

# Newton's zweites Gesetz

Wie ändert sich die Bewegung eines Fahrzeuges, wenn Sie es anstoßen oder daran ziehen? Sie könnten annehmen, dass es umso schneller fährt, je stärker Sie schieben. Steht die Geschwindigkeit des Fahrzeugs direkt in Beziehung zu der Kraft, die Sie darauf auswirken oder bewirkt die Kraft einfach nur eine Geschwindigkeitsänderung? Und was hat die Masse des Fahrzeugs mit der Geschwindigkeitsänderung zu tun? Es ist bekannt, dass ein sehr viel stärkerer Anstoß nötig ist, um ein schweres Fahrzeug zu bewegen als ein leichteres.

Mithilfe eines Kraftsensors und eines Beschleunigungsmessers werden Sie die Kraft auf ein Fahrzeug zeitgleich mit der Beschleunigung des Fahrzeugs messen. Die Gesamtmasse des Fahrzeugs lässt sich leicht durch Hinzufügen von Massen verändern. Mit diesen Hilfsmitteln können Sie untersuchen, wie die Nettokraft auf das Fahrzeug, seine Masse und seine Beschleunigung miteinander in Beziehung stehen. Diese Beziehung entspricht Newtons zweitem Gesetz der Bewegung.

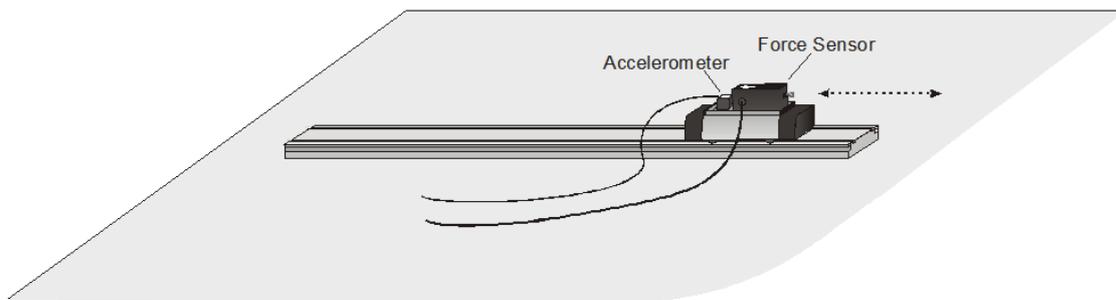


Abbildung 1

## LERNZIELE

- Kraft- und Beschleunigungsdaten von einem Fahrzeug erfassen, das vor und zurück bewegt wird
- Die Graphen von Kraft gegenüber Zeit und Beschleunigung gegenüber Zeit vergleichen
- Den Graphen der Kraft gegenüber der Beschleunigung analysieren
- Die Beziehung zwischen Kraft, Masse und Beschleunigung untersuchen

## MATERIAL

Computer  
Vernier Computerschnittstelle  
Logger *Pro*  
Vernier Beschleunigungsmesser

Vernier Kraftsensor **oder**  
WDSS statt Sensoren und Schnittstelle  
Dynamikfahrzeug (Experimentierwagen) mit geringer  
Reibung  
0,5 kg Masse

## VORBEREITENDE FRAGEN

1. Wie beeinflusst der Betrag der Kraft, mit der Sie beim Anstoßen auf ein Fahrzeug einwirken, die Bewegung dieses Fahrzeugs? Ist die Bewegungsänderung kleiner oder größer, wenn Sie fester anstoßen? Denken Sie, dass es sich um eine direkte oder inverse Beziehung handelt?
2. Nehmen Sie an, an einem Seil hängt eine Bowlingkugel, an einem anderen ein Baseball. Wenn Sie mit einem Baseballschläger nun mit voller Wucht gegen jeden dieser Bälle schlagen, welcher Ball ändert seine Bewegung in größerem Maß?
3. Wenn Sie eine Kraft  $F$  auf eine Masse  $m$  ausüben, wird die Masse beschleunigt. Wenn Sie nun dieselbe Kraft auf eine doppelt so große Masse ausüben, erwarten Sie dann, dass die resultierende Beschleunigung doppelt so groß oder halb so groß ist? Handelt es sich um eine direkte oder inverse Beziehung?

## VORGEHENSWEISE

1. Verbinden Sie einen Zweibereich-Kraftsensor mit Kanal 1 der Vernier Computerschnittstelle. Verbinden Sie den Beschleunigungsmesser mit *Channel 2* der Schnittstelle.
2. Öffnen Sie die Datei "09 Newtons Second Law" aus dem Ordner *Physik mit Vernier*.
3. Befestigen Sie den Kraftsensor so an einem Dynamikfahrzeug, dass Sie eine Kraft entlang der empfindlichen Achse dieses Kraftsensors ausüben, wenn Sie das Fahrzeug horizontal am Haken des Sensors ziehen. Befestigen Sie als nächstes den Beschleunigungsmesser so, dass der Pfeil horizontal liegt und parallel zur Richtung, in der das Fahrzeug rollen wird. Richten Sie den Pfeil so aus, dass das Fahrzeug sich in Richtung des Pfeils bewegt, wenn Sie am Kraftsensor ziehen. Ermitteln Sie die Masse des Fahrzeugs inklusive der beiden befestigten Sensoren. Notieren Sie die Masse in der Datentabelle.
4. Platzieren Sie das Fahrzeug auf einer waagerechten Oberfläche. Achten Sie darauf, dass sich das Fahrzeug nicht bewegt und drücken Sie auf . Stellen Sie sicher, dass beide Sensoren markiert sind und drücken Sie auf .

### Versuch I

5. Sie sind nun bereit, Kraft- und Beschleunigungsdaten zu erfassen. Greifen Sie den Haken des Kraftsensors. Drücken Sie auf  und bewegen Sie das Fahrzeug einige Sekunden lang auf dem Tisch vor und zurück. Variieren Sie dabei die Bewegung, so dass kleine und große Kräfte angewendet werden. Achten Sie darauf, dass Ihre Hand nur den Haken des Kraftsensors berührt, nicht den Kraftsensor selbst oder das Fahrzeug.
6. Betrachten Sie die Form der Graphen der Kraft gegenüber der Zeit sowie der Beschleunigung gegenüber der Zeit. Drücken Sie auf Knopf zur Untersuchung  und bewegen Sie die Maus über den Graphen der Kraft gegenüber der Zeit. Wenn die Kraft ihr Maximum erreicht hat, ist die Beschleunigung dann maximal oder minimal? Um den Untersuchungsmodus wieder zu verlassen, drücken Sie erneut auf den Knopf zur Untersuchung .
7. Der Graph der Kraft gegenüber der Beschleunigung sollte eine Gerade sein. Um eine Gerade an die Daten anzupassen, klicken Sie den Graphen an und drücken anschließend auf den Knopf zur linearen Anpassung . Notieren Sie die Regressionsgleichung für die Regressionsgerade in der Datentabelle.

8. Drucken Sie eine Kopie jedes Graphen aus.

**Versuch 2**

9. Befestigen Sie eine Masse von 0,5 kg am Fahrzeug. Notieren Sie die Masse des Fahrzeugs, des Sensors sowie der zusätzlichen Massen in der Datentabelle.
10. Wiederholen Sie die Schritte 5–8.

## DATEN-TABELLE

### Versuch 1

Masse des Fahrzeugs mit Sensoren (kg)	
---------------------------------------	--

Regressionsgerade für die Daten der Kraft gegenüber der Beschleunigung

### Versuch 2

Masse des Fahrzeugs mit Sensoren und zusätzlicher Masse (kg)	
---	--

Regressionsgerade für die Daten der Kraft gegenüber der Beschleunigung

## ANALYSE

- Vergleichen Sie die Graphen der Kraft gegenüber der Zeit sowie der Beschleunigung gegenüber der Zeit eines bestimmten Versuchs. Wie unterscheiden sie sich? Inwieweit stimmen sie überein?
- Sind die Nettokraft auf ein Objekt und die Beschleunigung des Objekts direkt proportional? Begründen Sie Ihre Antwort mithilfe der Daten aus Ihren Experimenten.
- Welche Einheit hat die Steigung des Graphen der Kraft gegenüber der Beschleunigung? Vereinfachen Sie die Einheiten der Steigung auf SI-Einheiten (m, kg, s).
- Vergleichen Sie die Steigung der Regressionsgeraden jedes Versuchs mit der beschleunigten Masse. Was sagt die Steigung aus?
- Schreiben Sie eine allgemeine Gleichung auf, die alle drei Variablen einbezieht: Kraft, Masse und Beschleunigung.

## ERWEITERUNGEN

1. Nutzen Sie diese Apparatur als Möglichkeit, die Masse zu bestimmen. Legen Sie eine unbekannte Masse auf das Fahrzeug. Messen Sie die durch eine bekannte Kraft erzielte Beschleunigung und bestimmen Sie die unbekannte Masse. Vergleichen Sie Ihre Antwort mit der tatsächlichen Masse des Fahrzeugs, die Sie mithilfe einer Waage bestimmen.