderen Seite ein Nordpol. Das Eisenstück ist selbst zu einem Magneten geworden.
- Dreht man den Magneten um, so richten sich die Magnetchen in die andere Richtung aus, d.h. die Pole des magnetisierten Eisenstücks werden vertauscht.
- Die Ergebnisse werden im Tafelbild (zusätzlich) visualisiert.

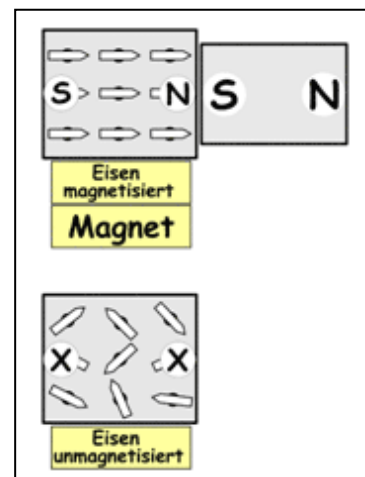


Abbildung 18: Tafelbild/rechte Seite

## 6. Anwendung des Eisen-Magnet-Modells: Was passiert, wenn ich einen Magneten in der Mitte teile?

### Kurzbeschreibung

Abschließend wird ein Versuch durchgeführt, in dem ein langer Eisendraht (Knickdraht, erhältlich z.B. bei PHYWE) mit einem Stabmagnet magnetisiert und mittig auf ein leichtgängiges Drehlager für Stabmagnete (PHYWE) gelegt wird (Abb. 19).

*Steht dieses Drehlager nicht zur Verfügung, kann der Draht auf eine kleine Styroporplatte gelegt werden, die in einer Glasschüssel mit Wasser (etwa 1-2 cm Wasserhöhe) schwimmt. Der Nachteil ist, dass es neben der Drehbewegung auch eine Bewegung auf den Magneten zu oder weg gibt. Auf den Tageslichtprojektor gestellt, können alle Kinder die Reaktionen des Drahtes bei Annäherung des Magneten beobachten.*

*Hinweis: Die Nord-Süd-Ausrichtung lässt sich auf dem Tageslichtprojektor in der Regel nicht beobachten, da er magnetische oder magnetisierbare Teile enthält.*

Nähert man sich mit dem Stabmagnet *vorsichtig* den Drahtenden, so kann man den Draht in Rotation versetzen – entweder durch Anziehung oder durch Abstoßung (Abb. 19, 21). So können durch mehrmaliges Probieren die Magnetpole des Drahtes bestimmt und mit Hilfe von Aufklebern markiert werden. Der magnetisierte Eisendraht wird nun mit einer Zange in der Mitte geteilt und in analogem Vorgehen eine der Drahthälften auf dem Drehtisch untersucht (analog zu Abb. 19, 21). Man stellt fest, dass dort wieder zwei unterschiedliche Pole vorhanden sind.



Abb. 19: Anziehung oder Abstoßung eines magnetisierten Eisendrahtes

Zur Vertiefung und Einübung der Modellvorstellung wird dieses Phänomen mithilfe eines Holzbrett-Modells (Abb. 20) erklärt. Bei diesem kann man die Magnetchen per Hand einstellen und sich damit die entstehenden Pole erklären. Das Brett kann nun in der Mitte geteilt werden, wodurch die Stellung der Magnetchen unverändert bleibt und deshalb die Pole wie beobachtet entstehen.

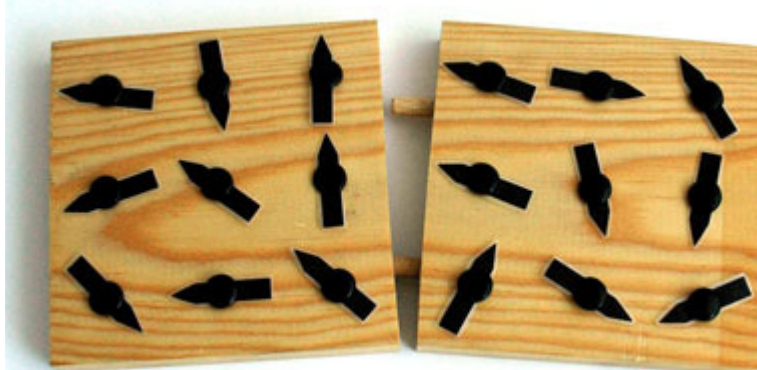


Abbildung 20: Teilbares Holzbrettmodell

## Versuche

### Versuch: Ein Eisendraht wird magnetisiert

#### Material:

- Eisendraht (Knickdraht)
- Stabmagnet
- Büroklammern

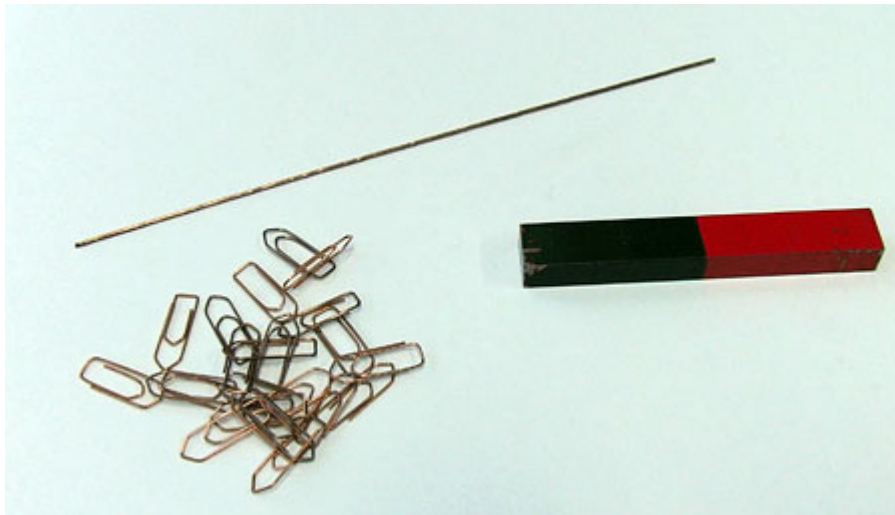


Abbildung 21: Material

#### Durchführung:

- *Versuch:* Es wird gezeigt, dass ein zuvor unmagnetisierter Eisendraht magnetisiert werden kann
- In einem ersten Schritt wird gezeigt, dass der Eisendraht zunächst nicht magnetisiert ist: Büroklammern bleiben nicht hängen
- In einem zweiten Schritt wird mit einem Stabmagneten mehrmals in einer Richtung über den Draht gestrichen (Abb. 22)
- Im dritten Schritt wird gezeigt, dass der Draht nun magnetisiert ist/selbst ein Magnet ist: Büroklammern bleiben an ihm hängen.

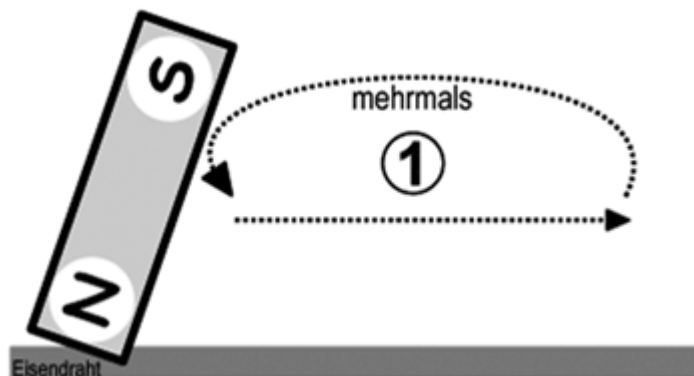


Abbildung 22: Magnetisierung eines Eisendrahts

## Versuch: Ein magnetisierter Eisendraht wird gedreht

### Materialien:

- 1 rot-grüner (oder mit Polnamen markierter) Magnet
- 1 Eisendraht (Knickdraht, erhältlich z.B. bei PHYWE)
- 1 Drehlager/Drehteller (oder kleine Styroporplatte in Wasserschüssel)



Abbildung 23: Material

### Durchführung:

- Magnetisierung eines Eisendrahts (Anleitung siehe oben)
- Versuchsanordnung: Der magnetisierte Eisendraht wird mittig auf ein Drehlager gelegt. Ein Stabmagnet wird vorsichtig einem Ende des Eisendrahts genähert.
- *Versuch:* Der Magnet nähert sich an einem Ende dem magnetisierten Eisendraht. Dieser wird (weil auf einem Drehlager liegend) in Rotation versetzt. Je nachdem welche Pole sich nähern (gleichnamige oder ungleichnamige Pole) wird das Ende des Drahts angezogen oder abgestoßen, d.h. die Drehrichtung wird dadurch beeinflusst. (Die Vermutungen der Schülerinnen und Schüler werden VOR der Versuchsdurchführung verbalisiert.)
  - *Vermute!* → *Schüleräußerungen*
  - *Beobachte!* → *Schüleräußerungen*
- *Beobachtungen* werden mitgeteilt und zusammengefasst: Der Eisendraht wird von dem Magnet abgestoßen/angezogen und setzt sich dadurch in Bewegung. Der Versuch wird mit beiden Enden des Eisendrahts durchgeführt.

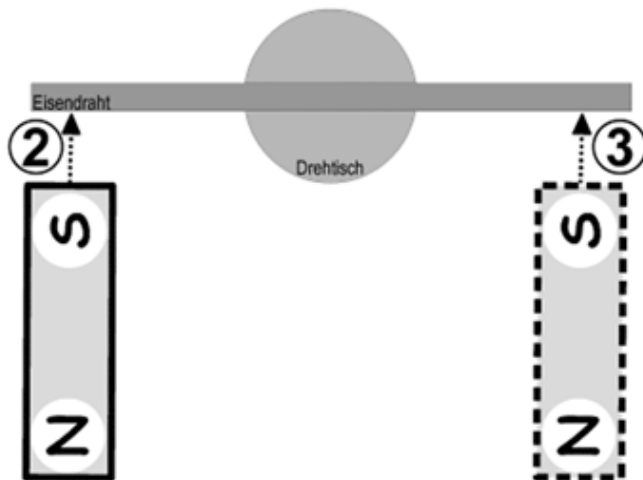


Abbildung 24: Versuch: Ein magnetisierter Eisendraht wird gedreht

### Versuch: Teilbarkeit von Magneten (oder: Gibt es Magnete mit nur einem Pol?)

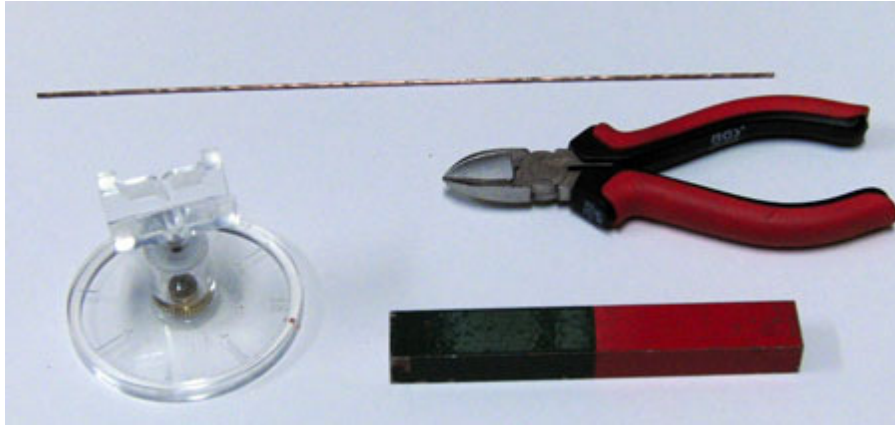


Abbildung 25: Material

#### Materialien:

- 1 rot-grüner (oder mit Polnamen markierter) Magnet
- 1 Eisendraht
- 1 Drehlager
- 1 Zange

#### Durchführung:

- *Versuchsordnung:* Der magnetisierte Eisendraht wird in der Mitte mit einer Zange geteilt. Eine Drahhälfte wird wieder mittig auf das Drehlager gelegt.
- Versuchsablauf wie bei Versuch (Abb. 19) und Bestimmung der Pole der Eisendrahhälfte.

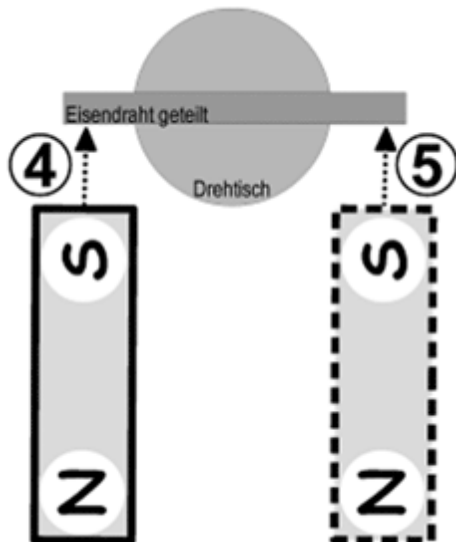


Abbildung 26: Versuch: Teilbarkeit von Magneten (oder: Gibt es Magnete mit nur einem Pol?)



## Erklärung mit Hilfe des Eisen-Magnet-Modells („Holzbrettmodell“): Magnete haben immer zwei Pole

### Materialien:

- 1 Holzbrett mit Magnetchen (vgl. Abb. 27)
- Zeichnung: Magnetisiertes Eisenstück bzw. Magnet

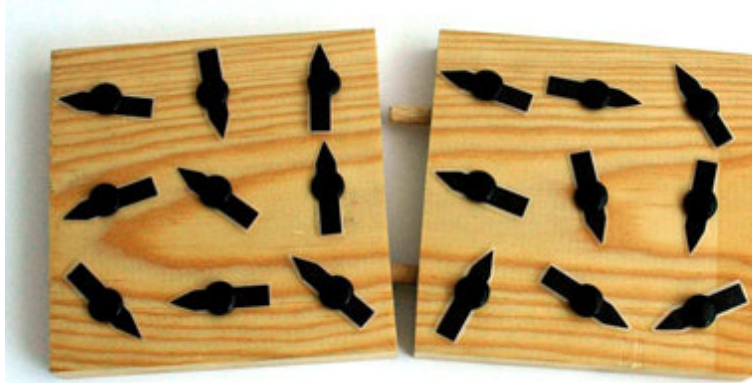


Abbildung 27: „Holzbrettmodell“

### Erklärung:

- Gemeinsam mit den SchülerInnen wird das Holzbrett (oder die Zeichnung) erläutert: Modell eines Magneten bzw. magnetisierten Eisenstücks.  
→ Pfeile stellen Magnetchen dar.  
→ Magnetchen zeigen alle in eine Richtung. Der Nordpol ist da, wo die Spitzen sind, der Südpol ist dort, wo die stumpfen Enden der Magnetchen sind.
- Durchtrennt man das Brett (oder zerschneidet man die Zeichnung), so entspricht das dem Zerteilen des magnetisierten Eisendrahts. Bei den beiden Teilen können wieder die Pole bestimmt werden: Da wo die Spitzen der Magnetchen sind,...
- Zusammenfassung: Teilt man einen Magneten in der Mitte, so entstehen wieder zwei Magnete mit jeweils zwei Polen, einem Nord- und einem Südpol.