

Lösungsheft zur Mechanik

I. Vorwort der Autoren

Dieses Arbeitsheft behandelt eine Reihe von Experimenten aus der Mechanik. Insbesondere die Themen werden erläutert, die auch in den Experimenten vertieft werden sollen.

Dieses Arbeitsheft bildet eine Einheit mit dem entsprechenden pädagogischen Koffer. Diese beiden Bestandteile ermöglichen dem Schüler in weitgehender Selbstständigkeit die experimentellen Phasen vorzubereiten, durchzuführen und auch nachzubereiten. Wir hoffen, dass dieses Schülerarbeitsheft einen kleinen Beitrag zu einem forschend-entwickelnden und handlungsorientierten Unterricht geben kann.

1. Die Themen

Die Bewegung eines Objektes

Mechanische Einwirkungen und Kräfte

Eigenschaften und eine modellhafte Darstellung einer Kraft

Eine Kraft, die durch eine Flüssigkeit ausgeübt wird: Hydrostatischer Auftrieb.

Gleichgewicht eines Festkörpers, der zwei Kräften unterworfen ist.

Masse und Gewicht von Körpern

Bestandteile des Mechanikkoffers 2002710

- 1 Festkörper aus Stahl mit Haken.
- 1 Festkörper aus Stahl ohne Haken
- 1 Bindfaden
- 2 Achsen auf Magnet
- 2 Federn
- 1 Kasten mit Gewichten und Haken
- 1 Satz mit 3 Federwaagen (2 x 1N, 1 x 2 N).
- 2 magnetische Halter für Kraftmesser.
- 1 graduiertes Messglas
- 2 Massestücke (mit geringem Gewicht)

Notwendiges Zusatzmaterial: Metalltafel

2. Bewegung eines Objekts

Experimentaluntersuchung. Ich verwende den Mechanikkoffer...

Ich brauche:

- 1. Festkörper aus Stahl mit Haken
- 2. Festkörper aus Stahl
- 3. Faden mit 2 Schleifen

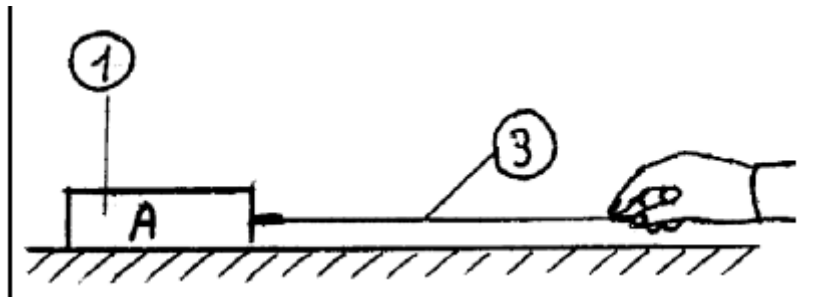


Fig 1

Tisch

Ich führe den Versuch durch:

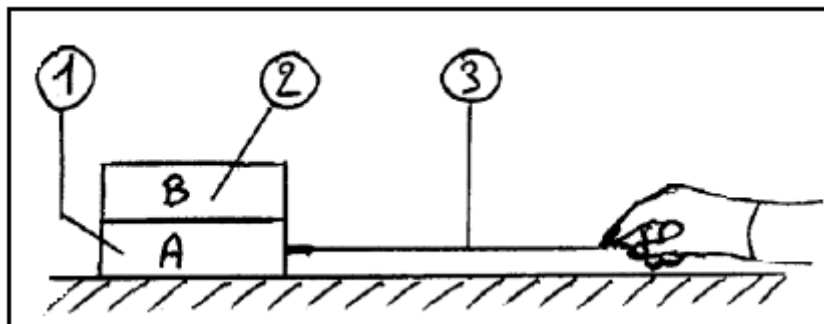


Fig 2

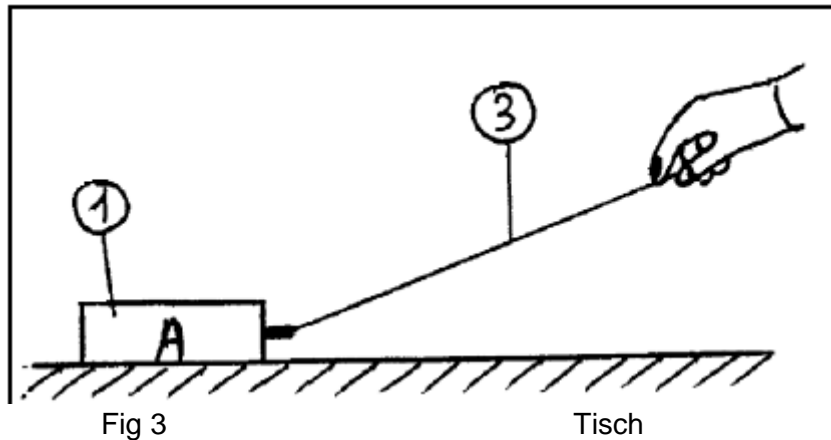
Tisch

- 1) Ich vollziehe den Aufbau nach Fig 1
- 2) Ich halte den Faden zwischen Daumen und Zeigefinger, dann ziehe ich am Festkörper, der mit einem Haken ausgestattet ist (Festkörper A) nach rechts, parallel zum Tisch (siehe Fig1).
Ich stelle fest, dass der **Körper A in Bewegung** zum Tisch ist
- 3) Jetzt führe ich den Versuchsaufbau nach Fig 2 durch: Der Körper B wird auf den Körper A gelegt.
- 4) Ich halte den Faden zwischen Daumen und Zeigefinger und verschiebe die Körper A und B nach rechts, parallel zum Tisch (siehe Fig 2).

Ich untersuche das Verhalten des Körpers A im Verhältnis zum Körper B.

Ich stelle fest, dass der Körper A. **unbeweglich** im Verhältnis zum Körper B steht. Ich suche jetzt ein Beispiel aus dem Alltag, welches das gleiche Phänomen genauer beschreibt:....**In einem Fahrzeug ,welches in Bewegung ist, sind die Mitfahrer selbst nicht in Bewegung.**

Bemerkung: Um einen Körper A zu verschieben, habe ich eine Kraft ausgeübt. Diese Kraft hat eine horizontale Richtung



- 5) Ich realisiere den Aufbau nach Fig 3
- 6) Ich über auf den Körper A eine Kraft mit der **schrägen** Richtung aus. Ich stelle fest, dass die Verschiebung eine **horizontale** Richtung beibehält.
- 7) Nun räume ich sorgfältig die Arbeitsmaterialien weg.

Merksätze:

- Der Begriff der Bewegung ist relativ: das gleiche Objekt kann in Beziehung zu einem ersten Objekt in Bewegung sein; es ist aber bewegungslos in Beziehung zu einem zweiten Objekt.
- Kraft und Verschiebung haben nicht unbedingt die gleiche Richtung

II. Mechanische Aktionen und Kräfte

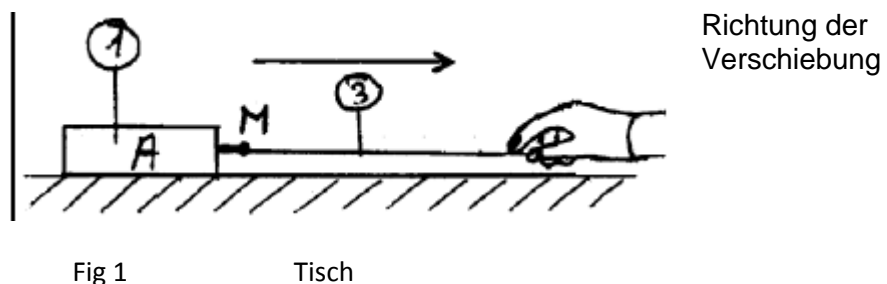
Experimentaluntersuchung: Ich verwende den Mechanischen Koffer

Ich brauche:

1. Festkörper aus Stahl mit Haken
2. Faden mit 2 Schlingen
3. 2 Achsen auf einem Magneten
4. 2 Federn
5. Kasten mit Gewichten, an denen Haken angebracht sind.
6. Federwaage 1N
7. Federwaage 2 N

- Notwendiges Zusatzmaterial: Metalltafel

Der Versuch:



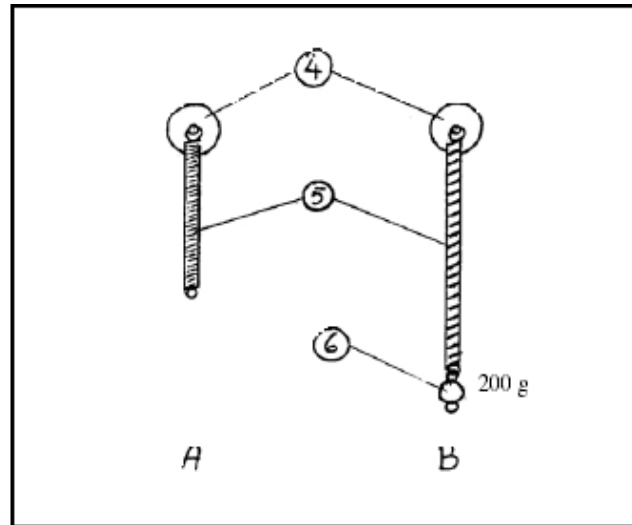


Fig 2.

- 1) Ich baue den Versuch nach Fig 1 auf.
- 2) Ich ziehe den Körper A nach rechts, parallel zum Tisch; diese Bewegung führt zu **einer Verschiebung** des Körpers. Der Körper ist anfänglich **im Ruhezustand** und dann ist er **in Bewegung**
- 3) Ich mache den Aufbau nach Fig 2.
- 4) Ich befestige eine Masse von 200g am Ende der Feder (Fig 2-B-); unter der Wirkung, die durch die Masse hervorgerufen wird, wurde die Feder **verformt**.

Schlussfolgerung: Eine Aktion, die auf ein Objekt ausgeübt wird kann dieses in seiner Bewegung verändern oder es sogar in der Form verändern.

Nun versuche ich ein Beispiel aus dem Alltag zu finden das darstellt, wie ein Körper, der in Bewegung ist, durch eine Aktion in eine Ruhelage gebracht wird.

Ein Fahrzeug unter Bremswirkung

Ich untersuche erneut den Versuchsaufbau nach Fig1

Die Aktion, die auf einen Festkörper ausgeübt wird hat eine **horizontale Richtung**

Die Richtung wird nach **rechts verändert**

Der Angriffspunkt ist **M**

Diese mechanische Aktion ist eine Kraft

- 5) Ich baue den Versuch nach Fig 3 auf.

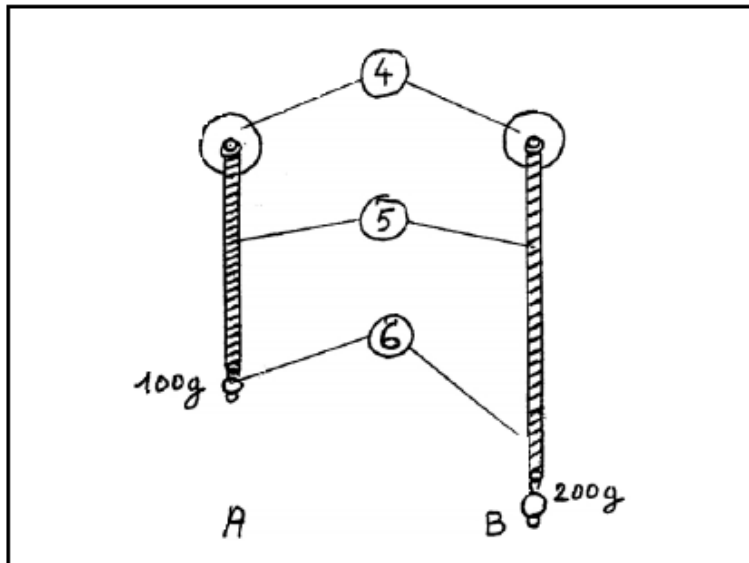


Fig 3.

Ich stelle fest, dass die Feder der Fig 3-A- einer **kleineren Veränderung** unterworfen wird als die Feder von Fig 3-B-.

Die Wirkung, die durch die ausgeübte Kraft der Masse 200g produziert wird ist **größer** als der ausgeübte Effekt der angewendeten Kraft durch die Masse von 100g.

Diese Wirkung oder dieser Effekt wird auch Intensität der Kraft bezeichnet.

Dies wird in Newton ausgedrückt. Symbol: N.

Man misst die Einheit Newton mit einem **Kraftmesser**.

- 6) Ich messe die Intensität der Kräfte, die durch die Massen von 100 und 200g ausgeübt werden, indem ich einen Versuchsaufbau nach Fig 4 durchführe (ich verwende nacheinander die Kraftmesser 1N dann 2N).

Die Kraft, die durch die Masse von 100g ausgeübt wird entspricht **1 N**.

Die Kraft, die durch die Masse von 200g ausgeübt wird entspricht **2 N**

- 7) Ich räume nun mein Material vollständig und sorgsam weg.

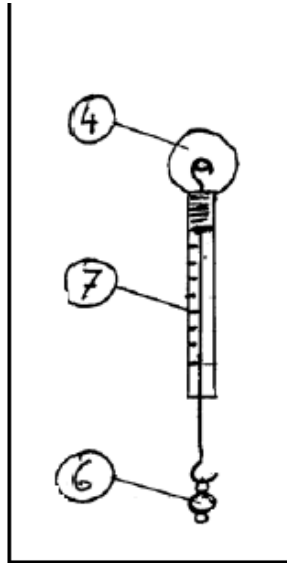


Fig 4.

Merksätze:

Eine Kraft kann die Bewegung eines Objektes verändern bzw. sie kann das Objekt in der Form verändern.

Die Intensität einer Kraft wird in Newton ausgedrückt. Symbol: N

III. Eigenschaften und die modellhafte Darstellung einer Kraft

Experimentaluntersuchung. Ich brauche den mechanischen Koffer.

Für diesen Versuch benötige ich:

- 4. Achse auf Magnet
- 5. Feder
- 6. Federwaage 2N
- 7. Magnetisches Gestell für Kraftmesser

➤ Notwendiges zusätzliches Material: Magnettafel

Der Versuch (Wie gehe ich vor?):

- 1) Ich baue den Versuch nach Fig1 auf.
- 2) Ich gehe so vor, dass die Federwaage 1,5N anzeigt. Die Feder übt eine **Kraft** auf die Achse aus, die auf der linken Seite der Fig1 liegt.

Die Eigenschaften dieser Kraft sind:

Die Ablenkung, die Richtung, der Angriffspunkt die Intensität

- Die Ablenkung : **horizontal**
- Richtung: **von links nach rechts**
- Angriffspunkt: **A**
- Intensität: **1,5.N**

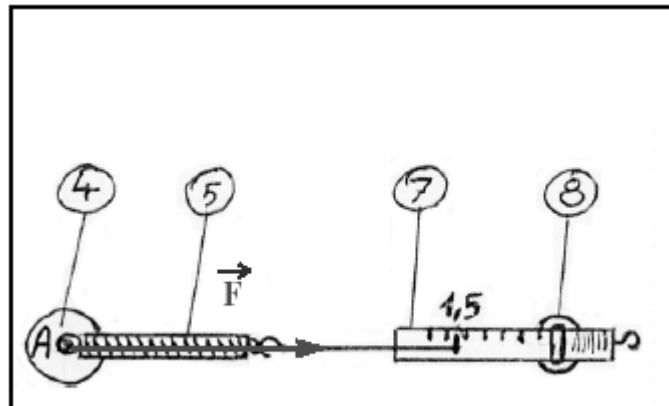
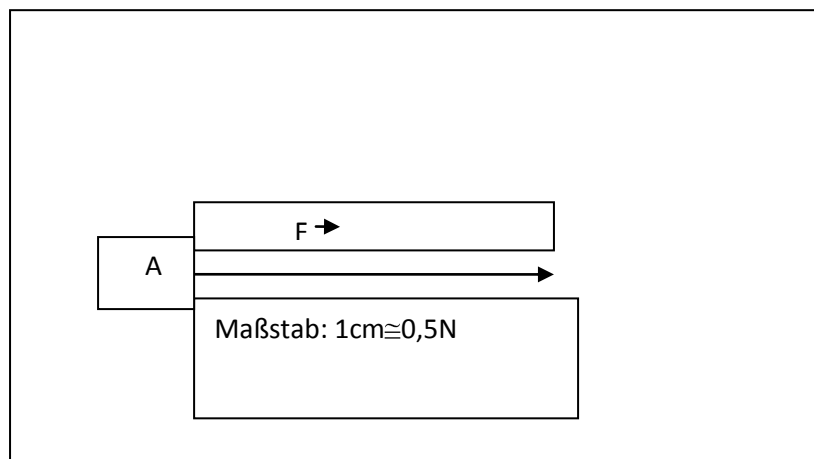


Fig 1.



3. Ich stelle auf der Fig 2 diese Kraft durch einen Vektor dar



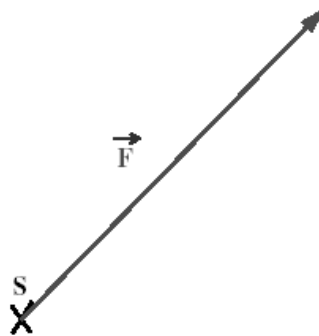
(Bemerkung: Der Vektor hat die gleiche Ablenkung und die gleiche Richtung wie die Kraft. Seine Länge verhält sich proportional zur Größe der Kraft. Der Ursprung des Vektors ist der Angriffspunkt der Kraft.)

Der Vektor kann als \vec{F} notiert werden.

- 4) Ich stelle auf der Fig1 die Kraft als \vec{F} dar.
- 5) Die durch die Feder ausgeübte Kraft auf die Achse kann als $F/5/4$ notiert werden. (dies liest sich als: "ausgeübte Kraft durch das Objekt 5 auf das Objekt 4")
- 6) Ich vervollständige nun die nachfolgende Tabelle durch die Eigenschaften dieser Kraft.

Kraft	Angriffspunkt	Ablenkung	Richtung	Intensität
 F f/4	A	horizontal		1,5 N

Ich zeichne eine Kraft F mit der Stärke 3N , die einen Winkel von 45° mit der Horizontalen bildet und die nach oben rechts gerichtet ist. Diese hat einen Angriffspunkt S . Maßstab: $1\text{cm} \equiv 0,5\text{n}$



7) Nun räume ich sorgfältig das benutzte Material weg.

Merksätze:

Die Eigenschaften einer Kraft sind:

Der Angriffspunkt

Ablenkung

Richtung

Intensität

Eine Kraft kann durch einen Vektor dargestellt werden

IV. Eine Kraft, die durch eine Flüssigkeit ausgeübt wird: Der Hydrostatische Auftrieb

Ich benötige für den Versuch:

Körper aus Stahl mit Haken

Faden mit 2 Schleifen

Achse auf Magnet

Federwaage 1N

Hohes Becherglas

➤ Notwendiges Zusatzmaterial: Metallische Tafel

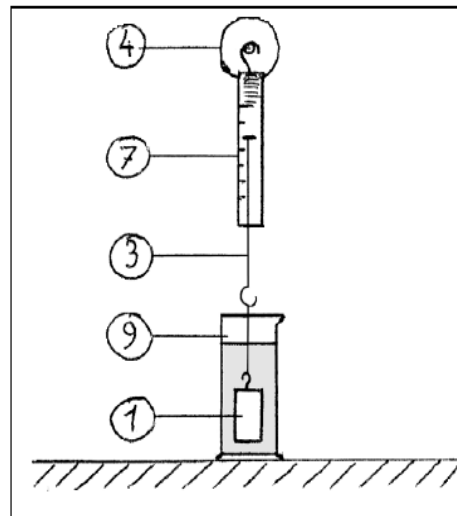


Fig 1.

- 1) Ich baue den Versuch nach Fig1 auf.
- 2) Ich befestige am Ende des Fadens den Körper aus Stahl mit Haken
Der Körper übt eine Kraft mit der Stärke $F_1 = 0,95\text{N}$ aus.
- 3) Ich fülle das Becherglas zu $\frac{3}{4}$ mit Wasser.
- 4) Ich tauche den Körper vollständig in das Wasser ein.
Ich stelle folgendes fest: **Der durch die Federwaage angegebene Wert hat sich verändert.**
- 5) Ich lese jetzt den durch die Federwaage angegebenen Wert ab: $F_2 = 0,84\text{N}$
- 6) Ich vergleiche F_1 und F_2 : **Die Intensitäten sind unterschiedlich**
Das Wasser übt also eine Kraft (Hydrostatischer Auftrieb) mit der Stärke $F = F_1 - F_2 = 0,95\text{N} - 0,84\text{N} = 0,11\text{N}$ aus

Ich vervollständige die folgende Tabelle:

Hydrostatischer Auftrieb	Angriffspunkt	Ablenkung	Richtung	Stärke
F	G (Schwerpunkt des eingetauchten Festkörpers	vertikal	↑	0.11N

- 7) Ich zeichne in die Fig1 den Vektor \vec{F} ein: Maßstab: $1\text{cm} \cong 0,04\text{N}$
- 8) Ich räume das Material sorgfältig weg.

Merksatz:

Die Flüssigkeiten üben auf die eingetauchten Körper eine Kraft aus, die man als hydrostatischen Auftrieb bezeichnet; diese Kraft ist vertikal und lenkt nach oben ab.

V. Gleichgewicht eines Körpers, der zwei Kräften ausgesetzt ist.

Experimentalstudie. Ich verwende den mechanischen Koffer.

Ich brauche:

Körper aus Stahl mit Haken
2 Fäden mit 2 Schleifen
Achse auf Magnet
2 Federwaagen 1 N
Magnetisches Gestell für Federwaage (2)
Körper mit einer zu vernachlässigenden Masse

- Notwendiges Zusatzmaterial: Metallische Tafel
Ich führe folgenden Versuch aus:

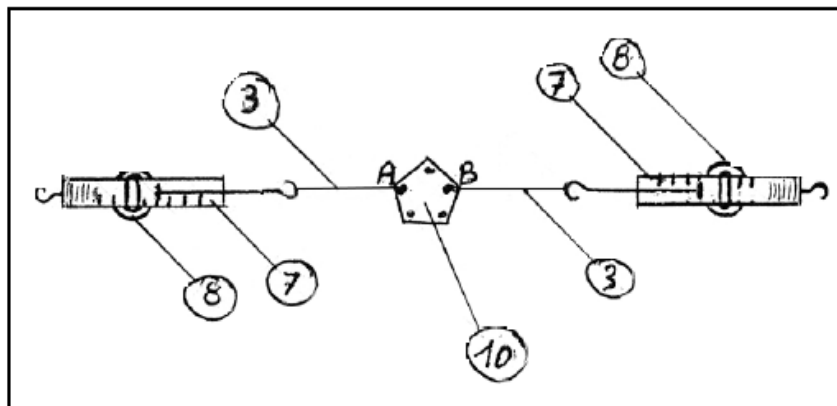


Fig 1.

- 1) Ich fixiere die Federwaagen auf dem entsprechenden magnetischen Gestell
- 2) Nun befestige ich die Fäden an zwei Punkten der zu vernachlässigenden Massen, ich benenne die Punkte A und B (siehe Fig1).
- 3) Ich führe den Versuchsaufbau nach Fig 1 durch. Ich stelle folgendes fest:
 - a) Die Fäden sind auf einer gleichen Geraden
 - b) Die durch die Federwaage angegebenen Größen für die Kräfte sind gleich groß
- 4) Ich vervollständige die Eigenschaftstabelle über die Kräfte. Ich nenne F_1 die ausgeübte Kraft in A, F_2 ist die ausgeübte Kraft in B. →

Kraft	Angriffspunkt	Ablenkung	Richtung	Stärke
→ F_1	A	horizontal	←	0,6N
→ F_2	B	horizontal	→	0,6N

- 5) Ich zeichne in der Fig1 die Kräfte F_1 und F_2 ein (Maßstab $1\text{cm} \cong 0,3\text{N}$) ein.

Merksatz:

Ein Körper ist im Gleichgewicht, wenn 2 Kräfte auf ihn einwirken. Diese Kräfte liegen auf einer Geraden und haben die gleiche Stärke, aber haben eine entgegengesetzte Richtung.

Anwendung: Darstellung eines Gewichtes eines Körpers

- 6) Ich baue den Versuch nach Fig 2 auf.
Der Körper ist 2 Kräften unterworfen: Die Spannung T des Fadens angewandt in A und eine Kraft, die im Schwerpunkt G , genannt Gewicht: P angewendet wird.
- 7) Ich lese den angegebenen Wert durch die Federwaage ab: **0,95N**.
Ich zeichne in der Fig 2 die Vektoren T und P (Maßstab: $1\text{cm} \cong 0,5\text{N}$) ein.
- 8) Ich räume nun sorgfältig mein Material weg

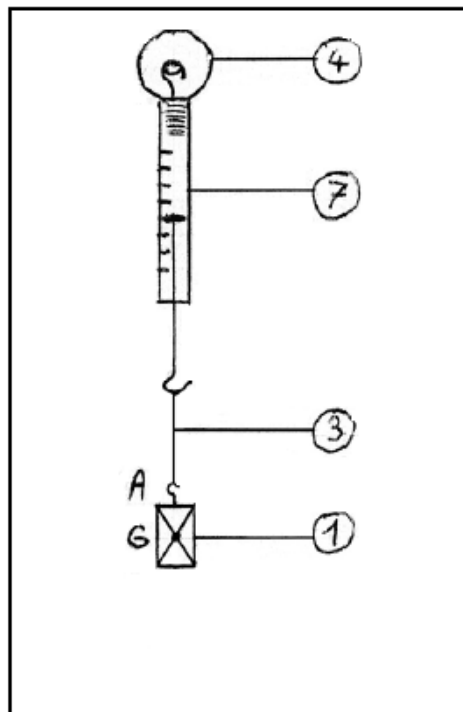


Fig 2.

Merksätze:

- Das Gewicht eines Körpers ist eine Kraft

Mit vertikaler Ablenkung
Welches nach unten gelenkt wird
Dessen Angriffspunkt der Schwerpunkt des Körpers ist
Deren Stärke sich in Newton misst (N)

VI. Masse und Gewicht eines Körpers

Experimentaluntersuchung. Ich verwende den Mechanikkoffer.
Ich benötige für diesen Versuch folgende Materialien:
Achse auf Magnet

Massegehäuse mit Haken
Federwaage 1N

- Notwendiges Zusatzmaterial: Metallische Tafel

Ich baue folgende Versuch auf:

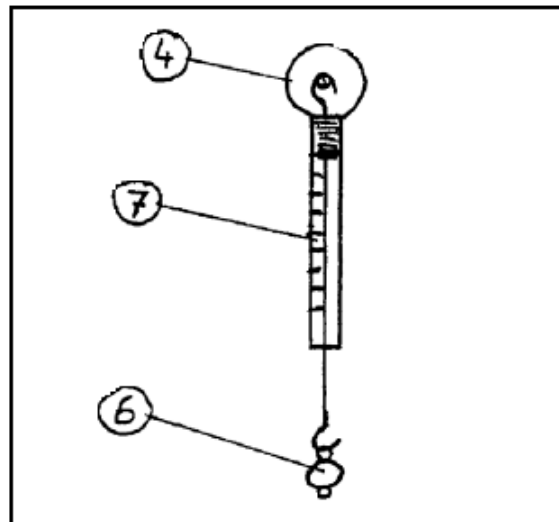


Fig 1.

- 1) Ich hänge an die Federwaage eine Masse von $m_1 = 20\text{g}$
Ich lese den Wert des Gewichtes an der Federwaage ab $P: 0,2\text{N}$.
- 2) Ich füge diesen Wert in meine Tabelle ein.
- 3) Ich gehe genauso wie vorher vor und vervollständige die Tabelle.
Ich stelle fest, dass die Beziehung P/m konstant ist

Masse m	$m_1=20\text{g}$	$m_2=30\text{g}$	$m_3= 50\text{g}$	$m_4=70\text{g}$
Gewicht P in N	0,2	0,3	0,5	0,7
Masse m in kg	0,02	0,03	0,05	0,07
P/m	10	10	10	10

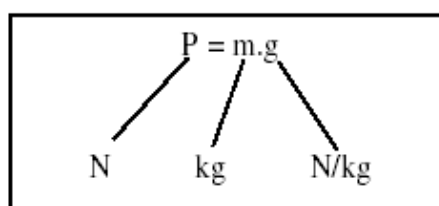
P und m sind proportionale Größen.

Ich rechne den arithmetischen Durchschnitt P/m bis auf 2 Stellen nach dem Komma aus:

$$P/m = \frac{10+10+10+10}{4} = 10$$

Diese konstante Beziehung wird als **Gewichtskraft** bezeichnet. Man bezeichnet sie kurz als g. Also ist $P/m=g$

Oder als



Bemerkung: g variiert mit Höhe über N.N. und der Breite.
In Berlin ist $g = 9,81 \text{ N/kg}$

Merksätze:

Die Masse ist eine nicht-variable Größe; diese wird in kg angegeben; man misst sie auch mit Hilfe einer Waage. Das Gewicht drückt man in N aus. Man misst dieses mit Hilfe eines Kräftemessers.

g wird auch als die Gewichtskraft bezeichnet.
 $P = m \cdot g$ In Berlin, $g = 9,81 \text{ N/kg}$