



Löse das Problem der Bergsteiger.

Wähle die richtige Antwort aus.



Andrea und ihr Freund Andreas waren gemeinsam klettern. Die sportliche Andrea ist schnell auf dem Gipfel angekommen, aber Andreas ist kurz vor dem Gipfel die Puste ausgegangen. Nun hängt er ein gutes Stück unter Andrea an einer steilen Wand und kann nicht weiter klettern. Andrea hat ein langes Seil dabei, aber auch sie ist erschöpft und hat nicht mehr genug Energie, um Andreas am Seil hoch zu ziehen. Was kann sie tun, um Andreas zu helfen?

- A
Andrea bindet das Seil an einem Baum fest und lässt es zu Andreas herunter. Er kann sich dann selbst am Seil hochziehen.
- B
Andrea wirft ihrem Freund ein Seilende zu und legt das Seil um einen Baum. Dann zieht sie ihn am anderen Seilende nach oben.
- C
Andrea bindet das Seil an einem Baum fest und klettert zu Andreas herunter. Anschließend hilft sie ihm beim Klettern.
- D
Andrea bindet ein Seilende an einen Baum und lässt die Seilmitte zu Andreas herunter. Dann zieht sie ihn am anderen Seilende nach oben.



Nenne die Funktionsweise des abgebildeten Flaschenzugs.

Setze die passenden Begriffe in die Lücken ein.

tragenden Seile

festen

hängende Seile

dreimal

$$F = F_G/n$$

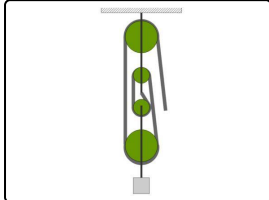
$$F = n \cdot F_G$$

viermal

tragende Seile

Flaschenzug

losen




Mit diesem¹ kann ich
.....² so große Gewichte heben wie ohne ihn. Dies
liegt daran, dass sich die Gewichtskraft auf die vier Seilstücke verteilt, in
denen die zwei³ Rollen mit der Last hängen.
Diese Seilstücke nennt man deshalb auch⁴.

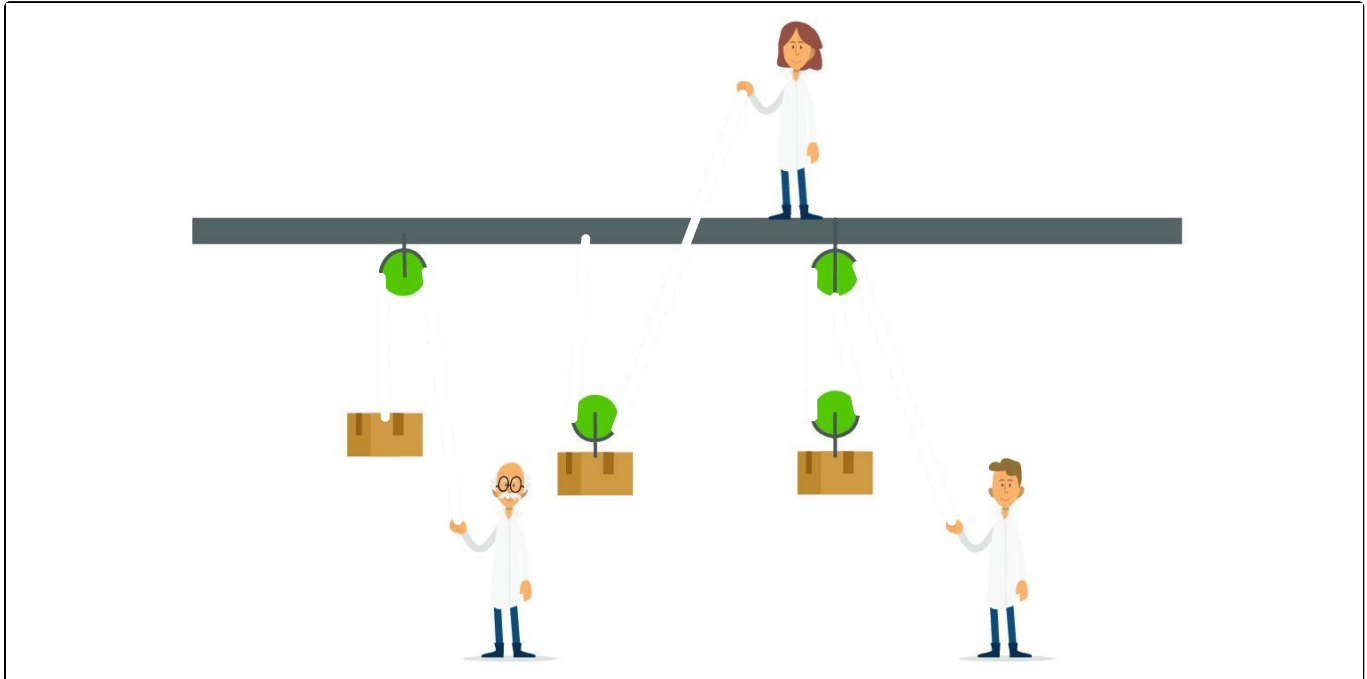
Bei einem Flaschenzug bestimmt die Anzahl n der
.....⁵ allgemein, welche Kraft man aufwenden
muss, um ein Gewicht zu heben. Um ein Gewicht mit der Gewichtskraft
 F_G zu heben, benötigt man dann die Kraft⁶.



Finde die tragenden Seile.

Markiere jeweils die tragenden Seile bei den drei Flaschenzügen.

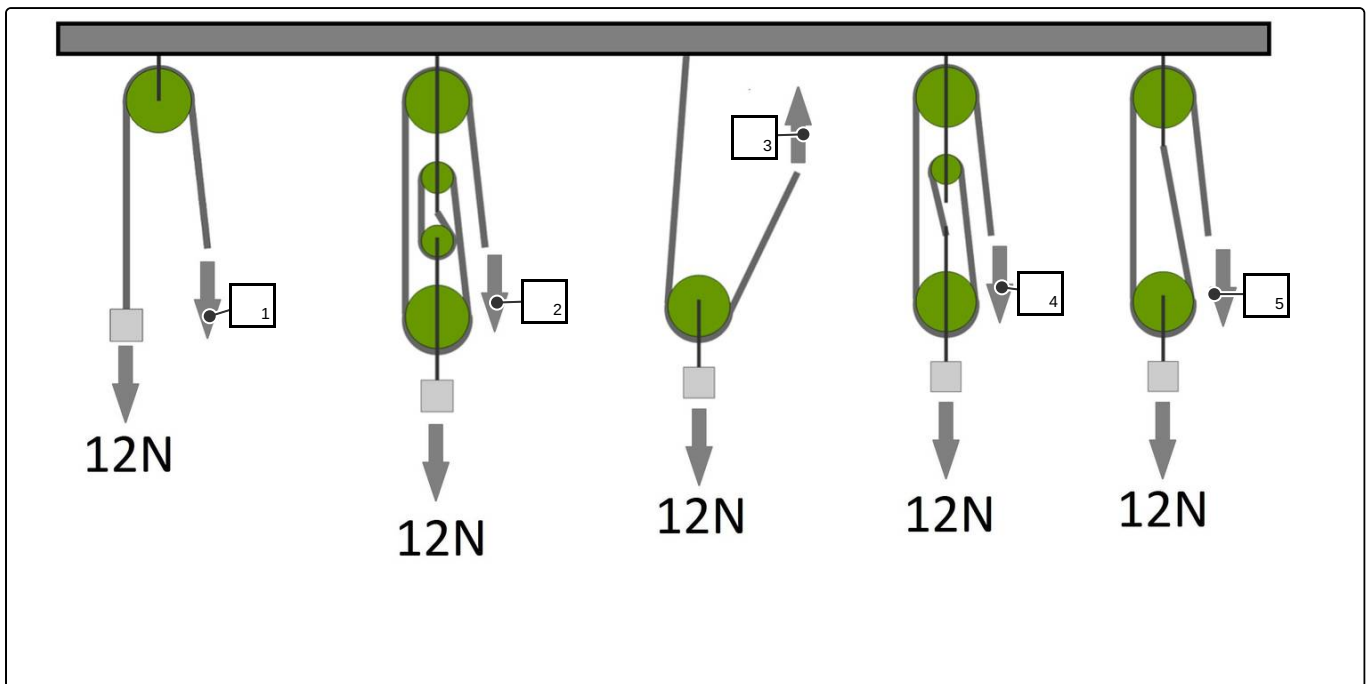
 Tragendes Seil





Bestimme die nötige Zugkraft.

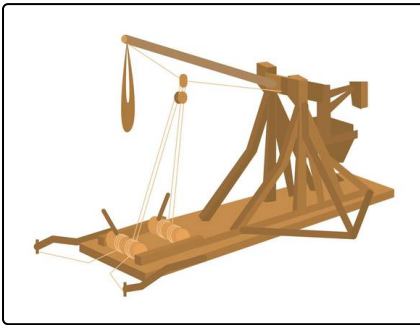
Trage im Bild jeweils die Zugkraft ein, die mindestens nötig ist, um das Gewicht zu bewegen.





Bestimme die Eigenschaften des Flaschenzugs.

Wähle die richtige Antwort aus.



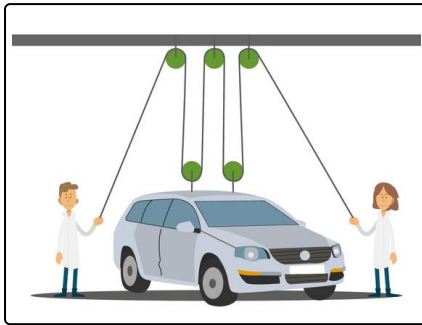
Markus hat sich ein gewaltiges neues Katapult gebaut, das er nun testen möchte. Um die schweren Gegengewichte des Katapultes zu heben muss Markus eine Kraft von **20 Kilonewton** aufwenden, deshalb hat er einen Flaschenzug und eine Winde eingebaut, um das Katapult zu spannen. Mit seiner Winde erzeugt Markus eine Zugkraft von **1680 Newton**. Wie muss Markus' Flaschenzug aufgebaut sein, um das Katapult spannen zu können? Welche Seillänge muss Markus auf die Winde wickeln, um den Katapultarm **einen Meter** nach unten zu ziehen?

- A Markus bräuchte einen Flaschenzug mit mindestens **8 tragenden Seilen**.
- B Markus bräuchte einen Seilzug mit mindestens **12 tragenden Seilen**.
- C Markus müsste **8 Meter Seil** auf die Winde aufwickeln.
- D Markus müsste **12 Meter Seil** auf die Winde aufwickeln.
- E Markus müsste **1 Meter Seil** auf die Winde aufwickeln.



Bewerte den Flaschenzug.

Markiere die richtigen Antworten.



Janine hat sich einen eigenen Flaschenzug gebaut, um in ihrer Werkstatt Autos anheben zu können. Leider ist sie alleine jedoch nicht stark genug, um das Auto nach oben zu ziehen. Sie hat deshalb mit ihrem Freund Jan den Flaschenzug verbessert. Nun wollen beide gleichzeitig an an den beiden Enden des Seils ziehen und so das Auto mit der doppelten Kraft nach oben ziehen. Was hältst du von ihrer Idee?

- Sie ziehen mit der **gleichen** Kraft, die auch Janine alleine aufbringen könnte. A
- Die beiden Freunde ziehen das Auto tatsächlich mit der **doppelten** Kraft nach oben. B
- Die beiden Freunde erzeugen sogar die **vierfache** Zugkraft. C
- Sie werden das Auto heben können. D
- Sie werden das Auto **nicht** heben können. E

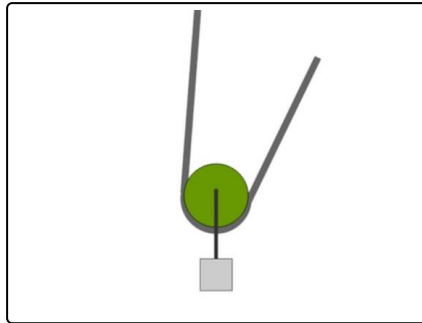


Unsere Tipps für die Aufgaben

1
von 6

Löse das Problem der Bergsteiger.

1. Tipp



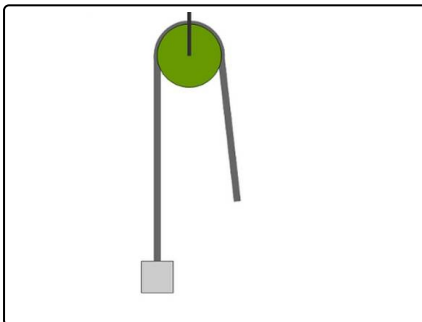
2. Tipp

Andreas könnte sich in eine Seilschleufe hängen.

2
von 6

Nenne die Funktionsweise des abgebildeten Flaschenzugs.

1. Tipp



Dieser Flaschenzug hat nur **ein** tragendes Seil.

2. Tipp

bei welcher Formel sinkt die nötige Kraft, wenn sich die Gewichtskraft auf mehr Seile verteilt?

3
von 6

Finde die tragenden Seile.

1. Tipp

Tragende Seile sind die Seilteile im Flaschenzug, auf die sich die Last des Gegenstandes verteilt.

2. Tipp

Der erste Flaschenzug hat weniger tragende Seile als der zweite.



4
von 6

Bestimme die nötige Zugkraft.

1. Tipp

$$F = F_G / n.$$

2. Tipp

Für den ersten Flaschenzug ist doppelt so viel Zugkraft nötig, wie für den dritten.

3. Tipp

Bestimme zuerst jeweils die Anzahl der tragenden Seile.

5
von 6

Bestimme die Eigenschaften des Flaschenzugs.

1. Tipp

Um welchen Faktor muss Markus die nötige Zugkraft verkleinern?

2. Tipp

Bei einem Flaschenzug bleibt das Produkt der von Kraft und Zugstrecke immer konstant, egal was für einen Flaschenzug man nimmt.

6
von 6

Bewerte den Flaschenzug.

1. Tipp

Wie würde die Situation aussehen, wenn die Freunde ein Seilende am Boden befestigen?

2. Tipp

Überlege dir alle wirkenden Kräfte, auch für den Fall, dass das Seil am Boden befestigt ist.

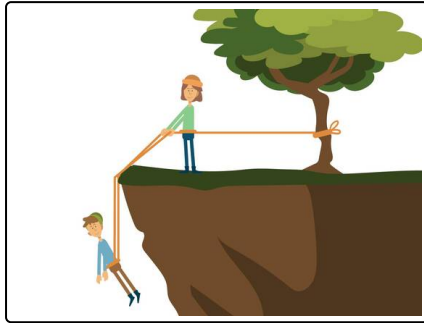


Lösungen und Lösungswege für die Aufgaben

1
von 6

Löse das Problem der Bergsteiger.

Lösungsschlüssel: D



Andrea kann mit ihrem Seil einen **Flaschenzug** improvisieren. Dazu muss sie ein Ende an dem Baum befestigen und die Seilmitte zu Andreas herunter lassen. Dieser muss sich dann in die Seilmitte hängen, sodass das Seil um ihn herum gleitet. Im besten Fall kann er das Seil in einen **Karabinerhaken** einklinken, um die Reibung zu minimieren. Wenn Andrea nun am anderen Ende des Seils zieht, muss sie nur Andreas' **halbe Gewichtskraft** überwinden, da sich die Kraft auf ihre Seilhälfte und das Seil am Baum verteilt. In solchen Fällen wie hier benutzen Bergsteiger übrigens tatsächlich oft improvisierte Flaschenzüge mit Karabinerhaken.

Wenn Andrea das Seil nur um den Baum herum legen würde, dann könnte sie zwar die Krafrichtung ändern, sie müsste aber immer noch Andreas' volles Gewicht nach oben ziehen. Auch in den anderen beiden Fällen wird die Kraftanstrengung nicht unbedingt geringer.

**2**
von 6

Nenne die Funktionsweise des abgebildeten Flaschenzugs.

Lösungsschlüssel: 1: Flaschenzug // 2: viermal // 3: losen // 4: tragende Seile // 5: tragenden Seile // 6: $F = F_G/n$

Mit diesem **Flaschenzug** könntest du **viermal** so große Gewichte heben, wie du ohne ihn heben kannst. Die **Gewichtskraft** zieht nämlich an allen vier Seilstücken, in denen die zwei unteren **losen Rollen** mit der Last hängen. Sie verteilt sich also auf diese sogenannten **tragenden Seile**. Nur **ein Viertel** der gesamten Gewichtskraft zieht an dem Seilstück, das über die große, oberste Rolle führt. Der Rest der Kraft zieht über die **befestigten Rollen** direkt an der Decke. Du musst deshalb nur dieses eine Viertel der Kraft aufbringen, um das Gewicht zu heben. An der Decke zieht übrigens zusätzlich zu der gesamten Gewichtskraft auch deine eigene Zugkraft, denn die wirkt ja an der befestigten Rolle ebenfalls nach unten.

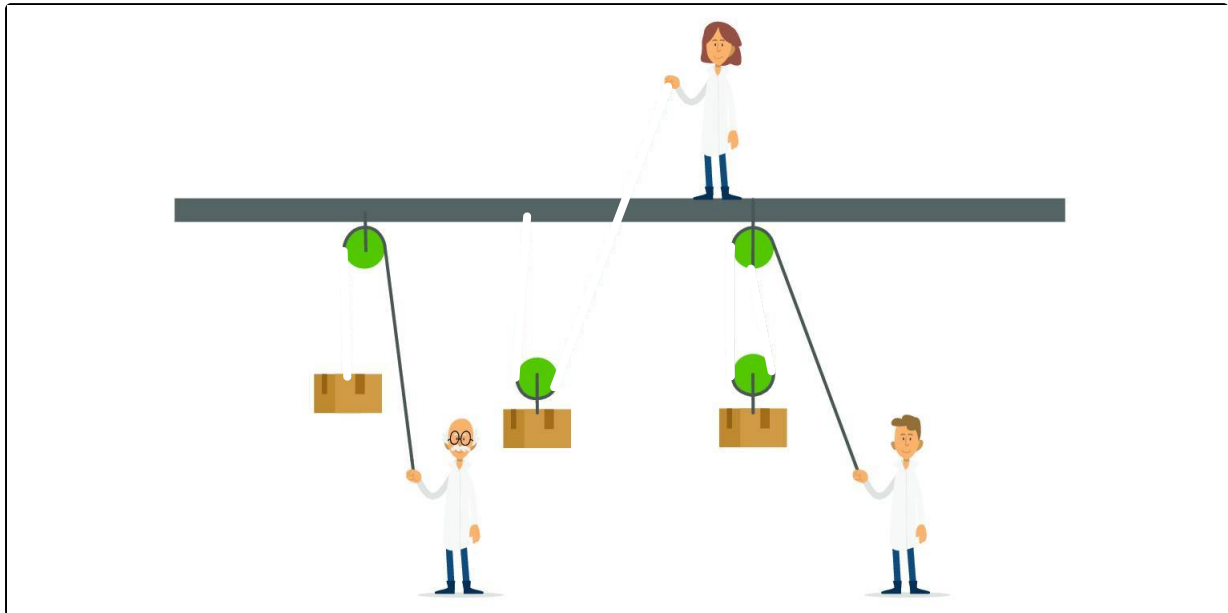
Die **Anzahl der tragenden Seile** n entscheidet bei einem Flaschenzug ganz allgemein, welches Gewicht du heben kannst. Um ein Gewicht mit der Gewichtskraft F_G zu heben, benötigst du die Kraft $F = F_G/n$.



3
von 6

Finde die tragenden Seile.

Tragendes Seil



Bei einem Flaschenzug verteilt sich die **Gewichtskraft** der Last auf die **tragenden Seile**. So werden die Seilteile genannt, die direkt an der Last nach oben ziehen.

Bei dem **ersten Flaschenzug** gibt es nur ein tragendes Seil, das von der Kiste bis zu Rolle an der Decke führt. An diesem einen Seil zieht die gesamte **Gewichtskraft** der Kiste nach unten. Der **Arbeiter** am anderen Ende des Flaschenzugs muss deshalb auch diese **gesamte Gewichtskraft** aufwenden, um die Kiste zu heben. Währenddessen zieht die **doppelte Gewichtskraft** an der Decke, weil der Arbeiter und die Kiste gleichzeitig an der oberen Rolle nach unten ziehen.

Beim **zweiten Flaschenzug** setzt der Arbeiter seine Rolle etwas cleverer ein. Weil die Rolle direkt an der Kiste befestigt ist, sind hier beide Seilstücke tragende Seile, welche die Kiste halten. Der Arbeiter muss nun nur die Hälfte der Gewichtskraft aufwenden, um die Kiste nach oben zu ziehen. Die andere Hälfte zieht über das zweite Seilstück an der Decke.

Beim **dritten Seilzug** gibt es ebenfalls zwei tragende Seile, an denen die Kiste hängt. Das dritte Seilstück ist das **Zugseil**, an dem der Arbeiter nach unten ziehen kann. Die Gewichtskraft der Kiste verteilt sich wiederum auf zwei Seile und der Arbeiter muss nur die Hälfte der Gewichtskraft aufbringen, um die Kiste zu heben.



4
von 6

Bestimme die nötige Zugkraft.

Lösungsschlüssel: 1*: 12N // 2*: 3N // 3*: 6N // 4*: 4N // 5*: 6N

*auch richtig: 1: 12 // 2: 3 // 3: 6 // 4: 4 // 5: 6

Um für einen Flaschenzug die nötige **Zugkraft** zu bestimmen, musst du die **Gewichtskraft der Last** durch die **Anzahl der tragenden Seile** teilen, also diejenigen Seilstücke, die an der Last und den **losen Rollen** ziehen, an denen die Last befestigt ist.

Beim ersten Flaschenzug gibt es nur ein einziges tragendes Seil, das zu der **festen Rolle** führt. Es handelt sich also hier um eine **Umlenkrolle**, die zwar die Krafrichtung ändert, aber nicht die Zugkraft verringert. Es müssen also immer noch **12 Newton** aufgewendet werden.

Beim **dritten Flaschenzug** gibt es ebenfalls nur eine Rolle, diese ist jedoch eine **freie Rolle**, die an der Last befestigt ist. Die Gewichtskraft verteilt sich auf die beiden tragenden Seile, die an der Rolle ansetzen. Deshalb muss nur die **halbe Gewichtskraft**, also **6 Newton** aufgewendet werden. Der **fünfte Flaschenzug** bringt die gleiche Kraftersparnis. Durch die zusätzliche Umlenkrolle kann man die Zugrichtung jedoch besser anpassen.

Die zwei verbleibenden Flaschenzüge haben 3, beziehungsweise 4 tragende Seile, die an den freien Rollen ansetzen. Mit dem **zweiten Flaschenzug** im Bild benötigt man deshalb **4 Newton**, also ein Drittel der Last, und mit dem **vierten Flaschenzug** benötigt man **3 Newton**.



5
von 6

Bestimme die Eigenschaften des Flaschenzugs.

Lösungsschlüssel: B, D

Bei einem Flaschenzug bestimmt die **Anzahl der tragenden Seile**, um welchen Faktor sich die nötige Zugkraft verringert. Die **Zugkraft der Winde** ist $\frac{20000\text{Newton}}{1680\text{Newton}} = 11,9$, also etwa **12mal** kleiner, als die zum Spannen des Katapultes nötige Kraft. Der Flaschenzug benötigt deshalb **mindesten 12** tragende Seile, um das Katapult zu spannen.

Wenn man an dem freien Ende eines Seilzuges zieht, dann verteilt sich die Seillänge gewissenmaßen auf alle tragenden Seilteile. Markus muss also **12 Meter** Seil auf die Winde wickeln, um den Katapultarm einen Meter zu senken.

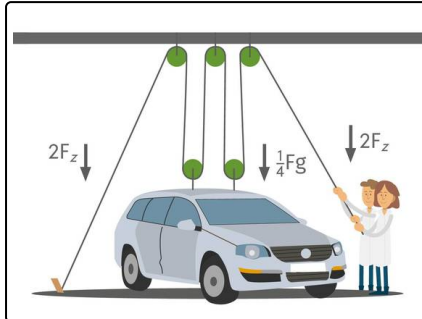
Man kann sich auch überlegen, dass die geleistete **Arbeit**, also das **Produkt von Zugstrecke und Zugkraft** bei einem Seilzug immer konstant bleiben muss, deshalb muss sich die Zugstrecke um den gleichen Faktor verlängern, um den sich die Kraft verringert.



6
von 6

Bewerte den Flaschenzug.

Lösungsschlüssel: A, E



Die Idee der beiden ist leider nicht ganz durchdacht. Die beiden ziehen nämlich nicht mit der **doppelten Kraft** an dem Seil, sondern genau der **gleichen Kraft**, die sie auch aufwenden würden, wenn eines der Seilenden am Boden oder der Decke festgemacht wäre und nur einer der beiden ziehen würde. Das festgemachte Seilende würde genau die gleiche **Haltekraft** aufbringen, die nun der jeweils andere Freund aufbringt.

Der **Flaschenzug** der beiden Freunde hat **vier tragende Seile**, deshalb zieht das Auto an jedem dieser Seile mit einem **Viertel seiner Gewichtskraft**. Jeder der beiden Freunde müsste mindestens diese Kraft aufbringen, damit sich das Auto nach oben bewegt. Weil beide Freunde weniger Kraft aufbringen können, gleicht die Situation eher dem **Tauziehen**, denn wenn einer der beiden Freunde etwas schwächer zieht, wird der andere ihm das Seil langsam aus der Hand ziehen. Jan und Janine sollten eines der beiden Enden am Boden, oder sogar am Auto befestigen und gemeinsam am anderen Seilende ziehen, so hätten sie tatsächlich ihre Kraft verdoppelt.