



Rollen und Kraft



Von TryEngineering - www.tryengineering.org

Klicken Sie hier, um Ihr Feedback zu dieser Unterrichtseinheit abzugeben.

Im Mittelpunkt dieser Lektion

Im Mittelpunkt dieser Lektion stehen das Konzept der Kraft und der Gebrauch von (Umlenk-)Rollen zur Reduzierung einer erforderlichen Kraft.

Zusammenfassung dieser Lektion

Die Aktivität „Rollen und Kraft“ untersucht das Konzept der Kraft und demonstriert, wie Rollen im Alltag zur Vereinfachung bestimmter Arbeitsaufgaben eingesetzt werden. Die Schüler und Schülerinnen lernen etwas über verschiedene Anwendungsgebiete für Rollen und darüber, wie sich der Gebrauch mehrerer Rollen auf die anstehende Aufgabe auswirkt; außerdem beschreiben Sie den Gebrauch von Rollen in der Schule und in ihrer Gemeinde. Sie testen die Hebefähigkeit einer einzelnen sowie von zwei oder drei sequenziell angeordneten Rollen.

Altersstufen

8-11.

Ziele

- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Rollen und Rollensysteme lernen.
- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen lernen, wie mehrere Rollen eine erforderliche Kraft deutlich reduzieren können.
- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen lernen, wie Rollensysteme in Maschinen eingesetzt werden und das tägliche Leben beeinflussen.
- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Teamarbeit und Problemlösungen in Gruppen lernen.

Kompetenzerwartung

Als Ergebnis dieser Aktivität sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis der folgenden Konzepte entwickeln:

- ✦ Rollen
- ✦ Kraft
- ✦ Arbeitsreduzierung
- ✦ Problemlösung
- ✦ Teamarbeit

Aktivitäten dieser Lektion

Die Schüler und Schülerinnen lernen, wie Rollen funktionieren, und sie untersuchen, wie mehrere sequenziell angeordnete Rollen die zum Bewegen eines Objekts erforderliche Kraft reduzieren können. Es werden die Themen Kraft, Rollen und Problemlösung behandelt. Die Schüler und Schülerinnen arbeiten als Teams an der Konstruktion eines Rollensystems, das den geringsten Kraftaufwand erfordert, um ein bestimmtes Gewicht zu bewegen.

Ressourcen/Materialien

- ✦ Ressourcendokumente für Lehrer (liegen bei)
- ✦ Ressourcenblatt für Schüler (liegt bei)
- ✦ Schülerarbeitsblätter (liegen bei)

Abstimmung auf Lehrpläne

Siehe das beiliegende Lehrplan-Abstimmungsblatt.

Weiterführende Websites

- ✦ TryEngineering (www.tryengineering.org)
- ✦ ITEA Standards for Technological Literacy: Content for the Study of Technology (www.iteawww.org/TAA/Publications/STL/STLMainPage.htm); in englischer Sprache.
- ✦ McREL Compendium of Standards and Benchmarks (www.mcrel.org/standards-benchmarks) Eine absuchbare Zusammenstellung inhaltsbezogener Standards für Lehrpläne vom Kindergarten bis zur 12. Klasse. In englischer Sprache.
- ✦ Nationale Standards für die Wissenschaftsausbildung (www.nsta.org/standards); in englischer Sprache.

Literaturempfehlungen

- ✦ *Using Pulleys and Gears (Machines Inside Machines)* (ISBN: 1410914453) (englisch)
- ✦ David Macaulay, *Das dicke Mammutbuch der Technik* (ISBN: 3788699159)
- ✦ Jan Adkins, *Moving Heavy Things* (ISBN: 0937822825) (englisch)

Optionale Schreibaktivität

- ✦ Schreibe einen Aufsatz oder Absatz, in dem du beschreibst, wie Rollen in einem Bootshafen oder einer Werft eingesetzt werden.

Weiterführende Übung für ältere Schüler und Schülerinnen

- ✦ Ältere Schüler und Schülerinnen entwickeln in Teamarbeit ein Rollensystem, mit dem ein 27 kg schwerer Klassenkamerad einen 81 kg wiegenden Erwachsenen (also etwa das Dreifache des eigenen Gewichts) anheben könnte.

Rollen und Kraft

Rollen und Kraft



Für Lehrer: Abstimmung auf Lehrpläne

Hinweis: Alle Unterrichtspläne dieser Serie sind mit den vom National Research Council veröffentlichten und von der National Science Teachers Association unterstützten *National Science Education Standards* (Lernziele in den Naturwissenschaften) und darüber hinaus mit den *Standards for Technological Literacy* (Standards für technische Bildung) der International Technology Education Association abgestimmt.

◆ National Science Education Standards, Kindergarten bis 4. Klasse (4-9 Jahre)

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ✦ Eigenschaften von Gegenständen und Werkstoffen
- ✦ Position und Bewegung von Gegenständen

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ✦ Fähigkeiten zu technologischen Designs

INHALTSSTANDARD G: Geschichte und Wesen der Wissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ✦ Wissenschaft als menschliches Bestreben

◆ National Science Education Standards, 5. bis 8. Klasse (10-14 Jahre)

INHALTSSTANDARD B: Naturwissenschaft

Als Ergebnis ihrer Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ✦ Eigenschaften und Veränderungen von Eigenschaften in der Materie
- ✦ Bewegungen und Kräfte
- ✦ Energieübertragung

INHALTSSTANDARD E: Wissenschaft und Technologie

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen Folgendes entwickeln:

- ✦ Fähigkeiten zu technologischen Designs
- ✦ Verständnis von Naturwissenschaft und Technologie

INHALTSSTANDARD G: Geschichte und Wesen der Wissenschaft

Als Ergebnis dieser Aktivitäten sollten die Schüler und Schülerinnen ein Verständnis des Folgenden entwickeln:

- ✦ Wissenschaft als menschliches Bestreben
- ✦ Geschichte der Wissenschaft

◆Standards für technische Bildung - alle Altersstufen

Technologie und Gesellschaft

- ✦ Standard 5: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis des Einflusses von Technologie auf die Umwelt entwickeln.
- ✦ Standard 7: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis des Einflusses von Technologie auf die Geschichte entwickeln.

Design

- ✦ Standard 9: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis von Konstruktionsdesigns entwickeln.
- ✦ Standard 10: Die Schüler und Schülerinnen müssen ein Verständnis der Funktion der Fehlersuche, der Forschung und Entwicklung, von Erfindungen und Innovationen und der Experimentierung bei der Problemlösung entwickeln.

Fähigkeiten für eine technologische Welt

- ✦ Standard 13: Die Schüler und Schülerinnen müssen Fähigkeiten zur Beurteilung der Auswirkungen von Produkten und Systemen entwickeln.

Rollen und Kraft



Für Lehrer: Ressourcen für Lehrer

◆ Ziel dieser Lektion

Die Schüler und Schülerinnen werden anhand einer Demonstration der Funktionsweise von Rollen und Rollensystemen das Prinzip der Kraft untersuchen. Sie werden die zur Bewegung eines Objekts mittels einer einzigen Rolle und eines aus mehreren Rollen bestehenden Systems benötigten Kräfte vergleichen, etwas über den Gebrauch von Rollen in Maschinen und alltäglichen Gegenständen lernen, und in Teamarbeit Mehrfachrollensysteme entwickeln.

◆ Lektionsvorgaben

- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Rollen und Rollensysteme lernen.
- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen lernen, wie mehrere Rollen eine erforderliche Kraft deutlich reduzieren können.
- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen lernen, wie Rollensysteme in Maschinen eingesetzt werden und das tägliche Leben beeinflussen.
- ✦ Die Schüler und Schülerinnen sollen etwas über Teamarbeit und Problemlösungen in Gruppen lernen.

◆ Materialien

- Ressourcenblatt für Schüler
- Schülerarbeitsblatt
- Ein Materialsatz pro Schülergruppe:
 - Gewöhnliche Haushaltsschnur
 - Zwei Rollen mit einem Mindestdurchmesser von 5 cm
 - Gewicht (eine mit Flüssigkeit oder Sand gefüllte kleine oder 1-l-Getränkeflasche)



◆ Verfahren

1. Zeigen Sie den Schülern die verschiedenen Informationsblätter für Schüler. Diese können in der Klasse gelesen oder als Hausaufgabe des vorausgegangenen Abends zum Lesen aufgegeben werden.
2. Bilden Sie Gruppen zu 3 oder 4 Schüler und stellen Sie jeder Gruppe einen Materialsatz zur Verfügung.
3. Zeigen Sie den Schülern die gefüllte Getränkeflasche und fordern Sie sie auf, einen Plan zum Anheben der Flasche mit einer einzigen Rolle zu entwickeln.
4. Fordern Sie die Schüler auf, mit den ihnen zur Verfügung gestellten Materialien ein funktionsfähiges System zu bauen. Die Rollen können mit einer Schnur an Türgriffen, Schubladengriffen oder anderen stabilen Objekten festgebunden werden; dann kann eine Schnur über die Rollen geführt und am Flaschenhals festgebunden werden.
5. Lassen Sie die Schüler die Richtung beobachten, in die sie ziehen (bzw. eine Kraft ausüben), um dann festzustellen, dass dies bei Gebrauch einer Rolle die der beabsichtigten Arbeit (dem Anheben der Flasche) entgegengesetzte Richtung ist.
6. Fordern Sie die Schüler und Schülerinnen auf, dem Rollensystem ihres jeweiligen Teams eine weitere Rolle hinzuzufügen, um zu sehen, wie sich die Einbeziehung einer zweiten Rolle auf den zum Heben der Flasche benötigten Kraftaufwand auswirkt. Ist zum Bewegen der Flasche jetzt weniger Kraft erforderlich?

7. Fordern Sie zwei Teams auf, sich zusammenzuschließen, damit ihnen jetzt vier Rollen zur Verfügung stehen. Lassen Sie die neue, größere Gruppe ein neues System zum Anheben der Flasche unter Verwendung aller vier Rollen entwickeln. Lassen Sie das Team die Auswirkungen dieser Änderung auf die zum Heben der Flasche erforderliche Kraft vorhersagen.
8. Jede Schülergruppe stellt ihr Rollensystem der Klasse vor und erklärt, was an ihrem Design funktioniert hat und was nicht.

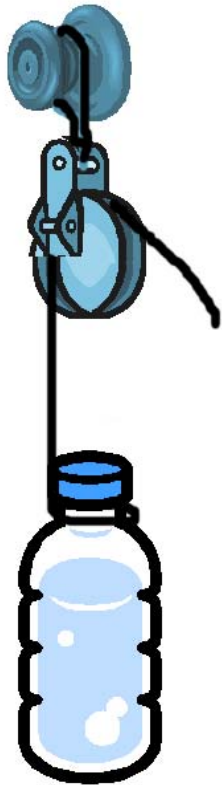
◆ **Benötigte Zeit**

Eine oder zwei 45-Minuten-Sitzungen.

Rollen und Kraft



Für Lehrer: Ressourcen für Lehrer



◆ Aufbau eines aus einer einzigen Rolle bestehenden Systems

Die Abbildung links zeigt einen Aufbau, der sich für den Gebrauch einer einzigen Rolle zum Heben der Getränkeflasche eignet. Beachten Sie, dass die Richtung der zum Heben der Flasche ausgeübten Kraft der Flaschenbewegung entgegengesetzt ist: Sie ziehen nach unten, um die Flasche hochzuheben.

Erster Schritt: Binden Sie eine Rolle an einem Tür- oder Schubladengriff oder einem anderen unbeweglichen Gegenstand fest, der das Gewicht der Getränkeflasche tragen kann.

Zweiter Schritt: Binden Sie eine Schnur der erforderlichen Länge am Flaschenhals fest und führen Sie sie durch die Rolle.

Dritter Schritt: Ziehen Sie die Schnur nach unten und beachten Sie, wie viel Kraft zum Heben der Getränkeflasche erforderlich ist. Beachten Sie, dass die Richtung der ausgeübten Kraft (nach unten) der resultierenden Flaschenbewegung (nach oben) entgegengesetzt ist.

◆ Aufbau eines aus zwei Rollen bestehenden Systems

Die Abbildung rechts zeigt den für zwei Rollen verwendeten Aufbau. Diese zweite Rolle sollte den zum Heben der Flasche erforderlichen Kraftaufwand um die Hälfte reduzieren. Durch die Anbringung weiterer Rollen sollte die benötigte Kraft noch weiter reduziert werden.

Erster Schritt: Binden Sie eine Rolle an einem Tür- oder Schubladengriff oder einem anderen unbeweglichen Gegenstand fest, der das Gewicht der Getränkeflasche tragen kann.

Zweiter Schritt: Befestigen Sie den Hals der Flasche mit einer Schnur an der zweiten Rolle.

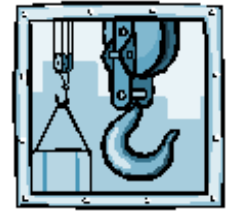
Dritter Schritt: Binden Sie die Schnur unten an der oberen Rolle fest. Wickeln Sie die Schnur um die untere Rolle und dann noch einmal um das Rad der oberen Rolle, dann ein zweites Mal um das Rad der unteren Rolle und dann noch einmal um das Rad der oberen Rolle. Damit wurde die Schnur zweimal um beide Rollen gewickelt.

Vierter Schritt: Ziehen Sie an der Schnur und vergleichen Sie die zum Heben der Getränkeflasche erforderliche Kraft mit der für das oben beschriebene Ein-Rollen-System benötigten Kraft.



Rollen und Kraft

Rollen und Kraft



Ressource für Schüler Was ist Kraft? Was sind Rollen?

◆ Kraft

Durch Schieben oder Ziehen eines Objekts verleihen wir diesem Energie und veranlassen, dass es sich bewegt, anhält oder seine Richtung ändert. Wenn wir beispielsweise eine Getränkeflasche hochheben, üben wir eine Kraft darauf aus, die verursacht, dass sie in die Luft gehoben wird. In ähnlicher Weise übt die Flüssigkeit in der Flasche eine Kraft gegen die Flaschenwand aus. Die Kraft kann eine Bewegung oder Verformung des Körpers verursachen. Bei diesem Prozess kann Energie aufgewandt werden oder die ausgeübte Kraft kann durch eine entgegengesetzte Kraft ausgeglichen werden, sodass keine Energie aufgewandt wird.

◆ Sir Isaac Newton

Sir Isaac Newton (1642-1727) formulierte als erster die Grundgesetze der Bewegung von Körpern. Seine drei Grundprinzipien lauten wie folgt:

1. Newtons erstes Gesetz erklärt, dass jeder Körper in einem Zustand der Ruhe oder gleichförmigen, geradlinigen Bewegung verharrt, außer wenn er durch die Einwirkung einer äußeren Kraft zu einer Änderung seines Zustands gezwungen wird. Dies wird normalerweise als die Definition der Trägheit verstanden.
2. Das zweite Gesetz erklärt, wie sich die Geschwindigkeit eines Körpers ändert, wenn er einer äußeren Kraft ausgesetzt wird. Dieses Gesetz definiert eine Kraft als gleich der Änderung des Impulses (Masse mal Geschwindigkeit) über die Zeit.
3. Das dritte Gesetz erklärt, dass es für jede Aktion (Kraft) in der Natur eine gleich große und entgegen gerichtete Reaktion gibt. Anders ausgedrückt: Wenn Körper A eine Kraft auf Körper B ausübt, übt Körper B eine gleich große Kraft auf Körper A aus.

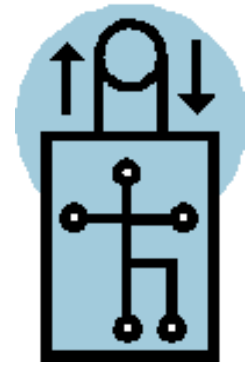


◆ Was ist eine Rolle?

Eine Rolle ist ein sich drehendes Rad (eine Kreisscheibe) mit einer gebogenen, konvexen Umrandung, die aus Stabilitätsgründen an einem Haken oder einer festen Unterlage befestigt wird. Ein Seil, ein Riemen oder eine Kette kann sich entlang dem Rand des Rads bewegen, um die Richtung einer Zugkraft zu ändern. Beispiele dafür wären einen Fahnen- und eine Vorhangstange. Eine „einzelne, feste Rolle“ ist eine Rolle, die an einem feststehenden Gegenstand befestigt ist. Eine „einzelne, lose Rolle“ ist eine an einem Draht oder Seil befestigte Rolle, die sich folglich zusammen mit dem Draht oder Seil bewegt. Eine „einzelne, feste Rolle“ bietet keine Vorteile bzgl. Kraft, Entfernung oder Geschwindigkeit, ändert jedoch die Richtung der Kraft. Ein aus mehreren Rollen bestehendes System kann für eine verbesserte Hebelwirkung beim Heben von Gewichten verwendet werden, wodurch die zum Bewegen eines Gegenstands erforderliche Kraft reduziert wird.

◆ Rollenanwendungen: Aufzug

Rollensysteme finden sich in zahlreichen Maschinendesigns, insbesondere in Vorrichtungen zum Bewegen und Anheben besonders schwerer Geräte und Waren. Der Aufzug ist ein Beispiel für ein Rollensystem zum Anheben von Gewichten. Die meisten Aufzüge verwenden Gegengewichte, die so schwer sind wie der Aufzug selbst plus 40 % des maximalen vom Aufzug zu tragenden Gewichts. Das Gegengewicht reduziert die Größe des vom Motor zu ziehenden Gewichts. Bei einem Trommelaufzug wird ein Hubseil von einer am Motor befestigten Trommel um eine sehr große, oben am Aufzug befestigte Rolle, dann hoch zu einer zweiten, am Dach des Aufzugschachts befestigten Rolle und dann nach unten zum Gegengewicht geführt.



Rollen und Kraft

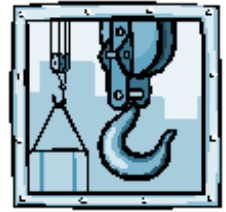


Schülerarbeitsblatt:

- ◆ Ingenieure benutzen Rollen in allen möglichen Anwendungen. Deine Aufgabe lautet, einen Plan zu entwerfen, bei dem eine Getränkeflasche mithilfe von zwei Rollen angehoben wird. Zeichne deinen Plan im folgenden Feld ein:

- ◆ Zeichne einen Plan, bei dem eine Getränkeflasche mithilfe von vier Rollen angehoben wird.

Rollen und Kraft



Schülerarbeitsblatt:

◆ Fragen:

1. Erwartest du, dass du zum Bewegen der Flasche weniger Kraft aufwenden musst? Wie viel weniger?
2. Glaubst du, dass das Hinzufügen von zehn weiteren Rollen einen Unterschied bewirken würde? Warum bzw. warum nicht?
3. Glaubst du, dass die Größe der Rolle sich darauf auswirkt, wie viel Kraft zum Anheben der Flasche erforderlich ist? Warum bzw. warum nicht?
4. Glaubst du, dass die Glätte der Seil- oder Schnurrolle sich darauf auswirkt, wie viel Kraft zum Anheben der Flasche erforderlich ist? Warum bzw. warum nicht?
5. Hast du festgestellt, dass du das Seil oder die Schnur weiter ziehen musstest, je mehr Rollen du in dein System eingebaut hast?
6. Kannst du Beispiele für drei Maschinen nennen, in denen Rollensysteme eingesetzt werden?
7. Kannst du Konstruktionsprobleme nennen, die durch den Gebrauch einer Rolle oder eines Rollensystems gelöst werden konnten?
8. Kannst du in deiner Schule, bei dir zu Hause oder in deiner Gemeinde Beispiele für Rollen finden?