

## Wie funktioniert ein Flaschenzug? – Eine experimentelle Untersuchung

Dr. Christina Bauer, IGS Kurt Schumacher, Ingelheim



Foto: Karin Hantschel, Schulleiterin der IGS Kurt Schumacher, Ingelheim

Die Lehrerin am Flaschenzug

Der Flaschenzug ist ein einfaches physikalisches Hilfsmittel. Anwendung findet er u. a. bei Kränen, die schwere Lasten heben, als Spannvorrichtung bzw. Arbeitserleichterung bei Oberlandleitungen der Eisenbahn, bei großen Sonnenschirmen oder beim Umzug in Altbauwohnungen. Lassen Sie Ihre Schüler die Gesetzmäßigkeiten des Flaschenzuges entdecken. Bringen Sie sie zum Staunen, indem Sie ihnen in Aussicht stellen, Sie am Ende der Stunde an einem Flaschenzug hochziehen zu dürfen.

**Binnendifferenzierte  
Schülerversuche!**

Der Beitrag im Überblick	
<p><b>Klasse:</b> 8/9</p> <p><b>Dauer:</b> 2–4 Stunden</p> <p><b>Ihr Plus:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Binnendifferenzierte Schülerversuche</li> <li>✓ Hohe Motivation durch Alltagsbezug</li> </ul>	<p><b>Inhalt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau eines Flaschenzuges</li> <li>• Experimentelle Ermittlung der Zugkräfte am Flaschenzug</li> <li>• Arbeitsteilige Gruppenarbeit: Versuche am Flaschenzug mit <u>einer</u> losen und <u>einer</u> festen Rolle bzw. <u>zwei</u> losen und <u>zwei</u> festen Rollen</li> <li>• Realexperiment im Fachraum</li> </ul>

## Fachliche und didaktisch-methodische Hinweise

### Fachliche Hintergrundinformation

Mit diesem Material ermitteln Ihre Schüler experimentell die Zugkraft beim Flaschenzug mit einer losen und einer festen Rolle bzw. zwei losen und zwei festen Rollen.

Generell gilt:

Eine feste Rolle ändert die Richtung der Kraft, nicht ihren Betrag. Eine lose Rolle halbiert die aufzuwendende Kraft.



In dieser Unterrichtsstunde lernen Ihre Schüler, dass durch das Hilfsmittel des Flaschenzuges Kraft eingespart werden kann. Stundenziel ist die experimentelle Ermittlung des **Zusammenhangs zwischen der Zugkraft und der Gewichtskraft der Last** unter Berücksichtigung der tragenden Seile:

$$F_{\text{Zug}} = \frac{1}{n} \cdot F_{\text{Last}} \quad (\text{mit } n = 2 \text{ und } n = 4, n = \text{Anzahl der tragenden Seile}).$$

Die experimentelle Ermittlung des Zusammenhangs zwischen dem **Lastweg** und dem **Zugweg** kann sich z. B. an diese Stunde anschließen.

### Hinweise zur Gestaltung des Unterrichts

Unter dem Stichwort „Kraftwandler“ taucht der Flaschenzug in jedem Lehrplan der Mittelstufe auf (Bereich Mechanik).

#### Voraussetzungen

In fachlicher Hinsicht sind mit dieser Unterrichtsstunde folgende **Voraussetzungen** verbunden, die Sie mit Ihren Schülern im Rahmen des Themenfeldes zuvor erarbeitet haben sollten. Die Schüler sollten ..

- den Unterschied zwischen der Gewichtskraft und der Masse kennen,
- die Gewichtskraft einer Last mithilfe eines Federkraftmessers messen können,
- die Gewichtskraft einer Masse näherungsweise berechnen können ( $g \approx 10 \text{ N/kg}$ ),
- die Funktionen einer festen und die einer losen Rolle kennen.

Inhaltlich wird die Stunde auf die experimentelle Ermittlung des **Kraftgesetzes am Flaschenzug** reduziert.

#### Binnendifferenzierung

Um den verschiedenen Leistungsniveaus innerhalb einer Klasse gerecht zu werden, bieten wir in diesem Beitrag zwei Experimente an:

1. Flaschenzug mit einer losen Rolle und einer festen Rolle und
2. Flaschenzug mit zwei losen und zwei festen Rollen.

So können z. B. leistungsschwächere Schüler die Experimente für den Flaschenzug mit einer losen und einer festen Rolle durchführen und die leistungsstärkeren und händisch geschickteren Schüler erarbeiten das Kraftgesetz am Flaschenzug mit zwei losen Rollen und zwei festen Rollen. Mit diesen beiden Gruppen ist es möglich, kognitiv und hinsichtlich der experimentellen Fähigkeiten zu differenzieren, ohne dass die leistungsschwächeren Schüler benachteiligt werden oder sich benachteiligt fühlen.

Im Gegenteil: Diese beiden Gruppen profitieren insbesondere in der Sicherungsphase, in der die Ergebnisse präsentiert werden, voneinander.

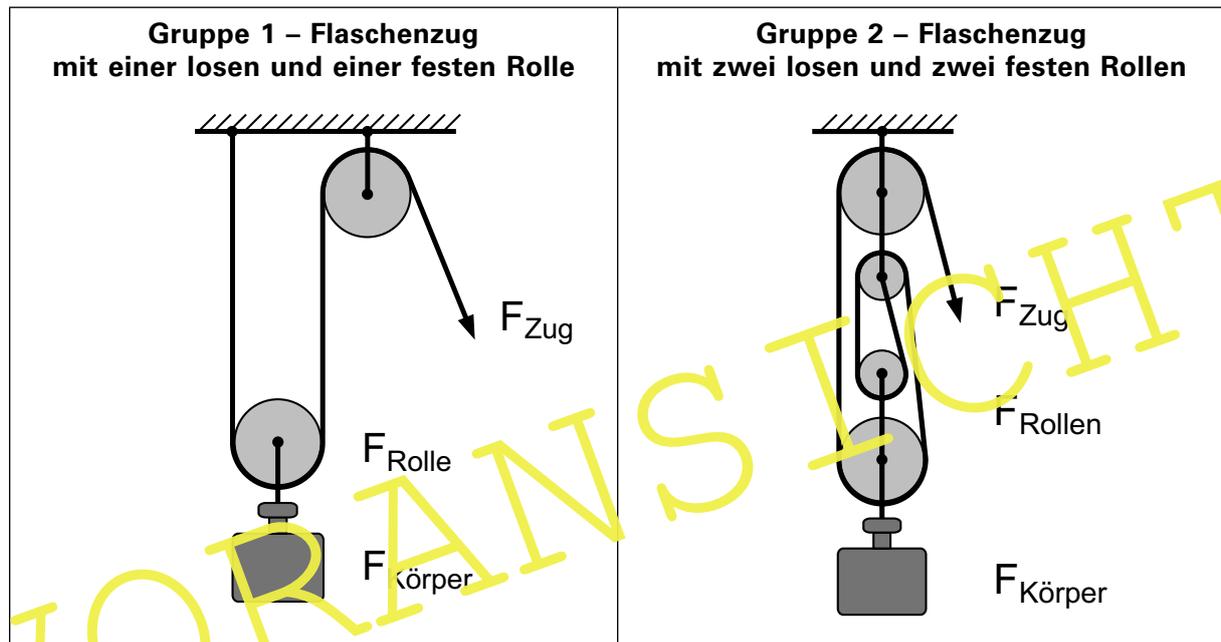
### M 3 Wie funktioniert ein Flaschenzug?

Schülerversuch ⌚ Vorbereitung: 40 min Durchführung: 20 min

**Materialien**

- Massestücke (100 g, 200 g)
- Seile (dünner Faden)
- Material M 2 (Stativstangen, Stativfuß, Stativklammern)
- Flaschenzüge mit ein bzw. zwei losen und festen Rollen
- Federkraftmesser

I/B



**Aufgabe**

Bestimme den Betrag der Gewichtskraft der Masse ( $F_{\text{Körper}}$ ) und den Betrag der Gewichtskraft der Last ( $F_{\text{Last}} = F_{\text{Körper}} + F_{\text{Rollen}}$ ). Miss jeweils die Zugkraft und trage den gemessenen Betrag ( $F_{\text{Zug}}$ ) in die vierte Spalte der Tabelle ein.

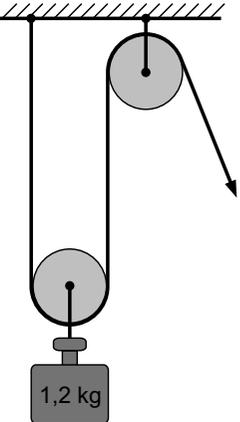
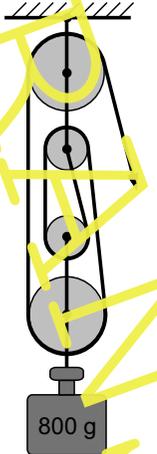
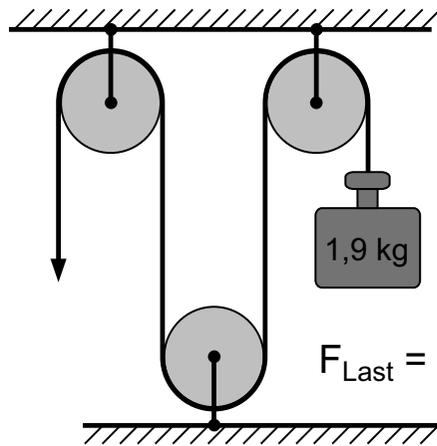
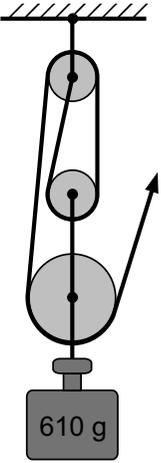
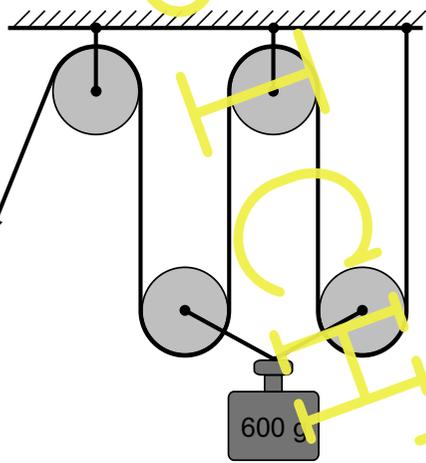
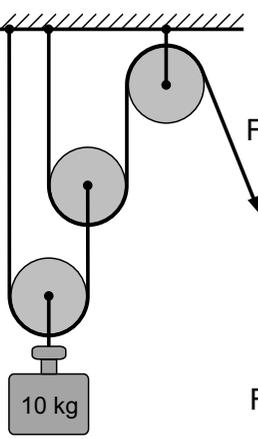
m	$F_{\text{Körper}}$	$F_{\text{Last}}$	$F_{\text{Zug}}$	$F_{\text{Last}} : F_{\text{Zug}}$
100 g				
200 g				

m	$F_{\text{Körper}}$	$F_{\text{Last}}$	$F_{\text{Zug}}$	$F_{\text{Last}} : F_{\text{Zug}}$
100 g				
200 g				

- a) Bestimme den Quotienten  $F_{\text{Last}} : F_{\text{Zug}}$ .
- b) Vergleiche die Zugkraft mit der Gewichtskraft der Last.  
Notiere deine Erkenntnisse im Heft.
- c) Markiere die tragenden Seile. Wie lässt sich die Zugkraft aus der Gewichtskraft der Last und den tragenden Seilen bestimmen?
- d) Welche Zugkraft ist bei deinem Flaschenzug nötig, um eine Person mit einer bestimmten Masse (z. B. 80 kg) hochzuziehen?

## M 4 Übungen zum Flaschenzug

**Aufgabe:** Bestimme die jeweils gesuchten Größen. ( $m_{\text{Rolle}} = 40 \text{ g}$  der Einfachheit halber, auch die kleinen Rollen haben diese Masse)

<p>1.</p>  <p><math>F_{\text{Zug}} =</math></p> <p><math>F_{\text{Last}} =</math></p>	<p>2.</p>  <p><math>F_{\text{Zug}} =</math></p> <p><math>F_{\text{Last}} =</math></p>	<p>3.</p>  <p><math>F_{\text{Last}} =</math></p>
<p>4.</p>  <p><math>F_{\text{Zug}} =</math></p> <p><math>F_{\text{Last}} =</math></p>	<p>5.</p>  <p><math>F_{\text{Zug}} =</math></p> <p><math>F_{\text{Last}} =</math></p>	<p>6. Zusatzaufgabe zum Weiterdenken</p>  <p><math>F_{\text{Zug}} =</math></p> <p><math>F_{\text{Last}} =</math></p>

## Erläuterungen und Lösungen

### Erläuterung (M 1 Physik macht's möglich!)

Als *Stundeneinstieg* zeigen Sie den in Material **M 1** dargestellten Alltagsbezug des Flaschenzuges – der Einsatz des Flaschenzuges bei der Höhenrettung (hier: Bergwacht). Die in dem Zeitungsartikel genannten unterschiedlichen Massen sollen Ihre Schüler ins Staunen versetzen und zum Nachdenken anregen: Kann das sein? Wie kann das sein?

Zur Demonstration hängen Sie vorab einen Flaschenzug (z. B. von **HABA**) in den Fachraum, den die Schüler gut sehen können.

Mithilfe dieses Flaschenzuges können die Schüler die Bauteile erkennen und Vermutungen über eine Kräfteersparnis äußern. Besonders motivierend ist die Stunde, wenn Sie den Schülern in Aussicht stellen, dass sie – wenn sie bewiesen haben, dass man mit dem Flaschenzug Kraft spart, und in der Lage sind, dieses Wissen gezielt zu nutzen – die Situation mit Ihnen am Flaschenzug am Ende der Stunde nachstellen dürfen.

### Erläuterung (M 2 Folienschnipsel zum Versuchsaufbau)

Die *Überleitung* vom Einstiegsexperiment zur *Experimentplanung (Hinführung)* können Sie durch die Frage, welche Bauteile und Materialien hierfür von Bedeutung sind (**Stativ, lose und feste Rollen, Seil, Massestücke, Federkraftmesser**), einleiten. Um die Schüler in die geplante Experimentierphase zu entlassen, ist es wichtig, zunächst im Unterrichtsgespräch gemeinsam mit den Schülern das Experiment zu planen und den Experimentaufbau inklusive Durchführung durchzusprechen. Hierzu sollen die Schüler entsprechende Materialien nennen, die zum Experimentieren benötigt werden. Der im Fachraum hängende Flaschenzug hilft, die Bauteile und Materialien zu benennen. Legen Sie die Bauteilfolienschnipsel (**M 2**) bei Nennung durch die Schüler auf den Overheadprojektor, sodass daraus mit den Schülern ein Versuchsaufbau (**M 2**) entwickelt wird.

Schneiden Sie hierzu die benötigten Bauteile zur Vorbereitung auf die Stunde aus, sodass Sie sie nacheinander und aufeinander auf den Overheadprojektor legen können. Die Abbildung auf der folgenden Seite zeigt Ihnen die Lösung, wenn Sie die Bauteile übereinander legen.

Fragen Sie die Schüler in dieser Phase, welche Bauteile sie benötigen, um das Experiment durchzuführen. Nennen die Schüler ein Seil, legen Sie das Seil ohne Rollen auf. Dann nennen die Schüler vielleicht eine Rolle. Legen Sie je nach Nennung eine oder zwei lose Rollen auf (ohne Seil, ohne Verbindung). Dann folgt vielleicht der Federkraftmesser und die Massestücke. Legen Sie diese ebenfalls auf. Bei dem Stichwort „Stativ“ legen Sie die genannten Bauteile zur Seite. Legen Sie zuerst die Stativ-Folie auf. Darauf legen sie die zwei losen und zwei festen Rollen (für **Gruppe 2**) bzw. eine lose und eine feste Rolle (für **Gruppe 1**). Zeigen Sie den Schülern, wo sie den Seilanfang an der festen Rolle (Gruppe 2) bzw. an dem Stativ (Gruppe 1) befestigen. Wenn Sie die Massen unten an die lose Rolle (auf dem Overheadprojektor (OHP)) hängen, geben Sie Ihren Schülern den Hinweis, diese direkt nach dem Einfädeln des Seils anzuhängen, damit die losen Rollen stabiler im Raum hängen. Anschließend hängen sie den Federkraftmesser in die Schlaufe am Ende des Seils.

Legen Sie ganz zum Schluss dieser Phase die Schnipsel „Gruppe 2“ (links) und „Gruppe 1“ (rechts) auf die OHP-Folie und erteilen Sie den Arbeitsauftrag (**M 3**).