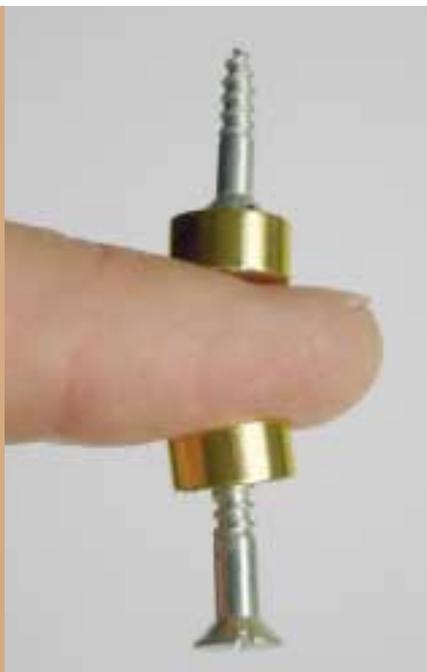


Magnetkräfte: unsichtbar und wirkungsvoll

Magnetische Kräfte sind nicht nur ein erstaunliches Phänomen, sondern auch eine wichtige Grundlage von technischen Errungenschaften in unserem Alltag. Der erste Beitrag dieser mehrteiligen Serie «Magnetkräfte» führt die Kinder spielerisch-experimentierend ins Thema ein. (az)

Christian Weber und Urs Heck



■ «Ich bin nicht so abergläubisch, dass ich alles glaube, was ich sehe!» (Sergius Golowin, ca. 1974, Mythen- und Sagenforscher)

Einleitung

Magnetkräfte sind faszinierend! Nicht nur, weil sie unsichtbar sind, sondern weil ihre Wirkung so unmittelbar zu erfahren ist. Schon beim Spielen mit der Briobahn lernen Kinder im Alter von zwei bis drei Jahren mit Magneten umzugehen, ohne das Phänomen zu verstehen: Will die Magnetkupplung zwischen den Eisenbahnwagen nicht halten, wird ein Wagen flugs umgedreht, und schon klappt es!

Diese Beobachtung, dass Kinder handeln, bevor sie verstehen, wird in der Schule in der Regel zu wenig genutzt. Oft erklären wir Lehrpersonen ausführlich, bevor wir dann handeln lassen. Das Ziel dabei ist, den Lernenden einen möglichst grossen Lerngewinn zu ermöglichen. Manchmal ist Erklären aber kontraproduktiv. Jean Piaget behauptet sogar, dass alles, was wir den Kindern erklären, von ihnen selber nicht mehr wirklich gelernt werden kann (vgl. Largo, 2000, S. 216). Das ist vielleicht etwas provokativ formuliert. Aber nutzen wir doch diese Chance! Lassen wir die Schülerinnen und Schüler handeln, bevor sie verstehen. Das Thema Magnetismus eignet sich dafür besonders, und das Nachdenken und Nachfragen wird sich wie von alleine einstellen. Unser Themenfeld ist vielleicht etwas weit abgesteckt: «Vom Dauermagnet zum Elektromotor»; lehrplanmässig reicht das von der Vorschule bis in die Oberstufe oder noch höher (Hand aufs Herz, wissen Sie, wie ein Elektromotor funktioniert?). Wollen wir also zu viel? Ja, wenn man sich partout alleine aufs rationale Verstehen beschränkt; das Thema lässt sich jedoch in allen Klassen stufengerecht umsetzen.

Was wir wollen

Das Ziel dieser Artikelserie ist es, Ihnen als Lehrperson eine Reihe von Anleitungen zur Verfügung zu stellen, mit denen Ihre Klasse über das nächste Halbjahr hinweg das Themenfeld Magnetismus selber handelnd erfahren kann. Wir werden immer wieder Zwischenhalte einschieben, in denen die Erfahrungen aufgenommen und mit den theoretischen Hintergründen verknüpft werden. Ihre Aufgabe als Lehrperson ist es, unsere Versuchsanleitungen dem Niveau Ihrer Klasse anzupassen und Ihre Kinder beim Arbeiten und Nachdenken zu beobachten.

Die besondere Herausforderung für Sie liegt vielleicht darin, dass Sie sich auf diesem Gebiet der Physik unsicher fühlen. Davon gehen wir eigentlich aus. Ab Januar 2007 bieten wir Ihnen aber in Form einer Website ein Unterstützungsangebot mit allen notwendigen Fachinformationen an (vgl. Kasten «explore-it»). Bis dann laden wir Sie ein, sich einfach einmal auf unsere (wie Sie sehen werden zum Teil ganz einfachen) Vorschläge einzulassen. Die «Zwischenhalte» in unseren Texten sollen Ihnen *dazwischen Halt* geben.

Die Themen im Überblick

- A) Der Dauermagnet oder «Ewige Liebi»
- B) Wir leben auf einem Megamagneten!
- C) Der Elektromagnet: Ein Magnet auf Befehl
- D) Der Elektromotor: Durch Stottern zum Schwung

Erscheinungsdatum

- Nov./Dez. 06/Jan. 07
- Feb./März 07
- April 07
- Mai/Juni 07

Vom Dauermagnet zum Elektromotor



A) Der Dauermagnet oder «Ewigi Liebi»

explore it

Wo haften Magnete? Ein Tafelmagnet für jedes Kind genügt, und schon kann es losgehen.
Wo haften Magnete, wo nicht? Ausprobieren und notieren!

Vorschlag: Gestalten Sie ein einfaches Arbeitsblatt mit folgender Strukturierung
(oder lassen Sie es die Kinder von der Wandtafel abzeichnen):

Wo haften Magnete?	
Folgende Gegenstände sind magnetisch:	Folgende Gegenstände sind nicht magnetisch:
Wandtafel	Bleistift
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Für die erste Klasse können Sie auch ein Arbeitsblatt einsetzen, auf dem verschiedene Gegenstände des Schulzimmers abgebildet sind. Die Kinder können dann bei den Gegenständen, die magnetisch sind, einen Punkt hinkleben.

explore it

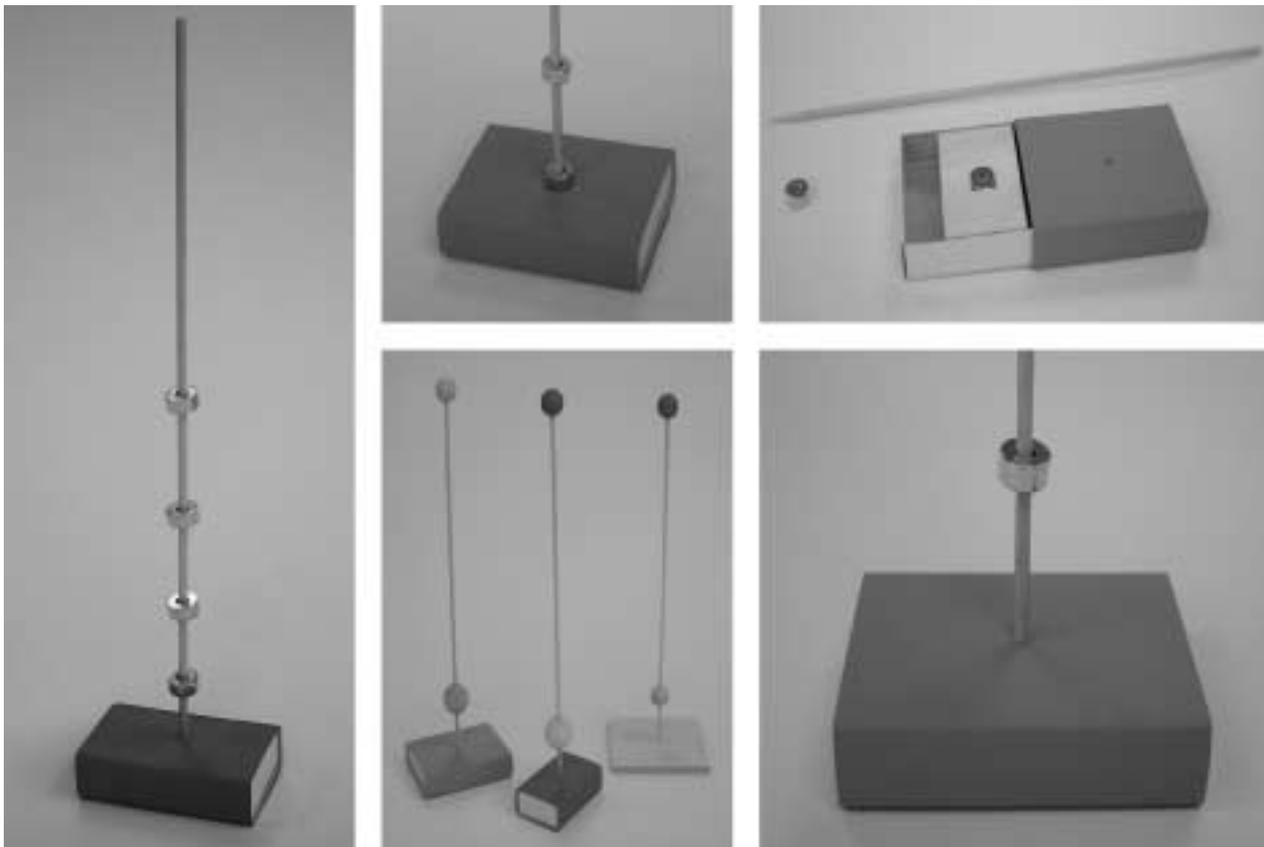
Magnete verstecken. Ein Kind versteckt Magnete an einer Stelle, wo sie haften. Ein anderes Kind sucht und umgekehrt. Nach einigen Durchgängen werden die Erfahrungen gesammelt: Wo braucht man gar nicht nachzuschauen? Wo ist die Chance gross, dass ein Magnet vorhanden ist? Lassen Sie dies die Kinder selber ausdiskutieren. Mit der Klasse kann dann eine Liste erstellt werden, wo Magnete haften und wo nicht. Ein Lernschritt an diesem Punkt besteht darin, dass die Kinder nicht mehr die Objekte, sondern die Materialien, aus denen die Objekte bestehen, mit den Magneten in Zusammenhang bringen. Wichtig dabei ist die Erkenntnis, dass lange nicht alle Metalle magnetisch sind.

Magnetische Materialien		
Gegenstand	Ist der Gegenstand magnetisch oder nicht (ja/nein)?	Aus welchem Material besteht der Gegenstand?
Wasserhahn		
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

explore it

Anziehen oder Abstossen

Beim Magneten gibt es nur zwei Möglichkeiten: Anziehen oder Abstossen. Damit lässt sich spielen. Dauermagnete sind besonders zuverlässige Spielsteine, weil sie nie aufhören, sich anzuziehen und abzustossen. Hier die Spielidee «Schwebende Magnete»:



Anleitung: Magnete stossen einander ab, wenn sie mit den gleichgerichteten Polen zueinander geführt werden. Ringmagnete, die man auf einen Partystick aufreihet, zeigen diesen Effekt schön: Sie schweben übereinander. Als Halterung dient eine Zündholzschachtel, die mit Knete, einem Stück Sagex oder Balsaholz gefüllt ist. Ist ein Magnet schon in der Zündholzschachtel versteckt, schwebt auch schon der unterste Ringmagnet. Wir haben eine kleine Magnetspickmaschine gebaut!

Zwischenhalt

Alles, was sichtbar ist, leuchtet uns sofort ein. Alles Unsichtbare ist für uns nur schwer zu begreifen. Das gilt zum Beispiel für die Kräfte, die in der Physik beschrieben werden. Keine einzige kann gesehen werden. Weder die Schwerkraft noch die elektrische Kraft, noch die Fliehkraft usw. Ein Apfel fällt zu Boden, wir werden beim Anfahren in den Sitz des Autos gedrückt: Nicht die Kraft ist sichtbar, nur deren Auswirkung.

Ein besonders schönes Beispiel für diesen Sachverhalt ist die Magnetkraft.

Der Magnet haftet nur an bestimmten Metallen, nämlich Eisen, Nickel, Kobalt, nicht aber zum Beispiel an Gold, Kupfer oder Aluminium – und sicher nicht an Holz, Plastik, Glas, Stoff und Papier! Was ihn aber hält, sehen wir tatsächlich nie!

Was haben wir gelernt?

1. Bei Magneten gilt: Gleiche Pole stossen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an.
2. Nicht alle Metalle sind magnetisch.

Material

Magnete: Ringmagnete, Artikel R-10-04-05-G, 20 Stück Fr. 13.–; Scheibenmagnete,

Artikel S-10-05-N, 20 Stücke Fr. 8.–; zu beziehen bei www.supermagnete.ch / Partysticks oder Holzspiesse, 25 cm, 100 Stück Fr. 1.80 (Migros) / Zündholzschachteln / Knete, Sagex oder Balsaholz

Literatur

Largo, R. (2000). Kinderjahre, München: Piper.

«Die Lehrpersonen sind ausgewiesene Fachleute für Lernprozessbegleitung. Wir liefern ihnen Inhalte aus dem Natur- und Technikbereich, so aufbereitet, dass sie unmittelbar im Unterricht eingesetzt werden können.» Mit diesen Worten führte der Projektleiter René Providoli die Zielsetzungen von explore-it ein. Am 28. August 2006 wurde in Bern, im Rahmen der Lancierung einer Initiative zur Förderung des Technikverständnisses (Na-Tech-Education), explore-it als eines der ersten realisierten Projekte dem rund hundertköpfigen Publikum aus Wirtschaft, Politik und Bildung vorgestellt. Ziel von explore-it ist es, das Technikverständnis in der Primarschule nachhaltig zu fördern und zu stärken.

explore-it umschreibt sich folgendermassen:

Unser Angebot: explore-it versteht sich als Netzwerk von Experten aus Bildung, Technik und wirtschaftsnahen Kreisen. Die Kerngruppe besteht aus Marina de Senarclens (Geschäftsführerin von «Ingenieure für die Schweiz von morgen»), Daniel Vögelin (Dozent für Technisches Gestalten), Prof. Dr. Christian Weber (Dozent für Natur-Mensch-Gesellschaft) und René Providoli (Projektleiter und Dozent für Technisches Gestalten). Unser Rückhalt: explore-it ist eine Initiative der Pädagogischen Hochschulen Aargau (FHNW) und Wallis (PH-VS), in Zusammenarbeit mit «Ingenieure für die Schweiz von morgen» IngCH. Anschubfinanziert von der GEBERT-RÜF-STIFTUNG.

Die Artikelserie «Magnetkräfte: unsichtbar und wirkungsvoll» wird von den Autoren Urs Heck und Christian Weber verfasst.

explore-it wird ab Januar 2007 eine eigene Website mit Rückfragemöglichkeit betreiben. Wir werden zu gegebener Zeit in der nsp ausführlich darauf hinweisen.

Allerlei Spielerei

Magnete können ganz schön anziehen. Sogar Militärvelos lassen sich damit mühelos an die Decke hängen. Sie dürfen nur nicht aus Aluminium sein (das sind sie ja nicht). Stecknadeln, die mit der Spitze an genügend starken Magneten hängen, bilden ideale Bauteile für nahezu reibungsfreie Spielereien mit Dreh. (az)

Christian Weber und Urs Heck



■ Tanzende Engel



■ Montage

Die Anleitung für den tanzenden Engel ist auf dem Arbeitsblatt A3 notiert. Eine Schneidvorlage finden Sie auf dem Arbeitsblatt A4 (je für einen nach links bzw. nach rechts drehenden Engel). Zunächst folgen aber ein paar Tipps, die Ihnen bei der Umsetzung mit der Klasse nützlich sind.

Partner- oder Gruppenarbeit

Lassen Sie die Schüler und Schülerinnen zu zweit oder zu dritt arbeiten. Konstruieren und Entwickeln sind Tätigkeiten, die sich gut für Gruppenarbeiten eignen: Das eine Kind hat eine Idee, das andere sieht sofort, wie sie umgesetzt werden kann.

Sockel und Ständer

Der Sockel kann aus Holz oder einem anderen Material sein. Wichtig ist, dass er schwer genug ist, um den Engel halten

zu können. Als Ständer eignet sich Schweißdraht (1,5 mm). Er ist genügend stabil und lässt sich doch noch gut biegen (z.B. mit Hilfe einer Kartonröhre). Damit ein schöner Halbkreis entsteht, muss der Draht fast zu einem Kreis gebogen werden. Er federt nach dem Biegen wieder etwas zurück.

Aufhängung

Damit die Aufhängung möglichst reibungsfrei läuft, gilt es Folgendes zu beachten:

1. Der Magnet muss horizontal liegen. Dazu den Schweißdraht an der Spitze zurückbiegen (ca. auf der Länge von 1 cm), so dass er doppelt liegt. Dieses doppelte Ende mit einer Zange horizontal zurechtbiegen.
2. Die Stecknadel muss mit der Spitze den Magneten berühren. Der Nadelkopf erzeugt schon zu viel Reibung,

3. Der Engel darf nicht zu schwer oder zu leicht sein. Ist er zu schwer, fällt er herunter. Ist er zu leicht, wird die Stecknadel vom Magneten in eine horizontale Lage hochgezogen.

Installation

Zwischen Engel und Kerze müssen mindestens 25 bis 30 cm Abstand sein. Engel nie unbeaufsichtigt drehen lassen: Brandgefahr!

Weitere Spielereien

Drehschlange, vgl. Arbeitsblatt A5

Material

Autogen-Schweißdrähte (geglühter Stahl verkupfert), Stäbe à 1 m, 1,5 cm/ Scheibenmagnete, Artikel S-10-05-N, 20 Stück Fr. 8.-; zu beziehen bei:

www.supermagnete.ch

Es ist schön mit Ihnen zu arbeiten ...

gekom

ICF
Supervisionen
Personalselektionen
...



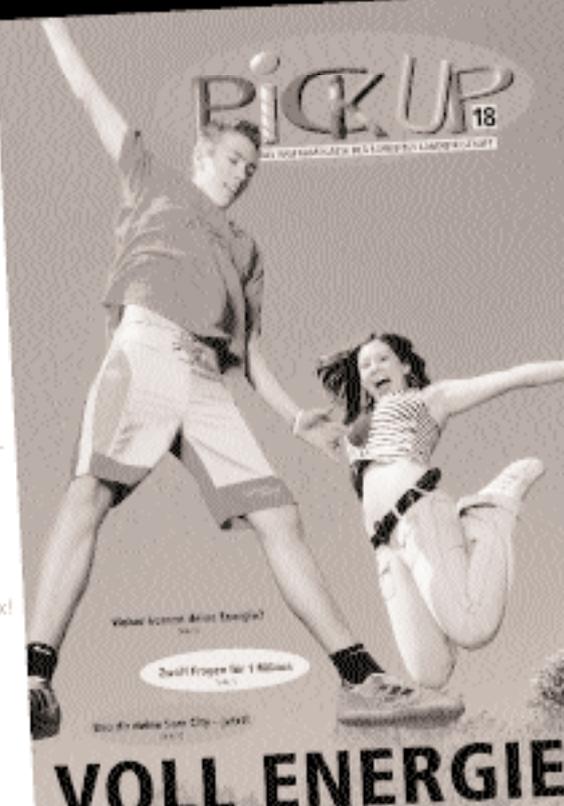
www.gekom.ch

Energiemix

16 bunte Magazinseiten mit themenorientierten Beiträgen für Jugendliche. Dazu im Internet Unterrichtsideen, Informationen und Arbeitsblätter für verschiedenste Fächer der Sekundarstufe I, auf www.lid.ch

Ohne Energie läuft nichts. Energie? – Pick up 18 fragt Jugendliche nach ihrer Energie-Wahrnehmung und ihrem Wissen. Und es führt sie zu den Energie-Grundbegriffen in wissenschaftlichem Sinn, stellt ihnen auf einem Bauernhof Energie-Zukunftschancen vor und gibt ihnen Tipps zum sinnvollen Energiehaushalt im eigenen Körper. Ein spannender Energiemix!

Pick up – das Jugendmagazin der Schweizer Landwirtschaft mit den vielen Unterrichtsideen.



Einzel Exemplare und Klassensätze gibt es kostenlos bei **LID Landwirtschaftlicher Informationsdienst** Weststrasse 10, 3000 Bern 6
Tel. 031 359 59 77, info@lid.ch, www.lid.ch

Bitte senden Sie mir kostenlos

— Ex. 130501 D Pick up Set Nr. 1-18
(1-11 inkl. Lehrerbefagen)
Die Themen: 1 Lebensmittelmarkt – 2 Natur – 3 Tourismus – 4 Berufe – 5 Pflanzen – 6 Europa – 7 Tiere – 8 Technik – 9 Sandwich 02 – 10 Lebensmittelsicherheit – 11 Wasser – 12 Geschmack – 13 Sport – 14 Verpackungen – 15 Boden – 16 Globalisierung – 17 Arbeit und Beruf – 18 Voll Energie

— Ex. 130638 D Pick up 18, Voll Energie

Ich möchte ein Pick up Gratis-Abonnement

Absender:

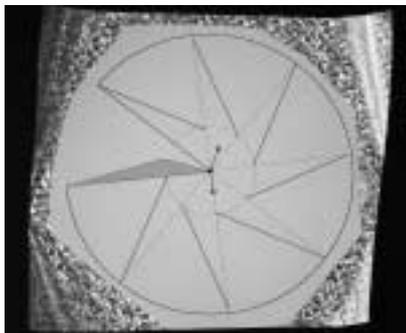
Name: _____
Strasse: _____
PLZ/Ort: _____
E-Mail: _____

Ein senden an LID, Weststrasse 10, 3000 Bern 6 WTR 626 310 000

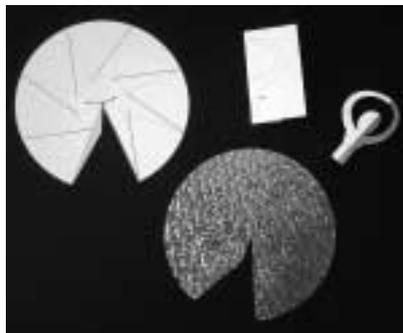
explore-it

Bastelanleitung für den tanzenden Engel

1. Übertrage die Vorlage auf einen «Fotokarton» (der Umfang entspricht einer CD und der innere Kreis einer leeren WC-Rolle) oder kopiere sie auf ein A4-Papier (160 g).



2. Schneide die Vorlage grob vor und überziehe sie mit einem schönen Geschenkpapier.



3. Schneide die Vorlage exakt aus.



4. Forme den Kreis zu einem Konus (graue Fläche an benachbarte Seite kleben und die Nahtstelle innen mit einem Klebeband sichern).



5. Setze den Oberkörper des Engels von oben durch die Konusspitze bis tief in den Konus ein.



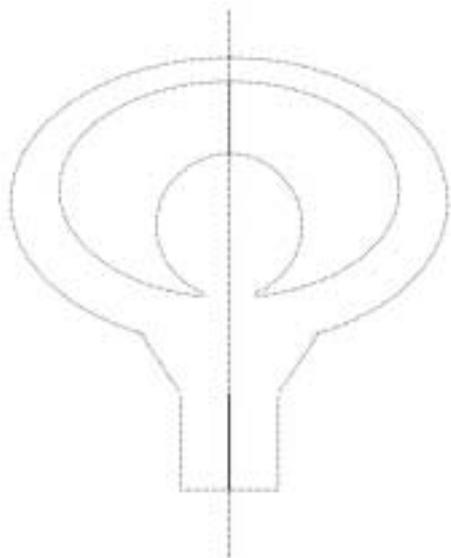
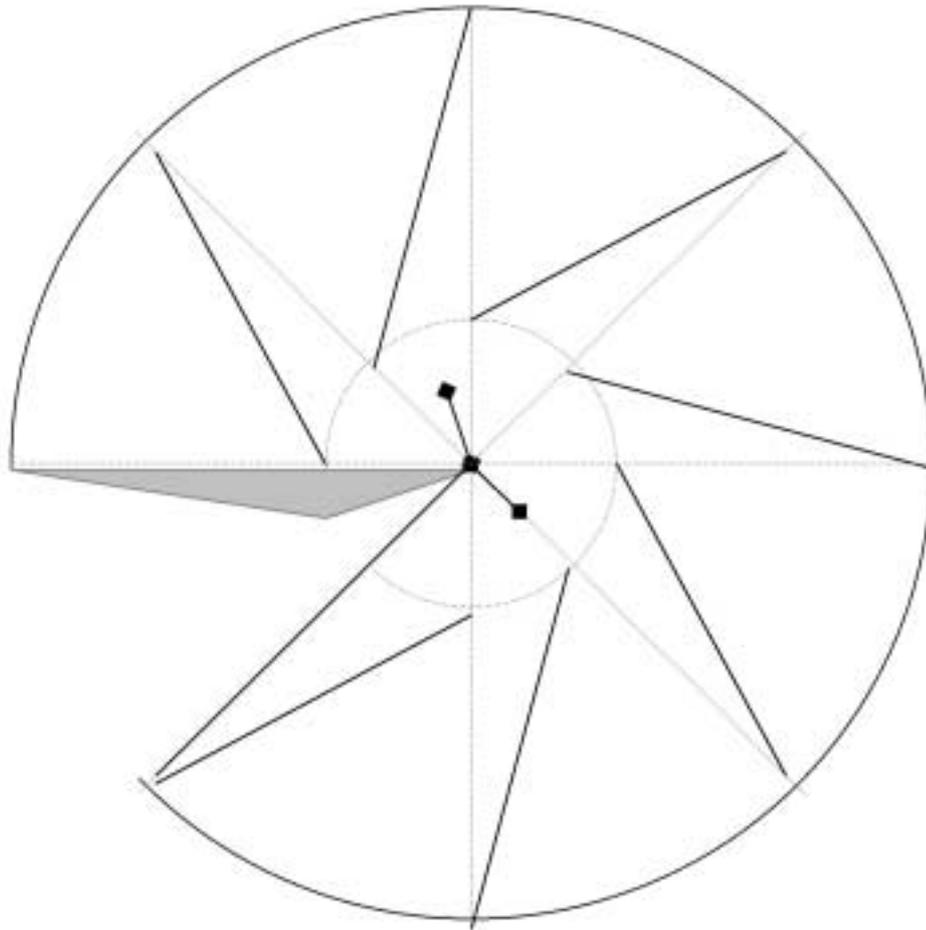
6. Klebe die beiden Papierteile des Oberkörpers im Innern des Konus kreuzweise gut an die Innenseite. Schneide erst jetzt die «Flügel» des Rockes (durch die Spannung im Konus werden sie automatisch schon etwas angehoben).



7. Biege die «Flügel» vorsichtig, bis sie die richtige Neigung haben (evtl. sorgfältig über eine Tischkante biegen).

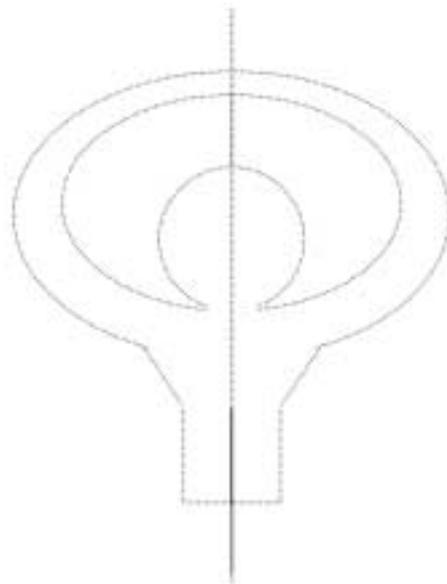
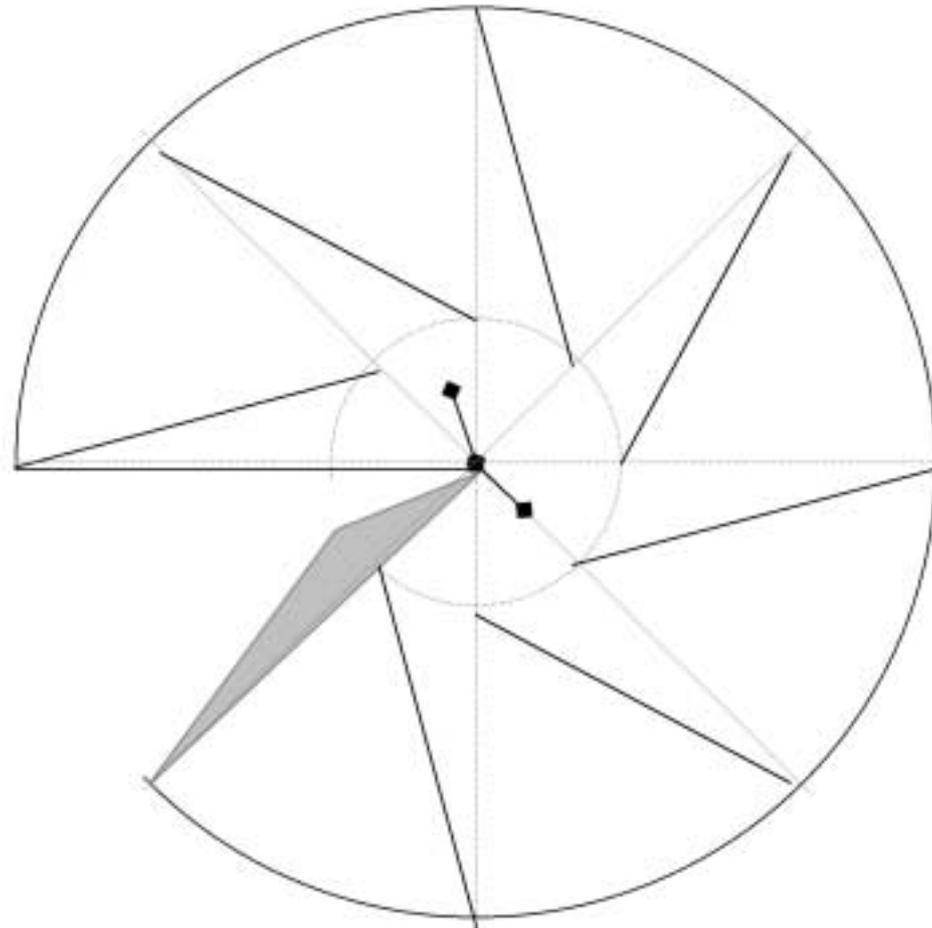
8. Befestige zum Schluss die Stecknadel mit einem kleinen Stück Klebeband am Kopf des Engels, so dass die Spitze der Stecknadel nach oben zeigt und die Hände leicht überragt.

Entlang der senkrecht gestrichelten Linie falten

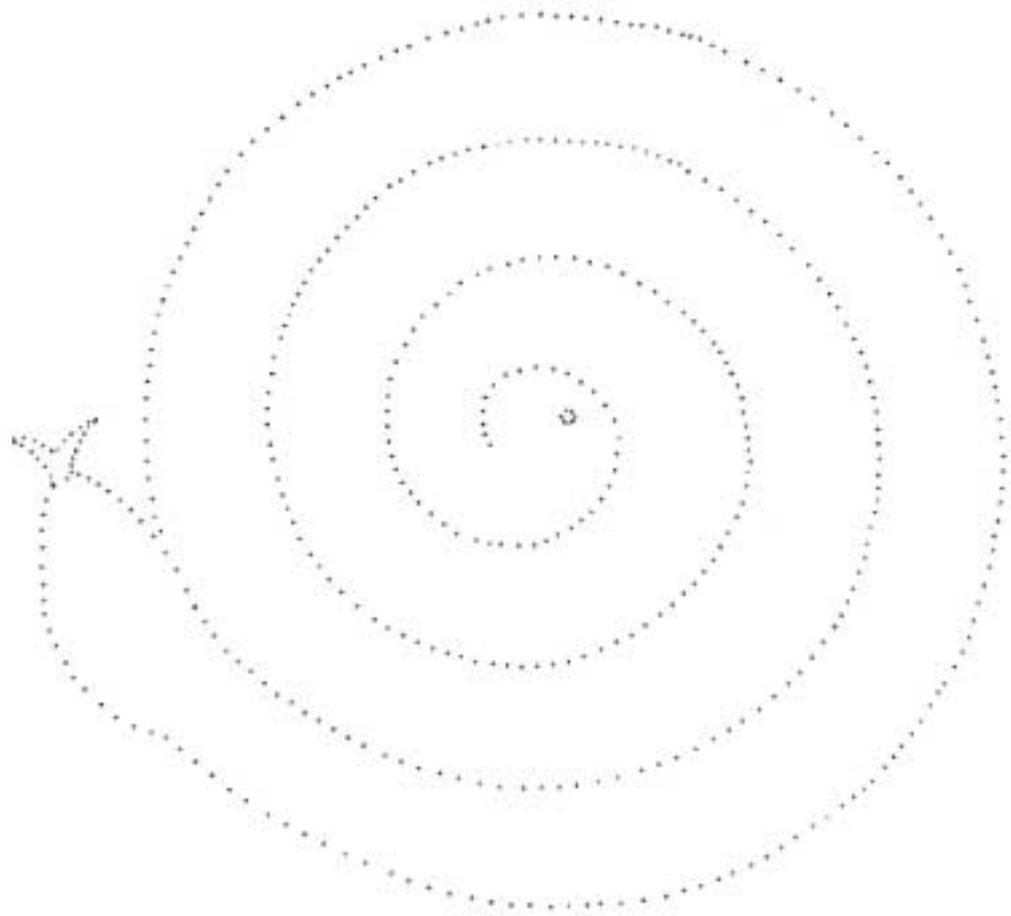


Mit dem Messer schneiden

Entlang der senkrecht gestrichelten Linie falten



Mit dem Messer schneiden



Den Magnetkräften auf der Spur

Dass Magnete wirken, haben wir im November- und Dezemberheft unter dem Stichwort «Ewige Liebi» gesehen. Aber wie wirken sie? Lässt sich darüber etwas herausfinden? Ja und nein. Nein, weil die Ursachen der Magnetkräfte mit dem atomaren Aufbau zu tun haben. Das zu erklären, übersteigt die Möglichkeiten im Rahmen der vorliegenden Serie. – Ja, weil doch einiges, was Magnetkräfte betrifft, sichtbar gemacht werden kann. (az)

Christian Weber und Urs Heck

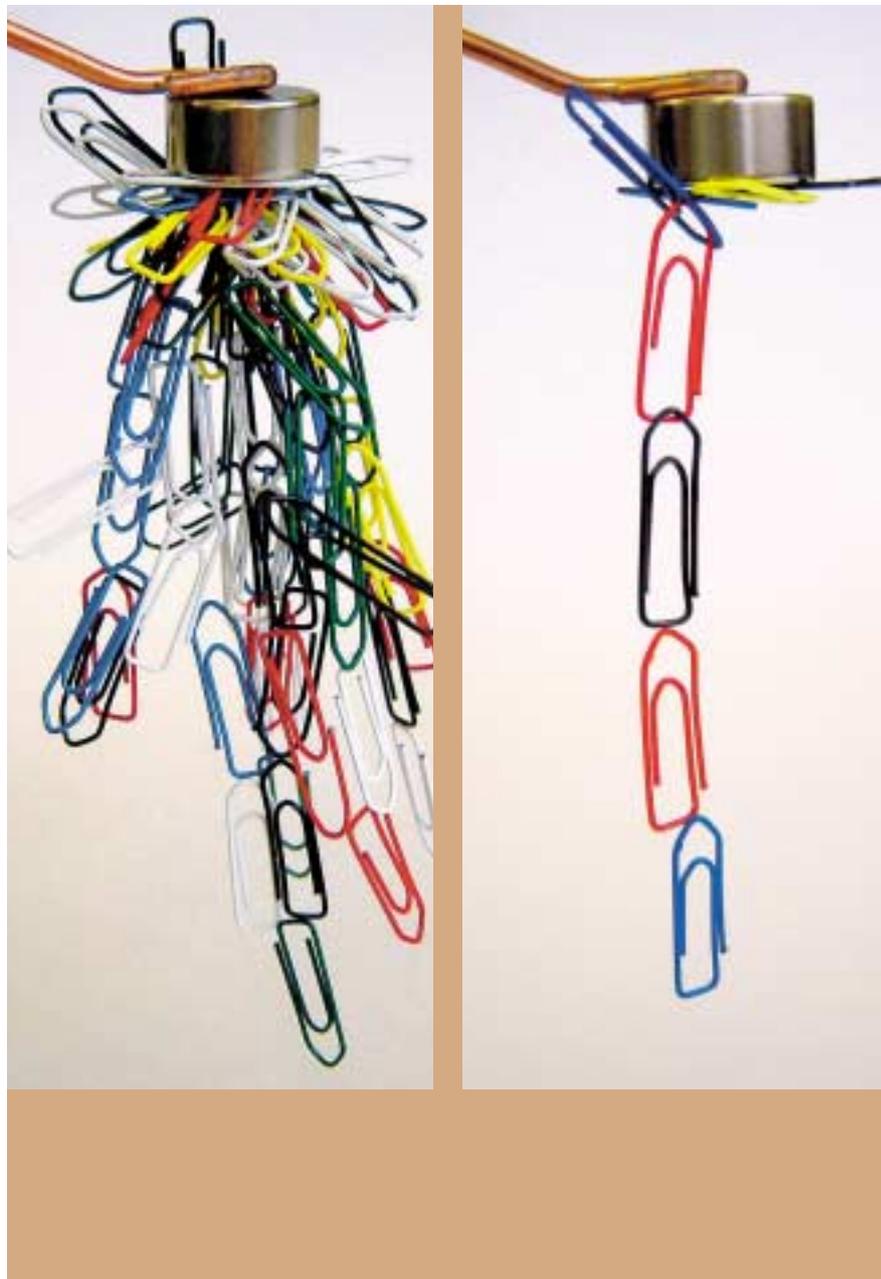
explore it

Auch Magnete flirten

Beim Flirten gilt es, die Aufmerksamkeit des Gegenübers vorübergehend auf sich zu lenken. Magnete liebäugeln mit allem, was ihnen zu nahe kommt und magnetisierbar ist. Ein Dauermagnet auf dem Pult und schon ist die Hölle los: Alle Klammern klammern sich an ihn! Doch klammern sich die Büroklammern wirklich an? Was passiert da genau? Am besten ist es, dies gleich auszuprobieren, indem ein Scheibenmagnet in eine Schachtel mit Büroklammern eingetaucht wird.

Fragen an die Kinder zu diesem Versuch

Stimmt die Behauptung: «Eine Büroklammer, die an einem Magneten hängt, ist selber ein Magnet geworden?» – «Was passiert, wenn die zweitunterste Büroklammer auf dem rechten Bild weggenommen wird?»



Tipp

Lassen Sie den Kindern Zeit zum Ausprobieren und Diskutieren. Dazu sind Zweiergruppen besonders geeignet.

explore it

Magnet auf Zeit

Tatsächlich lassen sich Dinge, an denen der Magnet haftet, vorübergehend selber magnetisieren, wenn sie sich in einem starken Magnetfeld befinden; zum Beispiel, wenn sie 10 bis 20 Mal immer in der gleichen Richtung über einen Pol eines Dauermagneten gezogen werden (vgl. Bilder nebenan).

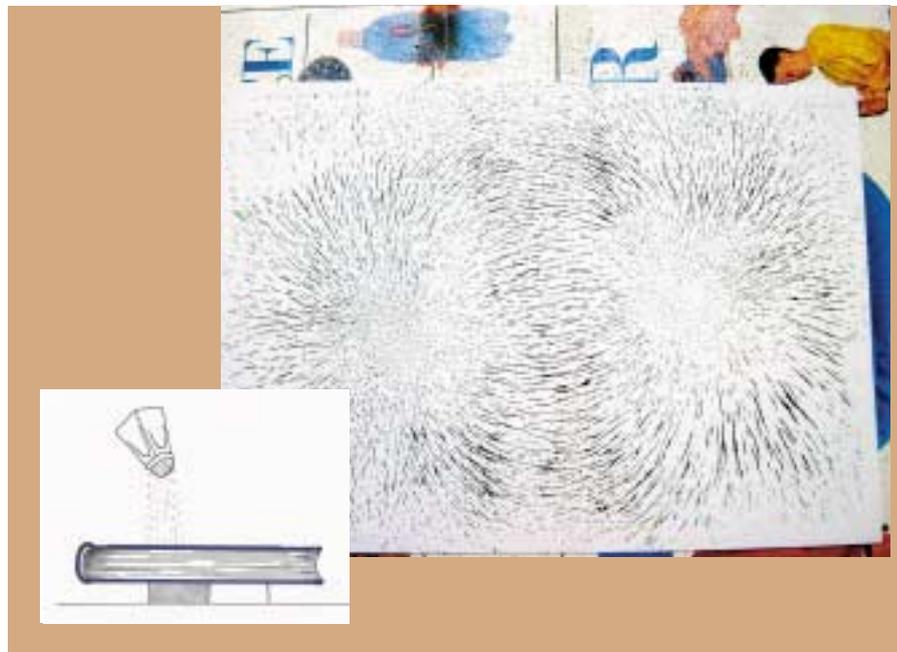
Fragen an die Kinder zu diesem Versuch

«Wie viele Stecknadeln kann der Büroklammermagnet hochheben?» –
«Wie lange bleibt die Klammer magnetisch? Einen Tag, eine Woche, einen Monat?»



Unsichtbares sichtbar machen

Legen Sie ein Buch auf einen Stabmagneten und aufs Buch ein weisses Blatt Papier. Werden dann Eisenfeilspäne aufs Papier gestreut (Salzstreuer eignet sich dazu gut), so wird der magnetische Einflussbereich gut sichtbar: Linien ziehen von Ende zu Ende, von Pol zu Pol. Die Fachfrau spricht vom magnetischen Feld.



Zwischenhalt

Magnete beeinflussen ihre Umgebung auf zwei Arten: Sie ziehen sie an und sie machen sie gleichzeitig selber zu Kurzzeitmagneten. Das gilt allerdings nur für diejenigen Teile aus der Umgebung, die magnetisierbar sind, wie hier die Büroklammern oder die Eisenfeilspäne. Der Einflussbereich der Magnete ist relativ klein. Man bezeichnet ihn in der Physik als «magnetisches Feld».

Seine Grösse hängt von der Stärke des Magneten selber ab. Die Anziehung im Magnetfeld ist an den Polen des Magneten am stärksten und nimmt gegen die Seiten hin ab. Spannend wird es, wenn ein Magnet riesengross ist. Dann ist auch sein Magnetfeld riesig. Dazu können Sie im nächsten Heft mehr lesen.

Was haben wir gelernt?

1. Magnete wirken nur in unmittelbarer Nähe.
2. Mit Eisenfeilspänen lässt sich ein Magnetfeld sichtbar machen.
3. Magnetisierte Objekte werden selber zu Magneten auf Zeit.

In der nächsten Nummer:

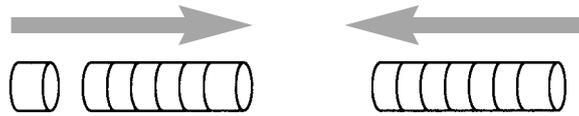
Wir leben auf einem Megamagneten.

Material

Eisenfeilspäne, Artikel M-22, 100 g à Fr. 5.50 / Magnete: Scheibenmagnete, Artikel S-10-05-N, 20 Stücke Fr. 8.–, zu beziehen bei www.supermagnete.ch

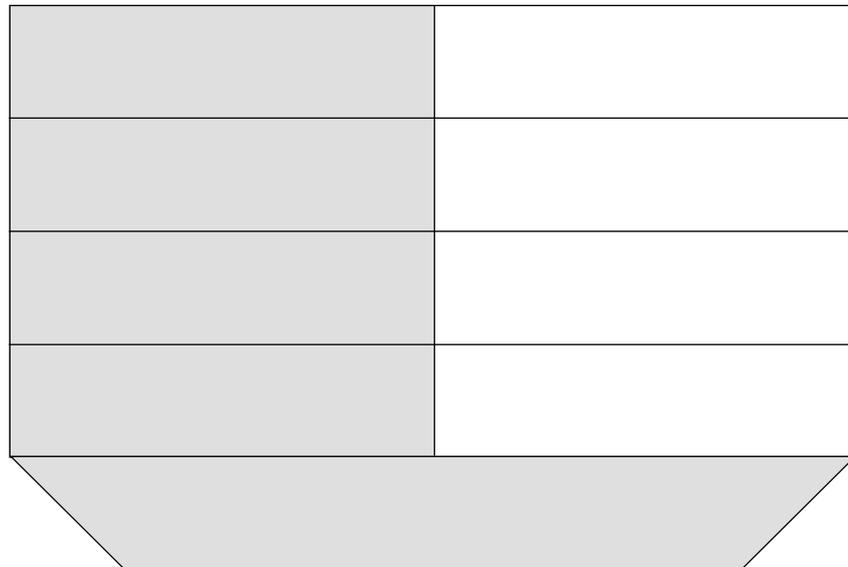
explore-it

Wenn kein Stabmagnet zur Verfügung steht, kannst du diesen mit 14 bis 18 Ring- oder Scheibenmagneten leicht selber herstellen:



Damit der runde «Stabmagnet» nicht so leicht davonrollt, wird er mit einem Mantel umgeben.

Schnittmuster:



Weil die kleinen Magnete so stark sind, legst du am besten ein Buch (2 bis 3 cm dick) auf den Stabmagneten. Dann legst du ein weisses Papier aufs Buch. Dieses bestreust du gleichmässig mit Eisenfeilspänen aus dem Salzstreuer. Klopfst du mit dem Zeigefinger sachte am Papierrand, werden die Eisenfeilspäne erschüttert. Dadurch ordnen sie sich nach und nach entlang den Magnetfeldlinien des «Stabmagneten» an. Du kannst jederzeit mit Eisenfeilspänen aus dem Salzstreuer nachdoppeln, um wirklich ein schönes Bild zu erhalten.

Wir leben auf einem Megamagneten!

Das kann ja jede und jeder behaupten! – Oder lässt sich das beweisen? Natürlich! Eisenfeilspäne machen Magnetfelder sichtbar. Also muss auch das Magnetfeld der Erde mit ihnen sichtbar zu machen sein. (az)

Christian Weber und Urs Heck

Tatsächlich, die Erde auf dem Bild hat ein Magnetfeld. Kein Wunder, da liegt ja auch ein Stabmagnet (vgl. nsp 1/2007) unter der Folie, auf der eine Erdkugel abgebildet ist! Nun aber zurück zu unserer Frage: Können wir beweisen, dass die Erde ein Magnetfeld hat? Im Grunde muss nur gezeigt werden, dass sich Eisenfeilspäne entlang von Magnetfeldlinien ausrichten. Weil die Erdkugel aber so riesig ist und ihr Magnetfeld relativ schwach, brauchen wir auch grössere Eisenfeilspäne, zum Beispiel Stabmagnete. Warum Magnete? Weil sich diese in einem schwachen Magnetfeld gut ausrichten.

Dazu folgen nun zwei einfache Versuche mit Fragen, die der Klasse gestellt werden können:

1. Einen Stabmagneten aufhängen
2. Viele Magnete zeigen das Feld

explore it

1. Versuch: Wie richtet sich ein Stabmagnet aus, der im Zimmer an einem dünnen Faden aufgehängt wird?



Fragen zum ersten Versuch: Zeigt der Stabmagnet immer in die gleiche Richtung? Ist diese Richtung Norden? Wie lässt sich das überprüfen? Zeigen zwei nebeneinander aufgehängte Stabmagnete auch nach Norden? Unter



welchen Bedingungen tun sie es?

Wer Lust hat, kann es so machen, wie es Martin Wagenschein einmal ausprobiert hat (vgl. Kasten).

2. Versuch: Viele Magnete zeigen das Feld

Ein Stabmagnet ist verhältnismässig stark magnetisch (vgl. nsp 1/2007). Er beeinflusst andere Stabmagnete, die in der Nähe aufgehängt sind, stark. Will man den Feldlinien der Erde nachspüren, empfiehlt es sich daher, schwächere Magnete einzusetzen. Diese können dann im ganzen Schulzimmer verteilt

oder nebeneinander auf einen Tisch gestellt werden. Magnetisierte Büroklammern eignen sich gut dafür (vgl. nsp 1/2007). Wer eine Büroklammer kräftig magnetisiert, drehbar lagert und auf eine Unterlage montiert, hat nicht bloss einen «grossen Eisenfeilspan», sondern einen regelrechten Kompass (vgl. Bauanleitung)! Sogar die Himmelsrichtungen können wir auf der Unterlage einzeichnen. Ohne Magnetfeld wäre die Orientierung auf der Erde viel schwieriger. Nicht nur Pfadfinder, OLLäuferinnen und Schiffskapitäne verlassen sich darauf; ihnen würde ja zur Not

Der bekannte Physiker und Pädagoge Martin Wagenschein schildert unten in lebendiger Weise, wie er dem Magnetfeld der Erde nachgespürt hat:

Das grosse Spüreisen (1951)

Immer schon hatte ich eine Geringschätzung gehabt für diese kleinen Magnetnadeln, wie sie mit ihren zugespitzten und bezeichneten Enden so schnell und dienstfertig die vorgeschriebene Haltung annehmen, dabei aber trotz aller Bereitwilligkeit von weitem nicht gesehen werden können. Ohne diese Abneigung ganz zu durchschauen, eigentlich nur, weil mir die Nadeln zu klein schienen, kam ich auf den Gedanken, einmal eine ganz grosse zu machen, als mir ein fast ein Meter langes Stahlblatt in die Hand fiel. Ob es wohl magnetisiert, aufgehängt oder auf eine Spitze gesetzt dem Ruf des magnetischen Erdfeldes folgen würde? ...

«Wie ist es nur möglich? Wie ist es nur möglich, dass das Stück Eisen den fernen Ruf erspürt?»

Und es spürt ihn. Nach einem leisen Erzittern setzt es sich in zögerndes Drehen. Vielleicht ein noch zufälliges, einem Windhauch verdanktes? Aber es steigert sich, es steckt ein Wille, ein Ziel dahinter, wie ein Karussell kommt der Balken langsam in Fahrt und schleudert sich nach wenigen Sekunden gestreckten Laufes durchs Ziel. Das Ziel, das unsere Spannung wie einen unsichtbaren Wegweiser in den Raum hinein erwartet hat und unsere Phantasie wie eingebrennt fast sieht: dort über dem Wald steht nachts der Polarstern. Dorthin deutete das Eisen, als es in höchster Fahrt war, und wenn alles richtig zugeht, dann müsste es jetzt langsam zögern. Es zögert, es verringert seinen Lauf, es wird zurückgerufen zu dem Ziel, das es im Eifer seiner Bewegungslust überrannt hatte. In diesem Augenblick, da es zitternd einhält, und dann wieder ganz so langsam wie am Anfang umkehrt, die Nase am Boden wie ein witternder Hund, ist unser letzter Zweifel vergangen: Es ist das, was wir erwartet haben, und kein Windstoss ...

(Martin Wagenschein. Naturphänomene sehen und verstehen. Klett 1980, S. 15f.)

auch ein GPS-Gerät genügen, doch auch Tiere sind aufs Magnetfeld angewiesen, zum Beispiel Zugvögel.

Vorschlag: Orientierungslauf mit selbst gebautem Kompass

Jede Schülerin und jeder Schüler der Klasse kann einen Kompass herstellen und damit das Magnetfeld der Erde im und ums Schulhaus erkunden. Mit diesen Mini-Kompassen lassen sich – sofern sie mit einem durchsichtigen Plastikbecher gegen Wind und Wetter abgeschirmt sind – auch kurze Orientierungsläufe auf dem Schulhausareal durchführen.

Eine weitere, faszinierende Spielart, um die Orientierung mit dem Kompass zu vertiefen, ist ein OL mit Fotofinish: Die Kinder bilden Zweiergruppen und schreiten mit einem ihrer Kompassse einen kurzen OL ab, zum Beispiel mit fünf Richtungswechseln, nach denen je zehn bis fünfzig Schritte gemacht werden. Die Orientierungsläufe können im

Schulhaus oder auf dem Gelände ums Schulhaus herum gelaufen werden. Am Schluss des OL wird mit einer Polaroidkamera oder mit einer digitalen Kamera eine Fotografie des Ziels gemacht (Richtung mit Kompass angeben). Zurück im Zimmer werden die Fotos von der Lehrperson gesammelt und die OL-Beschreibungen zusammen mit dem Kompass einer anderen Gruppe gegeben. Diese absolviert den gleichen OL mit dem dazugehörigen Kompass und schießt vom Ziel auch ein Bild. (vgl. Fotos unten) Sind alle Gruppen wieder im Zimmer, werden die Zielfotos gleichzeitig aufgedeckt. Welche Überraschung: Sie sehen sich recht ähnlich! (Lustigerweise auch dann, wenn ein Kompass gar nicht nach Norden zeigt, weil er vielleicht schlecht ausbalanciert ist. Es genügt, dass er während den Läufen schön konstant immer gleich falsch zeigt!) Sind nicht genügend Kameras vorhanden, können die Kinder das Schlussbild auch zeichnen.



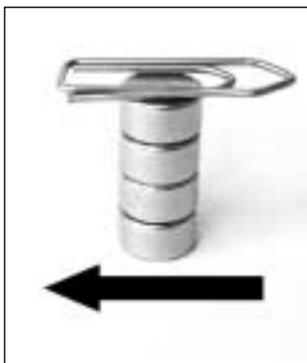
explore-it



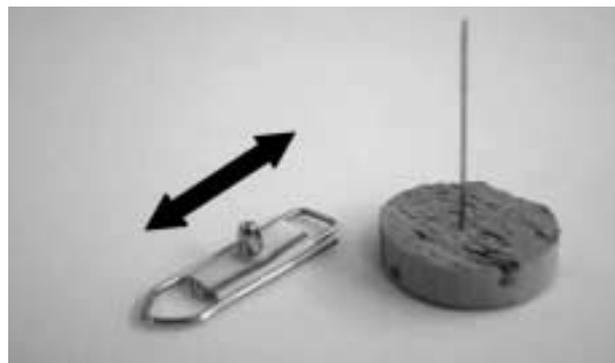
- Du brauchst:
- 1 Korkscheibe
 - 1 Büroklammer, Gr. 3
 - 1 Trinkhalm
 - 1 Stecknadel
 - 1 Innenstück einer Hohlniete (4x7mm)



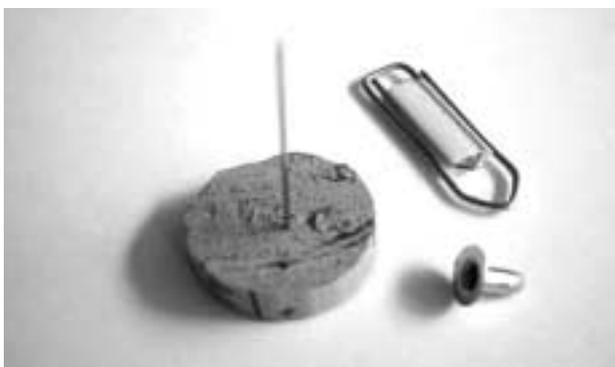
Mit einem spitzen Gegenstand (z.B. Bleistift) wird das Stück Trinkhalm in der Mitte durchstossen. In dieses Loch wird der innere Teil der Hohlniete hineingepresst. Die Kompassnadel ist fertig!



Du magnetisierst die Büroklammer, indem du einen Permanentmagneten mindestens zehn Mal in der gleichen Richtung über die Büroklammer ziehst. (Tafelmagnete eignen sich dazu nicht!)



Durch das Verschieben des Trinkhalmschaftes nach vorne oder nach hinten kann die Kompassnadel gut ausbalanciert werden. Es ist wichtig, dass die Kompassnadel auf der Spitze der Stecknadel gut ausbalanciert ist und frei schwingt!



Das kleine Stück Trinkhalm wird über den inneren Teil der Büroklammer geschoben.

Die Stecknadel wird durch die Korkscheibe gestossen, die Spitze zeigt nach oben!



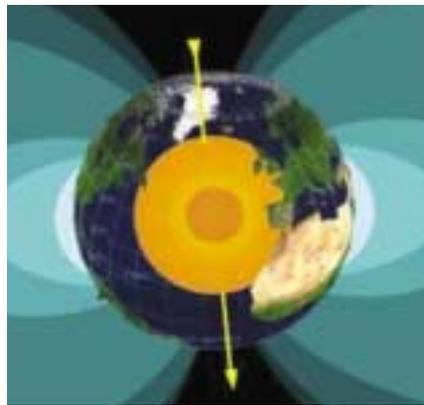
Wissenswertes rund um den Magnetismus

Wird das Magnetfeld eines Dauermagneten mit dem der Erde verglichen, erkennt man überraschende Unterschiede. Der Dauermagnet kann eine Kompassnadel ablenken. Er wirkt also stärker als das Erdmagnetfeld, aber nur in unmittelbarer Nähe des Kompasses. Das Erdmagnetfeld wirkt schwach, aber überall. Und: Wieso hat die Erde überhaupt ein Magnetfeld, sie ist doch gar nicht aus Eisen? Oder doch? In dieser Ausgabe nehmen wir uns Zeit, ein paar grundsätzliche Informationen über Magnetismus zu vermitteln. Wer Lust hat, kann einzelne Fachwörter nachschlagen; aber auch ohne dies ist der Text gut verständlich. (az)

Christian Weber und Urs Heck

Modelle sind immer falsch

Das Magnetfeld der Erde wird nicht von einem festen magnetischen Eisenkern erzeugt, wie das Modell des Stabmagneten fälschlicherweise vermuten lässt (vgl. nsp 2/07). Modelle zeigen in der Regel einen Aspekt eines Phänomens richtig und die anderen mehr oder weniger falsch. Unser Modell veranschaulicht, wie sich das Magnetfeld in etwa um die Erde legt, aber nicht, wie das Erdmagnetfeld zustande kommt. Das Modell gibt eine vage Vorstellung, wie sich Vögel, welchen das Magnetfeld als Navigationshilfe dient, darin orientieren könnten.



der Erde eine Schlüsselrolle. Dabei gleichen sich die Rotationsebenen der Elektronen an und erzeugen ein schwaches, aufgrund des grossen Polabstandes jedoch sehr weit reichendes Magnetfeld.

Entscheidend dabei ist, dass wir das Erdmagnetfeld als etwas Dynamisches verstehen, das sich über Jahrtausende verändert, sowohl in seiner Stärke als auch in seiner Ausrichtung.

Magnetismus und seine natürlichen Erscheinungsformen

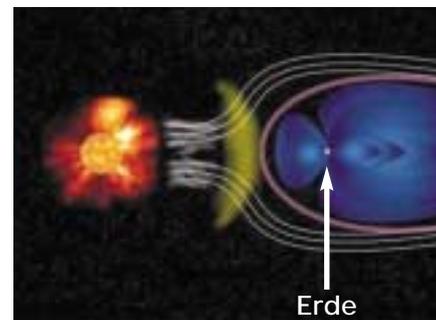
Der Magnetismus ist eine natürliche Erscheinungsform. Seit jeher entwickelt sich das Leben auf unserem Planeten unter dem Einfluss des Erdmagnetfeldes. Vieles deutet darauf hin, dass einige Tiere das Erdmagnetfeld sozusagen als «Landkarte» zur Orientierung nutzen. Dabei sind sie offenbar auf körpereigenes Magnetit angewiesen. Zu diesen Tieren gehören Bienen, Weichtiere (Mollusca) und sogar Bakterien, wie etwa das Magnetobacterium Bavaricum. Besonders erwähnenswert sind Tauben,

die durch die Einlagerung kleiner Magnetitkörner im Schnabel die Deklination des Erdmagnetfeldes bestimmen und sich so orientieren können. Auch im menschlichen Gehirn wurde körpereigenes Magnetit nachgewiesen. Ob hierauf ein vielleicht verschütteter oder nur noch rudimentär vorhandener «innerer Kompass» beruht, wird zurzeit untersucht.

Von grösserer Bedeutung ist sicher der Schutz, den die Magnetosphäre ermöglicht. Durch Anreicherung von atomaren Gasteilchen, speziell im Van-Allen-Gürtel, wird die kosmische Strahlung, welche die Erdoberfläche erreicht, stark reduziert.



Heute geht man davon aus, dass das Magnetfeld der Erde durch eine Art Dynamo im Erdkern immer wieder neu erzeugt wird. Wie dieser Geodynamo im Einzelnen funktioniert, ist noch unbekannt. Vermutlich spielen schraubenartige Strömungen im äusseren, flüssigen Kern (bestehend aus Nickel-Eisen)

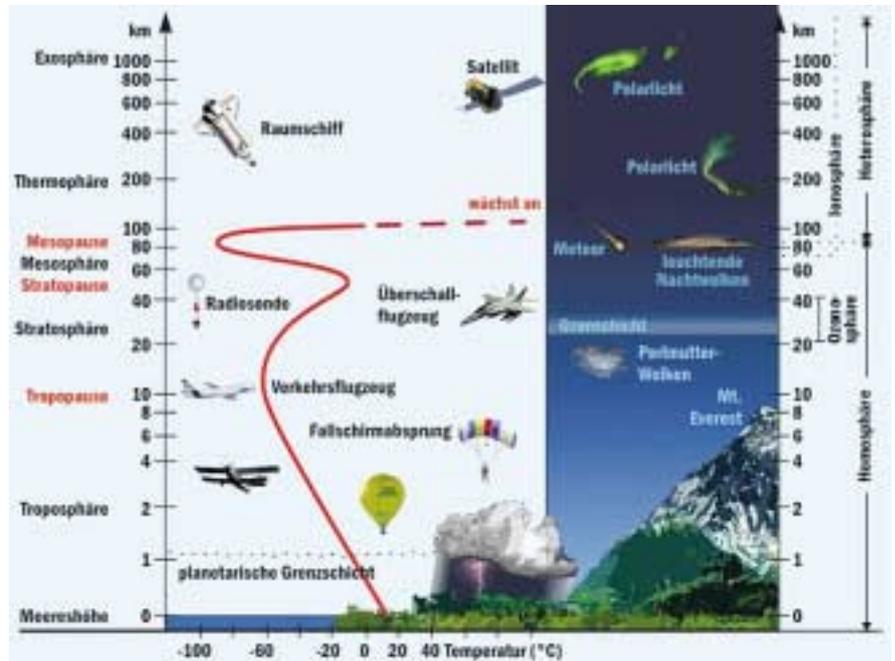


Sonnenwind, der auf die Magnetosphäre auftrifft. Das Magnetfeld wirkt wie eine Pufferzone, welche die Teilchen des Solarwindes ableitet. (Bildquelle: ESA)

Die Sonne schleudert ständig geladene Partikel (Protonen, Elektronen etc.) in den Weltraum, den Sonnenwind. Diese Partikel treffen irgendwann auf das Erdmagnetfeld und wandern an den



Polarlichter



Vertikaler Aufbau der Atmosphäre. (Bildquelle: www.kowoma.de/.../atmosphaere.htm)

Magnetfeldlinien entlang bis zu den magnetischen Polen der Erde. Hier dringen sie in die Atmosphäre ein und regen die Moleküle der Atmosphäre in der Ionosphäre zum Leuchten an. Wir sehen dieses Leuchten als Polarlicht oder Süd- bzw. Nordlicht.

Durch den Sonnenwind erfährt das Erdmagnetfeld eine Deformation mit einer Ausdehnung auf der von der Sonne abgewandten Seite bis zu mehreren Millionen Kilometern.

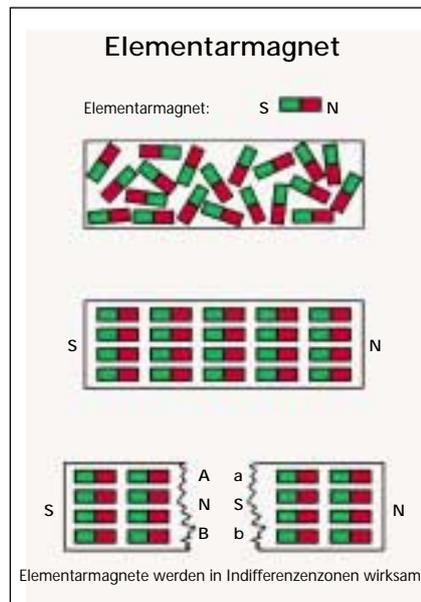
Bei stärkerer Aktivität auf der Sonne werden mehr Partikel in den Weltraum geschleudert, folglich treffen auch mehr Partikel auf das Erdmagnetfeld. Bei einer sehr hohen Aktivität ist es auch schon vorgekommen, dass man von der Schweiz aus Polarlichter sehen konnte.

Was ist Magnetismus?

Wie können wir den Magnetismus verstehen bzw. beschreiben? Die Definition beruht auf Grundlagen der Elementarphysik. Eine verständliche Beschreibung ist deshalb nur über ein stark vereinfachtes Modell möglich.

Der für den Bereich der Permanentmagnete verantwortliche Ferromagnetismus entspringt dem «Spin» (der Eigenrotation) der Elektronen. In einem Permanentmagneten sind die Rotations Ebenen der einzelnen Elektronen in einer Richtung fixiert. Hierbei bestimmt die Masse der atomaren «Einzelmagnete» in Bezug auf das Volumen die Stärke des nach aussen wirksamen Magnet-

feldes. Daraus folgt, dass keine Magnetkraft gespeichert oder erzeugt wird,



sondern über eine Gleichrichtung (Orientierung) des vorhandenen Potentials in eine geordnete Formation erfolgt. Die Magnetisierung eines Stoffes erfolgt über das Anlegen eines externen

Magnetfeldes (vorzugsweise erzeugt in einer Stromspule mit Fe-Metall-Joch). Im Gegensatz zu para- und diamagnetischen Stoffen besitzen ferromagnetische Materialien die Eigenschaft, die während des Magnetisierens erstellte Ausrichtung der Elektronen-Rotationsebenen mehr oder weniger gut beizubehalten.

Durch intensive Materialforschungen ist es gelungen, Werkstoffe zu entwickeln, bei denen die Dichte sowie die Stabilität der Orientierung der atomaren Einzelmagnete extrem gesteigert werden konnten.

Historisches

Die Existenz des Magnetismus war bereits den Griechen im 5. Jh. v. Chr. bekannt. Die Namensgebung wird aus der griechischen Mythologie abgeleitet, in der man sich auf den Fundort von magnetischem Eisenerz in der thessalischen Stadt Magnesia sowie auf den Namen eines griechischen Schäfers (Magnetes) bezieht. In China wurde im 2. Jh. n. Chr. die Existenz magnetischer Nadeln beschrieben.

Technische Anwendung

Die erste praktische Anwendung fand der Magnetismus wohl als Kompass. Doch erst die industrielle Herstellung von Magnetwerkstoffen ermöglichte die Entwicklung der Magnettechnik.

Ein wichtiges Datum für das uns heute bekannte Anwendungsspektrum

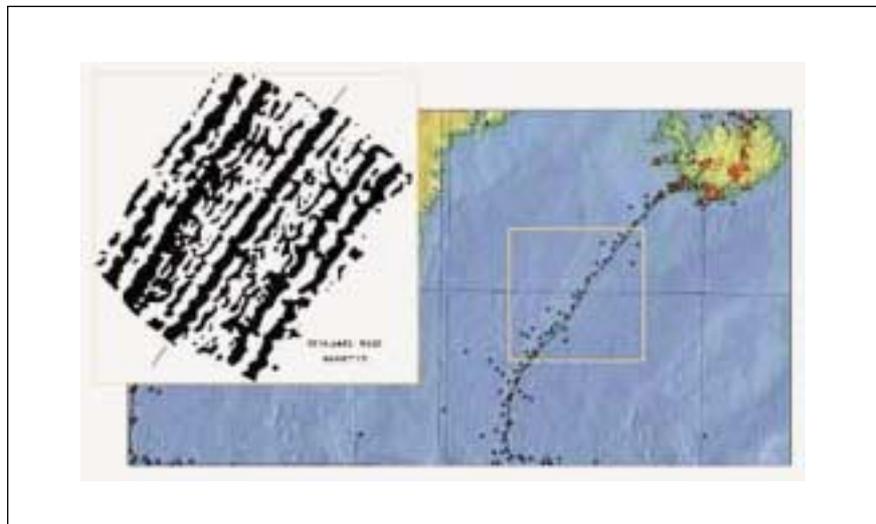
stellt die Entdeckung der Beziehung zwischen Magnetismus und Elektrizität durch Hans Chr. Oersted im Jahre 1820 dar. In der Folge gelang es, erste Permanentmagnete (kohlenstoffhaltige Stähle) herzustellen, die ihren Einsatz vorzugsweise in der Elektrotechnik (Dynamos, Elektromotoren) fanden.

Anfang dieses Jahrhunderts wurde durch die Forschungsarbeiten von Curie, Longerin und Weiss der Grundstein für die Entwicklung neuer industriell nutzbarer Werkstoffe gelegt. Der Alnico-Magnet (Ni-Co-Al-Fe) gilt als Durchbruch dieser Bemühungen (1932). Dieser permanentmagnetische Werkstoff zeichnete sich durch bedeutend gesteigerte Energiedichte und höhere magnetische Stabilität aus.

Hartferrite stellen in der Folge einen weiteren Entwicklungsschritt im Hinblick auf gesteigerte Koerzitivfeldstärke (je höher die Koerzitivfeldstärke ist, desto besser behält ein Magnet seine Magnetisierung, wenn er einem Gegenfeld ausgesetzt wird) und günstigere Materialpreise dar. Seit den Sechzigerjahren stellen sie aufgrund des sehr guten Preis-Leistungs-Verhältnisses das Hauptvolumen der eingesetzten Magnetwerkstoffe. Das Leistungspotenzial von Magneten stieg innerhalb kürzester Zeit durch die Entwicklung neuer Werkstoffe auf Samarium-Kobalt- und Neodym-Eisen-Basis um den Faktor 10. Die ständig steigenden Anforderungen drängen zu neuen Entwicklungen. In Deutschland wird zurzeit ein besonders ehrgeiziges Projekt verfolgt: Am Forschungszentrum Dresden-Rossendorf will man den stärksten Magneten der Welt betreiben. Das Magnetfeld dieses Elektromagneten wäre dann etwa tausend Mal so stark wie das von einem gewöhnlichen Haftmagneten und sogar 2,5 Millionen Mal so stark wie das Magnetfeld der Erde. Damit wäre allerdings auch die derzeitige Grenze des technisch Machbaren erreicht. Denn grössere Magnetfelder führen unweigerlich zur Zerstörung der Spule (NZZ, Nr. 290, 2006). Für die Zukunft sind weitere Fortschritte zu erwarten.

Magnetismus und Zeit

Ein magnetischer Pol beginnt bisweilen ziellos über die Erde zu wandern. Das ist eine Instabilität, durch die sich schliesslich das gesamte Erdmagnetfeld umpolt. Für eine solche Feldumkehr gibt es eindeutige geologische Zeugen:



Streifenmuster von normalem und gegengepoltem Material auf beiden Seiten eines Unterwassergrates des Reykjanes Ridge an der südwestlichen Küste von Island.

die Magnetisierung von Lavaschichten, in denen beim Erstarren die Richtung des Erdmagnetfeldes sozusagen eingefroren wird. Wissenschaftler haben seit den Zwanzigerjahren Kenntnis von solchen «Polwanderungen».

In den frühen Sechzigerjahren erlaubten es Studien am Magnetismus des Meeresbodens, eine Zeitskala für die Umpolungen des Erdmagnetfeldes (von nordgerichtet nach südgerichtet) zu erstellen. Die Umpolungen zeigten sich als Streifenmuster von normalem und gegengepoltem Material auf beiden Seiten eines Unterwassergrates, wie des Reykjanes Ridge an der südwestlichen Küste von Island, und waren ein früher Hinweis auf eine Bewegung des Meeresbodens.

Anhand der Magnetisierung solcher vulkanischer Gesteine fand man heraus, dass sich die Richtung des erdmagnetischen Feldes etwa alle 500 000 Jahre umkehrte, wobei die Richtungsänderung innerhalb von 5000 bis 7000 Jahren verlief. Die Zeitskala dieser Umkehrungen ist bis ca. 80 Millionen Jahre zurück gut erforscht.

Neuste Untersuchungen zeigen, dass unser Magnetfeld schwächer wird. Viele Wissenschaftler sind der Meinung, dass dies ein Anzeichen einer neuerlichen Umpolung des Magnetfelds ist. Forscherinnen und Forscher haben errechnet, dass die letzte Umpolung vor rund 700 000 Jahren stattfand und eine nächste eigentlich schon längst überfällig wäre.

Neben diesen langfristigen Schwankungen des Erdmagnetfeldes gibt es auch kurzfristige Schwankungen (magnetische Stürme), welche durch Stromsysteme in der Ionosphäre und durch starke Ladungsschwingungen in der Magnetosphäre hervorgerufen werden.

Was haben wir gelernt?

1. Nix ist fix.

Arbeitsblatt:

Ein Arbeitsblatt für die Schülerinnen und Schüler finden Sie auf www.explore-it.ch

In der nächsten Nummer:

Der Elektromagnet – ein Magnet auf Befehl

Der Elektromagnet – ein Magnet auf Befehl!

Schon beim Magnetfeld der Erde ist uns aufgefallen, dass wir seine Entstehung nicht richtig erklären können. Irgendwelche Bewegungen und Strömungen im Innern der Erde, vermutlich im äusseren flüssigen Kern aus Nickel und Eisen, scheinen es zu bewirken. Dort bewegen sich Elektronen. Dass sich bewegende Elektronen mit Magnetismus zu tun haben, wollen wir mit folgender Werkidee zeigen. Vielleicht lässt sie sich gleich als Muttertagsgeschenk realisieren. (az)

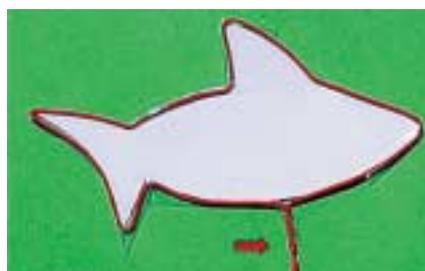
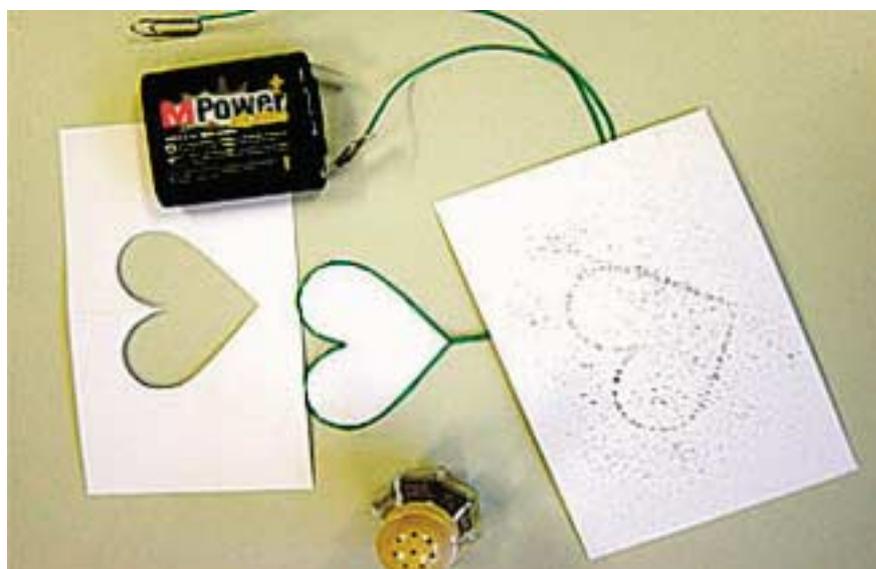
Christian Weber und Urs Heck

explore-it

Strom und Magnetfeld, einfach unzer trennlich!

Obwohl dies auf den ersten Blick nicht ersichtlich ist: Elektrischer Strom hat viel mit magnetischen Feldern zu tun. Fliesst elektrischer Strom durch einen Draht, entsteht darum herum ein magnetisches Feld. Diese Behauptung ist einfach zu überprüfen. Es braucht nur isolierten Draht, eine Batterie, Klebband, ein Stück Papier und Eisenfeilspäne.

Muttertagskarte



Fragen zu den Bildern

... und Antworten dazu

Was fällt auf?

Die Eisenfeilspäne sind alle senkrecht zum Draht orientiert.

Der «Stiel» beim Fisch ist nicht magnetisch! Wieso?

Magnetische Felder haben eine Ausrichtung. In den Drähten beim «Stiel» fliesst der Strom gegenläufig (→). Die entstehenden Magnetfelder heben sich auf.

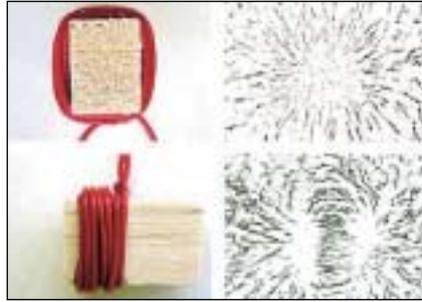
Und wie sieht das bei deinen «Drahtbildern» aus?

... ?

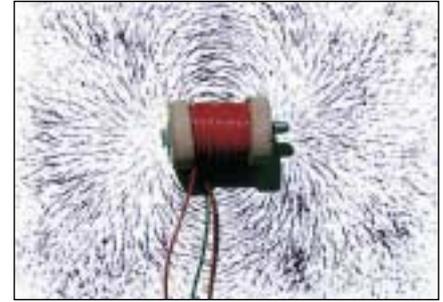
explore-it

Was für Poppey der Spinat ist, ist für den Elektromagneten der Eisenkern

Das elektromagnetische Feld, das um einen elektrisch durchströmten Leiter herum entsteht, ist nur schwach. Wird der isolierte Draht um einen magnetisierbaren Kern gewickelt (z.B. Eisennagel oder Schraube), vervielfacht sich die Stärke des Feldes: Der Eisenkern wird vorübergehend zum Magneten auf Befehl. Er heisst jetzt Elektromagnet!



Schwacher Elektromagnet ohne Kern.

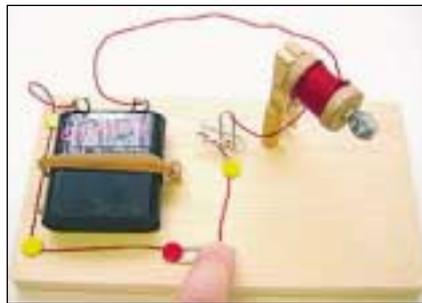


Starker Elektromagnet mit Kern.

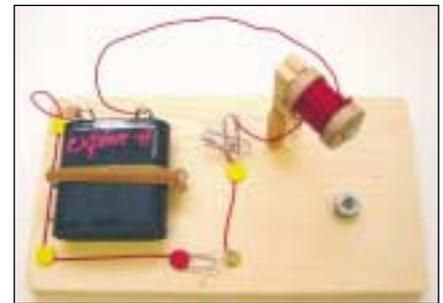
explore-it

Magnet auf Befehl

Der Befehl für den Elektromagneten mit Eisenkern heisst «Strom ein» oder «Strom aus»! Wann ist er magnetisch, wann nicht? Am besten ist es, das gleich selber zu versuchen! Die folgenden zwei Bilder zeigen, wie dies auf einfache Art und Weise gemacht werden kann.



Stromkreis geschlossen.



Stromkreis unterbrochen.

Zwischenhalt

Elektromagnete sind Gebilde, die aus einer vielfach gewickelten isolierten Drahtspule bestehen (meistens Kupferdraht). Oft hat diese im Innern einen Eisenkern. Das verstärkt den Effekt. Der Draht muss zu einer Spule gewickelt sein. Wäre er in einer Ebene als Mäander hin und her geschlängelt, könnte er nicht zum Elektromagneten werden. Weshalb nicht? Vielleicht hilft zur Erklärung die Beobachtung aus dem Abschnitt «Strom und Magnetfeld, einfach unzertrennlich!».

Was haben wir gelernt?

1. Wo Strom fliesst, entsteht ein Magnetfeld (wenn auch oft nur ein sehr schwaches).
2. Gegenläufig durchflossene Leiter löschen ihre Magnetfelder aus.
3. Zu Spulen gewickelte Leiter (oder Drähte) zeigen ein wesentlich stärkeres Magnetfeld als der nicht gewickelte Leiter. So haben wir einen einfachen Elektromagneten.
4. Eisenkerne (z.B. ein Nagel oder eine Schraube) verstärken dieses Magnetfeld noch einmal erheblich. Wir erhalten einen starken Elektromagneten.

In der nächsten Nummer:

Der Elektromotor: Durch Stottern zum Schwung!

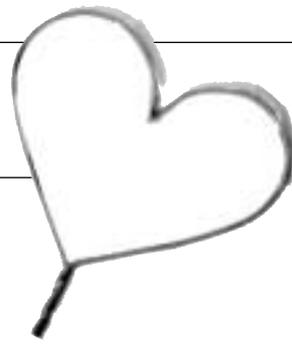
Material

Isolierter Draht / Eisennagel oder Schraube / Batterie / Eisenfeilspäne M-22, 100 g à Fr. 5.50
(www.supermagnete.ch)

«Theater im Klassenzimmer»

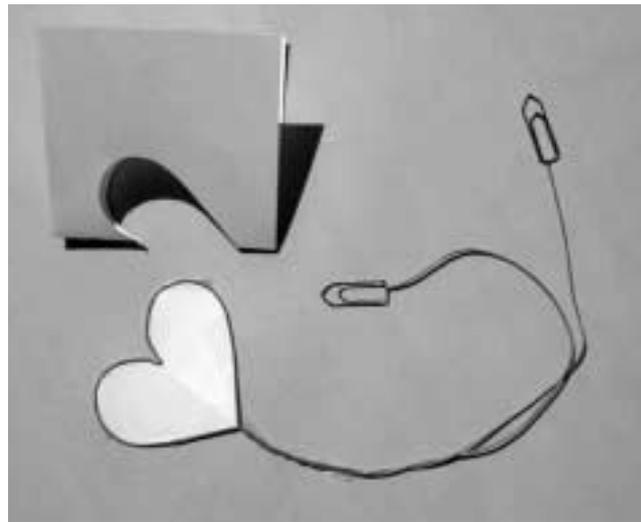
Das Lehrmittel!

www.theaterpaedagogik.li



explore-it

- 1 Schneide eine Figur aus einem festen Stück Papier aus.
- 2 Befestige einen isolierten Draht mit Klebband an den Rändern der Figur.
- 3 Befestige zwei Büroklammern an den abisolierten Drahtenden.
- 4 Lege ein festes, weisses Papier über deine Figur.



- 5 Verbinde die Drähte mit den Polen deiner Batterie.

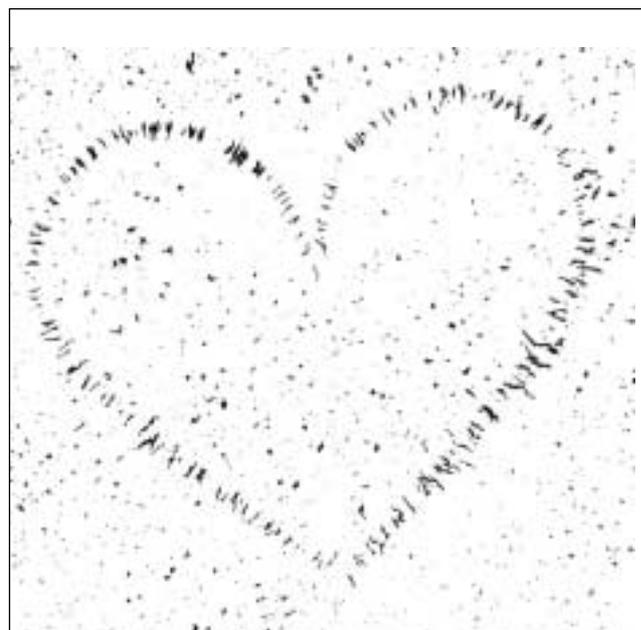
ACHTUNG!

Die Drähte können sehr schnell sehr heiss werden!

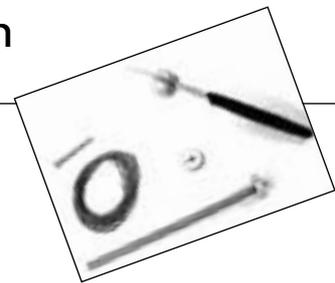
- 6 Bestreue das weisse Papier mit Eisenfeilspänen aus dem Salzstreuer.

Durch leichtes Klopfen mit dem Zeigefinger am Rande des Papiers werden die Eisenfeilspäne erschüttert und ordnen sich entlang den Magnetlinien an.

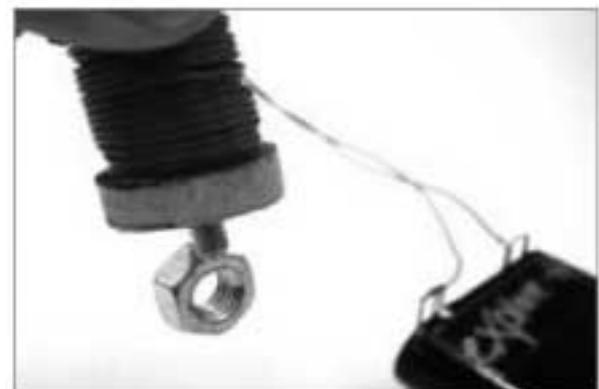
Du kannst jederzeit mit Eisenfeilspänen aus dem Salzstreuer nachdoppeln, um wirklich ein schönes Bild zu erhalten.



explore-it



- 1 Du brauchst 3 bis 4 m isolierten Draht, eine Sechskantschraube (M 5 × 40 mm), eine Holzschraube oder einen Nagel, Korkzapfen und zwei Büroklammern.
- 2 Schneide mit dem Messer vom Kork zwei Scheiben ab, durchstosse diese mit einem spitzen Gegenstand und drehe die Schraube durch die Löcher.
- 3 Umwickle die Schraube mit Draht und fertige daraus eine Spule.
- 4 Befestige zwei Büroklammern an den abisolierten Drahtenden.
- 5 Verbinde die Drähte mit den Polen einer Batterie und überprüfe den Elektromagneten!



ACHTUNG! Die Drähte können sehr schnell sehr heiss werden!

Wer baut den stärksten Super-Elektromagneten?

Sicher findest du noch andere Lösungen, um einen sehr starken Elektromagneten zu bauen.



Der Elektromotor: Durch Stottern zum Schwung

Elektromagnete sind ausgezeichnete Haftstellen auf Zeit. Fließt Strom durch sie hindurch, sind sie magnetisch, wird der Stromkreislauf unterbrochen, verlieren sie ihre Anziehungskraft (vgl. nsp 4/07). Wird ein Kompass in die Nähe eines Elektromagneten gebracht, lässt sich durch das Ein- und Ausschalten des Stromkreislaufes wunderbar spielen – und man hat im Prinzip einen einfachen Elektromotor gebaut. (az)

Christian Weber / Urs Heck

Die folgende Anleitung ist als Vorlage für Lehrpersonen und für Schüler/innen gedacht!

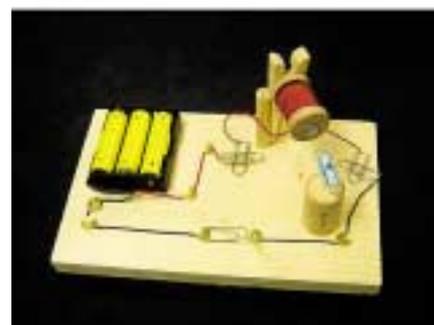
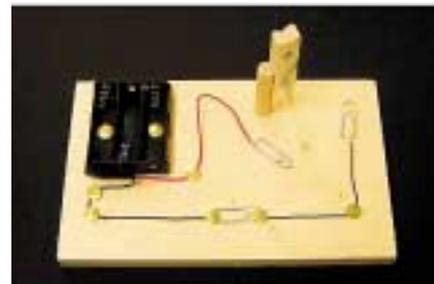
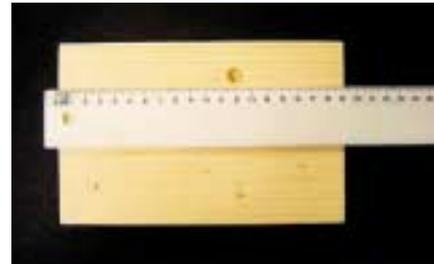
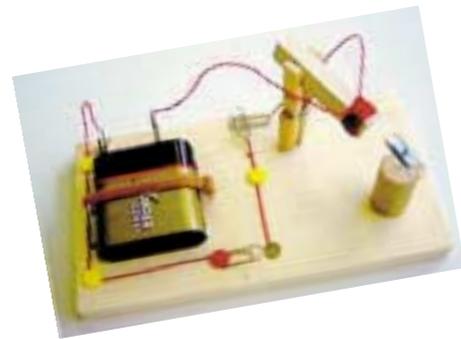
Der Kompass als Karussell

explore-it

- 1 Nimm ein Stück weiches Holz. Bohre an der vorgesehenen Stelle ein Loch von 10 mm Durchmesser.
- 2 Klebe die Wäscheklammer an das Rundholz und stecke das lose Ende in das Loch.
- 3 Befestige den Batteriehalter mit zwei Reissnägeln. Fixiere die Drähte mit Reissnägeln und setze die Batterien ein.
- 4 Erfinde selber einen Schalter, um den Stromkreis ein- und auszuschalten (unten ein Vorschlag dazu).



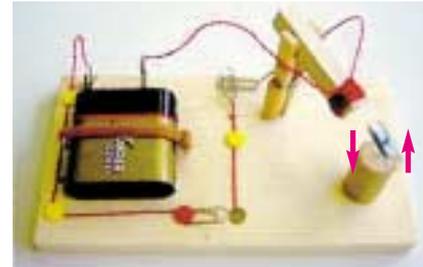
- 5 Verbinde die Drähte des Elektromagneten mit dem Draht des Schalters (schwarz) und mit dem anderen Pol der Batterie (rot).
- 6 Platziere deinen Kompass vor der Spule. (Die Kompassnadel muss gut magnetisch sein!)



Zwischenhalt

Die Kompassnadel zeigt es sehr schön: Wenn wir sie mit Hilfe unseres Elektromagneten im richtigen Takt anziehen, dann weiterschwingen lassen und dann wieder anziehen und so fort, kommt sie in eine gleichmässige Drehbewegung mit erheblichem Schwung.

Wer findet den besten Rhythmus?
Nur für Leute mit Taktgefühl!



Eigentlich ist das schon ein Elektromotor. Auf jeden Fall enthält diese Konstruktion alle wesentlichen Bestandteile eines Elektromotors: eine Stromquelle (Batterie), eine Spule (Elektromagnet), einen Dauermagneten (Kompassnadel) und einen Unterbrecher (Schalter), um den Strom und damit das Magnetfeld der Spule ein- oder auszuschalten. Die beiden Pole der Kompassnadel werden rhythmisch vom Magnetfeld der Spule entweder angezogen oder abgestossen. Dabei dreht sich die Kompassnadel im Kreise, wie bei einem richtigen Motor. Es wäre natürlich toll, wenn sich nicht nur die Kompassnadel, sondern auch eine Achse drehen würde, mit der man verschiedene Dinge antreiben könnte!

Je stärker die Magnetkräfte zwischen Elektromagnet und Dauermagnet sind, desto stärker der Motor, den sie betreiben. Deshalb lohnt es sich herauszufinden, wie man einen starken Elektromagneten bauen kann (vgl. dazu NSP Nr. 4/07 Seite 29, AB: A9).

Was haben wir gelernt?

1. Durch rhythmisches Ein- und Ausschalten eines Elektromagneten lässt sich ein Dauermagnet in eine Drehbewegung versetzen.

In der nächsten Nummer:
Wir bauen einen Elektromotor.

Literatur:
www.explore-it.ch

Material:
Kleine Holzplatte (ca. 15 x 20 cm),
zwei Wäscheklammern, Rundholz,
Batterie (4,5 V), Draht, Büroklammer,
Reissnägeln.

Der Elektromotor: Durch Stottern zum Schwung

Elektromagnete sind ausgezeichnete Haftstellen auf Zeit. Fließt Strom durch sie hindurch, sind sie magnetisch, wird der Stromkreislauf unterbrochen, verlieren sie ihre Anziehungskraft (vgl. nsp 4/07). Wird ein Kompass in die Nähe eines Elektromagneten gebracht, lässt sich durch das Ein- und Ausschalten des Stromkreislaufes wunderbar spielen – und man hat im Prinzip einen einfachen Elektromotor gebaut. (az)

Christian Weber / Urs Heck

Die folgende Anleitung ist als Vorlage für Lehrpersonen und für Schüler/innen gedacht!

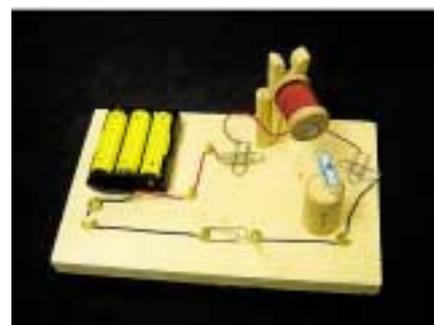
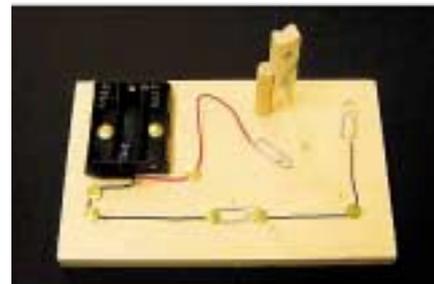
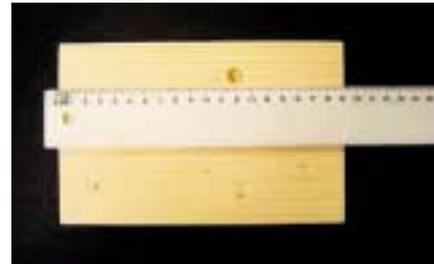
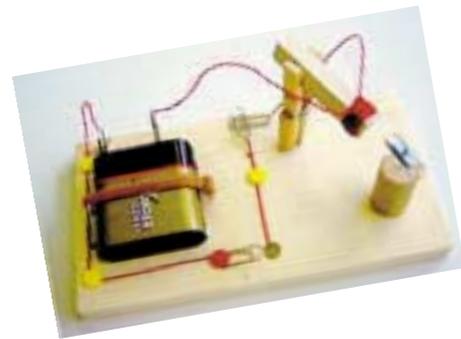
Der Kompass als Karussell

explore-it

- 1 Nimm ein Stück weiches Holz. Bohre an der vorgesehenen Stelle ein Loch von 10 mm Durchmesser.
- 2 Klebe die Wäscheklammer an das Rundholz und stecke das lose Ende in das Loch.
- 3 Befestige den Batteriehalter mit zwei Reissnägeln. Fixiere die Drähte mit Reissnägeln und setze die Batterien ein.
- 4 Erfinde selber einen Schalter, um den Stromkreis ein- und auszuschalten (unten ein Vorschlag dazu).



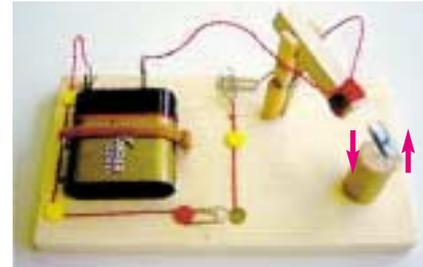
- 5 Verbinde die Drähte des Elektromagneten mit dem Draht des Schalters (schwarz) und mit dem anderen Pol der Batterie (rot).
- 6 Platziere deinen Kompass vor der Spule. (Die Kompassnadel muss gut magnetisch sein!)



Zwischenhalt

Die Kompassnadel zeigt es sehr schön: Wenn wir sie mit Hilfe unseres Elektromagneten im richtigen Takt anziehen, dann weiterschwingen lassen und dann wieder anziehen und so fort, kommt sie in eine gleichmässige Drehbewegung mit erheblichem Schwung.

Wer findet den besten Rhythmus?
Nur für Leute mit Taktgefühl!



Eigentlich ist das schon ein Elektromotor. Auf jeden Fall enthält diese Konstruktion alle wesentlichen Bestandteile eines Elektromotors: eine Stromquelle (Batterie), eine Spule (Elektromagnet), einen Dauermagneten (Kompassnadel) und einen Unterbrecher (Schalter), um den Strom und damit das Magnetfeld der Spule ein- oder auszuschalten. Die beiden Pole der Kompassnadel werden rhythmisch vom Magnetfeld der Spule entweder angezogen oder abgestossen. Dabei dreht sich die Kompassnadel im Kreise, wie bei einem richtigen Motor. Es wäre natürlich toll, wenn sich nicht nur die Kompassnadel, sondern auch eine Achse drehen würde, mit der man verschiedene Dinge antreiben könnte!

Je stärker die Magnetkräfte zwischen Elektromagnet und Dauermagnet sind, desto stärker der Motor, den sie betreiben. Deshalb lohnt es sich herauszufinden, wie man einen starken Elektromagneten bauen kann (vgl. dazu NSP Nr. 4/07 Seite 29, AB: A9).

Was haben wir gelernt?

1. Durch rhythmisches Ein- und Ausschalten eines Elektromagneten lässt sich ein Dauermagnet in eine Drehbewegung versetzen.

In der nächsten Nummer:
Wir bauen einen Elektromotor.

Literatur:
www.explore-it.ch

Material:
Kleine Holzplatte (ca. 15 x 20 cm),
zwei Wäscheklammern, Rundholz,
Batterie (4,5 V), Draht, Büroklammer,
Reissnägeln.

Ein Elektromotor – selbst gebaut!

Im November 2006 haben wir mit der Artikelserie «Magnetkräfte» begonnen und schliessen sie mit der vorliegenden Ausgabe ab. Im letzten Teil geht es darum, eine der häufigsten technischen Anwendungen der Magnetkräfte genauer zu verstehen: den Elektromotor. Am besten gelingt dies, wenn wir gleich eine Bauanleitung dazu liefern. (az)

Christian Weber / Urs Heck

explore-it

Ob Autofensterscheibe oder Hellraumprojektor, Elektromotoren sind aus unserem Alltag nicht mehr wegzu-denken. Haben Sie die verschiedenen Elektromotoren schon einmal bei sich zu Hause gezählt? Vermutlich kommen Sie schnell auf fünfzig Motoren! Heutzutage sind Magnetkräfte in der Informationstechnologie ebenso verbreitet wie ihre mechanische Anwendung. Vom Magnetband des Kassettenrekorders bis zum PC-Stick spielt die Magnetisierung der Datenträger die entscheidende Rolle. Der Elektromotor ist aber das anschaulichste Beispiel dafür, wie Strom in mechanische Arbeit umgewandelt werden kann. Die «umgekehrte» Maschine, der Generator, zeigt, wie mit mechanischer Arbeit Strom erzeugt wird, sei es beim Velodynamo mit Muskelkraft, bei der Wasserturbine mit Wasserkraft oder beim Benzingenerator mit fossilen Brennstoffen. All diese Beispiele zeigen, dass Strom und Magnetfeld unzertrennlich sind (vgl. nsp 4/07).

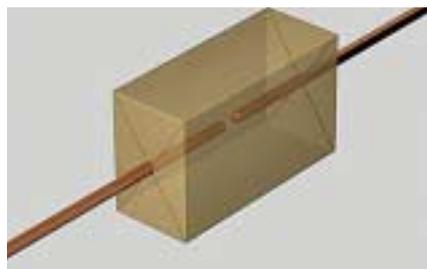
Was es alles braucht

Elektromotoren lassen sich aus einfachen Bauteilen zusammensetzen. Zum Bau eines Elektromotors brauchen wir eine Spule mit Drehachse, eine Stromquelle, einen Dauermagneten, eine Halterung und vor allem einen Mechanismus, der für regelmässiges Unterbrechen des Stromes sorgt. Das alles (und etwas mehr) ist im Bausatz in der Zündholzschachtel versteckt. Wer will, kann diesen bei explore-it beziehen.

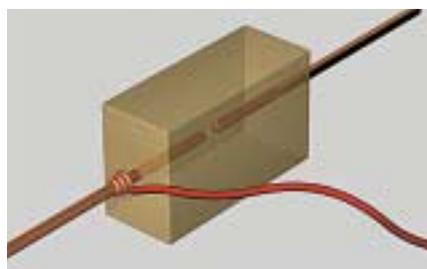


Diese Materialien sind im Bausatz in der Zündholzschachtel enthalten.

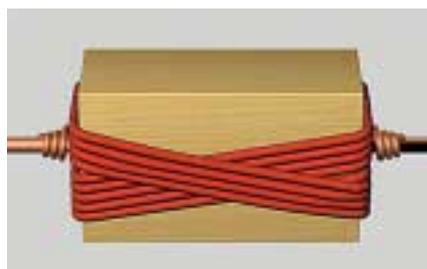
Zusammensetzen und ausprobieren! Wir zeigen es hier Schritt für Schritt.



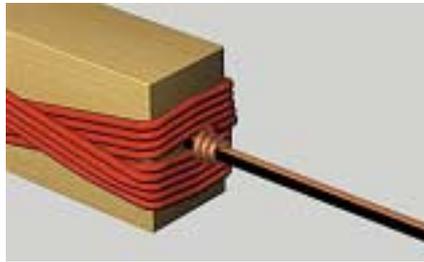
- Die zwei Kupferstäbe seitlich in der Mitte waagrecht einstecken
- ACHTUNG: Die Kupferstäbe dürfen sich nicht berühren!



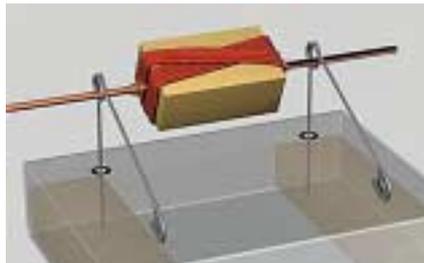
- Ein abisoliertes Ende des Kabels um den ersten Kupferstab wickeln



- Spule wickeln: Je 5 Mal gekreuzt an den Kupferstäben vorbei
- Das abisoliertes Ende des Kabels um den zweiten Kupferstab wickeln



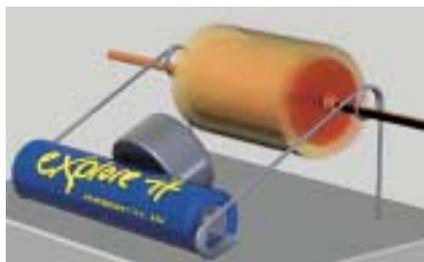
- Die schwarze Linie auf dem einen Kupferstab dient als Unterbrecher. Die Linie kann mit einem wasserfesten Filzstift gezogen werden.



- Sicherheitsnadeln bei den Markierungen senkrecht einstecken (durch das Balsaholz hindurch bis zum Schachtelboden)
- Eine Sicherheitsnadel herausziehen, Spule einführen und wieder einstecken



- Magnet in der Mitte der Batterie platzieren; ACHTUNG: starker Magnet!
- Die Batterie zwischen die freien Enden der Sicherheitsnadeln legen



- Die Spule von Hand in Rotation versetzen – und schon läuft der Motor!
- Und, läuft die Sache rund?



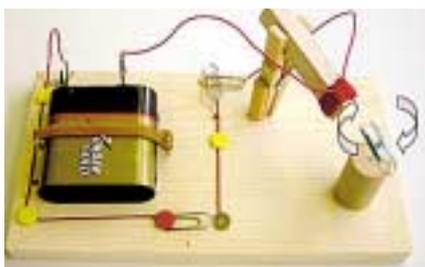
- Zum Unterbrechen des Stromflusses eine Sicherheitsnadel von der Batterie wegschwenken

Kompasskreisel versus Elektromotor

Frage: Was unterscheidet den Kompasskreisel vom Elektromotor aus der Schachtel? Benutzen Sie die unten stehende Darstellung, um hinter die Geheimnisse

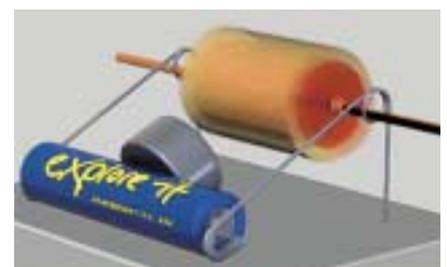
dieser beiden Motoren zu kommen! Einige Stichwörter helfen sicher, um auf die richtige Spur zu kommen. (Auflösung nächste Seite)

Kompasskreisel



Spule
Drehachse
Stromquelle
Dauermagnet
Unterbrecher

Elektromotor



Zwischenhalt

Die rotierende Kompassnadel, die dem Takt des Elektromagneten gehorcht (vgl. nsp 5/07), ist ein gutes Modell dafür, wie Elektromotoren funktionieren: Der bewegliche Dauermagnet (die Kompassnadel) reagiert auf die Magnetimpulse des Elektromagneten. Es gibt eine Drehbewegung. Aber einen Elektromotor haben wir damit noch nicht. Dazu bräuchte es ein paar technische Änderungen. Das Konzept dieses Mini-Elektromotors ist ziemlich raffiniert: Bei diesem Modell dreht sich der Elektromagnet und nicht

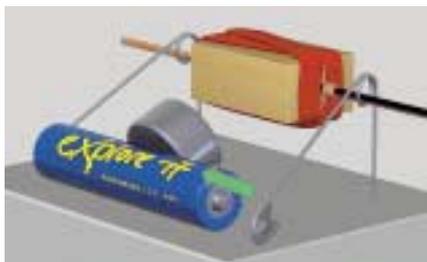
der Dauermagnet. Und die Drehachse dient gleichzeitig als Unterbrecher. Was die Bauweise des Minimotors ebenfalls vereinfacht, ist die unterschiedliche Magnetisierbarkeit von Metallen. Der Dauermagnet, die Batterie und die Sicherheitsnadeln haften einfach magnetisch aneinander. Es braucht keine zusätzliche Verbindungskonstruktion. Die Kupferstäbe und der Kupferdraht der Spule sind nicht magnetisch, sonst könnten sie sich gar nicht drehen. Erst der durchfließende Strom erzeugt ein Magnetfeld, das dann die Spule ins Rotieren bringt.

Auflösung der obigen Frage:

Welches sind die gleichen Elemente? – Spule, Magnet, Gleichstrom. Was ist anders? – Beim Elektromotor: Spule dreht sich, Magnet ist sehr stark und unbeweglich, die Unterbrechung des Stromflusses geschieht automatisch.

Und so funktioniert es ...

Weil es etwas kompliziert ist, zeigen wir es Schritt für Schritt. Dabei achten wir vor allem auf den Unterbrecher: Wann lässt er den Strom fließen, wann unterbricht er den Stromfluss?



- Die Spule ist in Ruhestellung.
- Der Unterbrecher (schwarze Filzstiftlinie) zeigt nach oben.
- Eine Sicherheitsnadel ist von der Batterie weggeschwenkt (←→), es fließt darum kein Strom!



- Die Sicherheitsnadel kommt in Kontakt mit der Batterie – es fließt Strom (rot).
- Die Spule wird zum Elektromagneten und baut zwei Pole auf (+ / -).
- Der Pol des Dauermagneten, welcher der Spule zugewandt ist, tritt in Wechselwirkung mit den Polen des Elektromagneten: Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an.



- Die Spule beginnt zu drehen (vielleicht müssen wir ihr dabei etwas nachhelfen).
- Beim Drehen kippt der Unterbrecher (schwarze Linie) nach unten...



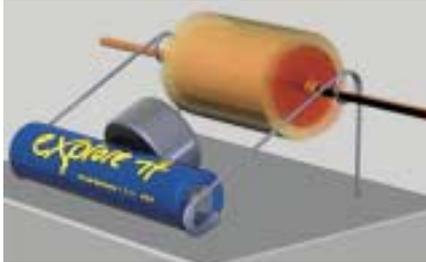
- ...und kommt auf die Sicherheitsnadel zu liegen.
- Der Unterbrecher verhindert den elektrischen Kontakt zur Sicherheitsnadel, und der Stromfluss wird dadurch unterbrochen.
- Die Pole (+ / -) der Spule verschwinden.



- Aufgrund der Masse der Spule dreht diese aber trotzdem weiter, und der Unterbrecher wandert nach oben.



- Der elektrische Kontakt zur Sicherheitsnadel ist wieder hergestellt – es fließt Strom (rot).
- Die Spule wird zum Elektromagneten und baut zwei Pole auf (+ / -).
- Der Pol des Dauermagneten, welcher der Spule zugewandt ist, tritt in Wechselwirkung mit den Polen des Elektromagneten: Gleiche Pole stossen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an usw., usw.



- Der Elektromotor läuft!

Was haben wir gelernt?

1. Elektromotoren sind in unserem Alltag überall vorhanden.
2. Sie werden durch die Wechselwirkung eines Dauermagneten mit einem Elektromagneten betrieben.
3. Es kommt nicht darauf an, welcher Teil sich bewegt.
4. Es braucht eine automatisierte Unterbrechung des Stromzuflusses.

Und mehr dazu

Zusätzliche Informationen und weitere Erklärungen finden Sie unter www.explore-it.ch

Material

Das Material für die ganze Serie vom «Dauermagnet zum Elektromotor» ist unter www.explore-it.ch als Einzelbausatz oder als Klassensatz erhältlich.

«Ich bin Albert Zweistein.»

«Physik finde ich cool. Darum wohne ich im Second Life auf einer Raumstation!»

Entdecken Sie die andere Persönlichkeit Ihrer Schüler im Internet. Im neuen SchoolNetGuide über virtuelle Identitäten – dem Internet-Ratgeber für Lehrer. Jetzt gratis bestellen: www.swisscom.com/schoolnetguide

Swisscom – Einfach verbunden.