

# Energiewandel – mal murmelig

Murmelspiele gehören zu den ältesten Kinderspielen. Kinder und Erwachsene konstruieren mit viel Fantasie und Ausdauer aufwändige und spannende Wegstrecken. Murmeln werden dann immer wieder auf eine mehr oder weniger turbulente Reise über teilweise abenteuerlich geführte Rinnen, durch Röhren oder Fallschächte abwärts geschickt. Dabei ist immer wieder erstaunlich, welche Energie und Kraft in einer herab fallenden Kugel stecken kann.

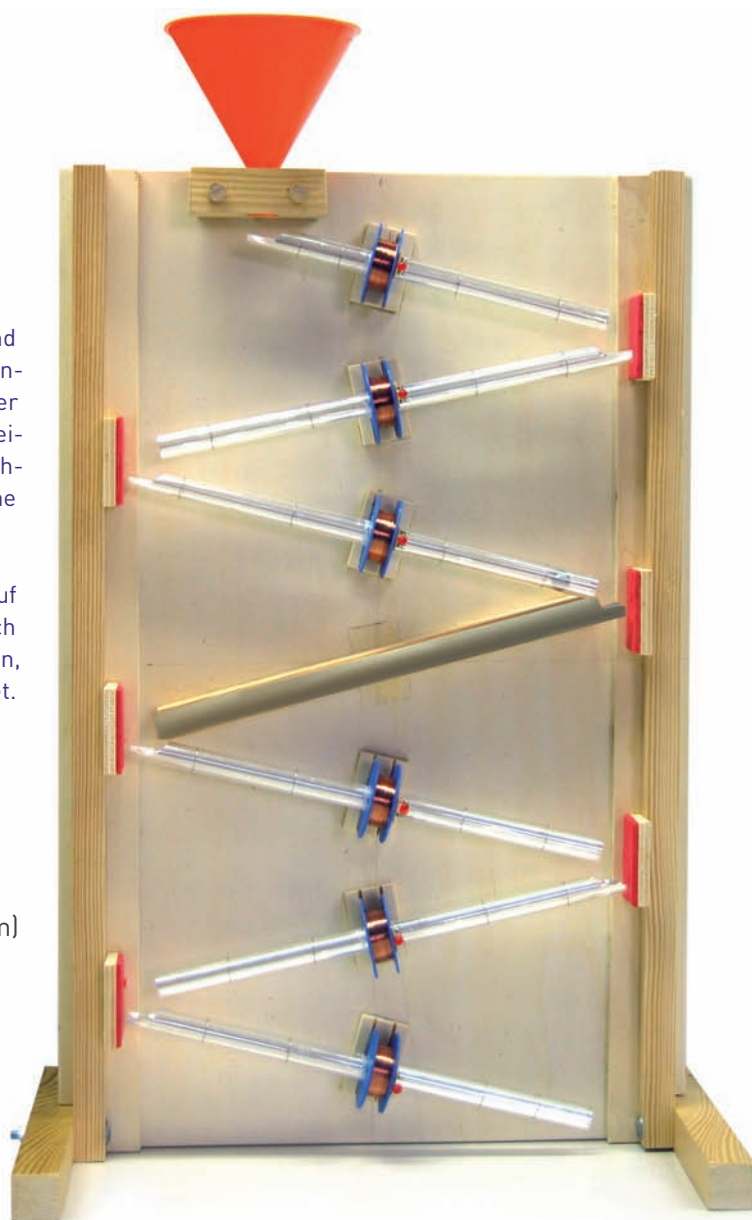
Bei der hier vorgestellten Murmelbahn ringen wir der Kugel auf ihrem Weg nach unten noch eine klitzekleine Aufgabe zusätzlich ab: die Erzeugung von Strom. Ein kurzes Lichtsignal verrät dann, an welcher Stelle der Murmelbahn sich die Kugel gerade befindet.

## MATERIAL

- 1 kräftiger, kugelförmiger Dauermagnet (z.B. Neodym ; Ø 10 - 12 mm)
- 6 Kunststoffspulen mit Rundloch (Ø 15 - 16 mm; bewickelt mit ca. 1000 Wdg. Kupferlackdraht im Ø 0,1 mm)
- 6 dünne Overheadfolien oder Kopierfolien (DIN A 4)
- Holzplattenreste (Stärke 10 - 15 mm)
- Pappe
- 6 rote LEDs (Typ: low current)
- 1 Schere
- Holzleim
- Moosgummi
- 1 Säge
- dünner Silberdraht
- doppelseitiges Klebeband
- 1 LötKolben und Lötzinn
- 1 Kunststofftrichter (durch dessen Stutzen die Magnetkugel fallen kann)

## ANLEITUNG

Die Murmelbahn auf dem Foto dient nur als konstruktives Beispiel. Wir wollen der Kreativität zukünftiger Murmelbahnerbauer/innen keine Grenzen setzen. Womöglich ergeben sich bei der Anordnung der sechs (vielleicht auch mehr) identischen Rohrelemente, die im Folgenden beschrieben werden, ganz andere Möglichkeiten und Ideen. Genauso ist es möglich, eine bereits existierende tolle Murmelbahn durch eines oder mehrerer dieser Rohrelemente zu ergänzen. Also viel Spaß beim Tüfteln!



### Die Spule und der Anschluss der LED:

Der Anschluss einer LED an die entweder fertig gekaufte oder selbst gewickelte Spule setzt voraus, dass beide Drahtenden weit genug aus der Spule herausragen. Diese beiden Enden des Kupferlackdrahts werden abisoliert und mehrmals um je ein Anschlussbein der LED-Leuchte geschlungen. Anschließend verbindet man den Kupferlackdraht und das Anschlussbein der LED-Leuchte mit Lötzinn. Damit die dünnen Anschlussdrähte nicht wieder abknicken, werden sie zusammen mit der LED-Leuchte an der Spulenwand befestigt. Dazu kann man beispielsweise einen kleinen, zugeschnittenen Pappuntergrund und doppelseitigem Klebeband verwenden.

Eine Initiative des Bundesministeriums  
für Bildung und Forschung

Wissenschaftsjahr 2010

Die Zukunft der  
Energie

### Die Rohrelemente:

Die einzelnen Rohrelemente sind alle identisch und im abgebildeten Modell mit leichtem Gefälle, zick-zack-artig angeordnet und auf einem Brett befestigt. Jedes Rohr entsteht aus einer längsseitig eng zusammenge-rollten Kopierfolie. Diese wird bis zur Hälfte durch das runde Loch der fertigen Spulen gesteckt, so dass die Kugeln später durch diese Bahnen rollen können. Da die Folien nur gerollt sind, rollen sie sich nach dem Durchstecken durch die Spulen wieder etwas auf und drücken sich fest gegen die Innenwand des Spulenkerns. Das Ganze bildet dann ein stabiles zylindrisches Rohr, das nicht mehr verrutschen kann. Die Spule befindet sich nun etwa auf halber Rohrlänge. Damit das entstandene Folienrohr auf seiner gesamten Länge seine Form behält, wird es auf beiden Seiten der Spule in regel-

mäßigem Abstand zusätzlich mit dünnen Ringen aus Silberdraht verstärkt. Den Folienrohren wird quasi ein kleines „Korsett“ verpasst. An einem Ende jedes Rohres, dem späteren oberen Einlauf für die Magnetkugel, wird mit der Schere ein kleines Auffangbecken ausgeschnitten. Dieser Schnitt kann etwas u-förmig gesetzt werden, so dass das Ganze schließlich einem kleinen Löffel ähnelt.

Die runden Seitenwände der Spule dienen gleichzeitig als Befestigung des Rohrelements auf dem Hintergrundbrett der abgebildeten Murmelbahn. Dazu werden in eine Holzplatte Schlitzte passend eingesägt, in die die dünnen Spulenseitenwände gesteckt und verklebt werden können. Diese Befestigungsart ist auch für eigene Murmelbahnkonstruktionen empfehlenswert.

### BEOBSCHTUNG

Jedes Mal, wenn die Magnetkugel bei ihrem Abwärtslauf das Innere der Spule passiert, leuchtet die LED kurz auf. Je schneller der Durchlauf, umso heller blitzt das rote LED-Licht.

### ERKLÄRUNG

Charakteristisch für jede Murmelbahn ist ein Gefälle, das sich im vorgegebenen Lauf vom Anfang bis zum Ende hinzieht. Der Anfang (Start) liegt dabei stets höher als das Ende (Ziel). Wenn die Kugel sich auf der Höhe des Bahnstartpunkts befindet, verfügt sie über eine Energie, die sie befähigt, auf der Bahn bis ins Ziel zu rollen. Diese Energie der Kugel wird auch potentielle Energie, Lage- oder Höhenenergie genannt. Die Kugel besitzt diese potentielle Energie also aufgrund ihrer Lage oder Höhe. Während ihrer Bahnreise wandelt sie sich nach und nach in Bewegungsenergie um. Die Kraft, die die Kugel nach unten ans Ziel zieht, wird Erdanziehungs- oder Gravitationskraft genannt. Wir kennen sie auch einfach unter dem Namen Schwerkraft, die z. B. im Herbst die reifen Äpfel senkrecht vom Baum fallen lässt.

Da es sich bei der Kugel in unserem Fall um eine Magnetkugel handelt, nutzen wir während ihrer Rollbewegung ihr magnetisches Feld, das sie ständig umgibt, um eine weitere Energieform, nämlich elektrische Energie, zu gewinnen, d. h. in sie umzuwandeln.

In dem aus vielen Windungen gewickelten Kupferdraht



finden sich, wie in jedem anderen elektrischen Leiter auch, ungebundene, d.h. frei bewegliche elektrisch negativ geladene Elektronen. Sie haben die Eigenart, sich leicht verschieben zu lassen. Durch das bewegte Feld des Magneten erhalten sie nun einen Anstoß und bewegen sich. Dadurch entsteht eine elektrische Spannung zwischen den Leiterenden der Spule. Diese Spannung ist Grundvoraussetzung dafür, dass überhaupt ein elektrischer Strom fließen kann. Man kann am Aufleuchten der LED sehen, dass beim Durchrollen der Kugel ein Strom geflossen ist.

Wir wandeln in unserer Murmelbahn also zweimal die Energieformen: potentielle Energie in Bewegungsenergie, Bewegungsenergie in elektrische Energie.