

# Berührungsloses Bremsen beim Freifallturm und der Achterbahn - Lernen durch Eigenerfahrung

---

*Physik SII*

Laura Rueß, Chantal Gobrecht

## Didaktische Hinweise

### Lernziel

Die SuS können eine berührungslose Bremse beschreiben, indem sie anhand von selbstgeplanten Versuchen mit verschiedenen Materialien untersuchen, mit welchem Material eine Bremswirkung zu beobachten ist und wann diese besonders stark ist.

### Lernvoraussetzungen

Die SuS

- können die magnetische Wechselwirkung beschreiben (Abstoßung/Anziehung).
- wissen, dass ein stromdurchflossener Leiter von einem Magnetfeld umgeben ist (Elektromagnet).

### Einordnung in die Basismodelle des Lehrens und Lernens: *Basismodell Lernen durch Eigenerfahrung*

	Handlungskettenschritte von Lernen durch Eigenerfahrung	Arbeitsschritte
0	Im Lernkontext ankommen	Eingangstext „Stromausfall im Phantasialand“
1	Handlung planen	Anleitung
2	Handlung durchführen	Anleitung durchführen
3	Erstes Ausdifferenzieren	Aufgabe 1 (Beobachtung)
4	Ergebnisse generalisieren	Aufgabe 2 (Verallgemeinerung)
5	Erfahrungen auf größere Zusammenhänge übertragen	Aufgabe 3 (Lernprodukt) Aufgaben zur Weiterarbeit

### **Hinweise für die Lehrkraft**

- Das Material der Phasen 1 – 3 sollte beschriftet sein, damit die Schüler wissen, aus welchem Material die jeweiligen Kugeln, Rohre und Bleche bestehen. Zudem sollte zusätzlich ergänzt werden, welches Material stromleitend ist, da dies für den Merksatz in Phase 4 bedeutsam wird.
- Die Verallgemeinerung in Phase 4 sollte im Anschluss an das „Erste Ausdifferenzieren“ im Plenum erfolgen. Der Merksatz kann dazu beispielweise zusammen aus den Textbausteinen entwickelt werden. Dadurch wird gewährleistet, dass jede/r SuS am Ende der Stunde den richtigen Merksatz als Sicherung auf dem AB stehen hat.
- Der Merksatz bzw. die Erkenntnisse daraus, können auch noch einmal ausführlich im Plenum besprochen werden, da diese essentiell für die Folgestunde sind.

### **Weitere Hinweise: Kompetenzerwerb**

Die SuS

- beschreiben, dass sich bei der Relativbewegung eines Leiters und Magnets eine Bremswirkung beobachten lässt und erkennen, dass die Bremswirkung umso stärker ist je höher die Geschwindigkeit ist. (E5, UF4)
- stellen eine Verbindung zwischen der Bremsung im Versuch und der technischen Anwendung des Bremsens eines Fallturms und einer Achterbahn her und erläutern diese adressatenbezogen. (B1, K3)

## Wie funktioniert die Bremse beim Freifallturm/bei der Achterbahn

Bei einem Freifallturm muss die Gondel mit den Insassen nach dem freien Fall gebremst werden. Dabei eignet sich aufgrund der hohen Geschwindigkeiten kein mechanisches Bremssystem (Bremsung über Reibung). Das gleiche gilt für die hohen Geschwindigkeiten bei einer Achterbahn. Stattdessen spielt bei der Bremsung ein Stromfluss eine Rolle. Doch was passiert bei einem Stromausfall?

*Lies dazu zunächst den folgenden Zeitungsartikel „Stromausfall im Phantasialand“.*

### **Stromausfall im Phantasialand**

„Hilfe, ein Stromausfall“, schreit eine Besucherin des Phantasialands als plötzlich alle Fahrgeschäfte im Vergnügungspark stillstehen. Ihr Sohn befindet sich gerade im Fallturm „Mystery Castle“, deren Kabinen sich gerade ganz oben befinden. Sie hat Angst, dass der Fallturm jeden Moment aufgrund der physikalischen Gesetze der Schwerkraft hinunterfallen könnte.

„Da die Bremsen aufgrund der hohen Geschwindigkeiten des Turms nicht über Reibung funktionieren können, wird die Bremse doch bestimmt über Stromfluss reguliert.“, äußert die Mutter ängstlich.  
„Doch wie soll der Fallturm jetzt abgebremst werden?“.

Eine Mitarbeiterin beruhigt sie: „Im Falle eines Stromausfalles fahren die Fahrgeschäfte immer weiter bis zur nächsten Bremse, so auch beim Fallturm. Dort werden sie auch ohne Stromfluss abgebremst und die Gäste können geborgen werden.“ Horrorszenarien wie das Überkopf-Hängenbleiben am höchsten Punkt in einer Achterbahn könnten nicht geschehen. Den physikalischen Gesetzen der Schwerkraft folgend, würde der Fallturm sowie die Achterbahnen eben immer hinunterkommen und dort abgebremst werden – auch im Falle eines Stromausfalls.

## *Doch wie funktioniert die Abbremsung ohne Reibung beim Stromausfall?*

### **Bearbeite dazu folgende Arbeitsschritte:**

Du sollst nun mithilfe von verschiedenen Modellexperimenten untersuchen, wie das Bremsen ohne mechanisches Bremssystem funktioniert.

Für die Versuche stehen dir zwei Kisten mit Experimentiermaterial zur Verfügung, welches du in Zweier- bis Dreiergruppe nutzen kannst. (Hinweis: Verwende nur das Material aus einer Kiste und lege es nach dem Versuch wieder zurück.)

- 1) Findet heraus, mit welchem Material eine Bremswirkung zu beobachten ist und untersucht gezielt, wann die Bremswirkung besonders stark ist.

Material:

a) *Vertikalbewegung (Freifallturm)*: Verschiedene Rohre (Alufolienrolle, Kupfer, Plastik,...), verschiedene Kugeln (Eisen, Holz, Magnet,...)

Hinweis: Beim Freifallturm fällt die Gondel außen am Turm. Das lässt sich im Experiment schlecht untersuchen. Deshalb fällt im Experiment ein Gegenstand in einem Rohr. Dies macht für die berührungslose Bremse keinen Unterschied.

b) *Horizontalbewegung (Achterbahn)*: Verschiedene Platten (Plastikplatte, Holzplatte, Weißblech<sup>1</sup>), verschiedene Kugeln (Eisen, Holz, Magnet,...)

- 2) Ergänzt zu jedem Versuch die Tabelle auf der folgenden Seite. Als Hilfe sind einige Zeilen schon teilweise ausgefüllt. Es können außerdem noch mehr Zeilen ergänzt werden.

---

<sup>1</sup> **Weißblech** besteht im Gegensatz zu einem herkömmlichen Backblech aus Stahl und ist damit ein stromleitendes, allerdings nicht magnetisches Material

Berührungsloses Bremsen beim Freifallturm und der Achterbahn - Lernen durch Eigenerfahrung  
Physik SII

Material des Rohrs/Blechs	Material des bewegten Gegenstandes	Bremswirkung ja oder nein?	Die Bremswirkung ist besonders stark, wenn....
<i>Kupfer</i>	<i>Eisen</i>		
<i>Kupfer</i>	<i>Magnet</i>		<i>...der Magnet sich schneller bewegt.</i>
<i>Weißblech</i>	<i>Eisen</i>		

Berührungsloses Bremsen beim Freifallturm und der Achterbahn - Lernen durch Eigenerfahrung  
Physik SII

- 1) Denkt über eine zusammenfassende Verallgemeinerung nach, mit welchem Material eine Bremswirkung zu beobachten ist und wann diese besonders stark ist. Als Hilfe stehen dir Wörter aus einem Textfeld zur Verfügung. Die abschließende Formulierung wird im Anschluss daran im Plenum gemeinsam besprochen.

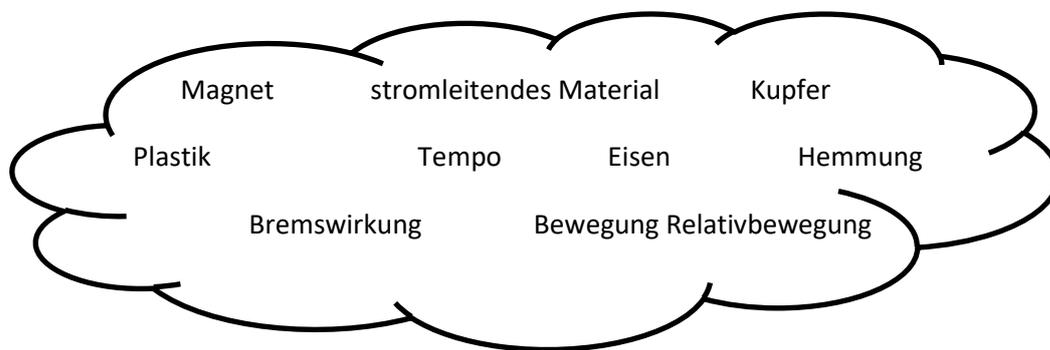
**Verallgemeinerung:**

---

---

---

---



- 2) Erstellt in euren Gruppen eine physikalische Antwort für die Eingangsfrage, wie ein nicht-mechanisches Bremssystem eines Freifallturms auch im Falle eines Stromausfalls funktioniert. Begründet mit eurem hier gewonnenen Erfahrungswissen und beschreibt die wesentlichen Bauteile an einem Freifallturm.

**Physikalische Antwort:**

---

---

---

---

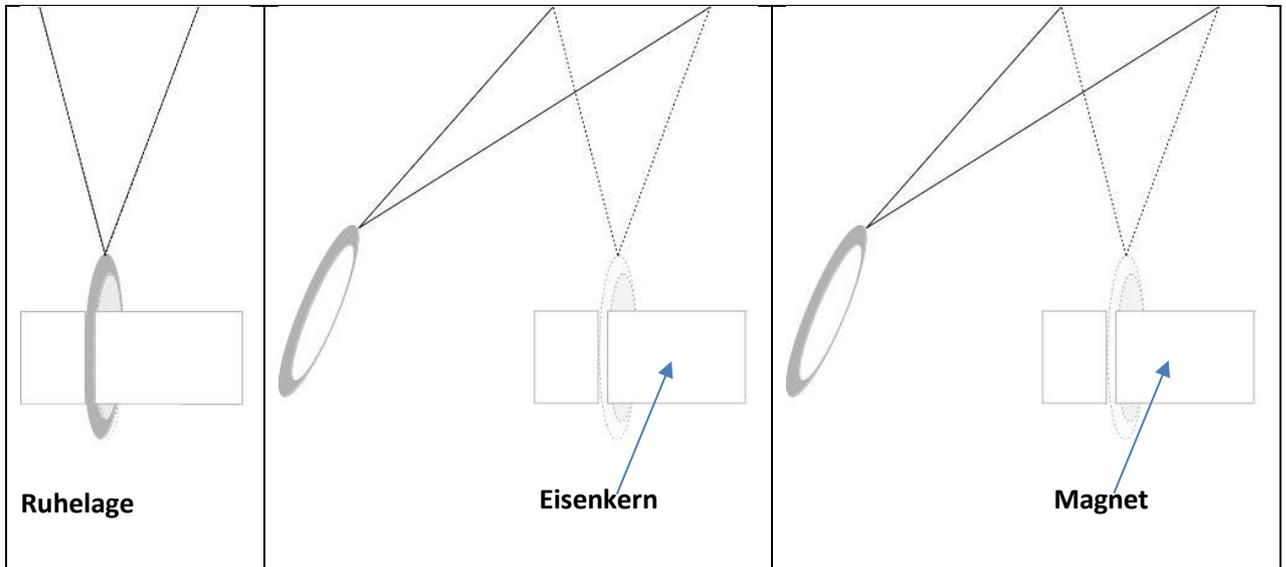
Mit dieser Aufgabe lernst du ...

zu beschreiben, mit welchem Material eine Bremswirkung zu beobachten ist und wann diese besonders stark ist.

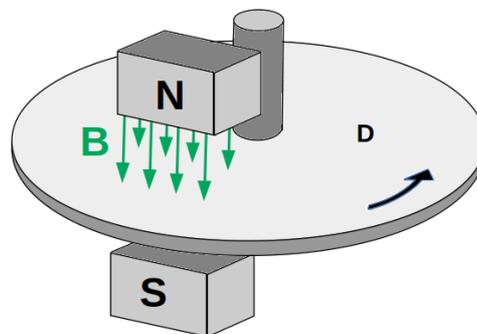
**Für Schnelle: Aufgaben zur Weiterarbeit**

1. Ein Aluminiumring wird frei aufgehängt (bifilar). Anschließend wird er ausgelenkt und losgelassen, sodass er sich im ersten Versuch über einen Eisenkern bewegt und im zweiten Versuch über einen Hufeisenmagneten.

Beschreibe den Versuchsausgang. Teste ihn anschließend in einem Versuch.



2. Ein Rad wird drehbar zwischen die Polkappen eines Elektromagneten gelagert. Anschließend wird es gedreht und der Elektromagnet wird eingeschaltet. Beschreibe den Versuchsausgang und teste ihn anschließend. Auf diese Weise bremst ein Spinningrad/Radergometer.



3. Ein Spielzeugauto fährt eine Schiene herunter. Das Auto soll erst frei rollen und am Ende nicht nur ausrollen, sondern auch gebremst werden. Beschreibe Möglichkeiten, wie das Auto ohne mechanische Reibung gebremst werden könnte. Dieses Vorgehen verdeutlicht noch einmal genauer, wie eine Achterbahn gebremst werden kann.

## Musterlösung für die Lehrkraft

Beispielhaft ausgefüllte Tabelle:

Material des Rohrs/Blechs	Material des bewegten Gegenstandes	Bremswirkung ja oder nein?	Die Bremswirkung ist besonders stark, wenn....
<i>Plastik</i>	<i>Eisen</i>	<i>Kugel fällt ungebremst durch das Rohr/rollt ungebremst über das Blech -&gt; keine Bremswirkung</i>	<i>Es konnte keine Veränderung festgestellt werden.</i>
<i>Plastik</i>	<i>Holz</i>	<i>Kugel fällt ungebremst durch das Rohr/...</i>	<i>s.o.</i>
<i>Plastik</i>	<i>Magnet</i>	<i>Kugel fällt ungebremst durch das Rohr/...</i>	<i>s.o.</i>
<i>Kupfer</i>	<i>Eisen</i>	<i>Kugel fällt ungebremst durch das Rohr/...</i>	<i>s.o.</i>
<i>Kupfer</i>	<i>Holz</i>	<i>Kugel fällt ungebremst durch das Rohr/....</i>	<i>s.o.</i>
<i>Kupfer</i>	<i>Magnet</i>	<i>Kugel fällt gebremst durch das Rohr/wird auf dem Backblech abgebremst</i>	<i>Der Magnet sich schneller bewegt.</i>
...	...	....	...

### Verallgemeinerung:

Eine Bremswirkung ist immer dann zu beobachten, wenn sich ein Magnet und ein

---

stromleitendes Material (beispielsweise Kupfer) relativ zueinander bewegen.

---

Die Bewegung wird dabei gehemmt.

---

Je schneller sich der Magnet bewegt, desto stärker ist die Bremswirkung/Hemmung.

---

Sehr geehrte Kollegin, sehr geehrter Kollege,

Sie setzen gerade eine Lernaufgabe ein, die vom SINUS-Set „Entwicklung von Lernaufgaben“ erstellt wurde. Danke, dass Sie an der Erprobung dieser Lernaufgaben teilnehmen. Bitte geben Sie uns eine kurze Rückmeldung.

Gehen Sie bitte dazu die folgenden Punkte durch.

Sie können den Rückmeldebogen auch online ausfüllen. Nutzen Sie dazu bitte den angegebenen QR-Code oder den folgenden Link.

<https://app.edkimo.com/survey/lernaufgaben/adeofopu>



Danke schön, Ihr SINUS-Team

<b>Akzeptanz</b>		Trifft voll und ganz zu	Trifft eher zu	Trifft eher weniger zu	Trifft überhau pt nicht zu
A1	Die Lernaufgabe ergibt für mich Sinn.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A2	Die Lernaufgabe ist für mich intuitiv ansprechend.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
A3	Andere Lehrkräfte sind zufrieden mit der Lernaufgabe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Akzeptieren Sie die Lern-Aufgabe? Erläutern Sie bitte.					
<hr/>					

<b>Übernahmebereitschaft</b>		Trifft voll und ganz zu	Trifft eher zu	Trifft eher weniger zu	Trifft überhau pt nicht zu
Ü1	Bei der Bearbeitung der Aufgabe sind meine Schülerinnen und Schüler aktiver im Unterricht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ü2	Bei der Bearbeitung der Aufgabe finden meine Schülerinnen und Schüler den Unterricht interessanter.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ü3	Bei der Bearbeitung der Aufgabe können meine Schülerinnen und Schüler dem Unterricht besser folgen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Würden Sie diese Aufgabe wieder einsetzen wollen? Erläutern Sie bitte.					
<hr/>					

<b>Angemessenheit</b>		Trifft voll und ganz zu	Trifft eher zu	Trifft eher weniger zu	Trifft überhau pt nicht zu
An1	Die Aufgabe thematisiert relevante Inhalte.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

An2	Die Aufgabe weist ein klares Ziel/ weist klare Ziele auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
An3	Die Aufgabe weist Bezüge zu meinem Unterricht auf.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finden Sie die Aufgabe angemessen? Erläutern Sie bitte.					
<hr/>					

<b>Machbarkeit</b>		Trifft voll und ganz zu	Trifft eher zu	Trifft eher weniger zu	Trifft überhau pt nicht zu
M1	Die Aufgabe kann so, wie sie ist, eingesetzt werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M2	Die notwendigen Materialien zum Einsatz dieser Aufgabe sind vorhanden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
M3	Die Schülerinnen und Schüler kommen mit der Aufgabe leicht zurecht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Finden Sie die Aufgabe machbar? Erläutern Sie bitte.					
<hr/>					

<b>Wiedergabetreue</b>
Haben Sie die Aufgabe im Original eingesetzt? Erläutern Sie bitte.
<hr/>
<hr/>
<hr/>

Raum für weitere Anmerkungen: