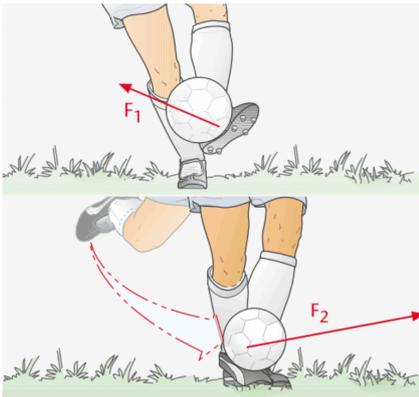
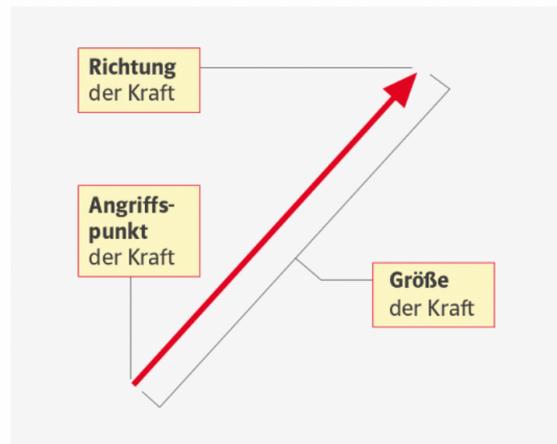


Kräfte darstellen



➤ **B1** Kraftpfeile beim Fußball



➤ **B2** Kräfte werden durch Kraftpfeile dargestellt

Kraftpfeile

Bei einer Kraft kommt es nicht nur auf den Wert an. Auch die Richtung einer Kraft ist wichtig. Dies kennst du vom Fußballspielen. Mit der Richtung der Kraft gibst du nämlich vor, in welche Richtung der Ball fliegt. Kräfte werden daher mithilfe von Pfeilen dargestellt (➤ B1).

In Bild 2 siehst du einen Kraftpfeil. Der Pfeil beginnt am Angriffspunkt der wirkenden Kraft. Die Richtung des Pfeils gibt die Richtung der Kraft an. Die Länge des Pfeils ist ein Maß für die Größe der Kraft. Um die genaue Größe der Kraft angeben zu können, muss man zuvor einen sinnvollen Maßstab festlegen. Beispiel: Eine Pfeillänge von 1 cm kann einer Kraft von 10 N entsprechen.

Mehrere Kräfte auf einmal

In vielen Alltagssituationen wirken mehrere Kräfte gleichzeitig auf einen Körper. Diese Kräfte können sich gegenseitig verstärken, aufheben oder in eine neue Richtung lenken.



➤ **B3** Kräfte werden beim Hundeschlitten addiert

In Lappland ziehen mehrere Hunde gemeinsam einen Schlitten (➤ B3). Wenn jeder Hund eine Zugkraft von 100 N auf den Schlitten ausübt, dann ergibt sich für fünf Hunde eine Gesamtkraft von 500 N.

Beim Tauziehen wirken zwei Teams mit ihren Kräften in entgegengesetzte Richtungen. Wenn Team A mit 25 N nach links zieht und Team B mit 20 N nach rechts zieht, dann bewegt sich das Seil mit 5 N in die Richtung von Team A. Wenn die Kräfte gleich groß sind, bewegt sich das Seil kaum und man ist im Kräftegleichgewicht (die resultierende Kraft ist 0 N).

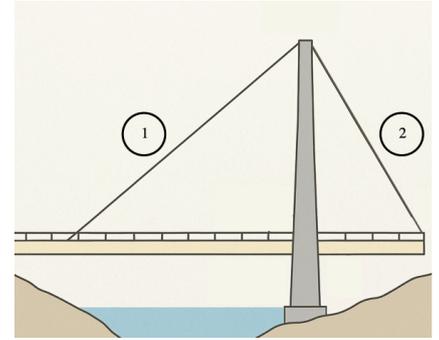
1. **Zeichne** für eine nach rechts wirkende Kraft von 30 N einen Kraftpfeil. Lege zuvor einen sinnvollen Maßstab fest.

2. Jeder der fünf Hunde (➤ B3) zieht mit einer Kraft von 120 N am Schlitten. **Berechne** die resultierende Kraft, mit der alle Hunde zusammen den Schlitten ziehen.

3. **Erkläre** den Begriff „Kräftegleichgewicht“ am Beispiel des Tauziehens

Brücken und Kräfte – Wie Bauwerke stabil bleiben

Brücken gehören zu den eindrucksvollsten Bauwerken der Technik. Ob über Flüsse, Täler oder Straßen, sie verbinden Orte und Menschen. Damit Brücken stabil sind, müssen die dabei wirkenden Kräfte genau berechnet und berücksichtigt werden. In der Physik lernen wir, wie Kräfte zusammenwirken und wie man sie grafisch darstellen kann.



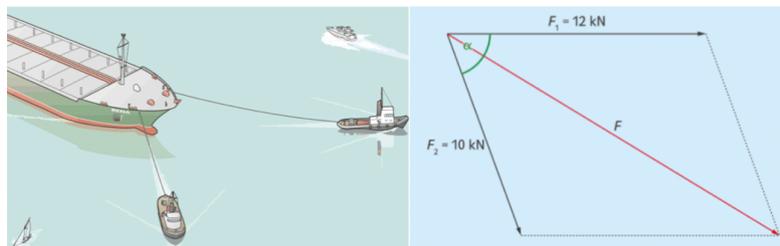
► B1 Schrägseilbrücke mit zwei Seilen

Brückenarten im Überblick

Es gibt verschiedene Brückenarten, die sich in ihrer Bauweise und ihrer Kraftverteilung unterscheiden:

Brückentyp		Aufbau
Balkenbrücke		Ein horizontaler Träger liegt auf zwei Stützen. Die Belastung wird direkt auf die Stützen übertragen.
Bogenbrücke		Der Bogen trägt die Last und leitet sie als Druckkraft in die Widerlager am Boden.
Hängebrücke		Das Brückendeck wird von vertikalen Seilen gehalten, die an einem Hauptseil hängen. Die Kräfte wirken schräg nach oben zu den Pylonen.
Schrägseilbrücke		Tragseile führen schräg vom Pylon direkt zum Brückendeck. So entstehen Kräfte, die nicht nur senkrecht oder waagrecht, sondern schräg wirken.

Wenn Kräfte nicht in die gleiche Richtung zeigen, kann man sie mit einem Kräfteparallelogramm zusammenfassen. Die Diagonale des Parallelogramms zeigt dann die Richtung und Größe der resultierenden Kraft (► B2).



► B2 Kräfteparallelogramm von den Kräften zweier Schiffe

1. **Ergänze** den folgenden Merksatz: „Wirken ... von einem Angriffspunkt in ... Richtungen, lässt sich die daraus die resultierende Kraft mit einem .. bestimmen.“

2. Die Seile 1 und 2 in Bild 1 sind mit den Kräften $F_1 = 240 \text{ kN}$ und $F_2 = 110 \text{ kN}$ belastet. **Bestimme** die resultierende Kraft auf den Pfeiler durch eine **Zeichnung**. Wähle einen sinnvollen Maßstab.

Versuch

Baue mit Schnur, Strohhalmen, Lego und Klebeband einfache Modelle aller Brückenarten. Was passiert, wenn du Gewichte anhängst? Welchen Einfluss hat die Position der Stützen auf die Brücke bei unterschiedlicher Last?

Emily Roebling

Emily Warren Roebling (► B3) wurde am 23. September 1843 in Cold Spring, New York, geboren. Sie war eine der ersten Frauen in der US-amerikanischen Technikgeschichte, die eine führende Rolle bei einem Großprojekt übernahm: dem Bau der Brooklyn Bridge.

Nachdem ihr Mann Washington Roebling, der leitende Ingenieur, starb, übernahm Emily Roebling viele seiner Aufgaben ohne offizielle Ausbildung. Über mehr als zehn Jahre leitete sie den Kontakt zur Baustelle, zu Behörden und Ingenieuren.

Emily Roebling eignete sich selbst Wissen über Physik, Statik und Baurecht an. Sie fertigte Berichte an, begleitete Baustellenkontrollen und verhandelte mit Politiker*innen und Geldgebern. Ohne sie wäre die Fertigstellung der Brooklyn Bridge kaum möglich gewesen.

Als die Brücke 1883 eröffnet wurde, durfte sie als erste Person symbolisch die Brücke überqueren – auf einem Pferdewagen mit einer Flagge, auf der stand:

„On behalf of my husband, Chief Engineer Washington Roebling.“

Ein Leben für Fortschritt und Bildung

Emily Roebling setzte sich später für Frauenbildung, Bürgerrechte und soziale Reformen ein. Sie veröffentlichte juristische Texte, engagierte sich in Frauenorganisationen und wurde zu einem Vorbild für Generationen technikinteressierter Frauen. Sie starb 1903 in Trenton, New Jersey.



► **B3** Emily Warren Roebling



► **B4** Die Brooklyn Bridge

1. Lies den Steckbrief zu Emily Roebling.
Erkläre, warum sie ein Vorbild für Wissenschaft und Technik ist.

2. Welche beiden Brückentypen wurden bei der Brooklyn Bridge kombiniert? **Begründe**.

3. Recherchiere die Aufgaben die leitende Ingenieur*innen heute haben und welche Ausbildungen sie brauchen.