

## Magischer Magnetismus

In diesem Arbeitsblatt werden Fragen und Aufgaben gestellt zu folgenden Exponaten:

- Magnetische Pendelwelle
- Tesla-Ei
- Fallende Magnete
- ... und zwei Überraschungen, das musst du selbst rauskriegen



1. Erkunde an der Station **Magnetische Pendelwelle**, welche schöne Effekte Magnetismus hervorrufen kann. Suche eine Erklärung für die unterschiedlichen Schwingungsmuster.

---



---

2. Beim Exponat **Tesla-Ei** geht es um eine andere Anwendung von Magnetismus. Lass das Ei tanzen! Warum rotiert das Ei immer schneller und richtet sich auf?

---



---

3. Welche technische, absolut gängige und verbreitete Alltagsanwendung ergibt sich aus (2)?

---



---

4. Drehe die Scheibe an der Station **Fallende Magnete**! Was machen die Magnete? Das ist jetzt etwas komplizierter, deswegen such dir einen Klassenkameraden bzw. eine -kameradin aus und erkläre euch gegenseitig, nach welchem Prinzip die Station funktioniert.



*Tipp: Es geht nicht um einen Wirbelsturm, aber fast ... Wenn du einen Vokal austauschst und nur einen Konsonanten an eine andere Stelle im Wort rückst, weißt du, was hinter den fallenden Magneten steckt.*

---



---

5. Jetzt kommt die Überraschung: Es gibt zwei Stationen, die den gesuchten Begriff im Namen tragen. Suche diese Stationen, probiere sie aus und beschreibe, warum sie so funktionieren.

---



---

*Wenn du in einer Gruppe unterwegs bist: Wer hat die beiden Stationen zuerst gefunden?*

6. Welche technische Anwendung funktioniert nach dem Prinzip in (4) und (5)?

---



---

## Behandelte Exponate:

### Magnetische Pendelwelle

Die kinetische Energie des einen Pendels überträgt sich durch die Magnetwirkung langsam auf das Nachbarpendel und dieses wiederum transferiert seine Bewegungsenergie auf das nächste usw. bis alle Pendel zusammen eine Wellenbewegung beschreiben. Das Besondere an der Schwingungskopplung durch Magneten: Im Gegensatz zur Kopplung wie sie beispielsweise durch Spiralfedern geschehen könnte, kann die Kopplung auch abreißen, wenn sich benachbarte Pendel zu unterschiedlich bewegen und zu weit auseinander geraten – und es entstehen so komplexe Schwingungsmuster. – Wenn man nicht nur zwei Pendel hat, sondern mehrere nebeneinander, dann überträgt sich auch die Energie auf alle, so dass sich die Reihe windet wie eine Schlange. Wenn der Abstand von zwei Pendeln zu groß wird, wird die magnetische Anziehungskraft zu schwach: Die Verbindung reißt ab. Sie entsteht aber sofort wieder, wenn die Pendel sich wieder nähern.

**Alltagsbezug:** In der Technik werden die magnetischen Kopplungskräfte in verschiedenen Bauformen von Magnetkopplungen verwendet. Diese sind oft verschleißfest und wartungsfrei.

### Tesla-Ei

Unter der gewölbten Grundplatte sind drei Spulen angebracht, die mit Drehstrom gespeist werden. Sie erzeugen ein magnetisches Drehfeld. Legt man das metallische Ei auf die Grundplatte, wird in dem Ei durch das Drehfeld ein kreisförmiger Kurzschlussstrom induziert, der wiederum ein Magnetfeld erzeugt. Das äußere Drehfeld und das Magnetfeld im Ei wechselwirken miteinander, das Ei wird durch die Kraftwirkung in Drehung versetzt und eilt dem äußeren Feld asynchron hinterher. Bei langsamer Bewegung „eiert“ es zunächst, bei schnellerer richtet es sich auf und rotiert wie ein Kreisel um seine Figurenachse.

**Alltagsbezug:** Das Tesla-Ei ist ein schönes Beispiel für einen Induktionsmotor. Es zeigt das Prinzip des Kurzschlussläufers bei Asynchronmotoren, hier besteht der Rotor aus einem Metall-Ei.

### Fallende Magnete

Durch die Bewegung der Magnete werden in der Aluminiumscheibe (die nicht magnetisch ist!) **Wirbelströme** induziert. Diese Wirbelströme erzeugen ihrerseits ein Magnetfeld, das aus energetischen Gründen (nach der Lenzschen Regel) den Magnetfeldern der kleinen Magnete entgegen gerichtet ist. Diese Magnetfelder ziehen die kleinen Magnete an und bremsen ihre Bewegung.

**Alltagsbezug:** Große Lastkraftwagen haben oft sogenannte verschleißfreie Dauerbremsen. Bei Schienenfahrzeugen sind die Wirbelstrombremsen als Magnetschienenbremsen ausgeführt. In hochwertigen Fitnessgeräten und in Fahrgeschäften wie Achterbahnen sind die Bremsen sehr oft Wirbelstrombremsen.

### Wirbelstromrennbahn und Wirbelstromschleuder

Die Scheiben bei der **Wirbelstromrennbahn** bestehen aus verschiedenen Materialien, z.B. Kunststoff, Holz, Aluminium, Edelstahl, usw. Die Scheiben aus nicht-metallischen Werkstoffen wechselwirken nicht mit den Magnetfeldern der Dauermagnete, sie rutschen die Bahnen ungehindert hinab und sind die schnellsten. Aber bei der Bewegung z.B. einer Aluminiumscheibe über einen Magneten entstehenden Wirbelströme in der Aluminiumscheibe. Diese bauen ein Magnetfeld auf, das nach der Lenzschen Regel dem des Dauermagneten entgegengesetzt ist. Somit wird die Scheibe abgebremst und die kinetische Energie, die sie verliert, in Wärme umgesetzt. Die Laufzeit der metallischen Scheiben wird von der Anzahl und der Lage der Magneten beeinflusst, von der Geschwindigkeit, mit der die Scheiben in die Magnetfelder eintreten, aber auch von der elektrischen Leitfähigkeit und dem Gewicht der Scheiben. Voraussagen sind schwierig, hier hilft nur systematisches Experimentieren.

Die Station **Wirbelstromschleuder** wird mit Wechselstrom aus der Steckdose betrieben, sodass sich die Richtung des Magnetfeldes 50 Mal in der Sekunde ändert, d.h., dass Nordpol und Südpol die Richtung tauschen. Durch das in dieser Weise sich ständig ändernde Magnetfeld wird in den geschlossenen Aluminiumring eine Wechselspannung induziert. Diese erzeugt wiederum ein magnetisches Feld, das sich im gleichen Rhythmus ändert wie das Magnetfeld der Spule. Aus Gründen der Energieerhaltung ist das Magnetfeld, das um den Ring entsteht, dem Feld der Spule entgegen gerichtet. Daraus folgt, dass sich Ring und Spule gegenseitig abstoßen. Das lässt den Ring beim Einschalten des Stroms zunächst weg von der Spule in die Höhe schießen, da dort die magnetische Kraft geringer als unten an der Spule ist. Anschließend sinkt er auf dem Eisenstab bis auf ein Niveau ab, auf dem sich magnetische Kräfte und Gewichtskraft kompensieren.

## Unterrichtsfächer und behandelte Inhalte in Stichworten:

- Physik, Technik
- Magnetwirkung, Dauermagnetismus, magnetisches Feld, Wirbelströme, Lenzsche Regel
- Induktionsmotor, Wirbelstrombremse