

# Kraft sparen am zweiseitigen Hebel (ArtikelNr.: P6104100)

## Curriculare Themenzuordnung



### Schwierigkeitsgrad



Leicht

### Vorbereitungszeit



10 Minuten

### Durchführungszeit



10 Minuten

### empfohlene Gruppengröße



2 Schüler/Studenten

### Zusätzlich wird benötigt:

### Versuchsvarianten:

- Digitale Messwerterfassung mit Tablet und Cobra4-Sensor

### Schlagwörter:

Hebelarm, Last, Gewichtskraft, Kraftersparnis

## Lehrerinformationen

### Lernziel und Kompetenzen

Die Schülerinnen und Schüler beobachten in diesem Versuch den Zusammenhang zwischen der Gewichtskraft und der Länge des Hebelarms eines zweiseitigen Hebels. Dabei stellen sie zum einen fest, dass der Angriffspunkt verschiedener Massen den Kraftaufwand beeinflusst, der nötig ist, um den Hebel im Gleichgewicht zu halten, und zum anderen, wie sich die aufzuwendende Kraft, auch abhängig vom Angriffspunkt des Kraftmessers, verändert. Daraus ziehen sie den Schluss, dass durch die entsprechende Positionierung von Masse und Kraftmesser unter Verwendung des zweiseitigen Hebels Kraft gespart werden kann.



Versuchsaufbau klassisch



Versuchsaufbau für Tablet-Messung

### Kompetenzen

## Prozessbezogene Kompetenzen:

**E:** Erkenntnisgewinn  
**K:** Kommunikation  
**B:** Bewerten

Die Schülerinnen und Schüler können...

- E 02** – problembezogene Fragestellungen entwickeln und Hypothesen formulieren.
- E 03** – Zusammenhänge in der Je-desto-Form beschreiben.
- E 06** – einfache Experimente mittels schriftlicher Anleitung selbstständig durchführen.
- E 08** – fachliche Zusammenhänge auch in Alltagsbeispielen wiedererkennen.
- E 09** – einfache Experimente selbst planen, durchführen und dokumentieren.
- E 12** – Vermutungen über Zusammenhänge und Ursachen aufstellen.

- 
- K 02** – fachliche Zusammenhänge in Alltagssprache beschreiben.
  - K 03** – Messdaten erheben und aus altersgerechten Darstellungen entnehmen.
  - K 05** – ihre Ergebnisse unter Zuhilfenahme vorgegebener Medien präsentieren.
  - K 06** – Kritik üben und annehmen.
  - K 07** – eigenverantwortlich in Gruppen arbeiten.
  - K 09** – altersgemäße themenbezogene Texte lesen und sinnvoll wiedergeben.

- 
- B 01** – ihre eigenen Ergebnisse durch den Vergleich mit anderen Gruppen richtig einordnen.
  - B 02** – die Bedeutung naturwissenschaftlicher Phänomene im Alltag erkennen.
  - B 03** – Argumente abwägen und einen Standpunkt beziehen, der begründet vertreten werden kann.
  - B 06** – Anwendungsbereiche darstellen, in denen naturwissenschaftliche Kenntnisse bedeutsam sind.

## Inhaltsbezogene Kompetenzen:

Die Schülerinnen und Schüler können...

**F:** Fachwissen

- F 13** – zwischen Gewichtskraft und Masse unterscheiden.
- F 14** – die Maßeinheit der Kraft mit 1 N anwenden.
- F 16** – selbst einfache "Maschinen" und "Geräte" aufbauen.
- F 17** – experimentell zeigen, dass durch einfache Maschinen benötigte Kräfte verringert werden können.

## Material

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Gewichtsteller für Schlitzgewichte	02204-00	1
2	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g	02205-01	9
3	Stativfuß, variabel	02001-00	1
4	Stativstange, l=600 mm, d=10 mm, zweigeteilt, verschraubt	02035-00	1
5	Doppelmuffe	02043-00	1
6	Hebel	03960-00	1
7	Haltebolzen	03949-00	1
8	Kraftmesser, transparent, 2 N	03065-03	1



**Für Tablet-Messung zusätzlich benötigt**

Um den Versuch mit digitaler Messwerterfassung am Tablet durchzuführen, benötigen Sie zusätzlich folgendes Material.  
Der Kraftmesser ist dafür nicht mehr erforderlich.

Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Angelschnur, auf Röllchen, d=0,7 mm, 20 m	02089-00	1
2	Cobra4 Wireless/USB-Link	12601-09	1
3	Cobra4 Sensor-Unit Force, Kraft ±10 N	12646-00	1
4	Apple iPad		1
5	PHYWE measure App		1





## Sicherheitshinweise

- Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise zum sicheren Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Vor der Durchführung sollten Sie die Schüler darauf hinweisen, dass ein belasteter Kraftmesser beim Entlasten zurückschnellen kann.
- Weisen Sie die Schüler darauf hin, dass ein hoher Stativaufbau leicht umkippen kann, wenn sie weit oben daran ziehen.

## Didaktische Hinweise

### Durchführung

- Die Masse und der Kraftmesser können jeweils in 10 Positionen an den Hebel angehängt werden und mit den Schlitzgewichten können 10 verschiedene Massen zusammengestellt werden. Für eine ausführliche Auswertung des Versuchs können die Schüler alle Positionen und Massen durchprobieren. Sie erreichen das Versuchsziel jedoch auch in kürzerer Zeit, wenn sie jeweils nur mit 3-4 Positionen und Massen experimentieren.
- Die Schüler erkennen in diesem Versuch, dass zum Transport einer Last über geeignete Hilfsmittel die aufzuwendende Kraft reduziert werden kann. Dies wird jedoch nur erreicht, indem der Weg, über den die Kraft wirken muss, verlängert wird. Folglich ist die resultierende Arbeit (mindestens) gleich. Fragen Sie Ihre Schüler, ob sie diesen "Nachteil" der neuen Methode erkennen.

### Fachbegriffe

Wichtig ist, dass der Begriff "Masse" bekannt ist und im naturwissenschaftlichen Unterricht anstelle von "Gewicht" verwendet wird. Der Gebrauch von "Gewicht" könnte zu Verwechslungen mit dem Begriff Gewichtskraft führen. "Masse" wird einfachheitshalber als das verstanden, was man in kg oder g auf der Waage messen kann.

### Tablet-Option

Neben der klassischen Variante können Sie die Schüler diesen Versuch auch alternativ mit der Cobra4 Erweiterung an ihren Tablets durchführen lassen. Durch die digitale Messwerterfassung können sie die Messdaten schneller aufnehmen, leichter verstehen und komfortabler auswerten.

- Ersetzen Sie dazu den Kraftmesser durch die an den Cobra4 Wireless/USB-Link angeschlossene Sensor-Unit Force. Die Schüler führen dieselben Messungen mit der Sensor-Unit durch und nehmen dabei die Werte direkt in einem Diagramm auf, was unmittelbar den Zusammenhang zwischen den einzelnen Messpunkten aufzeigt. Speichern die Schüler für jeden Versuchsteil ihre Messreihe ab, können sie der gespeicherten Messung die exakten Werte entnehmen und diese für die Fragen im Protokoll verwenden.
- Damit der Haken der Sensor-Unit Force an den Laststiften des Hebels angreifen kann, müssen die Schüler aus einem Stück Schnur eine Schlaufe knoten und diese an den Hebel hängen. Wir empfehlen Ihnen, bereits kleine Stücke der Schnur von ca. 10 cm Länge vorzubereiten und ggf. die Schlaufe zu knoten.

# Kraft sparen am zweiseitigen Hebel (ArtikelNr.: P6104100)

## Versuch (klassisch)

### Einführung

Vom Spielplatz kennst du sicher eine Wippe. Dabei ist dir bestimmt schon aufgefallen, dass es einen Unterschied macht, wo ihr auf der Wippe sitzt.

Sitzt du ganz hinten, geht deine Seite der Wippe schnell wieder nach unten. Sitzt du weiter vorne, bleibst du länger in der Luft.

Eure Sitzpositionen bestimmen also, in welche Richtung die Wippe leichter kippt.



Wippe auf dem Spielplatz

### Anwendung

Im Alltag begegnen dir häufig zweiseitige Hebel, nämlich meistens dann, wenn du bestimmte Dinge mit weniger Kraft tun möchtest:

- Die Schere: Durch ihren langen Griff kannst du leichter durch Papier oder andere Materialien schneiden.
- Die Zange: Damit kannst du leicht dicken Draht zerteilen oder Schrauben lösen.
- Eine Schranke im Wald: Diese hat auf einer Seite Gegengewichte, damit man die schweren Balken leichter anheben und absenken kann.

## Aufgabe

In früheren Versuchen hast du bereits gelernt, dass der Kraftmesser eine Kraft von 1 N (= 1 Newton) anzeigt, wenn du damit eine Masse von 100 g direkt anhebst.

In diesem Versuch willst du nun überprüfen, mit welcher Kraft du am Hebel ziehen musst, damit dieser waagrecht ist, wenn eine Masse auf der anderen Seite des Hebels hängt.

Außerdem willst du die Veränderung der Kraft untersuchen, wenn du die angehängte Masse änderst oder sie an andere Positionen des Hebels hängst.



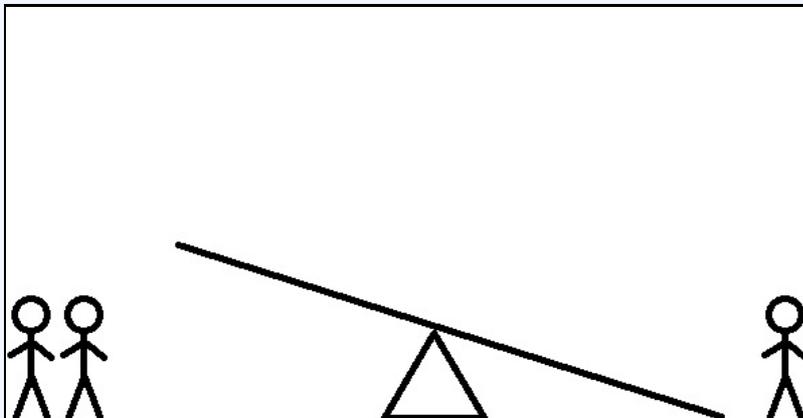
Versuchsaufbau

## Vermutung

**Kannst du alleine auf einer Seite der Wippe am Boden sitzen, wenn zwei deiner Mitschüler auf der anderen Seite der Wippe sind?**

### Eingangsfrage

Links sind deine beiden Mitschüler, rechts bist du. Ihr seid alle ungefähr gleich schwer. Wohin setzt du dich und wo müssen deine Mitschüler sitzen?



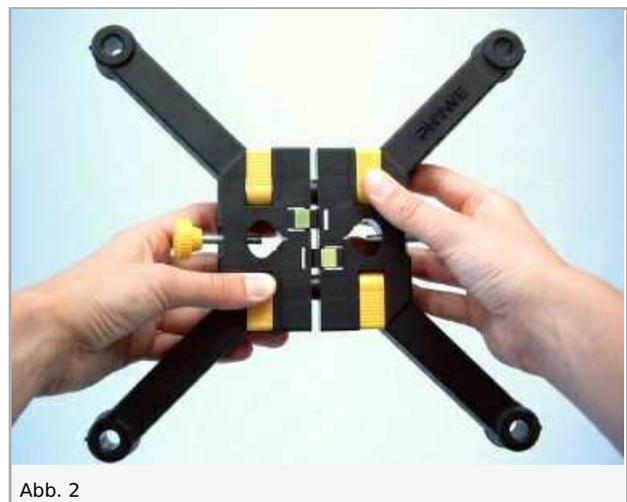
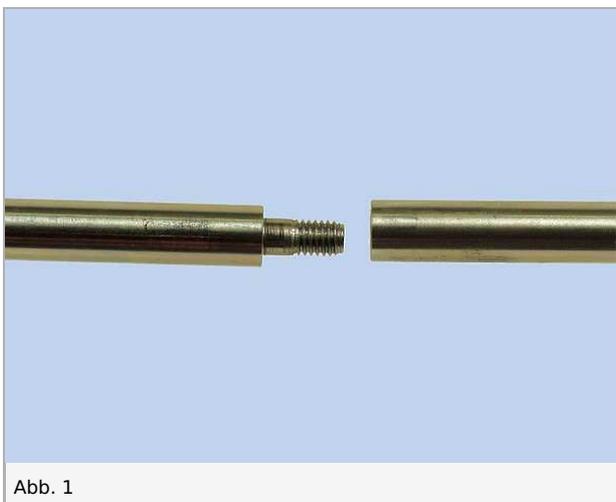
## Material und Durchführung



Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Gewichtsteller für Schlitzgewichte	02204-00	1
2	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g	02205-01	9
3	Stativfuß, variabel	02001-00	1
4	Stativstange, l=600 mm, d=10 mm, zweigeteilt, verschraubt	02035-00	1
5	Doppelmuffe	02043-00	1
6	Hebel	03960-00	1
7	Haltebolzen	03949-00	1
8	Kraftmesser, transparent, 2 N	03065-03	1

### Aufbau

Schraube zunächst die geteilte Stativstange zusammen (Abb. 1). Baue mit dem Stativfuß und der Stativstange, wie in Abb. 2 und Abb. 3 zu sehen, ein Stativ auf.



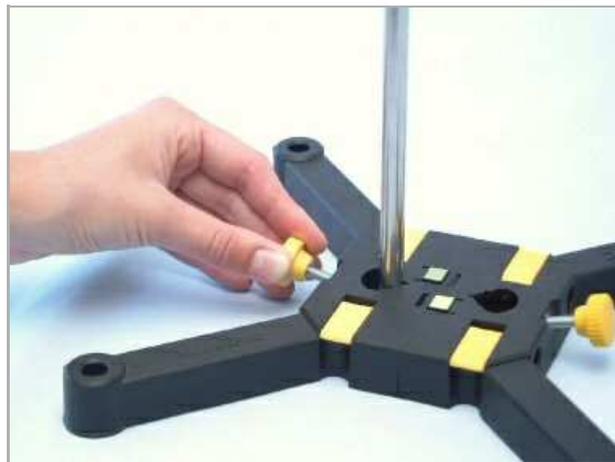


Abb. 3

Befestige die Doppelmuffe an der Stativstange.

Schiebe den Haltebolzen durch das obere Loch in der Mitte des Hebels und befestige dann den Haltebolzen in der Doppelmuffe (Abb. 4 und Abb. 5).

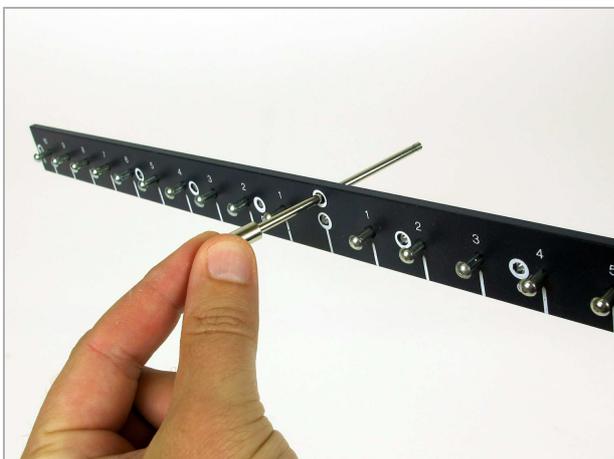


Abb. 4

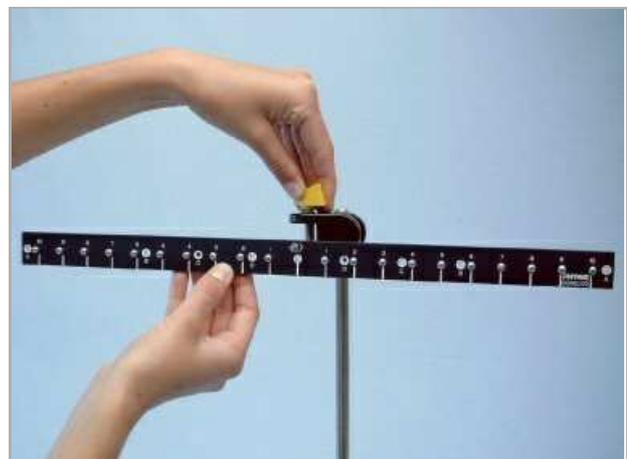


Abb. 5

Justiere den Kraftmesser vor den Messungen "über Kopf" auf Null (Abb. 6).

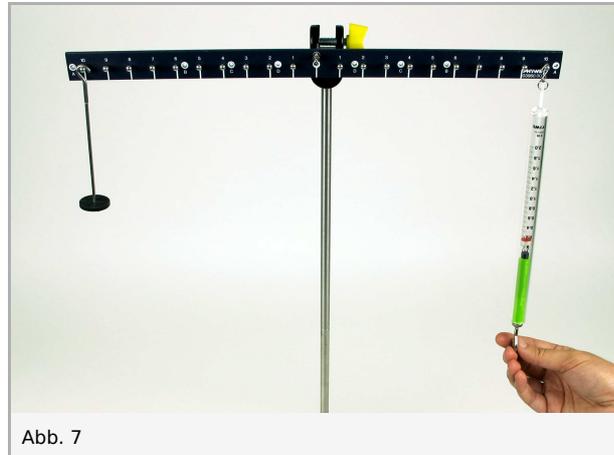


Abb. 6

## Durchführung

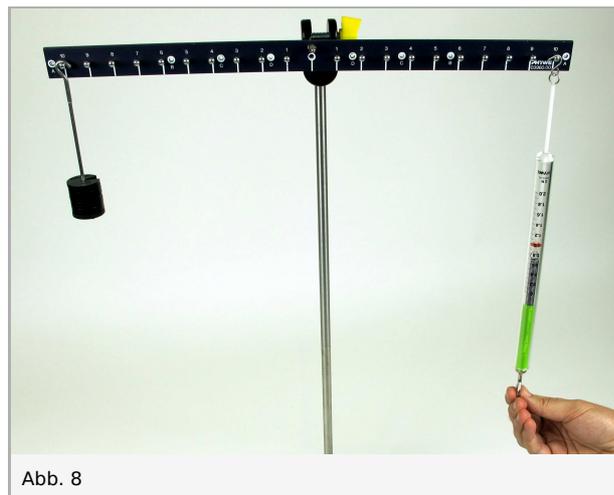
1. Hänge den Gewichtsteller und den Kraftmesser auf gegenüberliegenden Seiten an den Hebel. Achte darauf, dass beide an einer Position mit derselben Markierung hängen, zum Beispiel beide jeweils bei "10".

Ziehe den Kraftmesser so weit nach unten, bis der Hebel waagrecht ist wie in Abb. 7. Lies dann den angezeigten Wert am Kraftmesser ab.



Lege nun nacheinander immer ein weiteres Schlitzgewicht auf den Gewichtsteller auf. Lies jedes Mal wieder bei waagrechttem Hebel den Kraftmesser ab, bis du am Ende alle Gewichte aufgelegt hast wie in Abb. 8.

Beobachte, wie sich die Kraft verändert, wenn du die Gewichte auflegst.



2. Nimm jetzt den Gewichtsteller mit allen 9 aufgelegten Gewichten und hänge ihn an verschiedenen Stellen des Hebels auf (Abb. 9).

Fange bei einer Position weit außen an und versetze ihn dann schrittweise immer weiter nach innen bis du bei Position "1" ankommst. Miss dabei immer auf der anderen Seite des Hebels an Position "10" die Kraft mit dem Kraftmesser.

Beobachte, ob sich die Kraft verändert.

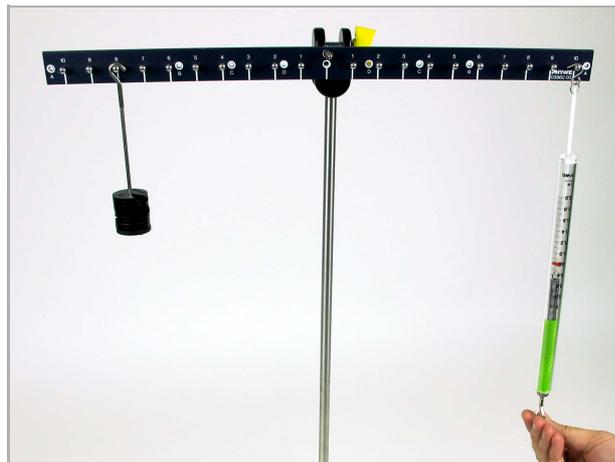


Abb. 9

3. Hänge nun den Gewichtsteller mit 3 Gewichten weiter nach innen auf Position "5" (Abb. 10).  
Miss jetzt mit dem Kraftmesser auf der anderen Seite des Hebels an verschiedenen Positionen die auf ihn wirkende Kraft.  
Beobachte, ob sich die Kraft verändert.

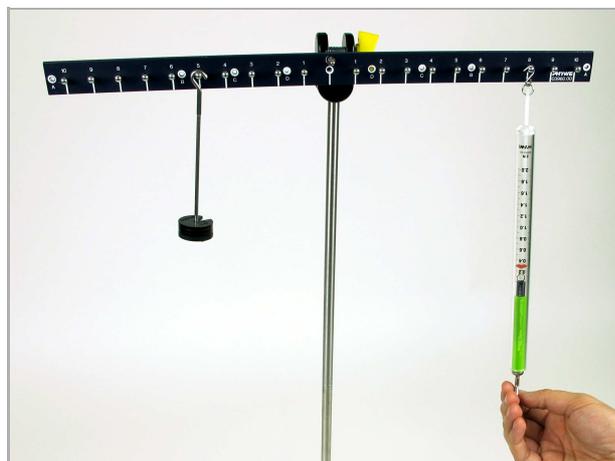


Abb. 10

## Auswertung

Der Gewichtsteller und jedes der Schlitzgewichte wiegen 10 g. Wenn du diese direkt an den Kraftmesser hängst, zeigt dir dieser für den leeren Gewichtsteller 0,1 N an. Mit jedem Schlitzgewicht erhöht sich der angezeigte Wert um 0,1 N. Im Versuch hast du nun untersucht, wie sich die Anzeige des Kraftmessers verhält, wenn du die Gewichte mithilfe des zweiseitigen Hebels hältst.

Gehe in das Protokoll und beantworte dort die Fragen zu dem Versuch.

## Versuch (mit Tablet)

### Einführung

Vom Spielplatz kennst du sicher eine Wippe. Dabei ist dir bestimmt schon aufgefallen, dass es einen Unterschied macht, wo ihr auf der Wippe sitzt.

Sitzt du ganz hinten, geht deine Seite der Wippe schnell wieder nach unten. Sitzt du weiter vorne, bleibst du länger in der Luft.

Eure Sitzpositionen bestimmen also, in welche Richtung die Wippe leichter kippt.



Wippe auf dem Spielplatz

### Anwendung

Im Alltag begegnen dir häufig zweiseitige Hebel, nämlich meistens dann, wenn du bestimmte Dinge mit weniger Kraft tun möchtest:

- Die Schere: Durch ihren langen Griff kannst du leichter durch Papier oder andere Materialien schneiden.
- Die Zange: Damit kannst du leicht dicken Draht zerteilen oder Schrauben lösen.
- Eine Schranke im Wald: Diese hat auf einer Seite Gegengewichte, damit man die schweren Balken leichter anheben und absenken kann.

## Aufgabe

In früheren Versuchen hast du bereits gelernt, dass der Kraftmesser eine Kraft von 1 N (= 1 Newton) anzeigt, wenn du damit eine Masse von 100 g direkt anhebst.

In diesem Versuch willst du nun überprüfen, mit welcher Kraft du am Hebel ziehen musst, damit dieser waagrecht ist, wenn eine Masse auf der anderen Seite des Hebels hängt.

Außerdem willst du die Veränderung der Kraft untersuchen, wenn du die angehängte Masse änderst oder sie an andere Positionen des Hebels hängst.



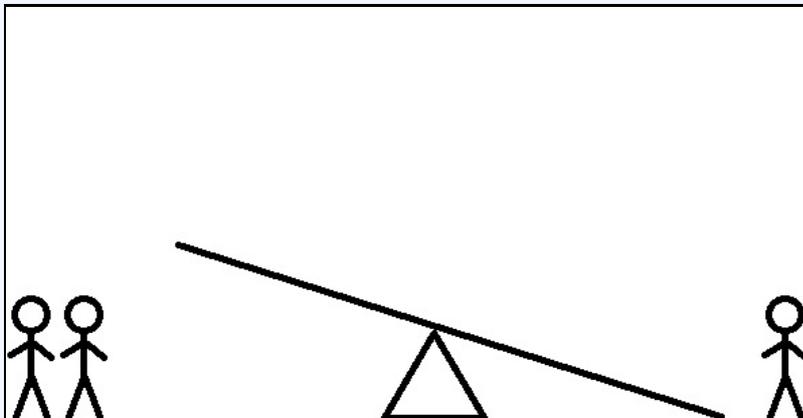
Versuchsaufbau

## Vermutung

**Kannst du alleine auf einer Seite der Wippe am Boden sitzen, wenn zwei deiner Mitschüler auf der anderen Seite der Wippe sind?**

### Eingangsfrage

Links sind deine beiden Mitschüler, rechts bist du. Ihr seid alle ungefähr gleich schwer. Wohin setzt du dich und wo müssen deine Mitschüler sitzen?



## Material und Durchführung



Position	Material	Bestellnr.	Menge
1	Gewichtsteller für Schlitzgewichte	02204-00	1
2	Schlitzgewicht, schwarzlackiert, 10 g	02205-01	9
3	Stativfuß, variabel	02001-00	1
4	Stativstange, l=600 mm, d=10 mm, zweigeteilt, verschraubt	02035-00	1
5	Doppelmuffe	02043-00	1
6	Hebel	03960-00	1
7	Haltebolzen	03949-00	1
8	Angelschnur, auf Röllchen, d=0,7 mm, 20 m	02089-00	1
9	Cobra4 Wireless/USB-Link	12601-09	1
10	Cobra4 Sensor-Unit Force, Kraft $\pm 10$ N	12646-00	1
11	Apple iPad		1
12	PHYWE measure App		1

### Aufbau

Schraube zunächst die geteilte Stativstange zusammen (Abb. 1). Baue mit dem Stativfuß und der Stativstange wie in Abb. 2 und Abb. 3 zu sehen ein Stativ auf.



Abb. 1

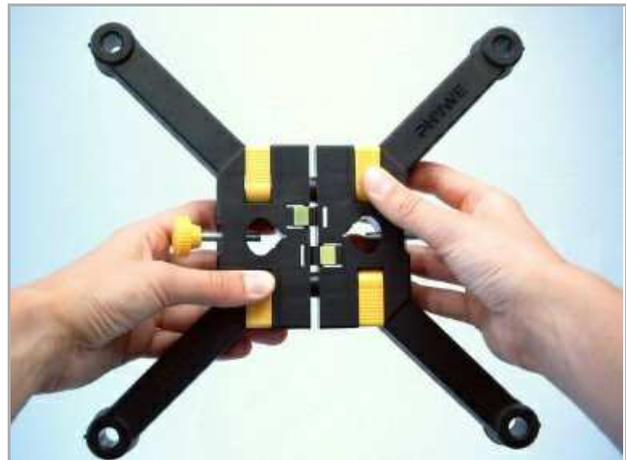


Abb. 2

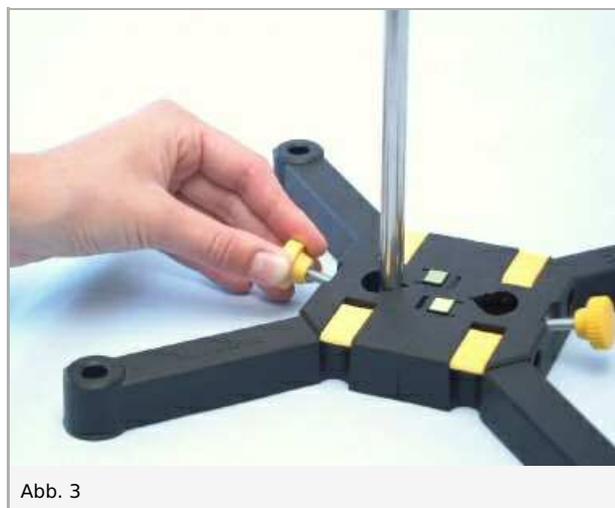


Abb. 3

Befestige die Doppelmuffe an der Stativstange.

Schiebe den Haltebolzen durch das obere Loch in der Mitte des Hebels und befestige dann den Haltebolzen in der Doppelmuffe (Abb. 4 und Abb. 5).

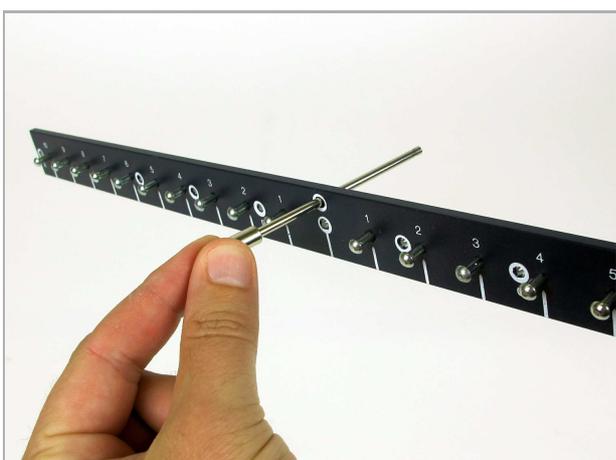


Abb. 4

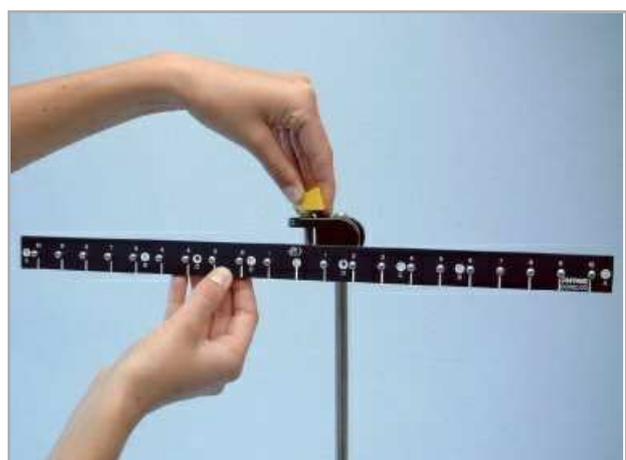


Abb. 5

### Durchführung

Stecke den "Wireless/USB-Link" und den Sensor zusammen und schalte das Gerät ein.

Verbinde dein Tablet mit dem "Wireless/USB-Link" und öffne die "measure" App .

Wähle den angeschlossenen Sensor aus.

Halte den Kraftmesser mit dem Haken nach oben und wähle "Auf Null setzen".

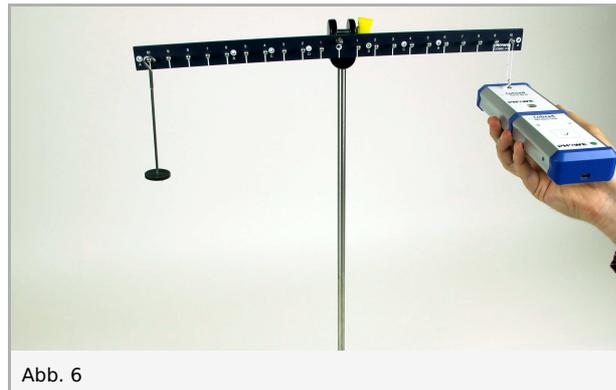
Gehe in das Diagramm-Fenster.

Stelle "Messung auf Tastendruck" ein.

Um den Kraftmesser "Sensor-Unit Force" mit seinem Haken an dem Hebel zu befestigen, musst du aus der Schnur eine kleine Schlaufe knoten und diese an die Stifte des Hebels hängen.

1. Hänge den Gewichtsteller und den Kraftmesser auf gegenüberliegenden Seiten an den Hebel. Achte darauf, dass beide an einer Position mit derselben Markierung hängen, zum Beispiel beide jeweils bei "10".

Ziehe den Kraftmesser so weit nach unten, bis der Hebel waagrecht ist wie in Abb. 6. Nimm jetzt einen Messpunkt auf.



Lege nun nacheinander immer ein weiteres Schlitzgewicht auf den Gewichtsteller auf. Nimm jedes Mal bei waagrechtem Hebel einen Messpunkt auf, bis du am Ende alle Gewichte aufgelegt hast wie in Abb. 7.

Beobachte, wie sich die Kraft verändert, wenn du die Gewichte auflegst.

Stoppe dann die Messung.



2. Nimm jetzt den Gewichtsteller mit allen 9 aufgelegten Gewichten und hänge ihn an verschiedenen Stellen des Hebels auf.

Fange bei einer Position weit außen an und versetze ihn dann schrittweise immer weiter nach innen bis du bei Position "1" ankommst. Miss dabei immer auf der anderen Seite des Hebels an Position "10" die Kraft mit dem Kraftmesser.

Nimm jedes Mal einen Messpunkt auf und beobachte, ob sich die Kraft verändert.

Stoppe dann die Messung.



Abb. 8

3. Hänge nun den Gewichtsteller mit 3 Gewichten weiter nach innen auf Position "5".

Miss jetzt mit dem Kraftmesser auf der anderen Seite des Hebels an verschiedenen Positionen die auf ihn wirkende Kraft.

Nimm jedes Mal einen Messpunkt auf und beobachte, ob sich die Kraft verändert.

Stoppe dann die Messung.

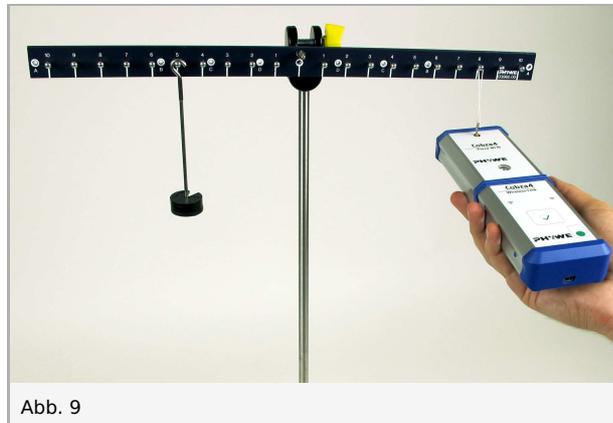


Abb. 9

## Auswertung

Der Gewichtsteller und jedes der Schlitzgewichte wiegen 10 g. Wenn du diese direkt an den Kraftmesser hängst, zeigt dir dieser für den leeren Gewichtsteller 0,1 N an. Mit jedem Schlitzgewicht erhöht sich der angezeigte Wert um 0,1 N.

Im Versuch hast du nun untersucht, wie sich die Anzeige des Kraftmessers verhält, wenn du die Gewichte mithilfe des zweiseitigen Hebels hältst.

Gehe in das Protokoll und beantworte dort die Fragen zu dem Versuch.

## Protokoll: Kraft sparen am zweiseitigen Hebel

### Beobachtung - Frage 1

Du hast verschiedene Schlitzgewichte auf den Gewichtsteller gelegt. Der Gewichtsteller und der Kraftmesser waren dabei an zwei gleichen Positionen.

Ändert sich beim Auflegen der Gewichte die Anzeige des Kraftmessers? Falls ja, was war die Ursache für diese Veränderung?

Gewichtsteller und Kraftmesser befinden sich in demselben Abstand zur Drehachse. Die gemessene Kraft ist gleich der Gewichtskraft der angehängten Masse (Gewichtsteller + Schlitzgewichte). Die gemessene Kraft entspricht also derselben Kraft, die man auch beim direkten Anheben der Masse ermitteln würde.

.....

### Beobachtung - Frage 2

Je mehr Schlitzgewichte auf den Gewichtsteller aufgelegt werden, desto ..... größer, höher ..... ist die angezeigte Kraft.

Die Veränderung der Kraft ist für jedes weitere Gewicht ..... gleich, gleich groß .....

### Beobachtung - Frage 3

Du hast den Gewichtsteller mit der gleichen Anzahl an Gewichten an verschiedene Positionen des Hebels gehängt. Mit dem Kraftmesser hast du dabei immer an derselben Stelle die Kraft gemessen.

Ändert sich dabei die angezeigte Kraft?

- ja  
 nein

### Beobachtung - Frage 4

Wie ändert sich die angezeigte Kraft, wenn die Masse näher bei der Mitte des Hebels hängt?

- Die Kraft wird kleiner.  
 Die Kraft wird größer.  
 Die Kraft ändert sich nicht.

### Beobachtung - Frage 5

Du hast den Gewichtsteller an einer Position aufgehängt und an verschiedenen Stellen des Hebels die Kraft gemessen.

Je weiter außen du die Kraft misst, desto ...

- größer ist die angezeigte Kraft.
- kleiner ist die angezeigte Kraft.

### Auswertung - Frage 6

Wie lässt sich mit dem zweiseitigen Hebel Kraft sparen? Zwei Antworten sind richtig!

- wenn die Masse weit außen hängt
- wenn die Masse nah zur Mitte hängt
- wenn man den Hebel weit außen hält
- wenn man den Hebel nah zur Mitte hält

### Auswertung - Frage 7

Wieso spricht man bei dem Hebel in diesem Versuch von einem "zweiseitigen" Hebel?

Der Hebel ist in der Mitte aufgehängt und auf beiden Seiten des Hebels wirkt jeweils eine Kraft.

Auf der einen Seite die Gewichtskraft der Masse und auf der anderen Seite die Kraft, um den Kraftmesser zu halten.

.....

### Auswertung - Frage 8

Welchen Vorteil hast du, wenn du zum Heben einer Masse den zweiseitigen Hebel verwendest?

Mit dem zweiseitigen Hebel kann man zum Heben von Massen Kraft sparen, wenn man die Masse nah an der Drehachse des Hebels aufhängt und auf der anderen Seite des Hebels weit außen zieht.

.....

## Auswertung - Frage 9

Nenne Gegenstände oder Geräte, die du aus deinem Alltag kennst, bei denen man über einen zweiseitigen Hebel Kraft spart.

- ..... Schere .....
- ..... Zange .....
- ..... Schranke .....
- ..... Wippe .....
- ..... Katapult .....
- ..... Ruder .....
- ..... Balkenwaage .....
- ..... Spaten .....
- ..... Schaufel .....
- ..... Brechstange .....

## Wiederholung Eingangsfrage

**Kannst du alleine auf einer Seite der Wippe am Boden sitzen, wenn zwei deiner Mitschüler auf der anderen Seite der Wippe sind?**

Links sind deine beiden Mitschüler, rechts bist du. Ihr seid alle ungefähr gleich schwer.  
Wohin setzt du dich und wo müssen deine Mitschüler sitzen?

