

# Experimente-Kartei: Statische Mechanik

von Peter Gebhardt-Seele, Mai 1998



## I. Schwerkraft

übersetzt, etwas verändert und gestaltet von Thomas Helmle, 74535 Mainhardt, Juni 2004

# Experimente-Kartei: Statische Mechanik

von Peter Gebhardt-Seele, Mai 1998



## I. Schwerkraft - Erklärungen

# Schwerkraft spüren

## *Materialien:*

Einige beschriftete Gewichte, z.B. 100 g, 200 g, 500 g, 1000 g

## *Arbeitsauftrag:*

Lege jeweils ein Gewicht auf deine Handfläche.

Lasse es dort eine Weile ruhen.

Was spürst du?

Bemerkst du Unterschiede zwischen den verschiedenen Gewichten?

## *Fragen:*

Was denkst du, geschieht mit den Massen?

Welche Kraft wirkt hier?

# Schwerkraft spüren

## *Beobachtung:*

Die Gewichte drücken die Hand nach unten; sie üben eine Kraft auf die Hand aus.

Die Gewichte mit mehr Masse, die größeren Gewichte üben eine stärkere Kraft aus.

## *Erklärung:*

Die Masse des Gewichtes wird von der Schwerkraft nach unten gezogen. Die Schwerkraft ergibt sich aus der Masse der Erde, die die Masse des Gewichts anzieht. Die Schwerkraft hängt direkt mit der Masse zusammen, so dass die Kraft größer wird, wenn die Masse zunimmt. Sie wäre also noch größer, wenn die Masse des Planeten, auf dem wir stehen, noch größer wäre.

Auf dem Jupiter würde das gleiche Gewicht eine 300mal größere Kraft auf deine Hand ausüben; es wäre 300mal so schwer. Auf dem Mond, der nur 1/6 der Erdmasse hat, wäre das Gewicht nur 1/6 mal so schwer; die Schwerkraft wäre nur 1/6; sein Gewicht wäre 1/6.

# Die Mond-Reise

## Materialien:

Gewichte mit 100 g und 500 g, ein kleiner passender Behälter.

## Arbeitsauftrag:

Ein Kind streckt seine Hand aus. Lege die 600 Gramm in seine Hand. Es wird bemerken, dass die Kraft seine Hand nach unten drückt. Das Kind soll die Augen schließen (und geschlossen halten, nicht mogeln!). Erzähle die folgende Geschichte: „Du befindest dich in einem Raumschiff, das bereit ist um zum Mond zu fliegen. Du hörst: Das Raumschiff ist gestartet. Du spürst, wie es abhebt und in den Weltraum fliegt. Du fühlst die 600 Gramm, die in deiner Hand ruhen. Wenn sich das Raumschiff immer weiter von der Erde entfernt, werden die 600 Gramm immer weniger angezogen.“ (Hebe die Gewichte sehr langsam an, so dass sie leichter werden - bis zu dem Punkt, wo du sie ganz weggenommen hast.) „Und du kommst auf deinem Weg von der Erde zum Mond an einen Punkt, wo die Gewichte überhaupt keine Anziehung mehr haben - du spürst kein Gewicht mehr.



Jetzt näherst du dich dem Mond, der weniger Masse und deshalb auch weniger Anziehungskraft hat. Aber trotzdem wirst du das Gewicht dieser 600 Gramm auf deinen Handflächen ein wenig spüren.“ (Nimm nur das 100g - Gewicht und lege es sehr langsam in die Hand zurück - bis es alleine auf der Handfläche liegt.) „Die 600 Gramm sind immer noch in deiner Hand. Fühlen sie sich noch schwer an?

Wenn du dich auf dem Mond umgesehen und vergnügt hast, kehrst du wieder zu deinem Raumschiff zurück - immer noch mit den 600 Gramm in deiner Hand und du hebst wieder in den Weltraum ab. Wenn du den Mond verlässt, wird die Anziehung immer weniger und die 600 Gramm in deiner Hand werden immer leichter.“ (Hebe das 100g - Gewicht langsam an, bis es die Hand nicht mehr berührt.) „Jetzt näherst du dich der Erde und die Erde beginnt das Gewicht in deiner Hand anzuziehen.“ (Lege die ganzen 600 Gramm wieder zurück in die Hand.) „Du kommst zur Erde zurück und jetzt ist das Raumschiff gelandet. Öffne deine Augen. Hier sind die 600 Gramm, die du zum Mond und zurück mitgenommen hast!“ (Bei der Annäherung an den Mond, als die 600g durch 100g ersetzt waren, müssen die Kinder mit offenen Augen dem Kind mit geschlossenen Augen versichern, dass sich immer noch die vollen 600g in seiner Handfläche befinden.)

# Massen vergleichen

## *Materialien:*

Waage, zwei kleine Gefäße (etwa 100 ml), verschiedene Materialien, zum Beispiel Salz, Sand, Kies, Eisenkugeln, Bleikugeln, Sägemehl

## *Arbeitsauftrag:*

Stelle die zwei kleinen Gefäße auf die beiden Waagschalen und fülle sie mit verschiedenen Materialien.

Vergleiche die beiden Massen in den Gefäßen, indem du beobachtest, welche Masse durch die Schwerkraft stärker angezogen wird.

## *Fragen:*

Welche Materialien haben das kleinste, welche das größte Gewicht?

Welche liegen in der Mitte?

# Massen vergleichen

## *Beobachtung:*

Das Gefäß mit dem Sägemehl hat die kleinste Masse, das Gefäß mit den Bleikugeln die größte. Die Materialien dazwischen haben diese Reihenfolge: Salz, Sand, Kies, Eisen.

## *Erklärung:*

Für unterschiedliche Materialien kann die gleiche Menge (ein Gefäß voll) unterschiedliche Werte für die Masse annehmen.

# Massen messen

## *Materialien:*

Waage, Gewichtssatz, ein kleines Gefäß, verschiedene Materialien, zum Beispiel Salz, Sand, Kies, Eisenkugeln, Bleikugeln, Sägemehl

## *Arbeitsaufträge:*

1. Stelle das kleine Gefäß mit einem der Materialien auf eine Waagschale und lege genügend Gewichte in die andere Waagschale damit ein Gleichgewicht der Massen entsteht.
2. Hole andere Gegenstände aus dem Klassenzimmer und miss deren Massen in der gleichen Art und Weise.

# Massen messen

## *Erklärung:*

Wir messen die Masse eines Gegenstandes, indem wir sein Gewicht, seine Schwerkraft auf einer Waage messen.

Wir messen die Masse eines Gegenstandes in Gramm (g).

Von den Gewichten kann man sie ablesen.

# Schwerkraft messen

## Materialien:

Gewichtssatz mit zusätzlichen 100 g-Gewichten, Federwaage mit höchstens 5 N (Newton), Ständer, 2 g-Unterlegscheiben oder Muttern

## Arbeitsaufträge:

1. Hänge das 100 g-Gewicht an den Ständer und miss die Schwerkraft.
2. Hänge ein anderes 100 g-Gewicht an den Ständer und miss die Schwerkraft, usw.  
Miss auch die anderen Gewichte.
3. Schreibe deine Messungen in Form einer Liste auf:

m (=Masse) in (g)	F (= Kraft) in (N)
100 g	1 N
200 g	...

## Frage:

Bemerkst du einen Zusammenhang zwischen Masse und Schwerkraft?

# Schwerkraft messen

## Beobachtung:

Wenn die Masse die doppelte ist, ist auch die Schwerkraft doppelt so groß. Wenn die Masse den dreifachen Wert annimmt, verdreifacht sich auch die Schwerkraft.

## Erklärung:

Wir sagen: *Die Masse und die Schwerkraft sind zueinander proportional.*

Wenn unsere Waage sehr genau wäre, würden wir herausfinden, dass man auf der Erde 102 g benötigt, um mit einer Kraft von 1 N zu ziehen. Auf dem Mond bräuchten wir viel mehr (wie viel?).

Du kannst 102 g - Gewichte machen, indem du eine 2 g-Unterlegscheibe zu einem 100 g-Gewicht dazu tust. Dann sollte die Federwaage 1 N zeigen.

# Kraft messen

## Materialien:

Gummiband, Magnet, Gegenstand aus Eisen, S-Haken, Federwaage mit höchstens 5 N (Newton), Ständer

## Arbeitsaufträge:

1. Ergreife die Hand einer anderen Person, ziehe vorsichtig. Was spürst du?
2. Ziehe an dem Gummiband. Was spürst du?
3. Halte den Gegenstand aus Eisen an den Magneten - aber gerade so, dass sie sich **nicht** berühren. Was spürst du?
4. Ziehe die Federwaage so weit, dass sie 1 Newton zeigt. Was spürst du?
5. Ziehe die Federwaage so weit, dass sie 2, 3, 4, 5 Newton zeigt. Was spürst du?
6. Hänge die Federwaage an den Ständer. Hänge das Gummiband an die Federwaage. Dehne es und befestige es am unteren Haken. Lies auf der Skala. Wie viel Kraft übt das Gummiband aus?
7. Dehne das Gummiband stärker. Lies auf der Skala. Wie viel Kraft übt das Gummiband jetzt aus?
8. Hänge den Gegenstand aus Eisen an die Federwaage. Ziehe ihn mit dem Magneten, bis er sich ablöst. Lies die Skala in dem Moment ab. Wie viel Kraft übt der Magnet aus?

## Frage:

Was beobachtest du? Welche Dinge üben eine Kraft aus?

# Kraft messen

## Beobachtungen:

Die ziehende Hand, das Gummiband und der Magnet üben eine Kraft aus.

Die Kraft des Gummibandes ist umso stärker, je stärker es gedehnt wird.

## Erklärung:

Wir messen Kraft mit einer Federwaage. Die Maßeinheit heißt 1 Newton, abgekürzt 1 N (benannt nach Isaac Newton, einem englischen Mathematiker, Physiker und Philosophen, der von 1642 bis 1727 lebte).

# Schwerkraft ausrechnen

## Materialien:

Einige Gewichte, zum Beispiel 100 g, 200 g, 500 g, 1000 g, Gummiband, Magnet, Gegenstand aus Eisen, S-Haken, Federwaage mit höchstens 5 N (Newton), Ständer

## Arbeitsaufträge:

1. Berechne den Quotienten von

Kraft (gemessen in N) : Masse (gemessen in g) = ?

$$F : M = ?$$

für alle Antworten, die du auf der Karte „weiterführend 4“ gefunden hast.

2. Überprüfe deine Ergebnisse, indem du die Masse mit diesem Quotienten multiplizierst.

## Fragen:

Welche Ergebnisse bekommst du heraus?

Ist der Quotient immer gleich oder ändert er sich?

# Schwerkraft ausrechnen

## Beobachtung:

Es kommt immer heraus, dass der Quotient gleich ist (konstant). Das bedeutet, dass wir immer das gleiche Ergebnis haben: 0,00981 N/g. Dein Experiment hat immer gezeigt, dass die Schwerkraft das Produkt der Masse mit dieser Konstante ist:

$$F_G \text{ (in N)} = 0,00981 \cdot m \text{ (in g)}$$

## Erklärung:

Die Erdanziehung, die auf jedes Masse-Teilchen wirkt, ist 0,00981 N/g. Diese Zahl nennt man die **Gravitationskonstante g = 0,00981 N/g**. Diese Zahl sagt dir, was ein Gramm Masse auf der Erde wiegt. An den Polen der Erde ist diese Zahl etwas größer, am Äquator ist sie etwas kleiner - wegen den unterschiedlichen Entfernungen zum Erdmittelpunkt.

Auf dem Mond ist die Gravitationskonstante viel kleiner (etwa 1/6) - weil der Mond weniger Masse hat. Auf dem Jupiter ist sie viel, viel größer - etwa 300 mal so groß, weil der Jupiter eine viel größere Masse hat als die Erde.

## Weiterer Arbeitsauftrag:

Zeichne ein Schaubild für die Schwerkraft. Die waagrechte Achse soll die Masse in g zeigen (1 cm = 100 g), die senkrechte Achse misst die Kraft in N (1 cm = 1 N).

# Zwei Sachaufgaben

## 1. Aufgabe:

„Welche Kraft übt ein Apfel mit der Masse von 200 g auf deine Hand aus?“

„Wäre die Kraft des gleichen Apfels auf dem Mond (auf dem Jupiter) größer, gleich oder kleiner?“

## 2. Aufgabe:

„Eine Waage misst die Masse, indem sie die Masse eines Gegenstandes mit der Masse eines Standard-Gewichtes vergleicht. Wenn du ein 500 g-Brot wiegen würdest, bekämst du auf dem Mond das gleiche Ergebnis?“

„Eine Federwaage misst die Kraft. Was würde sie anzeigen, wenn du das 500 g-Brot daran hängen würdest? Würde sie auf dem Mond dasselbe Ergebnis anzeigen?“

# Zwei Sachaufgaben

## Lösungen:

### 1. Aufgabe:

1,962 N; auf dem Mond weniger (2/6 N), auf dem Jupiter mehr (589 N).

### 2. Aufgabe:

ebenfalls 500g auf dem Mond; 4,905 N; auf dem Mond weniger (0,82 N).

# Statische Mechanik – Schwerkraft

## – Übersicht –

( **E** bedeutet Erklärungsseite)

<b>weiterführend</b>	
1. Schwerkraft spüren	<b>+ E</b>
2. Die Mondreise	
3. Massen vergleichen	<b>+ E</b>
4. Massen messen	<b>+ E</b>
5. Schwerkraft messen	<b>+ E</b>
6. Kraft messen	<b>+ E</b>
<b>Messen und Rechnen</b>	
1. Schwerkraft ausrechnen	<b>+ E</b>
2. Zwei Sachaufgaben	<b>+ E</b>