

Newton's drittes Gesetz

Bestimmt ist Ihnen die Aussage von Newtons drittem Gesetz bekannt: "Zu jeder Aktion gibt es eine gleich große entgegengesetzt gerichtete Reaktion." Was bedeutet dieser Satz?

Anders als Newtons ersten beiden Gesetzen der Bewegung, die ausschließlich einzelne Objekte betreffen, beschreibt das dritte Gesetz eine Interaktion zwischen zwei Körpern. Was passiert, wenn Sie beispielsweise mit Ihrer Hand an der Hand Ihres Partners ziehen? Zur Untersuchung dieser Interaktion können Sie zwei Kraftsensoren verwenden. Wenn ein Objekt (Ihre Hand) an einem anderen Objekt drückt oder zieht (die Hand Ihres Partners), zeichnet der Kraftsensor diese Kräfte auf. Sie hängen auf einfache Weise zusammen, wie es von Newtons drittem Gesetz vorausgesagt wird.

Die *Aktion*, auf die sich obiger Satz bezieht, ist die von Ihrer Hand ausgeübte Kraft und die *Reaktion* ist die Kraft, die von der Hand Ihres Partners ausgeübt wird. Zusammen werden sie *Kräftepaar* genannt. Dieses kurze Experiment zeigt, wie die Kräfte zusammenhängen.

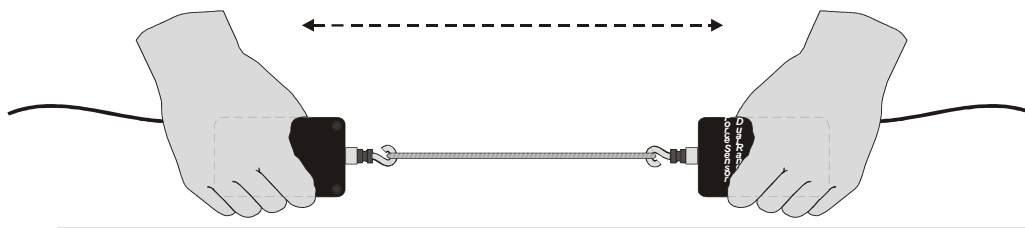


Abbildung 1

LERNZIELE

die direkte Beziehung zwischen Kräftepaaren beobachten
den Zeitunterschied zwischen Kräftepaaren beobachten
Newton's drittes Gesetz in einfachen Worten erklären

MATERIAL

Computer	500 g Masse
Vernier Computerschnittstelle	Seil
Logger <i>Pro</i>	Gummiband
zwei Vernier Kraftsensoren oder	
zwei WDSS	

VORBEREITENDE FRAGEN

1. Sie fahren eine Straße entlang und eine Fliege wird auf Ihrer Windschutzscheibe zerquetscht. Welche Kraft ist größer: die Kraft der Fliege auf die Windschutzscheibe oder die Kraft der Windschutzscheibe auf die Fliege?

2. Halten Sie ein Gummiband zwischen Ihre rechte und linke Hand. Ziehen Sie mit Ihrer linken Hand. Bemerkte Ihre rechte Hand eine Kraft? Wirkt Ihre rechte Hand eine Kraft auf das Gummiband aus? In welcher Richtung wirkt diese Kraft, verglichen mit der Kraft, welche die linke Hand auswirkt?
3. Ziehen Sie fester mit Ihrer linken Hand. Ändert sich dadurch die Kraft, welche die rechte Hand ausübt?
4. In welcher Beziehung steht die Kraft Ihrer linken Hand, die vom Gummiband übertragen wird, zur Kraft, die von ihrer rechten Hand ausgeübt wird? Schreiben Sie in Worten eine Regel für diese Kräftebeziehung auf.

VORGEHENSWEISE

1. Verbinden Sie die beiden Kraftsensoren mit den Kanälen 1 und 2 der Schnittstelle. Stellen Sie den Bereichsschalter auf 50 N.
2. Öffnen Sie die Datei "11 Newton's Third Law" aus dem Ordner *Physik mit Vernier*.
3. Kraftsensoren messen Kräfte nur entlang einer Richtung. Wenden Sie eine Kraft entlang einer anderen Richtung an, werden Ihre Messungen unbrauchbar sein. Der Kraftsensor reagiert auf Kräfte parallel zur langen Achse des Sensors.
4. (Optional) Da Sie die Werte zweier verschiedener Kraftsensoren vergleichen, ist es wichtig, dass beide die Kraft korrekt messen. In anderen Worten, sie müssen kalibriert werden. Zum Kalibrieren gehen Sie wie folgt vor:
 - a. Wählen Sie *Calibrate* aus dem Menü *Experiment*. Wählen Sie *CH1: Dual Range Force*. Drücken Sie auf .
 - b. Üben Sie keine Kraft auf den ersten Sensor aus und halten Sie ihn vertikal, den Haken nach unten gerichtet. Geben Sie 0 (Null) in das Feld für den ersten Wert ein und drücken Sie , sobald der Wert stabil ist. Damit wird der Wert für „keine Kraft“ definiert.
 - c. Hängen Sie die 500 g Masse an den Sensor. Eine Kraft von 4,9 N wird ausgeübt. Geben Sie 4,9 in das Feld für den zweiten Wert ein und drücken Sie , sobald der Wert stabil ist.
 - d. Drücken Sie zum Beenden der Kalibration des ersten Sensors auf .
 - e. Wiederholen Sie den Prozess für den zweiten Sensor.
5. Sie werden die Sensoren in einer anderen Richtung verwenden als die, in der sie kalibriert wurden. Stellen Sie die Kraftsensoren zunächst auf den Wert Null ein. Halten Sie dazu die Sensoren horizontal ohne eine Kraft auszuüben und drücken Sie . Achten Sie darauf, dass beide Sensoren in der Kalibrationsbox markiert sind und drücken Sie . Durch diesen Schritt zeigen beide Sensoren exakt Null an, wenn keine Kraft ausgeübt wird.
6. Drücken Sie für einen Versuchslauf auf . Ziehen Sie an den Kraftsensoren und schauen Sie auf die Anzeige. Legen Sie dadurch die positive Richtung für jeden Sensor fest. Es ist bei diesem Experiment hilfreich, die beiden Kraftsensoren unterschiedlich einzustellen, da die Sensoren später so positioniert werden, dass z.B. eine Kraft nach links dasselbe Vorzeichen in der Anzeige auf jedem Sensor bewirkt.
7. Formen Sie eine kurze Schleife aus einem Seil mit einem Umfang von ca. 30 cm. Verwenden Sie es zum Verbinden der Haken der Kraftsensoren. Halten Sie einen Kraftsensor in Ihrer Hand, Ihr Partner soll den anderen halten, damit Sie gegenseitig mit dem dazwischenliegenden Seil aneinander ziehen können.

8. Drücken Sie zum Starten der Datenerfassung auf **Collect**. Ziehen Sie behutsam mit Ihrem Kraftsensor am Kraftsensor Ihres Partners. Achten Sie jedoch darauf, dass sich der Graph nicht aus der Skalierung bewegt. Lassen Sie Ihren Partner auch an Ihrem Sensor ziehen. Sie haben 10 Sekunden Zeit, verschiedene Arten des Ziehens auszuprobieren. Wählen Sie *Store Latest Run* aus dem Menü *Experiment*.
9. Was würde passieren, wenn Sie ein Gummiband statt des Seils verwenden würde? Würde ein Teil der Kraft durch das Dehnen des Bandes „verbraucht“ werden? Skizzieren Sie mithilfe des Vorhersage-Werkzeugs einen Graphen und wiederholen Sie die Schritte 7–8 mit einem Gummiband anstelle des Seils.

ANALYSE

1. Untersuchen Sie die beiden Datenläufe. Was können Sie über die beiden Kräfte schließen (Ihren Zug auf Ihren Partner und den Zug Ihres Partners an Ihnen)? Wie stehen die Beträge in Beziehung zueinander? Wie stehen die Vorzeichen in Beziehung zueinander?
2. Wie ändern sich die Ergebnisse durch das Gummiband? Ändern sie sich überhaupt?
3. Während Sie und Ihr Partner gegenseitig an den Kraftsensoren ziehen, haben die Kraftsensoren dieselbe positive Richtung? Welche Auswirkungen hat Ihre Antwort auf die Analyse des Kräftepaars?
4. Gibt es eine Möglichkeit, am Kraftsensor Ihres Partners zu ziehen ohne dass der Kraftsensor Ihres Partners zurück zieht? Versuchen Sie es.
5. Lesen Sie die Aussage von Newtons drittem Gesetz aus der Einleitung noch einmal. Die Beschreibung *gleich und entgegengerichtet* muss vorsichtig interpretiert werden, denn wenn zwei Vektoren gleich groß sind ($\vec{A} = \vec{B}$) und entgegengerichtet ($\vec{A} = -\vec{B}$), muß immer gelten $\vec{A} = \vec{B} = \mathbf{0}$, d.h. beide Kräfte sind immer null. Was ist wirklich gemeint mit *gleich und entgegengerichtet*? Formulieren Sie Newtons drittes Gesetz um, aber verwenden Sie dabei nicht die Worte *Aktion*, *Reaktion* oder *gleich und entgegengerichtet*.
6. Beurteilen Sie Ihre Antwort auf die Frage bezüglich Fliege und Windschutzscheibe neu.

ERWEITERUNGEN

1. Befestigen Sie einen Kraftsensor an Ihrem Labortisch und wiederholen Sie die Experimente. Zieht der Tisch zurück, wenn Sie an ihm ziehen? Ist es von Belang, dass der zweite Kraftsensor nicht von einer Person gehalten wird?
2. Verbinden Sie die Kraftsensoren über einen festen Stab anstelle eines Seils und experimentieren Sie mit gegenseitigen Stößen anstatt mit Ziehen. Wiederholen Sie die Experimente. Ändert der Stab die Art, wie die Kräftepaare miteinander in Beziehung stehen?