

I.B.43

Mechanik

Seilzüge – Komponenten und Anwendungen

Ein Beitrag von Maureen Götz

Mit Illustrationen von Maureen Götz



Foto: eyewave/Stock/Getty Images Plus

Wie können schwere Gewichte und Körper mit wenig Kraftaufwand hochgehoben und bewegt werden? Welche Komponenten sind hierfür notwendig? Und welche Folgen ergeben sich durch die Kraftreduktion mit Seilzügen? Ihre Schülerinnen und Schüler erarbeiten sich selbstständig dieses Wissen mithilfe anschaulicher Texte und Grafiken sowie anhand von Beispielen und Rechenwegen. Es folgen Aufgaben zur Überprüfung der gelernten Inhalte und ein spannendes Online-Quiz.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe: 8

Dauer: 3 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 3)

Kompetenzen: Verständnis für physikalische Zusammenhänge entwickeln, Seilanwendungen diskutieren, Kräfte berechnen, Kräfteverteilung verstehen und berechnen, Verständnis für Seilzüge entwickeln

Thematische Bereiche: Seilzug, Kräfte, mechanische Arbeit



Das Seil und seine Anwendungen

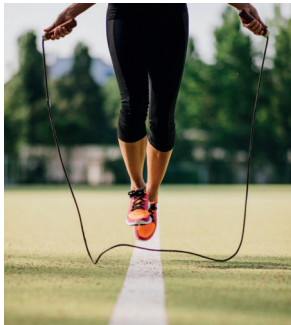
M 1

Seile begegnen uns viel öfter im Alltag, als wir im ersten Moment vermuten würden. Die Anwendungen mit Seilen sind sehr vielfältig. In vielen Anwendungen wird mit Seilen etwas gehalten, gezogen oder bewegt.

Aufgaben

1. **Nenne** Zwecke. Für die du schon mal ein Seil oder mehrere Seile verwendet hast.
2. Schau dir die folgenden Bilder an und **erkläre**, wo, wofür und wie in den Bildern jeweils ein Seil verwendet werden.

Bild 1:



© Guido Mieth/DigitalVision

Bild 2:



© alacatr/E+

Bild 3:



© ljubaphoto/E+



© stockstudioX/E+

3. **Überprüfe**, ob du weitere Anwendungen kennst, bei denen Seile verwendet werden, um etwas zu tragen, hochzuheben, zu bewegen oder zu halten.
4. **Erläutere**, wie Seile hergestellt werden und aus welchen Materialien Seile bestehen.

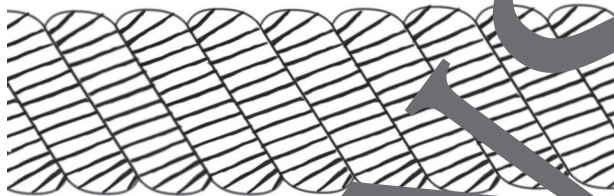
M 2

Die Herstellung von Seilen

Seile gibt es schon seit vielen Jahrhunderten. Die Gerätschaften zur Herstellung von Seilen haben sich in dieser Zeit verändert, die Herstellungsart von Seilen hat sich, im Gegensatz dazu, in dieser Zeit kaum verändert.

Seile bestehen aus vielen Fasern. Früher bestanden die Fasern vor allem aus Hanf oder Flachs. Hanf und Flachs sind sogenannte Naturfasern, da sie in der Natur vorkommen und nicht künstlich hergestellt werden. Hanf und Flachs können als Pflanzen auf dem Feld gepflanzt und anschließend für die Seilherstellung verarbeitet werden. Aus diesem Grund wurden sie früher gerne zur Seilherstellung verwendet. Heutzutage werden hingegen vermehrt Kunstfasern verwendet. Häufig verwendete Kunstfasern sind dabei Polyester und Aramid. Für Drahtseile, welche zum Beispiel für Kranhaken oder für Brücken eingesetzt werden, wird meistens Stahl verwendet.

Für die Herstellung eines Seils werden zuerst die einzelnen Fasern zu langen Fäden verdrillt. Beim Verdrillen, welches auch als „Schlagen“ bezeichnet wird, werden die Fäden miteinander verdreht. Anschließend werden mehrere Fäden zusammengeflochten oder erneut miteinander verdrillt. Nach dem Verdrillen werden die Enden der einzelnen Fäden miteinander verflochten, sodass sich die Fäden nicht mehr auseinanderdrehen können. Die verdrillten Fäden werden auch als Litze bezeichnet.



Grafik: Maureen Götz

Anschließend werden drei bis vier Litzen miteinander verdrillt und die Enden der verdrillten Litzen wieder miteinander verflochten. Aus den verdrillten Litzen ist mittlerweile ein dünnes Seil entstanden. Soll aus dem dünnen Seil ein dickes Seil wie etwa ein Tau hergestellt werden, werden drei bis vier solcher dünnen Seile erneut miteinander verdrillt und die Enden miteinander verflochten. Je mehr Fäden, Litzen oder dünne Seile miteinander verdrillt werden oder je öfter der Prozess des Verdrillens von vorne angeht, desto starker, fester und stabiler wird das Seil.

Aufgaben

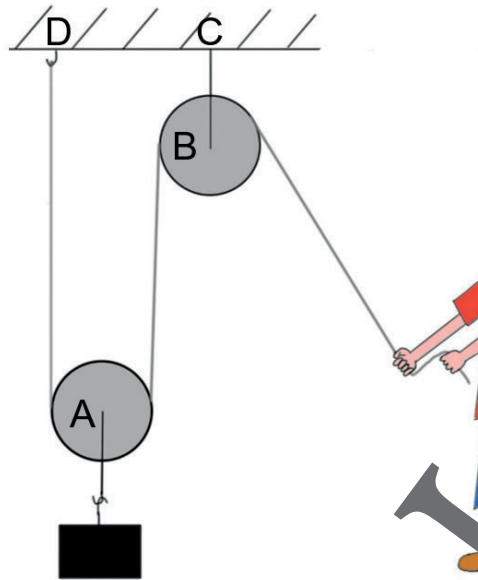
1. Schau dir das Video „Ein Seil entsteht“ an und **erkläre** in eigenen Worten den Prozess, wie ein Drahtseil entsteht und welche weiteren Arbeitsschritte neben dem Herstellungsprozess durchgeführt werden.
<https://gabe.click/seilherstellung>
2. Gibt es Unterschiede bei der Herstellung von normalen Seilen und Drahtseilen? Wenn ja, **erkläre** welche Unterschiede es bei den Herstellung gibt.



M 3

Die Komponenten eines Seilzugs

Seile werden für verschiedene Anwendungen eingesetzt. In den meisten Anwendungen werden Seile verwendet, um etwas zu heben, etwas zu tragen oder etwas zu bewegen. Dafür kommen oft sogenannte Seilzüge zum Einsatz. Ein Seilzug hilft dabei, schwere Lasten zu heben und zu bewegen. In der Abbildung kannst du sehen, wie der Junge Milow ein Gewicht mit einem Seilzug versucht hochzuheben.



Grafiken: Maureen Götza

Abbildung: Beispiel eines Seilzugs

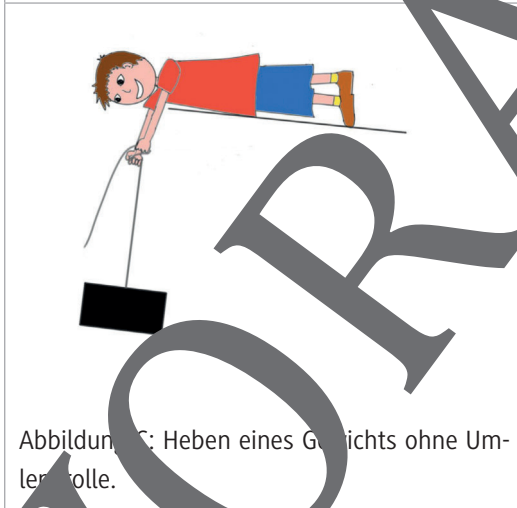
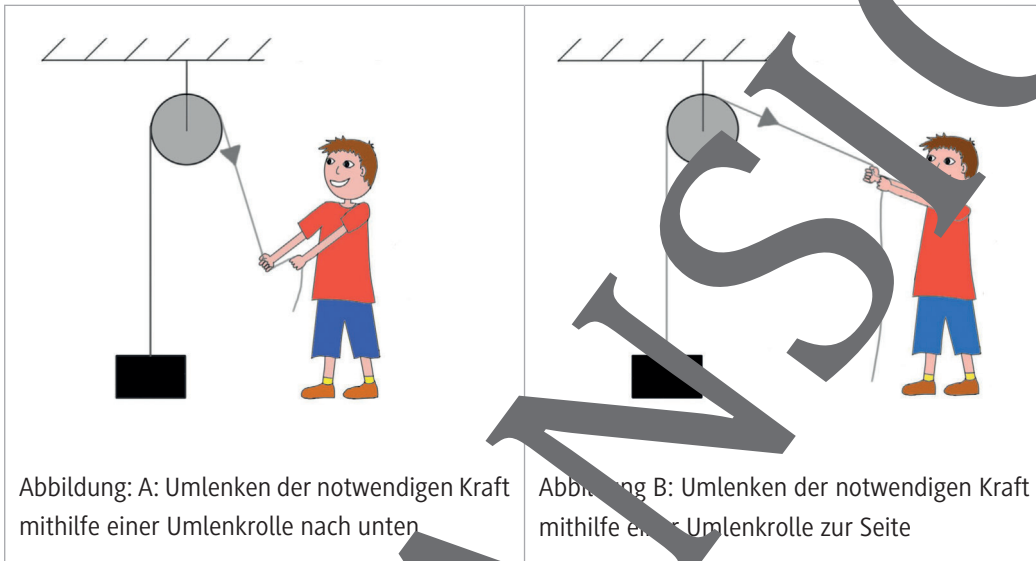
Wie du sehen kannst, wird für die abgebildete Konstruktion nicht nur ein Seil benötigt. Zu einem Seilzug gehören noch weitere Komponenten. Eine wichtige Komponente neben dem Seil ist die Rolle. Mit einer Rolle lässt sich die Richtung des Seiles ändern oder die Kraft, die notwendig ist, um eine Last zu bewegen, verringern. Rollen können dabei fest im Boden oder in der Decke verankert sein, sie können aber auch lose im Seil hängen. Die im Boden oder in der Decke verankerten Rollen werden als feste Rollen oder auch als Umlenkrollen bezeichnet, die losen Rollen im Seil als lose Rollen. In der Abbildung ist Rolle A eine lose Rolle. Wenn Milow an dem Ende des Seiles zieht, verändert die lose Rolle ihre Position, sie bewegt sich nach oben. Würde Milow das Seil loslassen, würde die lose Rolle nach unten fallen. B ist in der Abbildung eine feste Rolle. Zieht Milow an dem Ende des Seiles, verändert die feste Rolle ihre Position nicht. In dem Punkt C ist die feste Rolle in der Decke verankert. In dem Punkt D ist das andere Ende des Seils an einem Haken in der Decke befestigt. Bei dem Beispiel in der Abbildung wird durch die Rolle B die Richtung des Seiles verändert und dadurch auch die Kraft, die auf das Seil aufgebracht wird, umgelenkt.

Neben den losen Rollen und die Umlenkrollen gibt es nicht nur wie in dem gezeigten Beispiel als einfache Rollen, sondern es gibt die Rollenarten auch für mehrere Seile. Sollen sich mehrere Rollen an der gleichen Position befinden, können dafür Bauteile verwendet werden, die mehrere Rollen integriert haben. Die Bauteile mit mehreren Rollen werden für zwei Seile als Doppelrollen und für mehr als zwei Seile als Mehrfachrollen bezeichnet. In Zeichnungen werden Mehrfachrollen genauso wie Rollen für ein Seil gezeichnet, neben oder in die Mehrfachrollen wird mit einer Zahl, aber entsprechend der Anzahl der Rollen gekennzeichnet, wie viele Rollen sich in dem Bauteil befinden und wie viele Seile somit das Bauteil verwenden können.

Umlenkung der Kraft mithilfe von Umlenkrollen

M 4

In dem Beispiel A in der Abbildung will Milow ein Gewicht mithilfe einer Umlenkrolle hochheben. Durch die Umlenkrolle kann er das Seil nach unten ziehen. Die Kraft, die er benötigt, um das Gewicht hochzuheben, bringt er entsprechend nach unten auf (siehe Pfeilrichtung). In dem Beispiel B in der Abbildung bringt Milow die Kraft, die er benötigt, um das Gewicht hochzuheben, größtenteils zur Seite auf (siehe Pfeilrichtung). Möchte Milow das Gewicht ohne Umlenkrolle hochheben, muss er die notwendige Kraft nach oben aufbringen. Eine Umlenkrolle hilft also dabei, die notwendige Kraft in die Richtung aufbringen zu können, die gewünscht ist. Die Kraft, die zum Heben des Gewichts notwendig ist, wird durch die Umlenkrolle aber nicht verringert. Zieht Milow an dem Seil in Beispiel A, B oder C, muss er immer die gleiche Kraft aufbringen. Das Gewicht bewegt sich zudem genau um die Strecke, die Milow das Seil zieht.



Grafiken: Susanne Götz

M 5 Kraftreduktion mithilfe von losen Rollen

Die lose Rolle hat eine andere Funktion als die Umlenkrolle. Durch die Verwendung einer losen Rolle in Seilzügen verringert sich die notwendige Kraft zum Hochheben eines Gewichts, dafür vergrößert sich aber die Strecke, die das Seil gezogen werden muss.

Dies veranschaulicht das Beispiel in Abbildung 1. Zieht Milow das Seil zum Beispiel um einen Meter zu sich heran, bewegt sich das schwarze Gewicht um einen halben Meter nach oben. Die Kraft, die Milow zum Hochheben des Gewichts aufbringen muss, verringert sich dabei um die Hälfte. Wieso ist das so? Um die Frage zu beantworten, überlegt Milow sich, welche Kräfte in dem Seil wirken, wenn er es beansprucht. Dafür hängt Milow das Seil an einen Haken in der Decke und hängt sich mit seinem ganzen Gewicht an das Seil (siehe Abbildung 2). Milow stellt fest, dass das Seil an jeder Stelle stark gespannt ist und somit auch überall im Seil die gleiche Kraft wirken muss.

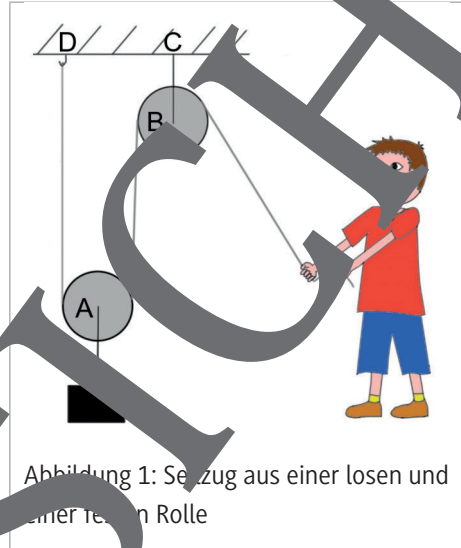


Abbildung 1: Seilzug aus einer losen und einer festen Rolle

Er stellt folgende Rechnung auf: $F = m \cdot a$. Das F steht für die Kraft und wird in Newton [N] angegeben. Die Masse wird mit dem m gekennzeichnet und wird in Kilogramm [kg] angegeben. a ist die Beschleunigung und wird in Meter pro Sekunde zum Quadrat [$\frac{m}{s^2}$] angegeben. Wenn Milow sich an das Seil hängt, stellt die Masse sein Gewicht dar. Milow wiegt 45 kg und setzt somit für das m 45 kg ein.

Das a ist die Erdbeschleunigung, welche $9,81 \frac{m}{s^2}$ beträgt. Milow kommt somit auf eine Kraft von $F = 45 \text{ kg} \cdot 9,81 \frac{m}{s^2} \approx 45 \cdot \frac{kg \cdot m}{s^2} = 450 \text{ N}$. Milow

kommt zu dem Ergebnis, dass die Kraft in dem Seil

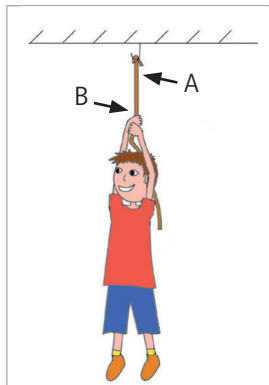


Abbildung 2: Kräfte im Seil während einer Beanspruchung

somit überall gleich sein muss und dass in jeder linken Abbildung sowohl in Punkt A als auch in Punkt B und in jedem weiteren Punkt des Seils eine Kraft von 450 N wirkt. Überall in dem Seil wirkt also die gleiche Kraft, wenn es belastet wird. Möchte Milow wie in der Abbildung 3 ein Gewicht von 10 kg heben, benötigt er gerundet 100 N. Die Kraft teilt sich durch die lose Rolle auf zwei Seilstränge auf. Wenn 50 N links und 50 N rechts von der losen Rolle wirken, addieren sich die beiden Kräfte zu 100 N und würden gerade ausreichen, um das Gewicht anzubringen (Reibung, Seilgewicht und Rollengewicht werden vernachlässigt). Es lässt sich also festhalten, dass lose Rollen in einem Seilzug die aufzubringende Kraft verringern. Milow muss mit dem Seilzug aber plötzlich viermal mehr Strecke am Seil ziehen als ohne den Seilzug, um das Gewicht anzubringen.

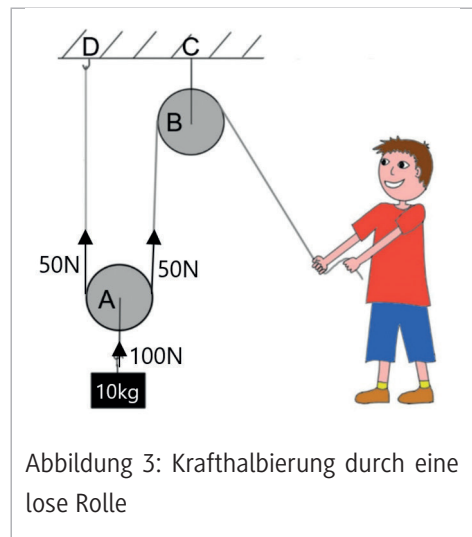


Abbildung 3: Krafthalbierung durch eine lose Rolle

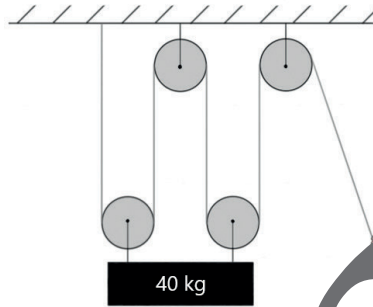
Grafiken: Maureen Götza

Seilzüge – Übungsaufgaben und Quiz

M 7

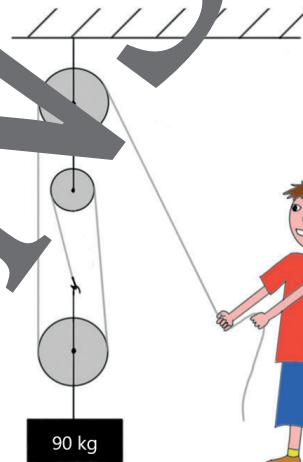
Aufgabe 1

- Rechne aus**, wie viel Kraft aufgebracht werden muss, um eine Masse von 40 kg ohne Seilzugkonstruktion anzuheben.
- Mit welcher Kraft muss Milow an dem Seil in der Abbildung ziehen, um die Gewichtsmasse von 40 kg anzuheben? **Notiere** an jeden tragenden Seilstrang in der Abbildung die Kraft, die in diesem beim Anheben des Gewichts wirkt.
- Berechne**, um wie viel die notwendige Kraft, die benötigt wird, um das Gewicht anzuheben, durch die Seilzugkonstruktion von Milow verringert wurde?
- Erkläre**, welche Funktion die beiden Rollen haben, die in der Decke hängen? Wie bezeichnet man diese Rollen?
- Berechne**, mit welcher Kraft die Decke beim Hochziehen des Gewichts belastet wird.



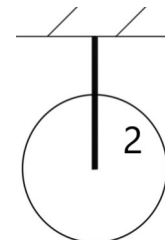
Aufgabe 2

- Rechne aus**, wie viel Kraft aufgebracht werden muss, um eine Masse von 90 kg ohne Seilzugkonstruktion anzuheben.
- Mit welcher Kraft muss Milow an dem Seil in der Abbildung ziehen, um die Gewichtsmasse von 90 kg hochzuheben? **Notiere** an jeden tragenden Seilstrang in der Abbildung die Kraft, die in diesem beim Hochheben des Gewichts wirkt.
- Berechne**, um wie viel die notwendige Kraft, die benötigt wird, um das Gewicht hochzuheben, durch die Seilzugkonstruktion von Milow verringert wurde?
- Berechne**, um wie viel Meter das Gewicht nach oben gehoben wird, wenn Milow das Seil 1,5 m zieht?
- Überprüfe**, wie viele Lose Rollen sich in Milows Seilzugkonstruktion befinden.



Aufgabe 3

- Erkläre**, welche Bedeutung die Zahl 2 in der festen Rolle in der Abbildung hat.
- Beantworte**, ob die Zahl 2 mit der gleichen Bedeutung wie bei der festen Rolle auch in der losen Rolle stehen könnte, und erkläre warum.
- Erkläre**, wie sich lose Rollen in einem Seilzug verhalten, wenn jemand mit Kraft an dem Seilende eines Seilzugs ein Gewicht hochzieht.

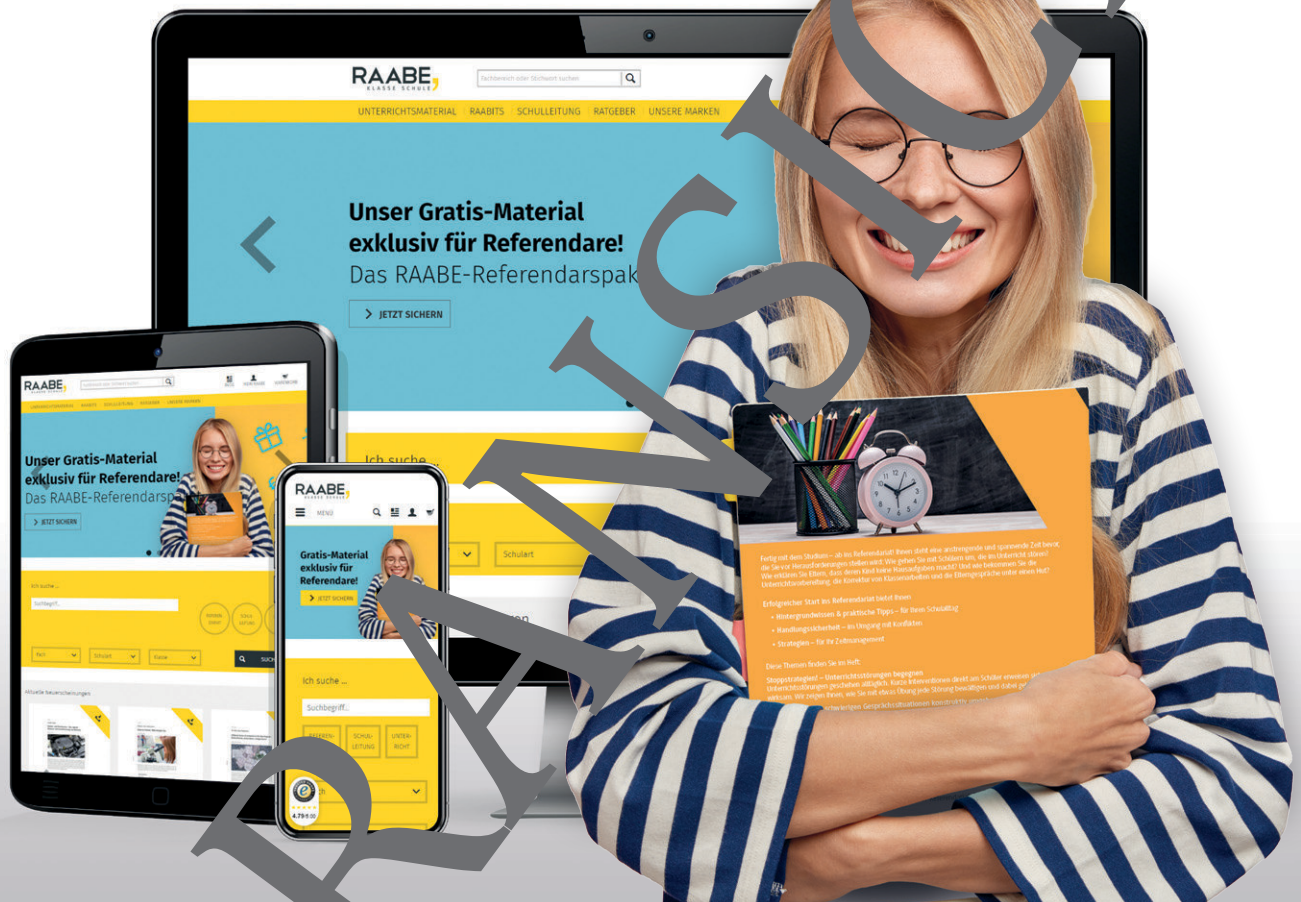


- Beantworte das Quiz zu dem Thema Seilzüge auf der Plattform LearningApps.org [dureh](https://learningapps.org/watch?v=pf86mkp6521) und versuche alle Fragen richtig zu beantworten: <https://learningapps.org/watch?v=pf86mkp6521>

Grafiken: Maureen Götz



Sie wollen mehr für Ihr Fach? Bekommen Sie: Ganz einfach zum Download im RAABE Webshop.



✓ **Über 5.000 Unterrichtseinheiten**
sofort zum Download verfügbar

✓ **Webinare und Videos**
für Ihre fachliche und
persönliche Weiterbildung

✓ **Attraktive Vergünstigungen**
für Referendar:innen
mit bis zu 15% Rabatt

✓ **Käuferschutz**
mit Trusted Shops



Jetzt entdecken:
www.raabe.de