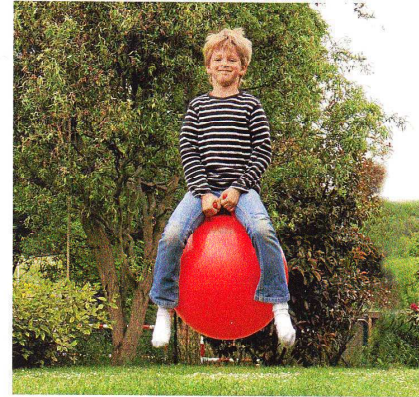


2 Crashtest



4 Hüpfball



5 Schaukeln

Kräfte und ihre Wirkungen

Kräfte im Alltag

Kräfte kommen überall in unserem Leben vor. Wir können sie nicht sehen, nur ihre Wirkungen sind für uns erkennbar (► B 2-B 6). Es gibt verschiedene Arten **physikalischer Kräfte**.

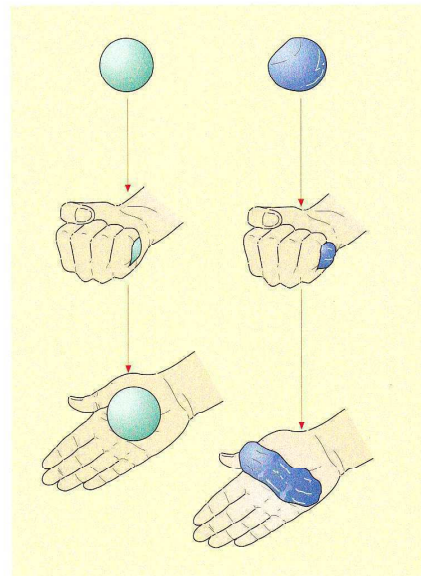
Kräfte verändern die Form

Eine Kraft kann einen Körper verformen. Mit deiner Muskelkraft kannst du einen Gummiball zusammendrücken oder Knetmasse formen. Wenn du den Gummiball loslässt, dann nimmt er wieder seine ursprüngliche Form an. Die Verformung ist nicht dauerhaft. Dies ist eine **elastische Verformung**. Die Knetfigur behält ihre Form auch nach der Krafteinwirkung. Dies ist eine **plastische Verformung** (► V 1, B 3).

Kräfte verändern die Bewegung

Eine Kraft kann einen ruhenden Körper in Bewegung setzen. Ein bewegter Körper kann schneller oder langsamer werden, wenn eine Kraft auf ihn wirkt. Eine Kraft kann aber auch die Richtung seiner Bewegung ändern.

Auch in der Umgangssprache wird das Wort Kraft oft verwendet. Ein Waschmittelhersteller wirbt z. B. mit der großen Waschkraft eines neuen Produkts. Die Waschkraft



3 Elastische und plastische Verformung

ist aber keine physikalische Kraft. In der Physik spricht man nur dann vom Wirken einer Kraft, wenn bei einem Körper die Form oder die Bewegung verändert wird. (► Wechselwirkung, S. 418/419)

Kräfte erkennt man an ihren Wirkungen. Kräfte können die Form oder die Bewegung eines Körpers verändern.



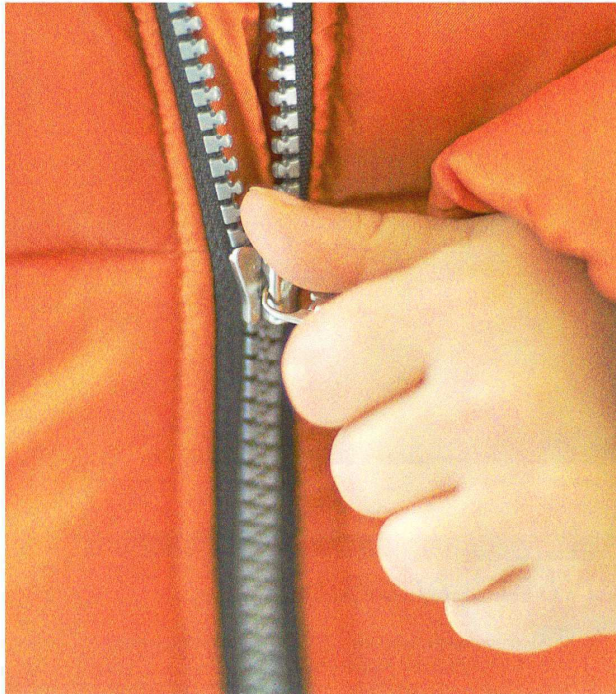
6 Änderung der Bewegungsrichtung

AUFGABEN

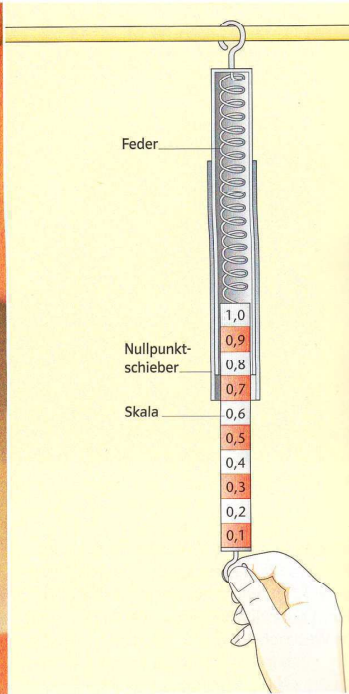
- Nenne die möglichen Wirkungen einer Kraft.
- a) Nenne sechs Beispiele, bei denen eine Kraft die Form oder Bewegung eines Körpers ändert.
● b) Entwirf eine Tabelle zu den verschiedenen Wirkungen einer Kraft und sortiere zu jeder Wirkung zwei Beispiele.
- Sortiere zwölf Worte, in denen „Kraft“ vorkommt, in einer Tabelle nach physikalischer und nicht-physikalischer Bedeutung.
- Beschreibe verschiedene Möglichkeiten, wie eine Kraft die Bewegung eines Körpers verändern kann. Beschreibe jeweils ein Beispiel.
- Vergleiche den physikalischen Kraftbegriff mit dem aus der Umgangssprache. Beschreibe drei Beispiele.

VERSUCHE

- Verforme folgende Körper: Luftballon, Knete, Draht, Schraubenfeder, Schwamm und Gummiball. Beschreibe, was jeweils passiert, wenn keine Kraft mehr auf die Körper einwirkt.
- Lass eine Stahlkugel langsam über den Tisch rollen. Beeinflusse ihre Bewegung mit einem Stabmagneten. Beschreibe mehrere Möglichkeiten, die Bewegung der Kugel zu ändern.
- Befestige einen Nähgarnfaden an der Stuhllehne. Hänge nun verschiedene Massestücke an den Faden. Schreibe auf, bei welcher Masse der Faden zerreißt.



1 Ein Reißverschluss



2 Aufbau eines Kraftmessers

Die physikalische Größe Kraft

Messen von Kräften

Um einen Reißverschluss (▷ B1) zu öffnen, brauchst du Kraft. Mit einem **Federkraftmesser** kannst du die Größe der Kraft messen.

Zum Messen unterschiedlich großer Kräfte gibt es Federkraftmesser (▷ B2) mit unterschiedlich starken Federn.

Umgang mit dem Federkraftmesser

Willst du eine Kraft messen, musst du einiges beachten:

- Wähle einen Kraftmesser mit geeignetem Messbereich aus.
- Überprüfe vor der Messung die Nullpunkteinstellung.
- Sieh senkrecht auf die Skala.

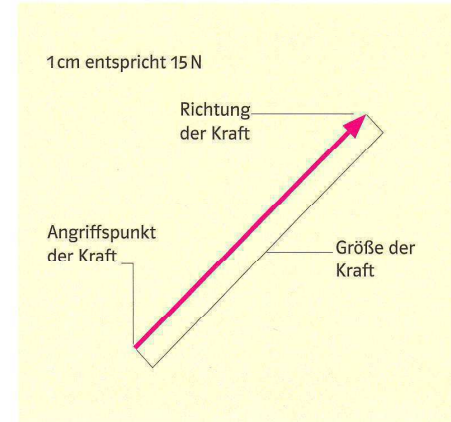
Formelzeichen und Einheit

Für die Kraft wurde das Formelzeichen F festgelegt. Die Einheit Newton (N) wurde nach ISAAC NEWTON (1643 – 1727) benannt. NEWTON war ein englischer Physiker.
 $1000\text{ N} = 1\text{ kN}$

Darstellen von Kräften

Bei einer Kraft kommt es nicht nur auf die Größe an. Wie du vom Fußballspiel oder Badmintonspielen weißt, ist auch die Richtung der Kraft wichtig.

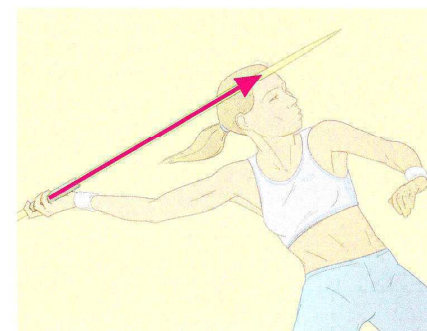
Bei einer Kraft kommt es aber auch auf den **Angriffspunkt** an. Das ist z. B. wichtig, wenn du einen Schrank verschieben willst. Wenn du nicht aufpasst, wirfst du sonst den Schrank um.



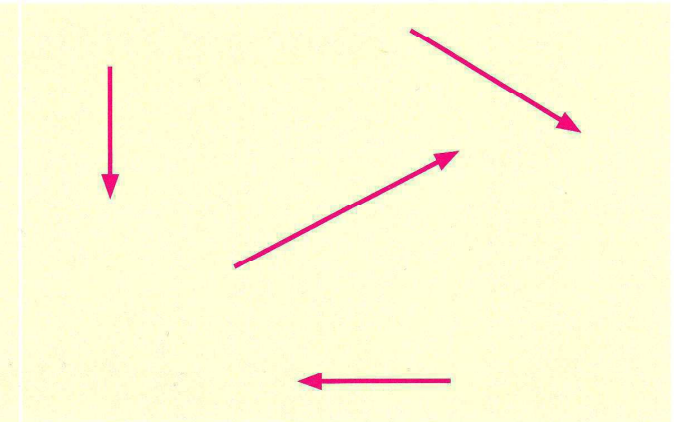
3 Kräfte werden mit einem Kraftpfeil dargestellt.

Da Kräfte unsichtbar sind, kannst du sie nur an ihren Wirkungen erkennen. Kräfte werden mit Kraftpfeilen dargestellt (▷ B3). Der Kraftpfeil beginnt am Angriffspunkt der Kraft. Seine Richtung gibt die Wirkungsrichtung der Kraft an. Seine Länge ist ein Maß für die Größe der Kraft.

Beim Zeichnen von **Kraftpfeilen** musst du einen Maßstab angeben. So kannst du z. B. festlegen, dass eine Kraft von 10 N einer Pfeillänge von 5 cm entsprechen soll. Dabei musst du darauf achten, dass du den Maßstab gut wählst. Dies ist besonders wichtig, wenn du mehrere Kraftpfeile



5 Die Speerwerferin übt auf den Speer eine Kraft aus. Der Pfeil zeigt Angriffspunkt, Richtung und Größe der Kraft an.



4 Zu Aufgabe 4

einzeichnen musst. Achte darauf, dass alle Kraftpfeile in deine Zeichnung passen.

Kräfte werden mit dem Federkraftmesser gemessen und mit Kraftpfeilen dargestellt.

Formelzeichen: F

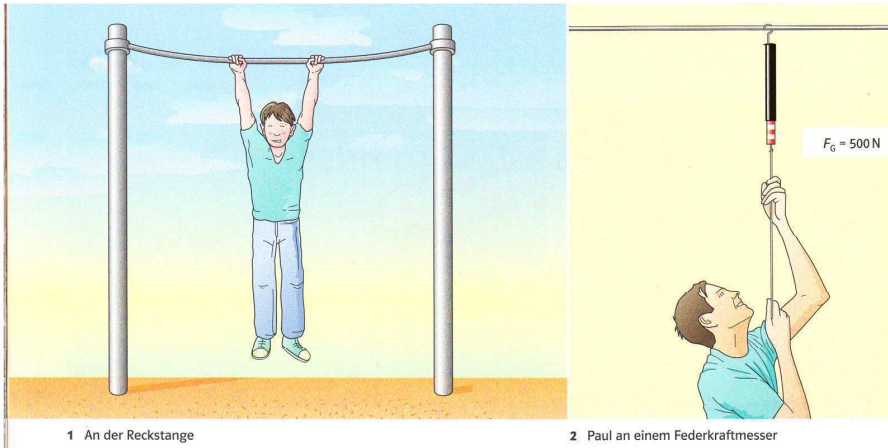
Einheit: Newton (N).

AUFGABEN

- 1 Nenne Einheit, Formelzeichen und Messgerät der Kraft.
- 2 Schreibe die Regeln auf, die du beim Umgang mit einem Federkraftmesser beachten musst.
- 3 Bestimme die Größe der Kraft in Bild 3.
- 4 Bestimme die Größe der Kräfte in Bild 4. 1 cm Länge bedeutet 2 N Kraft.
- 5 Zeichne Kraftpfeile für 8 N, 50 N und 240 N.
 - a) Wähle jeweils einen geeigneten Maßstab.
 - b) Wähle einen gemeinsamen Maßstab.

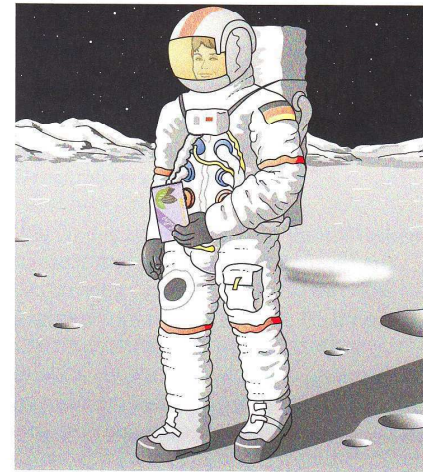
VERSUCH

- 1 Hänge einen Körper an einen Federkraftmesser und miss die Kraft, mit der er an der Feder zieht. Wiederhole den Versuch mit sieben weiteren Körpern. Trage die Messwerte in eine Tabelle ein.



1 An der Reckstange

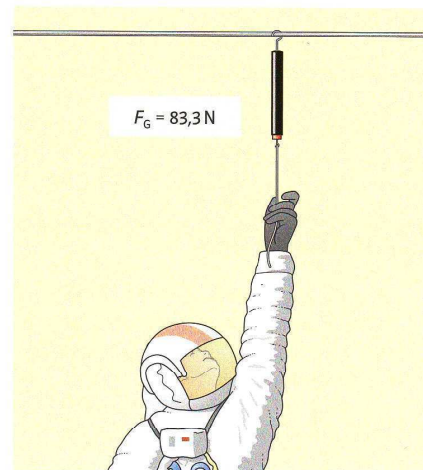
2 Paul an einem Federkraftmesser



4 Paul im Raumanzug

Auf dem Mount Everest ist F_G kleiner als am Meeresstrand, weil auf dem Gipfel der Abstand zum Erdmittelpunkt größer ist. Die Gewichtskraft ist ortsabhängig. Die Gewichtskraft eines Körpers hängt ab

- von seiner Masse,
- von der Masse des Himmelskörpers, auf dem gemessen wird,
- vom Abstand des Körpers zum Mittelpunkt des Himmelskörpers.



5 Pauls Gewichtskraft auf dem Mond

Die Masse wird mit der Waage gemessen.
 Formelzeichen: m
 Einheit: kg
 Die Masse ist ortsunabhängig.
 Die Gewichtskraft F_G gibt an, wie stark ein Körper an seiner Aufhängung zieht oder auf seine Unterlage drückt. Die Gewichtskraft ist ortsabhängig.

AUFGABEN

- Ein Schüler hat eine Masse von 56 kg. Gib seine Gewichtskraft an.
- Schreibe Formelzeichen und Einheiten für die Gewichtskraft und die Masse auf.
- Berechne die Gewichtskräfte folgender Massen: 2 kg; 32,4 kg; 500 g; 3 g.
 - Berechne die zugehörigen Massen: 7 N; 45 N; 600 N, 3 kN.
- Schon die altägyptischen Baumeister verwendeten Lote, um senkrechte Mauern zu bauen. Recherchiere ein Beispiel dafür.
- Stelle in einer Tabelle Formelzeichen, Messgerät, Einheit und Ortsabhängigkeit von Masse und Gewichtskraft dar.
- Beschreibe die Unterschiede zwischen Masse und Gewichtskraft.
 - Beschreibe Beispiele, wo diese Unterschiede Bedeutung haben.
- Begründe, warum die Anziehungskraft des Mondes etwa $1/6$ der Anziehungskraft der Erde beträgt.

VERSUCHE

- Bestimme die Massen und Gewichtskräfte von fünf verschiedenen Steinen. Notiere die Messwerte in einer Tabelle und formuliere ein Ergebnis.
- Überprüfe den Zusammenhang von Masse und Gewichtskraft. Benutze dazu Massestücke und Federkraftmesser. Lege eine Messtabelle an. Zeichne ein Masse-Kraft-Diagramm. Formuliere ein Ergebnis.

Masse und Gewichtskraft

Die Gewichtskraft

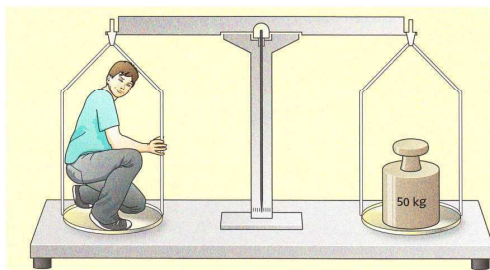
Im Bild 1 turnt Paul an der Reckstange. Der Holm biegt sich. Wenn er die Stange loslässt, fällt er nach unten. Warum ist das so? Massen ziehen sich gegenseitig an. Auf Paul wirkt die Anziehungskraft der Erde – die Gewichtskraft. Sie wirkt immer senkrecht zum Erdmittelpunkt. Das Formelzeichen der Gewichtskraft ist F_G . Die Gewichtskraft gibt an, wie stark ein Körper an seiner Aufhängung zieht oder auf seine Unterlage drückt.

Masse und Gewichtskraft

Pauls Gewichtskraft beträgt 500 N, seine Masse 50 kg (\rightarrow B2, B3). Die Masse hat das Formelzeichen m . Sie wird in kg gemessen. Auf der Erde hat ein Körper mit einer Masse von 1 kg etwa die Gewichtskraft von 10 N. Das kannst du dir gut an einem Beispiel merken: Eine Tafel Schokolade hat eine Masse von $m = 100$ g. Ihre Gewichtskraft beträgt rund $F_G = 1$ N.

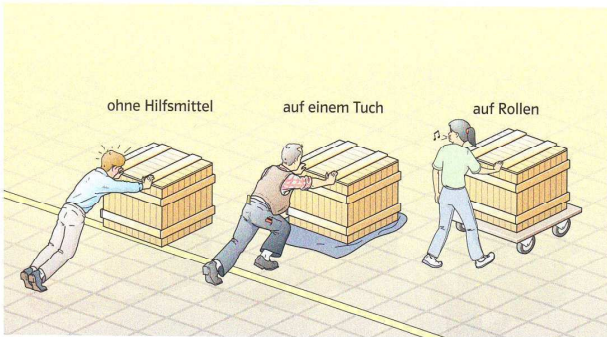
Eine Reise ins Weltall

Stell dir vor, Paul macht eine Reise zum Mond. Er nimmt einen Federkraftmesser und eine Balkenwaage mit. Er misst seine Masse und seine Gewichtskraft auf dem Mond. Pauls Masse ist gleich geblieben. Er ist immer noch derselbe. Die Masse hängt nur vom Körper selbst ab. Die Masse ist überall gleich. Seine Gewichtskraft beträgt allerdings nur noch etwa $1/6$. Das liegt daran, dass der Mond eine viel kleinere Masse als die Erde hat. Darum ist auch seine Anziehungskraft auf Paul kleiner. Auch auf der Erde haben gleiche Körper an verschiedenen Orten eine andere Gewichtskraft.



3 Paul auf einer Balkenwaage

Reibungskräfte



1 Kistenwettschieben – Hilfsmittel sind ausdrücklich erlaubt

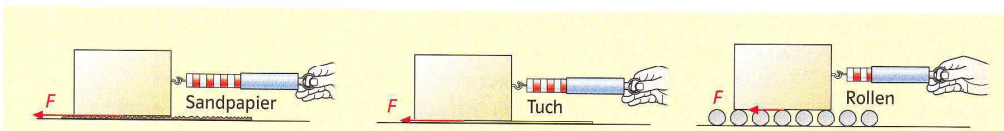
Eine Kiste wird bewegt (\triangleright B1). Dabei treten zwischen dem Kistenboden und dem Untergrund Reibungskräfte auf. Sie wirken entgegen der Bewegungsrichtung und schränken die Bewegung ein.

Verschiedene Reibungskräfte

Es gibt drei Arten von Reibungskräften: **Haftreibung**, **Gleitreibung** und **Rollreibung**. Auf die Kiste (\triangleright B1) wirken die Muskelkräfte des Mädchens und der Jungen. Die Kiste bewegt sich noch nicht. Sie haftet am Boden. In diesem Fall tritt Haftreibung auf. Gleitreibung entsteht, wenn die Kiste auf dem Untergrund gleitet. Rollt die Kiste über den Boden, tritt Rollreibung auf (\triangleright B2).

Reibung erwünscht und unerwünscht

Die Größe der Reibungskraft ist von den Oberflächen der Körper abhängig. Im Winter kann man beim Gehen auf vereisten Wegen leicht hinfallen.



2 Haftreibung, Gleitreibung und Rollreibung

Um die Reibungskräfte zu vergrößern, wird Sand gestreut. Der Wintersportler trägt Wachs auf seine Ski auf. Damit verkleinert er die Reibungskräfte zwischen den Skiern und dem Untergrund. Er kann schnell über die Piste gleiten.

Bei der Bewegung von Körpern wirken Reibungskräfte. Es gibt Haftreibung, Gleitreibung und Rollreibung. Reibungskräfte schränken die Bewegung ein.

AUFGABEN

- 1 ○ Nenne je vier Beispiele für erwünschte und unerwünschte Reibung.
- 2 ● Beschreibe Möglichkeiten, wie Reibung vergrößert und verkleinert werden kann. Gib je vier Beispiele an.
- 3 ● Formuliere Zusammenhänge zwischen Oberflächenbeschaffenheit und Reibungskräften. Gib je ein Beispiel an.
- 4 ● Vergleiche die Größe der Reibungskräfte in Bild 1. Begründe die Unterschiede.

VERSUCH

- 1 Führe den Versuch in Bild 2 durch. Protokolliere deine Messwerte und vergleiche die Größe der Reibungskräfte.

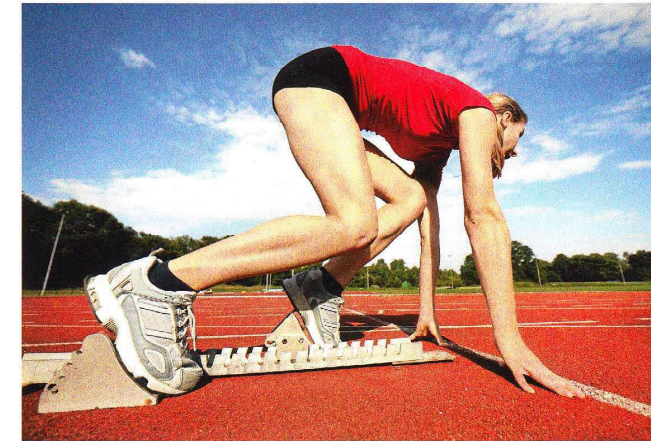
Kraft und Gegenkraft

Kräfte im Doppelpack

Lisa steht auf ihren Skatern und wirft den schweren Medizinball nach vorne weg. Dabei rollt sie nach hinten.

Wie ist das zu erklären? Mit ihren Muskeln lässt sie eine Kraft auf den Ball wirken. Gleichzeitig übt aber auch der Ball eine Kraft auf ihre Hände aus. Die Kraft des Balls wirkt entgegengesetzt zur Kraft, die Lisa ausübt. Sie wird als **Gegenkraft** bezeichnet. Beide Kräfte sind gleich groß, wirken aber entgegengesetzt.

Bei einem 100-m-Lauf kommt es auf einen schnellen Start an. Deshalb stößt sich die Läuferin in Bild 2 kräftig von dem Startblock ab. Sie drückt sich dabei fest gegen den Startblock und übt somit eine Kraft nach hinten aus. Gleichzeitig übt jedoch der Startblock eine Kraft auf die Läuferin



2 Läuferin beim Start

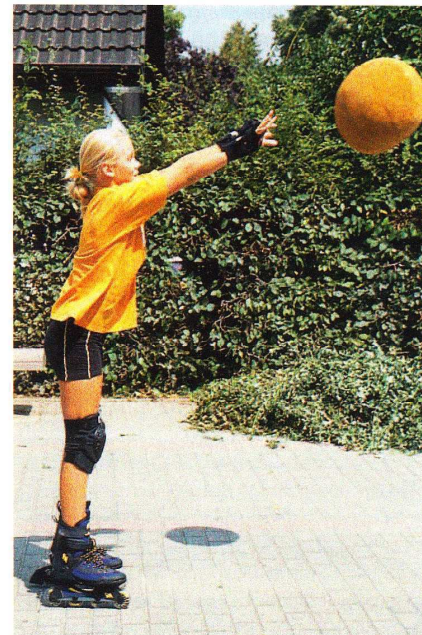
aus. Diese Kraft ist nach vorn gerichtet und beschleunigt die Läuferin. Auch hier sind beide Kräfte gleich groß.

ISAAC NEWTON erkannte dieses Naturgesetz und nannte es **Wechselwirkungsprinzip**: Kraft ist gleich Gegenkraft. Es ist eines der drei Grundgesetze der Mechanik, die NEWTON formulierte.

Zu jeder Kraft gibt es eine Gegenkraft. Beide Kräfte sind gleich groß, sind aber entgegengesetzt gerichtet.

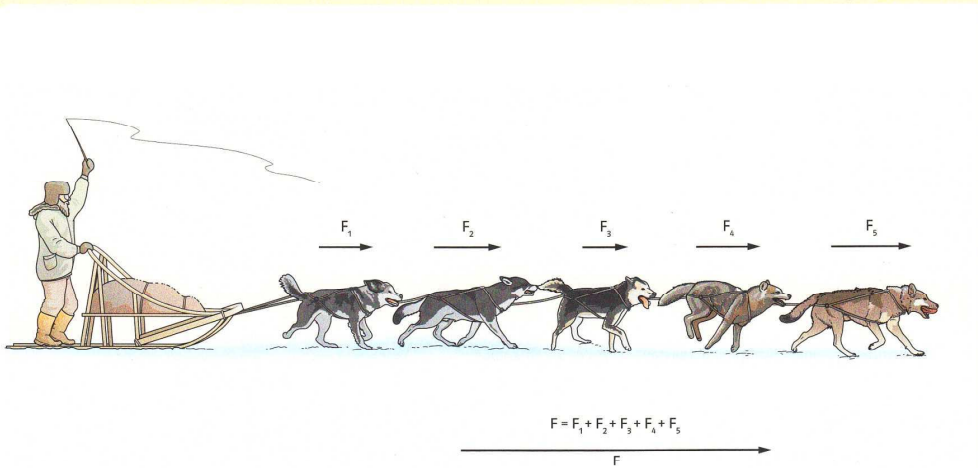
AUFGABEN

- 1 ○ Beschreibe das Wechselwirkungsprinzip mit eigenen Worten.
- 2 ○ Nenne drei weitere Beispiele für das Wechselwirkungsprinzip.
- 3 ● Erkläre das Wechselwirkungsprinzip am Beispiel von Startblöcken beim 100-m-Lauf. Fertige dazu eine Skizze an.
- 4 ● Erkläre, wie eine Rakete durch den Rückstoß angetrieben wird.



1 Beispiel für eine Wechselwirkung

☉ Mehrere Kräfte auf einmal



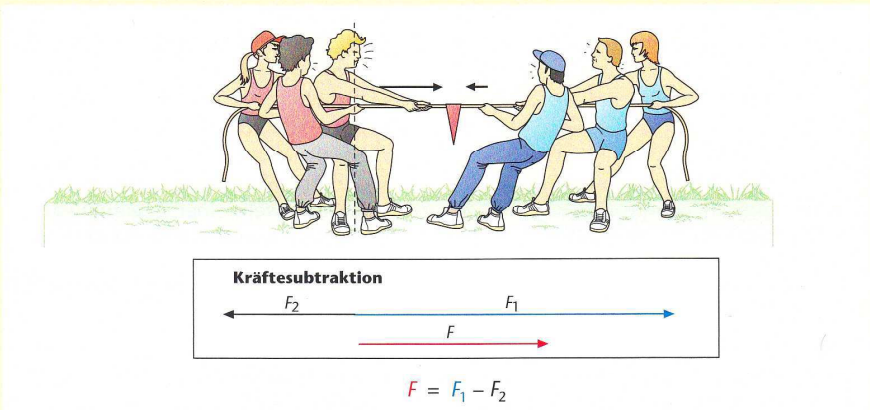
1 Hundeschlitten

Mehrere Kräfte in die gleiche Richtung

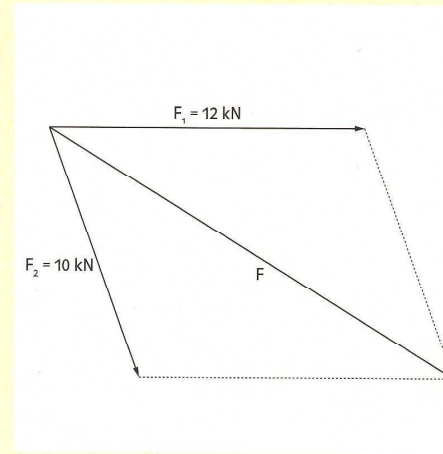
In Lappland werden manchmal Personen und Güter mit Hundeschlitten transportiert. Mehrere Hunde sind vor einen Schlitten gespannt. Sie ziehen alle in eine Richtung (\triangleright B1). Ihre Einzelkräfte addieren sich zur Gesamtkraft.

Mehrere Kräfte wirken entgegengesetzt

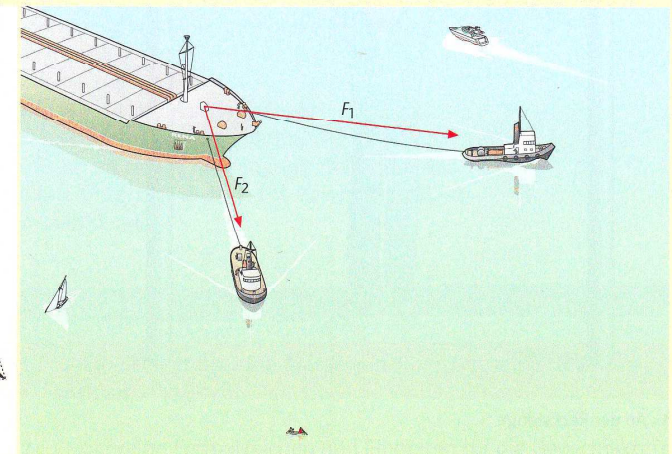
Beim Tauziehen wirken die Kräfte beider Mannschaften in entgegengesetzte Richtungen (\triangleright B2). Die Gesamtkraft ist die Differenz der Einzelkräfte. Deshalb gewinnt die Mannschaft, die stärker zieht. Sind beide Mannschaften gleich stark, besteht ein Kräftegleichgewicht.



2 Tauziehen



3 Kräfte-Parallelogramm



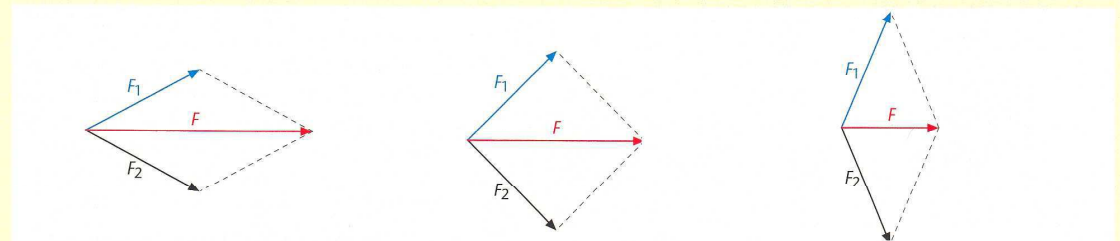
4 Wohin bewegt sich das Schiff?

Mehrere Kräfte, verschiedene Richtungen

Ein Schiff wird von zwei Schleppern in den Hafen gezogen (\triangleright B4). Beide Kräfte haben den gleichen Angriffspunkt, wirken aber in verschiedene Richtungen. Hier kannst du die Gesamtkraft mithilfe eines Kräfte-Parallelogramms zeichnerisch ermitteln (\triangleright B3).

Das Kräfte-Parallelogramm

Überlege dir einen geeigneten Maßstab für die Länge der Kraftpfeile. Zeichne einen Pfeil. Trage an seinem Anfangspunkt den Winkel zwischen ihren Leinen ab. Trage nun am freien Schenkel den anderen Kraftpfeil ab. Ergänze zum Parallelogramm. Zeichne wie im Bild 3 die Diagonale ein. Miss deren Länge und ermittle mit dem Maßstab die resultierende Kraft.



5 Auf den Winkel kommt es an.

AUFGABEN

- ☉ Beschreibe ein Beispiel zur Kräfteabstraktion.
- ☉ Erkläre den Begriff Kräftegleichgewicht am Beispiel des Tauziehens. Ermittle die Gesamtkraft.
- ☉ Beschreibe mithilfe von Bild 3, wie die Gesamtkraft mit einem Kräfte-Parallelogramm ermittelt werden kann. Bestimme diese in Bild 5. 1cm Länge bedeutet 3N Kraft.
- ☉ a) Ermittle die Gesamtkraft. Ein Hundehalter geht mit seinen beiden Hunden spazieren. Der Winkel zwischen ihren Leinen beträgt etwa 60° . Die Hunde ziehen mit 90 N und 60 N an den Leinen. Ermittle die Gesamtkraft.
☉ b) Der Winkel zwischen beiden Leinen beträgt nun 30° . Die Hunde ziehen mit 90 N und 60 N an den Leinen. Ermittle die Gesamtkraft.