



Delta Phi C  
2018



# Freihandkoffer Physik 2018

Alexander Strahl, Augustinus Asenbaum, Verena Auer, Silvia Havlena (Hg.)

erstellt im Schulversuchspraktikum im

## Sommersemester 2018

unter Mitarbeit von:

Paula Aglas, Rupert Altendorfer, Marie-Christin Fritz, Anna Gruber, Florian Höller, Eva Lenglachner, Marian Milucky, Patrick Pannagger, Victoria Racher, Birgit Rainer, Florian Schafflinger, Robert Schlager, Christoph Schranz, Stefan Strasser



### Vorwort

Dies ist der dritte Freihandkoffer, der durch Studierende entworfen, erstellt und für alle „gepackt“ wurde. Die Idee, einen Koffer mit Freihandversuchen selber zu entwickeln, kam durch das Internet. Auf der Seite [www.tentschert.net](http://www.tentschert.net) befindet sich ein Freihandkoffer für Physik zum Nachbauen. Er wurde von Wilhelm Picher, Haimo Tentschert und Fabian Kren entwickelt. Auf einer Fortbildung der DPG 2015 zu Physikshows und Freihandversuchen wurden Teile des Koffers von Haimo Tentschert vorgestellt. Er konnte alle Anwesenden begeistern.

Daraufhin kamen die Überlegungen auf, zusammen mit den Studierenden im Schulversuchspraktikum, einen Freihandkoffer für Physik zu entwickeln und zu bauen. Dies wurde mit großer Begeisterung aufgenommen und im Sommersemester 2018 durchgeführt.

Wir möchten uns bei der FV NAWI für die Unterstützung bedanken. Außerdem möchten wir unseren Dank an die Studierenden aussprechen. Sie haben alle Versuche selber ausprobiert, zusammengestellt, beschrieben und illustriert.



## Inhalt

1	Akustisches Pendel	M	.....	5
2	Blasrohr	M	.....	6
3	Münzenstapel	M	.....	7
4	Münzwette	M	.....	8
5	Zentripetalkraft	M	.....	9
6	Der schwebende Tischtennisball	M	.....	10
7	Der schwebende Luftballon	M	.....	11
8	Der Wasserstrudel aus der Flasche	M	.....	12
9	Die Münze und das Papier	M	.....	13
10	Der träge Münzturm	M	.....	14
11	Schnellerwerdendes Pendel	M	.....	15
12	Münze auf dem Buch	M	.....	16
13	Wasser bergauf fließen lassen	M	.....	17
14	Reaktionszeit messen	M	.....	18
15	Münzkatapult	M	.....	19
16	Impulssatz mit Münzen	M	.....	20
17	Kerzenwippe	M	.....	21
18	Schlitten	M	.....	22
19	Massenmittelpunkt des Lineals	M	.....	23
20	Sonnenuntergang	O	.....	24
21	Regenbogen im Klassenzimmer	O	.....	25
22	Geisterflamme	O	.....	26
23	Beugung an der Strumpfhose	O	.....	27
24	Beugung an der CD	O	.....	28
25	Das Loch in der Hand	O	.....	29
26	Beugung am Doppelspalt	O	.....	30
27	Farbige Schatten	O	.....	31
28	Verschwundene Münze	O	.....	32
29	Schattenspiele	O	.....	33
30	Reflexion an Alufolie	O	.....	34
31	Hohl- und Wölbspiegel	O	.....	35

---

## Versuchsanleitungen zum Freihandkoffer

---

32	Reflexionsgesetz mit Kamm	O	36
33	Reflexion auf schwarz-weißem Papier	O	37
34	Additive Farbmischung mit Seidenpapier	O	38
35	Lichtbrechung an Wasser und Öl	O	39
36	Reflektierte Wörter	O	40
37	Vogel im Käfig	O	41
38	Instant-Taschenbrille	O	42
39	Die diamagnetische Karotte	E	43
40	Handy-Magnetometer	E	43
41	Anhängliche Luftballons	E	45
42	Magnetfallröhre	E	46
43	Salz – Pfeffer – Trennung	E	47
44	Magnetismus im Wasser?	E	48
45	Magnetisch tanzende Münzen	E	49
46	Wasserstrahl ablenken	E	50
47	E-Motor	E	51
48	Homopolar-Motor 1	E	52
49	Homopolar-Motor 2	E	53
50	Elektroskop	E	54
51	Die abgelenkte Kerze	E	55
52	Durchgedrehte Spirale	T	56
53	Kochen auf Druck	T	57
54	Unzerstörbarer Luftballon	T	58
55	Feuerfester Pappbecher	T	59
56	Fliegender Teebeutel	T	60
57	Cartesischer Taucher	T	61
58	Unbrennbares Taschentuch	T	62
59	Implodierende Dose	T	63
60	Implodierende Flasche	T	64

---

## 1 Akustisches Pendel

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Versuch soll akustisch zeigen, dass die Zeit einer Pendelschwingung nicht von der Masse und der Auslenkung der Objekte abhängt, sondern von der Länge der Schnüre.

### Material

- 2 Objekte (Apfel, Flaschen...)  
(nicht im Koffer enthalten)
- 2 Schnüre
- Fläche (Wand, Koffer,...)
- Halterung (Schüler)



### Aufbau/Durchführung

Objekte mit unterschiedlicher Masse werden an Schnüre gebunden und auf gleicher Höhe (Schnurlänge) gegen eine Fläche befestigt/ gehalten.

- Objekte werden gleich ausgelenkt nacheinander losgelassen
- Objekte werden gleich ausgelenkt gleichzeitig losgelassen
- Objekte werden unterschiedlich ausgelenkt und gleichzeitig losgelassen
- Schnurlänge an einem Objekt wird verändert und die Objekte werden gleich ausgelenkt und gleichzeitig losgelassen

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Das gleichzeitige/ unterschiedliche Aufkommen auf der Fläche ist besser zu hören, wenn die Objekte gegen einen hohlen Körper (Freihandkoffer, Schuhschachtel) „knallen“
- Statt einer Befestigung kann man einen Schüler bitten, die Schnüre auf der oberen Kante des Koffers festzuhalten

## 2 Blasrohr

## M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Versuch veranschaulicht den Impuls als  $F \cdot t$  [N·s]. Der Impuls ist größer/kleiner je länger/kürzer eine Kraft wirken kann.

### Material

- Blatt Papier
- Schere
- Klebeband
- Projektil (z.B: Papierkugelchen)



### Aufbau/Durchführung

Das Blatt Papier wird zu einem Rohr zusammengerollt und an drei Stellen mit Klebeband fixiert. Das Rohr wird mit einem Projektil geladen. Man stellt sich an einen fixierten Punkt, hält das Rohr parallel zum Boden und bläst stark hinein. Die Stelle wo das Projektil ankommt wird markiert.

Das Rohr wird nun etwas gekürzt (mit Schere abgeschnitten) und man wiederholt denselben Ablauf. Dies kann sooft gemacht werden, bis ein eindeutiger Unterschied in der Schussweite sichtbar wird.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- man kann die Schüler die genaue Schussdistanz abmessen lassen und den Versuch öfter wiederholen lassen, damit das Ergebnis eindeutig sichtbar wird
- der Ablauf kann auch ohne Verkürzung des Rohrs durchgeführt werden, indem man einfach das Projektil beim Laden immer weiter nach vorne positioniert
- das Projektil sollte etwa so groß sein wie der Durchmesser des Blasrohrs

### 3 Münzenstapel

### M

#### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Versuch dient als Alternative zum klassischen „Münzen wegschießen“. Die Versuche sollen die Trägheit von Masse veranschaulichen.

#### Material

- Münzen
- Banknote (nicht im Koffer enthalten)
- Tischkante



#### Aufbau/Durchführung

Man legt eine Banknote auf die Kante eines Tisches und stapelt einige Münzen darauf. Das Ziel ist die Banknote unter dem Münzstapel zu befreien, ohne dass der Münzstapel umfällt. Um das zu erreichen, muss die Banknote ruckartig weggerissen werden.

#### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- man kann seinen Finger befeuchten, damit die Banknote beim Wegreißen besser haften bleibt
- Je höher der Münzstapel, umso faszinierender der Versuch für Schüler

## 4 Münzwette

## M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Versuch dient zum Veranschaulichen der Oberflächenspannung von Wasser.

#### Material

- Becher
- Karte (Spielkarte, Kreditkarte...)  
(nicht im Koffer enthalten)
- Wasser
- Münzen



### Aufbau/Durchführung

Zuerst balanciert man die Karte auf der Kante eines halbvoll gefüllten Glases und versucht an einem Ende eine Münze zu legen (diese bringt die Karte aus dem Gleichgewicht und beide fallen um). Nun kann man die Frage stellen was getan werden kann damit man die Münze ausbalancieren kann.

Nach einigen Versuchen der Schüler kann man auflösen: man füllt das Glas bis zum Rand mit Wasser und legt die Karte auf den Rand des Glases (diese wird gleich „angesaugt“). Aufgrund der Oberflächenspannung können am anderen Ende Münzen aufgestapelt werden.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- nachdem man das Rätsel aufgelöst hat, kann man Schüler/innen wetten lassen, wie viele Münzen man am anderen Ende stapeln kann
- die Karte, die man verwendet, sollte wasserfest sein, damit sie sich nicht vollsaugt und auflöst

### Quelle(n)

Pub

## 5 Zentripetalkraft

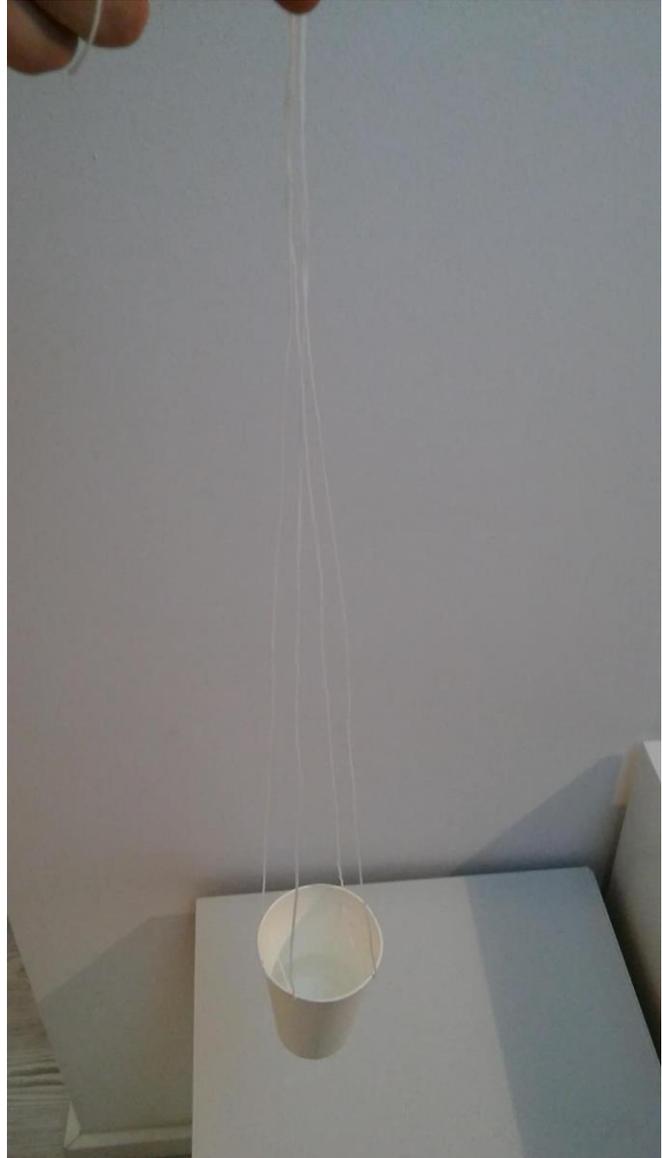
M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Dies ist eine klassische Veranschaulichung von Trägheit mit Hilfe eines überkopfstehenden Wasserkübels.

### Material

- Becher mit Schnur
- Wasser



### Aufbau/Durchführung

Man füllt den Becher mit Wasser und fängt an, ihn auf den Schnüren zu schaukeln, bis er in einer vollen Drehung über den Kopf gedreht werden kann.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- den Becher vorsichtig in Drehung bringen und dann auch vorsichtig zum Stillstand ausschwingen, KEINE ruckartigen Bewegungen!

## 6 Der schwebende Tischtennisball

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs:

Ein Tischtennisball wird verwendet, um eine Wasserflasche mit der Hilfe des Luftdrucks zu verschließen.

### Materialien:

- Wasserflasche
- Tischtennisball



### Durchführung:

Eine Flasche wird mit Wasser gefüllt, es sollte sich jedoch immer etwas Luft in der Flasche befinden. Hält man nun einen Tischtennisball an die Flaschenöffnung und dreht das Gefäß um, sorgen der Luftdruck und der Druck in der Flasche dafür, dass der Tischtennisball an Ort und Stelle gehalten wird.

### Tipps:

- den Tischtennisball zuvor befeuchten
- funktioniert besser mit einer 1.5l Flasche
- nach Möglichkeit eine Glasflasche verwenden, da eine Plastikflasche leicht eingedrückt werden kann. Dabei können sich die Druckverhältnisse ändern und der Ball könnte aus der Öffnung fallen.

## 7 Der schwebende Luftballon

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs:

Ein mit Leitungswasser gefüllter Luftballon steigt in Wasser auf, wenn man Salz hinzufügt.

### Material:

- Luftballon
- Salz
- durchsichtiges Gefäß



### Durchführung:

Ein mit Wasser gefüllter Ballon wird in ein Gefäß gegeben, welches ebenfalls mit Wasser gefüllt ist. Wird in das Wasser im Gefäß nun Salz hinzugefügt, steigt der Wasserballon an die Oberfläche.

### Tipps:

- der Wasserballon sollte absolut keine Luftbläschen enthalten
- immer etwas mehr Salz zur Verfügung haben
- den Ballon so prall wie möglich füllen

## 8 Der Wasserstrudel aus der Flasche

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs:

Durch eine kleine Rotationsbewegung schafft man es den Inhalt einer Flasche schneller zu entleeren.

### Material:

- Wasserflasche



### Durchführung:

Eine Flasche wird vollständig mit Wasser gefüllt, beim Entleeren wird der Flascheninhalt durch eine Bewegung des Handgelenks zum Rotieren gebracht. Dadurch entsteht ein Strudel, der es ermöglicht, gleichzeitig Wasser austreten und Luft nachströmen zu lassen.

### Tipps:

- Glasflasche verwenden, damit verhindert man das Unterbrechen des Strudels, durch das Zusammendrücken der Flasche.
- wird eine 1.5l Flasche verwendet, sieht man den Strudel länger und besser.

## 9 Die Münze und das Papier

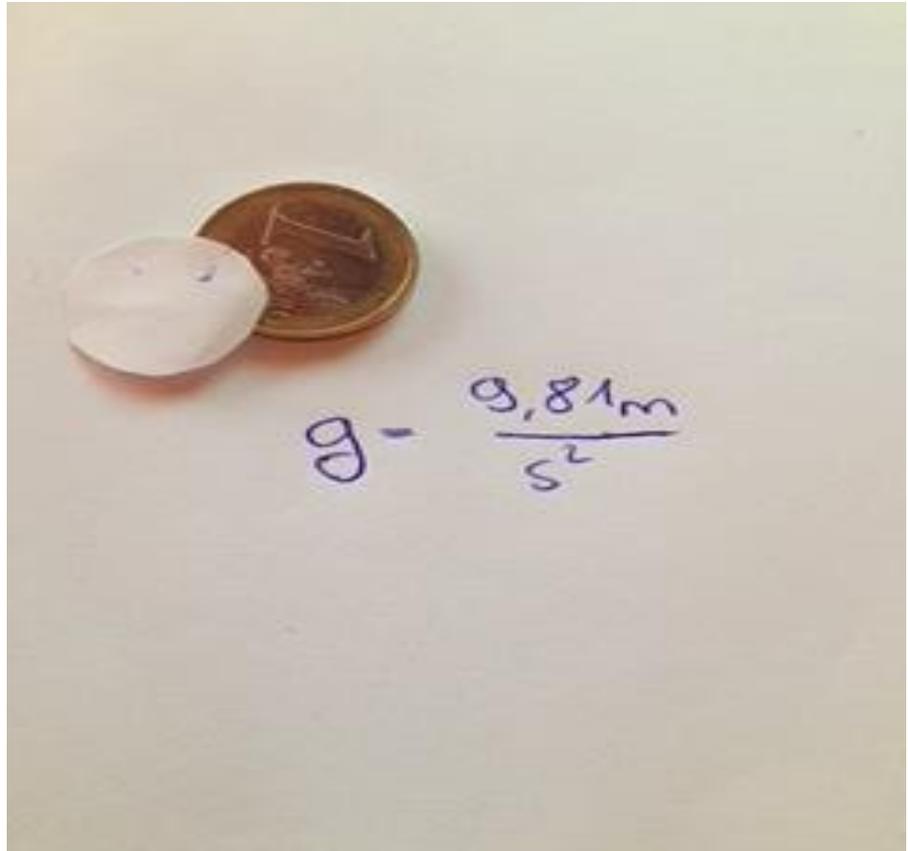
M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Münze und ein gleich großes Stück Papier werden einmal direkt übereinander und einmal nebeneinander fallen gelassen.

### Material

- Münze
- Stück Papier



### Aufbau/Durchführung

Das Stück Papier wird so ausgeschnitten, das es ungefähr die Größe der Münze hat. Im ersten Schritt wird das Papier auf die Münze gelegt und fallengelassen, danach werden das Papier und die Münze nebeneinander fallengelassen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Das Papier etwas kleiner schneiden als die Münze, damit der Auftrieb auf dem überstehenden Teil des Papierstückes das Experiment nicht zunichtemacht.
- Einmal auch mit dem Papier unter der Münze fallen lassen.

## 10 Der träge Münzturm

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Aus einem Turm aus Münzen wird die unterste herausgeschlagen.

### Material

- 5 Münzen



### Aufbau/Durchführung

Vier der Münzen werden zu einem Turm gestapelt. Danach wird mit der fünften Münze die unterste Münze herausgeschlagen. Durch die Trägheit bleiben die restlichen Münzen an Ort und Stelle.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Funktioniert mit etwas Übung sehr gut.
- Den Versuch mit verschiedenen Unterlagen durchführen (z.B. Plastik, Papier, Holz usw.)

## 11 Schnellerwerdendes Pendel

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Die Frequenz des Pendels wird durch Verkürzung des Fadens erhöht.

### Material

- 3 verschiedene Muttern
- Faden
- Haken



### Aufbau/Durchführung

Es wird die Mutter am Faden befestigt und dieser an einem Haken aufgehängt. Nachdem der Faden am Haken befestigt wurde, wird dieser zum Schwingen gebracht. Man beginnt dann langsam die Mutter hochzuziehen und beobachtet, wie die Frequenz immer höher wird. Man kann auch verschieden große Muttern verwenden oder die Auslenkungen variieren und dabei die Schwingungsdauer untersuchen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der Haken sollte möglichst hoch angebracht sein und der Faden entsprechend lang sein.
- Die drei verschiedenen Muttern durchprobieren, diskutieren was Einfluss auf die Schwingungsdauer hat und was nicht.

## 12 Münze auf dem Buch

## M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Die Haftreibung soll anhand einer Münze, eines Buchumschlages oder Kofferdeckels veranschaulicht werden, indem man untersucht, bei welchem Winkel die Münze zu rutschen beginnt.

### Material

- Buch (nicht im Koffer enthalten)
- Münze
- Verschiedene Unterlagen  
(nicht im Koffer enthalten)



### Aufbau/Durchführung

Bei verschiedenen Unterlagen wird getestet, wie weit das Buch geöffnet werden kann bevor die Münze fällt. Diskussion der Kräfte!

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Man kann auch den Koffer anstatt des Buches verwenden
- Haftreibung diskutieren
- Für Fortgeschrittene können auch Berechnungen des Haftreibungskoeffizienten in Abhängigkeit vom Winkel durchgeführt werden

## 13 Wasser bergauf fließen lassen

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Da Wasser am längeren Teil des Strohhalm bergab fließt, entsteht am kürzeren Teil ein Unterdruck. Dieser Unterdruck lässt das Wasser den Strohhalm hinauffließen.

### Material

- Strohhalm
- 2 Plastikbecher



### Aufbau/Durchführung

Ein Becher wird mit Wasser gefüllt und etwas höher als der zweite platziert, danach wird der Strohhalm ebenfalls mit Wasser gefüllt und so in den oberen Becher gehängt, dass er möglichst tief ins Wasser eintaucht. Das andere Ende des Strohhalmes sollte in den anderen Becher zeigen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Strohhalm muss zu Beginn mit Wasser gefüllt werden – Notwendigkeit mit Schüler/innen diskutieren

## 14 Reaktionszeit messen

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Reaktionszeit einer Person feststellen.

### Material

- Lineal
- Versuchsperson



### Aufbau/Durchführung

Das Lineal wird so platziert, dass es mit dem unteren Ende genau zwischen den Händen der Versuchsperson hängt. Es wird losgelassen und soll von der Versuchsperson gefangen werden. Es kann nun abgelesen werden, wie weit das Lineal gefallen ist. Über

$$s = \frac{1}{2}gt^2$$

lässt sich die Reaktionszeit berechnen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Die Höhe der Hände darf sich während des Fangens nicht ändern, z.B. Hände am Tisch anlegen

### Quelle

Anke Verena Gradwohl, 2005, Physikalische Freihandexperimente zur Punktmechanik, Diplomarbeit (TU Graz)

## 15 Münzkatapult

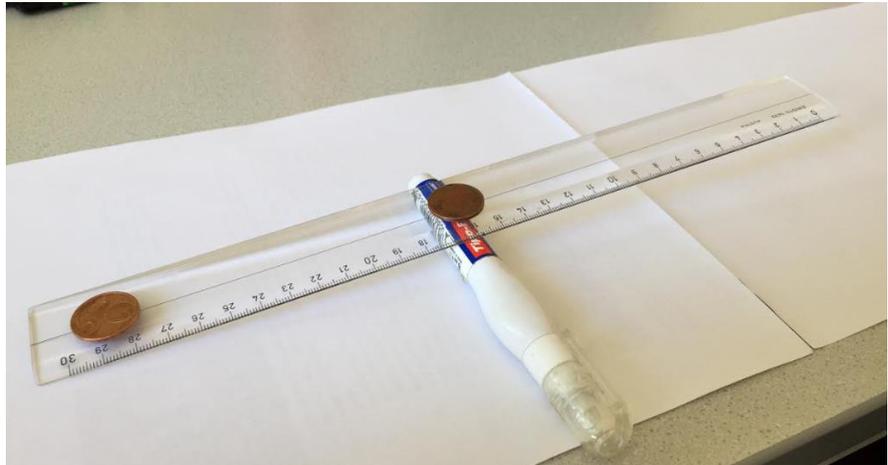
M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Münzen werden mittels Lineal in die Luft katapultiert.

### Material

- Lineal
- 2 Münzen
- Stift



### Aufbau/Durchführung

Zwei Münzen werden auf dem Lineal platziert. Die eine ganz am Ende des Lineals und die andere auf der gegenüberliegenden Seite des Stiftes, welcher mittig unter das Lineal gelegt wird. (siehe Bild). Danach wird kräftig auf das freie Ende des Lineals geschlagen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Mit den Schüler/innen diskutieren, wieso die Münze am Ende viel höher fliegt
- Verwenden eines großen Stiftes oder ähnlichem

## 16 Impulssatz mit Münzen

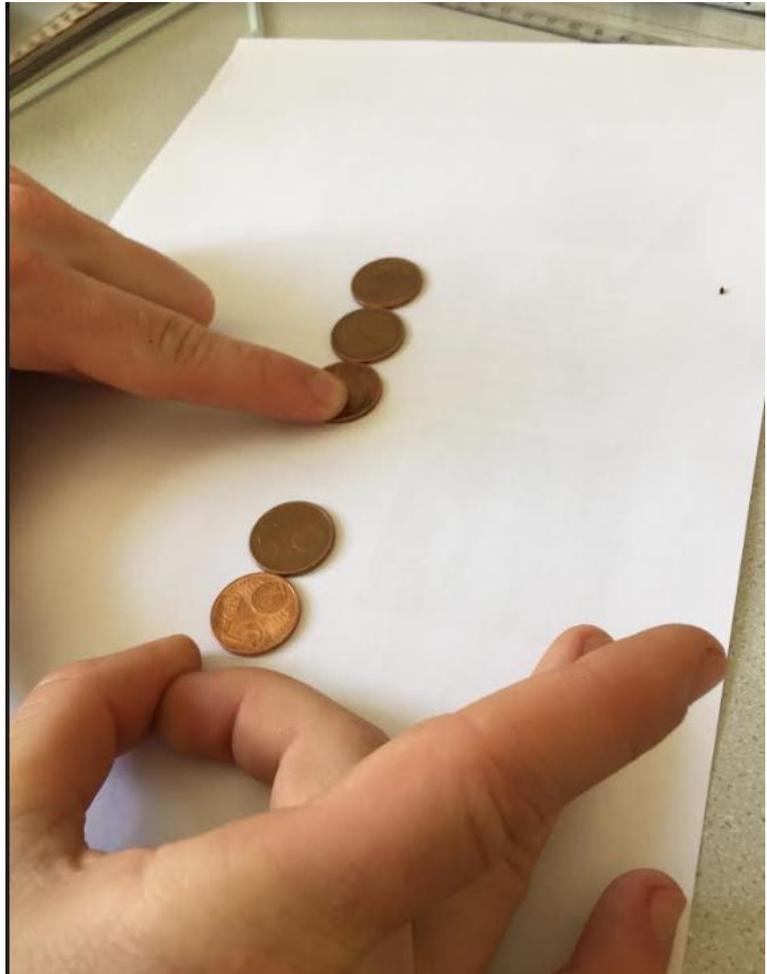
M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Impulserhaltung mit Münzen erforschen.

### Material

- 5 Münzen



### Aufbau/Durchführung

Verschiedene Anordnungen von Münzen sollten getestet werden: Zuerst wird eine festgehalten, eine dahinter platziert und die dritte auf jene geschnippt, welche festgehalten wird. Im nächsten Schritt werden zwei Münzen hinter der festgehaltenen platziert und der Versuch wiederholt.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Mehrere Versuchsanordnungen testen
- Hier kann prima Impulserhaltung diskutiert werden
- Auf einer glatten Oberfläche wie Plastik funktioniert der Versuch besser.

## 17 Kerzenwippe

M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Da das Wachs der brennenden Kerze am tieferliegenden Ende schneller schmilzt und hinuntertropft, beginnt die Kerze zu wippen.

### Material

- 1 Kerze
- 1 Zahnstocher
- 2 Becher



### Aufbau/Durchführung

Man präpariert eine Kerze so, dass sie an beiden Enden angezündet werden kann und steckt in der Mitte einen Zahnstocher durch. Dann wird die Kerze zwischen den mit Wasser gefüllten Bechern aufgelegt und angezündet.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Becher unbedingt mit Wasser füllen, dient der Stabilität und der **Sicherheit**.
- Ein Blatt Papier oder Ähnliches als Unterlage benützen.
- Der Zahnstocher sollte möglichst schön in der Mitte durchgestochen werden.

## 18 Schlitten

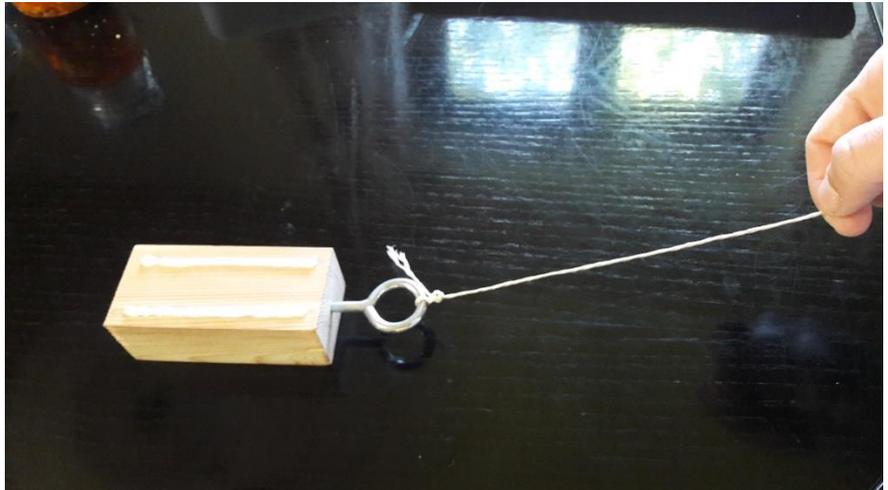
M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein Holzblock mit Öse symbolisiert einen Schlitten, der gezogen wird.

#### Material

- Holzblock mit Öse
- Garn



### Aufbau/Durchführung

Der Holzblock ist auf einer Seite glatt und auf der anderen mit zwei Heißklebestreifen versehen. Man zieht nun den Holzblock und merkt einen unterschiedlichen Kraftaufwand, um den Holzblock zu verschieben.

Ein weiterer Versuch könnte sein, die Abhängigkeit des Winkels, mit dem angezogen wird, zu behandeln. (Stichwort Vektoren)

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Man kann auch ein Newtonmeter zum Vergleichen verwenden, um auch eine quantitative Komponente des Versuchs zu erhalten.

## 19 Massenmittelpunkt des Lineals

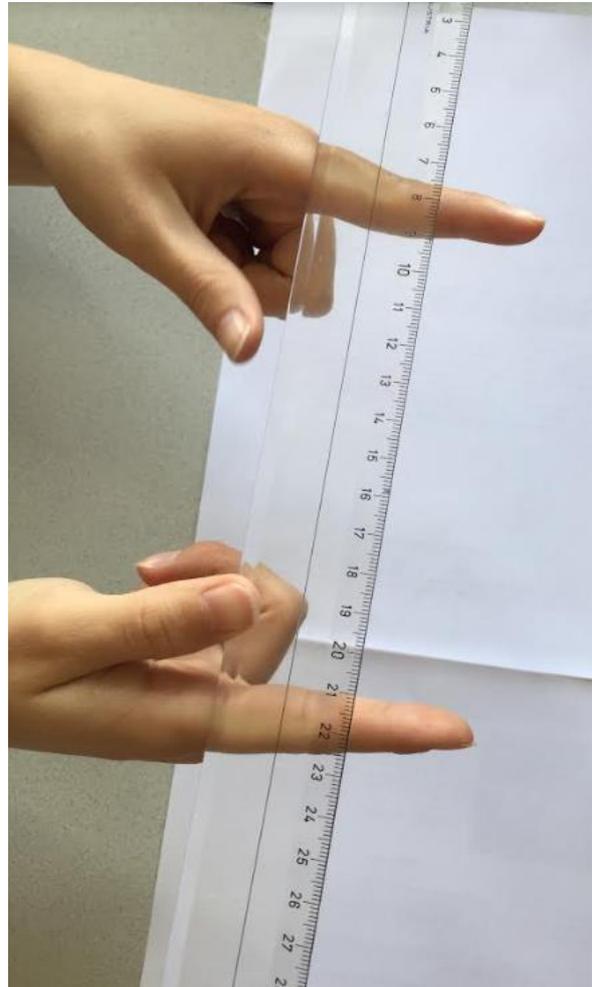
## M

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Massenmittelpunkt des Lineals wird bestimmt.

### Material

- Lineal



### Aufbau/Durchführung

Das Lineal wird auf den beiden Zeigefingern platziert und man bewegt einen Finger kontinuierlich auf den anderen zu, wobei der zweite festbleibt. Man kann auf diese Weise sehr gut den Massenmittelpunkt des Lineals bestimmen.

## 20 Sonnenuntergang

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Dieser Versuch demonstriert, dass die sogenannte Rayleigh- Streuung von Licht von der Wellenlänge abhängig ist und erklärt somit, wie die rötlichen Sonnenauf- und untergänge entstehen. Durch die Trübung des Wassers wird der blaue Anteil des Lichtes gestreut und es bleiben die rötlichen Lichtwellen übrig.

### Material

- 1,5L Plastikflasche  
(nicht im Koffer enthalten)
- Milchtropfen
- Lichtquelle, Handy  
(nicht im Koffer enthalten)



### Aufbau/Durchführung

Eine Plastikflasche wird mit Wasser gefüllt und einige Tropfen Milch werden hinzugegeben, sodass eine Trübung entsteht. Das Licht eines Handys wird einmal auf die Oberfläche des „Milchwassers“ und später auf die Wand der Flasche gerichtet. Wird die Milchlösung von der Seite beleuchtet, so erscheint das Gefäß bläulich-weiß. Beim Blick von Vorne durch die Plastikflasche, erscheint das Licht der Lampe rötlich. Ähnlich verhält es sich auch beim Sonnenuntergang. Die Atmosphäre der Erde reflektiert bzw. streut einen Teil des Sonnenlichtes und morgens bzw. abends bleibt durch die Streuung des blauen Lichtes rotes Licht übrig, das uns schöne Sonnenuntergänge bereitet.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Je länger und milchiger die Flasche ist, umso besser sieht man den Sonnenuntergang.
- Es können noch einige Tropfen Milch hinzugegeben werden, wenn das rötliche Licht noch nicht sichtbar ist.

### Quelle

<https://www.schule-und-familie.de/experimente/experimente-mit-licht/experiment-abendrot-im-glas.html>

Physikalische Freihandexperimente Band 2; Aulis Verlag; Seite 852- 855

## 21 Regenbogen im Klassenzimmer

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Licht wird an Wassertropfen gebrochen und in seine Spektralfarben zerlegt. Der Regenbogen zeigt uns die Spektralfarben des Sonnenlichts.

### Material

- Schale, Teller
- Wasser
- Weißes Papier
- Spiegel
- Lichtquelle, Handy  
(nicht im Koffer enthalten)



### Aufbau/Durchführung

Ein Teller oder eine Schale wird mit Wasser gefüllt. Ein Spiegel wird in das Wasser getaucht, sodass er schräg gegen die Wand des Tellers bzw. der Schale lehnt.

Mit der Lampe eines Handys wird der Teil des Spiegels beleuchtet, der im Wasser steht. Das reflektierte Licht wird mit einem weißen Blatt Papier aufgefangen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Ein Teller eignet sich besser als eine Schale.
- Das Licht der Handylampe bewirkt einen besseren Effekt als eine Taschenlampe.

### Quelle

Physikalische Freihandexperimente Band 2; Aulis Verlag; Seite 886, 887

## 22 Geisterflamme

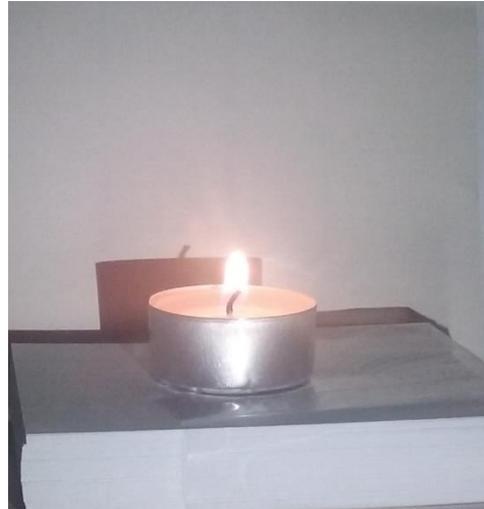
0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Schatten der Kerzenflamme zeigt die Wärmebewegung der Luft. Es entsteht eine „Geisterflamme“.

### Material

- Kerze
- Zündholz
- Feuerfeste Unterlage  
(nicht im Koffer enthalten)
- Lichtquelle, Handy  
(nicht im Koffer enthalten)
- Weiße Wand oder Papier



### Aufbau/Durchführung

Eine Kerze wird auf eine feuerfeste Unterlage vor eine weiße Wand oder ein weißes Blatt Papier gestellt und entzündet. Mit dem Licht des Handys wird die Kerzenflamme angeleuchtet und ein Schlierenbild auf der weißen Fläche ist zu beobachten.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der richtige Abstand von der Kerzenflamme zum weißen Hintergrund ist entscheidend für die Entstehung der Geisterflamme.

### Quelle

Physikalische Freihandexperimente Band 2; Aulis Verlag; Seite 777

## 23 Beugung an der Strumpfhose

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Die Strumpfhose dient als Beugungsgitter, an dem die Lichtwellen interferieren, sodass ein konzentrisches Spektralbild um die Kerzenflamme entsteht.

### Material

- Kerze
- Nylonstrumpfhose
- Schere
- Zündhölzer



### Aufbau/Durchführung

Eine Strumpfhose wird an ihren Beinteilen abgeschnitten und verknotet, damit das obere Ende der Strumpfhose wie eine Maske über den Kopf gezogen werden kann. Beim Blick in die Kerzenflamme zeigt sich ein kreisförmiges Spektralbild.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Jeder Schüler/jede Schülerin kann selbst eine Strumpfhose mitbringen, damit alle gleichzeitig den Versuch durchführen können. Es können auch rechteckige Teile aus der Strumpfhose ausgeschnitten werden und als Beugungsgitter verwendet werden (Materialersparnis).

### Quelle

<http://netexperimente.de> (wird bis August 2018 neu überarbeitet)

## 24 Beugung an der CD

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Die Spuren einer CD stellen ein Beugungsgitter dar, das das einfallende Licht in seine Spektralfarben auffächert. Es entsteht ein Gitterspektrum, mit dem auch die Speicherkapazität der CD berechnet werden kann. In diesem Versuch betrachten wir das Farbenspektrum des Lichtes.

### Material

- CD
- Lichtquelle, Handy  
(nicht im Koffer enthalten)
- Weiße Wand



### Aufbau/Durchführung

Eine CD wird mit einer Handylampe beleuchtet. An der weißen Wand wird, je nach Einfallswinkel, das Lichtspektrum sichtbar. Durch die unterschiedlichen Vertiefungen der CD entstehen Interferenzmuster verschiedener Ordnungen und führen zu einem bunten Zusammenspiel aller Lichtwellen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Das Licht der Handylampe eignet sich hier hervorragend.
- Auch auf der CD selbst sind die Spektralfarben beim Beleuchten in einem Linienmuster sichtbar.

### Quellen

Physikalische Freihandexperimente Band 2; Aulis Verlag; Seite 838

[physik.uni-graz.at/forscherwerkstatt/files/exp0304L.pdf](http://physik.uni-graz.at/forscherwerkstatt/files/exp0304L.pdf)

## 25 Das Loch in der Hand

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Aufgrund der Überlagerung der Bilder von beiden Augen im Gehirn sieht man ein Loch in seiner Hand.

### Material

- Weißes A4 Blatt und Klebestreifen  
oder
- Kartonrolle (nicht im Koffer enthalten)



### Aufbau/Durchführung

Rolle das A4 Blatt zusammen und halte es vor das rechte Auge wie ein Fernrohr. Dann halte die andere Hand neben die Rolle, dass die Handfläche zum linken Auge zeigt. Der Fokus sollte auf dem Loch der Rolle liegen. Jetzt bewege die Hand langsam entlang der Rolle vor und zurück, dann siehst du ein Loch in der Hand.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Wenn man eine Kartonrolle verwendet, sollte sie nicht zu kurz sein.
- Probiere auch das andere Auge.

### Quellen

<https://www.experimentis.de/experimente-versuche/optik-akustik/loch-in-der-hand/>

Physikalische Freihandexperimente Band 2; Aulis Verlag; Seite 879

## 26 Beugung am Doppelspalt

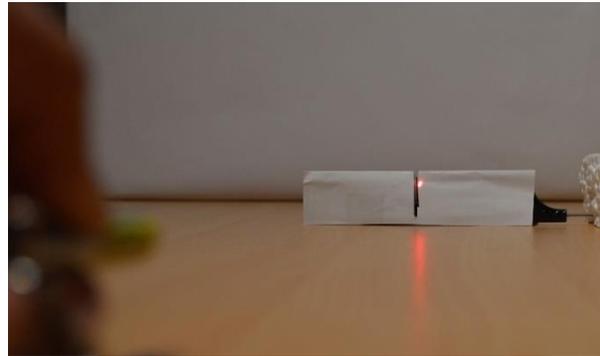
0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Darstellung des Interferenzmusters eines Doppelspaltes.

### Material

- Laserpointer (nicht im Koffer enthalten)
- Weiße Wand
- Kamm
- Papierstreifen, Klebeband und Styroporplatte



### Aufbau/Durchführung

Klebe den Kamm so ab, dass nur ein Doppelspalt übrigbleibt. Befestige den Kamm auf einer Styroporplatte. Richte den Laserpointer so ein, dass der Strahl auf den Doppelspalt trifft. Verdunkle den Raum und justiere den Abstand so, dass du ein Beugungsmuster an der weißen Wand erkennen kannst.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

Weitere Möglichkeiten: Beugung am Einzelspalt, Vielfachspalt, Berechnen der Wellenlänge

### Quellen

[https://www.tugraz.at/fileadmin/user\\_upload/Institute/IEP/Thermophysics\\_Group/Files/Teachers/DA-AuerDavid.pdf](https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/IEP/Thermophysics_Group/Files/Teachers/DA-AuerDavid.pdf) Seite 73

<https://www.leifiphysik.de/optik/beugung-und-interferenz/vielfachspalt-und-gitter>

## 27 Farbige Schatten

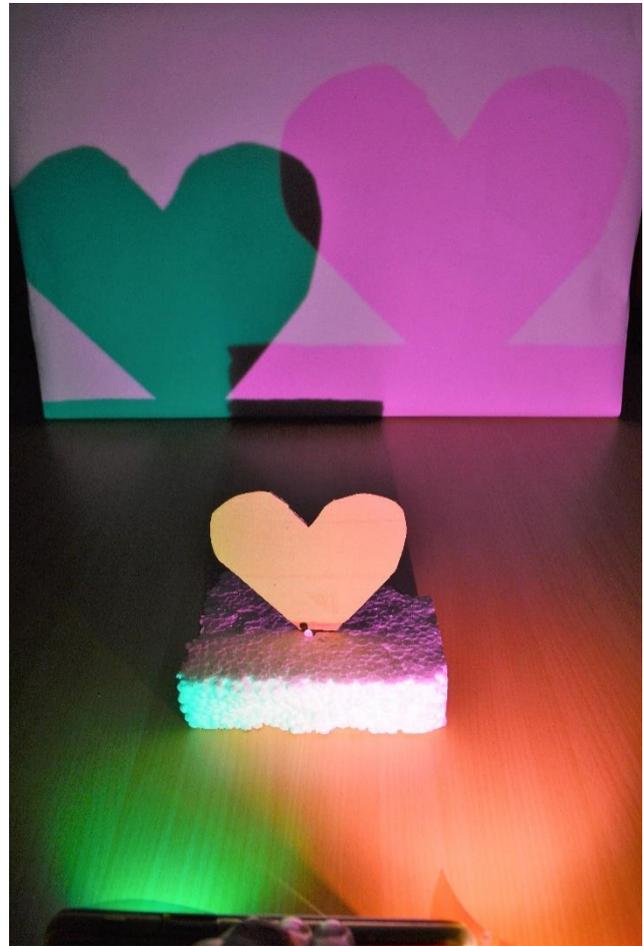
0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein mit farbigem Licht beleuchtetes Objekt wirft einen farbigen Schatten. Bei mehreren Farben kommt es zu komplementären Farben der jeweiligen Halbschatten.

### Material

- 2 (oder mehr) Handylampen
- Transparente Farbfolien (rot, gelb, blau, grün)
- Klebeband
- Zu beleuchtendes Objekt, hier: Karton  
(nicht im Koffer enthalten)
- Weiße Wand



### Aufbau/Durchführung

Klebe je eine Farbfolie vor die Handylampen. Platziere das zu beleuchtende Objekt vor einer weißen Wand. Verdunkle den Raum. Beleuchte das Objekt zuerst nur mit einer Farbleuchte. Probiere alle Farben und beachte die Schatten. Beleuchte das Objekt nun mit 2 Farbleuchten von 2 Seiten. Die Schatten zeigen jeweils die komplementären Farben der farbigen Lampen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Taschenlampen funktionieren auch, aber nicht so gut wie Handylampen.

### Quellen

[https://www.physikalische-schulexperimente.de/physo/Farbige\\_Schatten](https://www.physikalische-schulexperimente.de/physo/Farbige_Schatten)

[https://www.univie.ac.at/pluslucis/FBW0/FBW2008/Material/Muckenfuss\\_Wien\\_2008/Workshop\\_Optik/03Aufsaetze\\_Optik/DGAO\\_Proceedings\\_Schatten.pdf](https://www.univie.ac.at/pluslucis/FBW0/FBW2008/Material/Muckenfuss_Wien_2008/Workshop_Optik/03Aufsaetze_Optik/DGAO_Proceedings_Schatten.pdf)

## 28 Verschwundene Münze

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Durch die Totalreflexion „verschwindet“ die Münze, sobald man das Glas mit Wasser füllt.

### Material

- Einmachglas mit gewölbten Boden
- Münze
- Wasser



### Aufbau/Durchführung

Es wird eine Münze auf den Tisch gelegt und ein Einmachglas daraufgestellt. Dann wird das Glas mit Wasser gefüllt. Es kann beobachtet werden, dass die Münze „verschwindet“. Das ist deswegen so, weil das Licht total reflektiert wird.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- von der Seite in das Glas sehen
- Variante: wenn man das Glas seitlich in der Hand hält und von der anderen Seite hineinschaut, scheint die Hand unsichtbar zu sein

### Quelle

Auer, David (2005): Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. In:

[https://www.tugraz.at/fileadmin/user\\_upload/Institute/IEP/Thermophysics\\_Group/Files/Teachers/DA-AuerDavid.pdf](https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/IEP/Thermophysics_Group/Files/Teachers/DA-AuerDavid.pdf) . Stand 26.05.2018, S. 11

## 29 Schattenspiele

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Mithilfe zweier Teelichter und einer Streichholzschachtel kann das Schattenbild zweier punktförmiger Lichtquellen sichtbar gemacht werden.

### Material

- 2 Teelichter
- Streichholz
- Streichholzschachtel



### Aufbau/Durchführung

Die Teelichter und die Streichholzschachtel werden so positioniert wie im Bild dargestellt. Dann zündet man die Teelichter an und man kann das Schattenbild (zwei Halbschatten und ein Kernschatten) auf der Oberfläche erkennen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der Raum soll so gut wie möglich verdunkelt werden.
- Die Kerzenflammen sollen ungefähr gleich gut leuchten, damit man ein regelmäßiges Schattenbild erhält.

## 30 Reflexion an Alufolie

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Das Spiegelbild verschwindet, wenn man die Alufolie zerknittert.

### Material

- Alufolie



### Aufbau/Durchführung

Zunächst hält man die Alufolie mit der glänzenden Seite vor das Gesicht – man kann das eigene Spiegelbild betrachten. Dann zerknüllt man die Alufolie vorsichtig und zieht sie danach wieder glatt. Nun ist das Spiegelbild verschwunden. Wenn das Licht, das vom Kopf reflektiert wird, auf eine glatte, ebene Fläche fällt, wird es im selben Winkel reflektiert. Man sieht das Spiegelbild nicht mehr, weil die zerknitterte Folie das Licht in viele Richtungen reflektiert.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Variante: Man könnte auch in einem dunklen Raum mit einer Handy-Taschenlampe oder einer anderen Lichtquelle die Folie anleuchten. Im Falle der glatten Folie sieht man das Lichtbündel in voller Stärke auf der Wand. Im Falle der zerknitterten Folie ist das an der Wand zu sehende Lichtbündel größer, aber nicht so intensiv.

### Quelle

van Saan, Anita (2008). 365 Experimente für jeden Tag. moses. Verlag.

## 31 Hohl- und Wölbspiegel

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Mithilfe eines Zündholzes kann man an den beiden Seiten eines Suppenlöffels die verschiedenen Abbildungen am Hohl- und am Wölbspiegel sehen.

### Material

- großer Löffel
- Zündholz



*innerhalb der Brennweite*



*im Brennpunkt*



*außerhalb der Brennweite*

### Aufbau/Durchführung

Wenn man ein Zündholz in verschiedenen Abständen zum Löffel positioniert, kann man die unterschiedlichen Abbildungen darstellen. Während an der konvexen Seite immer ein verkleinertes, aufrechtes Bild entsteht, kann man an der konkaven Seite beobachten, dass außerhalb der Brennweite ein verkleinertes, verkehrtes Bild und innerhalb der Brennweite ein aufrechtes, vergrößertes Bild entsteht.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Wenn man ein bisschen herumprobiert, kann man genau den Punkt erwischen, an dem das Bild komplett verschwindet (im Brennpunkt).

### Quelle

Pichler, Wilhelm und Tentschert, Haimo (2013): Physik aus dem Koffer.

In: [http://www.wilhelmpichler.at/images/physik/downloads/skriptum\\_de.pdf](http://www.wilhelmpichler.at/images/physik/downloads/skriptum_de.pdf) . Stand 28.05.2018, S.

62

## 32 Reflexionsgesetz mit Kamm

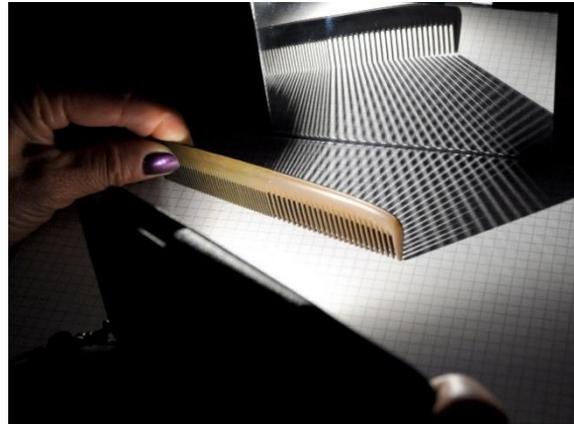
0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Demonstration des Reflexionsgesetzes für glatte, ebene Flächen mithilfe eines Kamms, eines Spiegels und der Handy-Taschenlampe.

### Material

- Kamm
- Spiegel
- Handy-Taschenlampe
- einen dunklen Raum
- Optional: Kariertes Papier



*Versuchsaufbau*

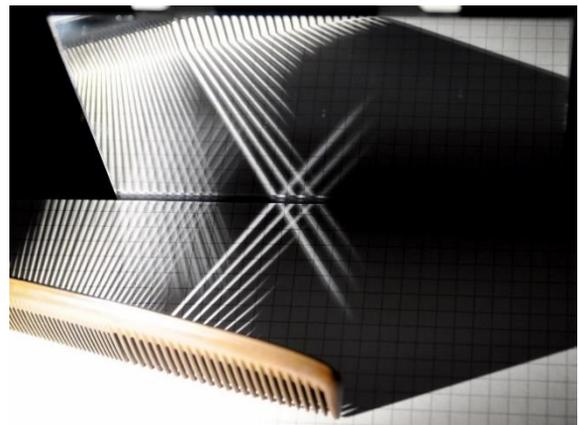
### Aufbau/Durchführung

Der Spiegel wird aufrecht aufgestellt. Dann positioniert man den Kamm und das Smartphone wie auf der Abbildung schräg zum Spiegel. Schaltet man das Licht ein, wird es vom Kamm in einzelne Lichtstrahlen zerlegt, die dann schräg auf den Spiegel fallen und dort reflektiert werden. Wie auf der Abbildung zu sehen ist, gilt das Reflexionsgesetz: der Einfallswinkel der Lichtstrahlen zum Spiegel entspricht dem Winkel der reflektierten Strahlen.

Optional kann man kariertes Papier vor den Spiegel legen, um die Gleichheit von Einfalls- und Ausfallswinkel der Lichtstrahlen deutlicher zu sehen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Das Smartphone sollte zum Kamm ca. denselben Abstand wie der Kamm zum Spiegel haben.
- Um die reflektierten Strahlen optimal zu sehen, sollte man den Spiegel leicht in Richtung Kamm und Lichtquelle neigen.
- Verschiebt man den Kamm und die Taschenlampe zueinander, kann man die Anzahl der Lichtstrahlen variieren. (siehe Abbildung)



*Isolation einzelner Lichtbündel durch Verschieben des Kamms.*

### Quelle

Berthold, Clemens / Christ, Daniela / Braam, Gunther u.a. (2012): Physikalische Freihandexperimente . 2 . Akustik, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Optik. Köln : Aulis Verl. Deubner. 4. Auflage. S. 798 . 799

## 33 Reflexion auf schwarz-weißem Papier

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Weißes Papier reflektiert das Licht der Smartphone-Taschenlampe besser als schwarzes Papier.

### Material

- Weißes und schwarzes Papier
- Handy-Taschenlampe
- einen dunklen Raum

### Aufbau/Durchführung

Zuerst beleuchtet man weißes Papier mit der Handy-Taschenlampe in ca. 15 cm Abstand und sieht sich im abgedunkelten Raum um. Dann beleuchtet man zum Vergleich das schwarze Papier im selben Abstand und sieht sich erneut im Raum um. Beim weißen Papier ist der umliegende Raum wesentlich heller, da der weiße Untergrund das Licht der Handy-Taschenlampe besser reflektiert. Beim schwarzen Papier wird der Großteil des Lichts absorbiert und daher ist der umliegende Raum dunkler.



*Weißes Papier reflektiert das Licht gut.*



*Schwarzes Papier reflektiert das Licht deutlich schlechter.*

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Das weiße und das schwarze Papier sollen im selben Abstand beleuchtet werden.

### Quelle

Fritz, Christina (2018): Wo bleibt das Licht? In: Mini-Max. 2018, 105. Ausgabe, S. 46. Idee: Helga Voglhuber. Text: Christina Fritz. Bilder: Marie-Christin Fritz.

## 34 Additive Farbmischung mit Seidenpapier

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Demonstration der additiven Farbmischung mithilfe von Seidenpapier und Handy-Taschenlampe.

#### Material

- Seidenpapier in Rot, Grün und Blau
- 3 Handys mit Taschenlampe
- eine weiße Wand in einem dunklen Raum



*Versuchsaufbau*

#### Aufbau/Durchführung

Hält man die einzelnen Seidenpapiere vor die Handy-Taschenlampe, wird ihr Licht eingefärbt und es entstehen die Grundfarben Rot, Grün und Blau. Nun leuchtet man mit den drei Taschenlampen auf denselben Punkt einer weißen Wand und sieht, wie sich die drei Farben zu Weiß mischen. Mit nur zwei Farben lassen sich die Mischfarben Cyan, Magenta und Gelb kreieren.

#### Tipps und Tricks, Anmerkungen

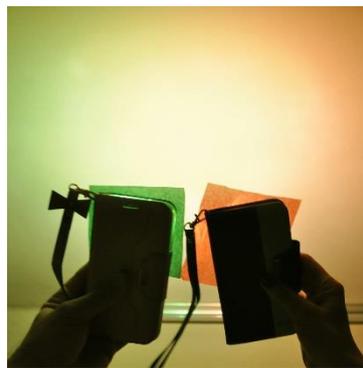
- Um weißes Licht zu erzeugen, müssen die Abstände und Leuchtintensitäten aller Smartphones ähnlich sein.
- Scheint eine Lichtfarbe weniger hell zu sein als die anderen, verringert man den Abstand zur Wand.



*Rot, Grün und Blau mischen sich zu Weiß*



*Blau und Grün ergeben Cyan*



*Grün und Rot ergeben Gelb*



*Blau und Rot ergeben Magenta*

Ist das Gegenteil der Fall, erhöht man den Abstand zwischen Wand und Smartphone.

#### Quelle

Fritz, Christina (2018): Mischen von Lichtfarben. In: Mini-Max. 2018, 66. Ausgabe, S. 55. Idee: Helga Voglhuber. Text: Christina Fritz. Bilder: Marie-Christin Fritz.

## 35 Lichtbrechung an Wasser und Öl

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Demonstration der Brechung in den optisch verschiedenen dichten Medien Luft, Wasser und Öl.

#### Material

- Öl (nicht im Koffer enthalten)
- Wasser
- Glas
- 2 Strohhalm
- Optional: Löffel



Versuchsaufbau

### Aufbau/Durchführung

Zuerst befüllt man das Glas mit ca. 1/3 Wasser. Dann fügt man dieselbe Menge an Öl hinzu. Steckt man nun zwei Strohhalm in X-Form hinein, sieht man einen deutlichen Knick in den Strohhalm bei den Übergängen von Luft zu Öl und Öl zu Wasser. Dies ist das Prinzip der Brechung beim Übergang zwischen unterschiedlich dichten Medien. Das von den Strohhalm reflektierte Licht wird beim Übergang vom optisch dünnen zum optisch dichten Medium (Luft zu Öl) zum Lot gebrochen und beim Übergang vom optisch dichten zum optisch dünnen Medium (Öl zu Wasser, Brechung weg vom Lot) weg vom Lot.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Um zu vermeiden, dass sich Öl und Wasser beim Einfüllen mischen und Blasen an der Grenzfläche entstehen, sollte man das Öl beim Einfüllen vorsichtig über die Rückseiten eines Löffels fließen lassen.

### Quelle

Auer, David (2005): Physikalische Freihandversuche aus Optik. Diplomarbeit. In:

[https://www.tugraz.at/fileadmin/user\\_upload/Institute/IEP/Thermophysics\\_Group/Files/Teachers/DA\\_AuerDavid.pdf](https://www.tugraz.at/fileadmin/user_upload/Institute/IEP/Thermophysics_Group/Files/Teachers/DA_AuerDavid.pdf). Stand 26.05.2018, S. 9

## 36 Reflektierte Wörter

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

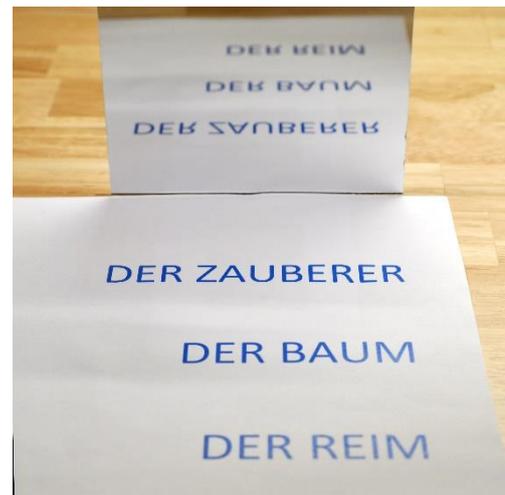
Wörter, die aus symmetrischen Buchstaben bestehen, bleiben auch im Spiegelbild lesbar.

### Material

- Blatt mit weiblichen und männlichen Hauptwörtern
- Spiegel



Wörter aus symmetrischen Buchstaben sind auch im Spiegel lesbar.



Wörter aus unsymmetrischen Buchstaben sind als Spiegelbild nicht mehr lesbar.

### Aufbau/Durchführung

Man legt das Blatt mit den Wörtern auf eine gerade Fläche. Dann hält man den Spiegel einmal hinter die roten, weiblichen und hinter die blauen, männlichen Wörter, sodass diese im Spiegel zu sehen sind. Man richtet die Frage an das Publikum: „Warum bleiben die roten, weiblichen Hauptwörter im Spiegel lesbar, die blauen, männlichen aber nicht?“

Die roten, weiblichen Wörter bestehen ausschließlich aus symmetrischen Buchstaben wie B, C, D, E, H, I, K, O, X. Deren Symmetrieachse verläuft horizontal durch den Buchstaben, sodass diese auch dann noch lesbar sind, wenn sie im Spiegel reflektiert werden. Die blauen, männlichen Wörter bestehen aus unsymmetrischen Buchstaben, wie A, F, G, J, L, M, N, P, Q, R, S, T, U, V, W, Y, Z, die reflektiert nicht mehr lesbar sind.

### Quelle

Experiment der „Hands on Science Center EXPI (Gotschuchen)“, Lange Nacht der Forschung 2018, Klagenfurt.

## 37 Vogel im Käfig

0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Optische Täuschung. Durch die schnelle Abfolge zweier Bilder überlagern sich diese im Auge des Betrachters und erscheinen als einzelnes Bild.

### Material

- Thaumotrop Vogel-im-Käfig



Vorder- und Rückseite des Thaumotrops



Durch schnelles Rotieren des Thaumotrops überlagern sich Vogel und Käfig im Auge.

### Aufbau/Durchführung

Die Konstruktion besteht aus einem Stab, an dessen Oberseite eine beidseitig bedruckte Papierscheibe fixiert ist. Dies nennt sich Thaumotrop oder Wunderscheibe. Man nimmt die Konstruktion wie auf der Abbildung zwischen beide Hände und dreht das Thaumotrop schnell um die eigene Achse, sodass abwechselnd der Vogel und der Käfig auf der Papierscheibe zu sehen sind. Durch die schnelle Abfolge der Abbildungen entsteht im Auge des Betrachters der Eindruck, dass die zwei Bilder zu einem verschmelzen und der Vogel scheinbar im Käfig sitzt. Der Grund für diese optische Täuschung ist die Nachbildwirkung im menschlichen Auge.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Beim Drehen der Scheibe sollte man darauf achten, dass die Oberseite mit dem Bild nur rotiert und nicht zu sehr wackelt. Dazu fasst man den Holzstab am besten in der oberen Hälfte an.

### Quelle

Stampehl, Henner (2018): <http://www.uni-siegen.de/blickkulturen/texte/231999.html>. Stand 26.05.2018

## 38 Instant-Taschenbrille

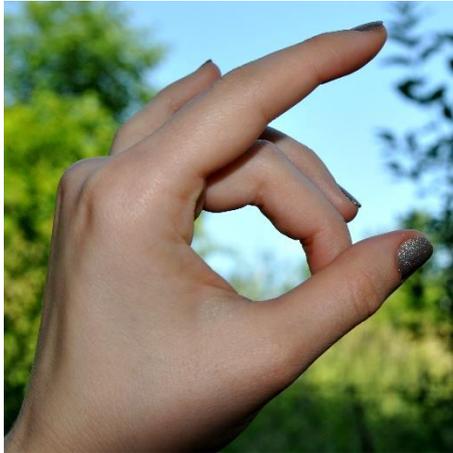
0

### Kurzbeschreibung des Versuchs

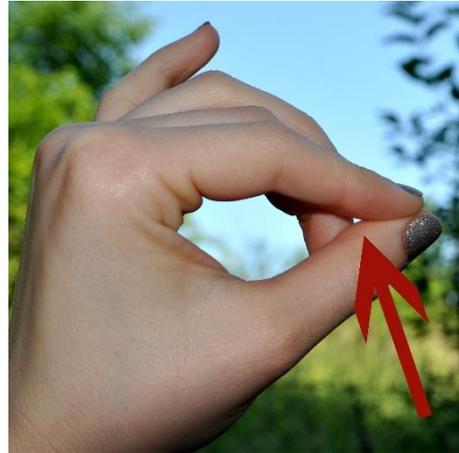
Nur mit den Händen lässt sich eine Blende basteln, durch die Kurzsichtigkeit ausgeglichen werden kann.

### Material

- Eine kurzsichtige Person ohne Kontaktlinsen



Schritt 1: Mittelfinger und Daumen formen einen Kreis



Schritt 2: Zeigefinger zum Daumen führen, damit die Blendenöffnung entsteht.

### Aufbau/Durchführung

Für diesen Versuch eignet sich am besten eine kurzsichtige Person ohne Sehhilfe, die mithilfe der „Instant-Brille“ einen Text auf der Tafel lesen soll. Für die Brille hebt man seine Hand und formt mit Daumen, Zeige- und Mittelfinger eine kleine Öffnung, wie auf der Abbildung zu sehen. Dieses kleine Loch funktioniert wie die Blende bei einer Kamera, deren Größe durch Verschieben des Mittelfingers veränderbar ist. Nun hält der Betrachter die Hand vor ein Auge, schließt das andere und blickt durch die kleine Blendenöffnung zwischen den Fingern auf die Tafel. Diese sollte nun wesentlich scharfer erscheinen als ohne die „Instant-Brille“.

Für Normalsichtige und Personen mit Sehhilfe gibt es einen alternativen Versuchsaufbau. Dazu streckt man seine Hand mit erhobenerem Daumen auf Augenhöhe vor sich weg. Nun fokussiert man abwechselnd seinen Daumen und die dahinterliegende Umgebung (z.B. die Tafel). Diese sollten abwechselnd scharf und unscharf erscheinen. Setzt man sich nun mit der anderen, freien Hand die „Instant-Brille“ auf, weitete man die Tiefenschärfe so weit aus, dass man Tafel und Daumen gleichzeitig scharf sehen kann.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Erscheinen die Bilder nicht scharf, muss die Größe des Lochs verändert werden.
- Die „Instant-Brille“ muss dicht ans Auge gehalten werden.

### Quelle

Berthold, Clemens / Christ, Daniela / Braam, Gunther u.a. (2012): Physikalische Freihandexperimente . 2 . Akustik, Wärme, Elektrizität, Magnetismus, Optik. Köln : Aulis Verl. Deubner. 4. Auflage. S. 864 - 866

## 39 Die diamagnetische Karotte

E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Diamagnetische Stoffe werden von Magneten abgestoßen, allerdings ist dieser Effekt circa 1000-mal schwächer als die Anziehung von Eisen. Mithilfe eines schwimmenden Bootes kann allerdings diese geringe Abstoßungskraft beobachtbar gemacht werden.

### Material

- Wasserschale
- Styroporstück als „Boot“
- Kunststoff-Stamperl für Probe
- Neodym-Magnet
- Probe (zB. Ein Stück Karotte)  
(nicht im Koffer enthalten)



### Aufbau/Durchführung

Die Schale wird mit Wasser gefüllt. Anschließend wird das Styropor auf die Wasseroberfläche gelegt. Danach wird in das Kunststoff-Stamperl ein Stück einer Karotte (oder einer anderen Probe) gegeben. Dieses wird dann vorsichtig auf dem Styropor platziert, sodass die Probe fast reibungsfrei auf der Wasseroberfläche treibt. Sobald nun der Supermagnet nahe genug an die Probe angenähert wird, ohne diesen zu berühren, erfährt die Probe eine kleine Kraft, die das Styroporboot beschleunigt.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Es ist einfacher nur eine kleine Probe mit einem niedrigen Schwerpunkt zu verwenden, damit das Styroporboot nicht kippt. Die Probe sollte dennoch eine nicht zu geringe Masse haben, beispielsweise wird ein Popcorn mit geringer Dichte nur gering abgestoßen.
- Als Schale eignet sich beispielsweise ein flacher Suppenteller, da dieser ein großes Becken bildet.

### Quelle

Brainiac75, Monster magnet meets blood: <https://www.youtube.com/watch?v=IVsWTKD2M6Q>, aufgerufen am 22.4.2018

## 40 Handy-Magnetometer

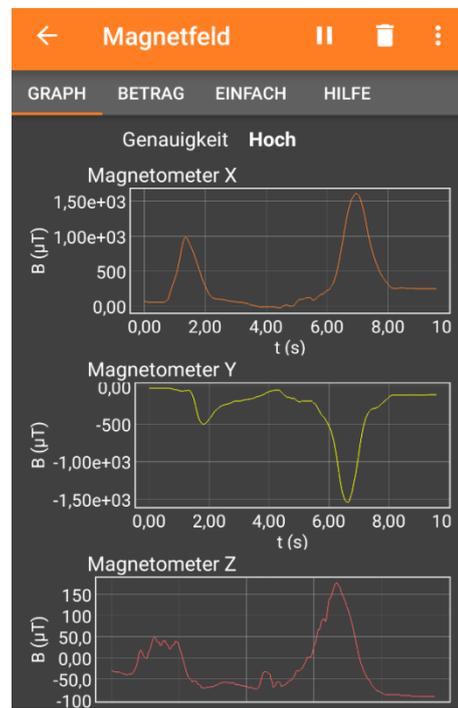
E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

In diesem Experiment wird die magnetische Flussdichte mittels Smartphone-Sensorik gemessen.

#### Material

- Magnet
- Smartphone mit der App PhyPhox



### Aufbau/Durchführung

Zuerst muss am Smartphone die Sensorik-App PhyPhox gestartet und unter *Sensoren* die Kategorie *Magnetfeld* gewählt werden. Danach kann die magnetische Flussdichte verschiedener Magnete gemessen werden. Der maximale Auflösungsbereich des Magnetometers (hier  $5000\mu\text{T}$ ) sollte nicht überschritten werden, da dadurch der Sensor beschädigt werden könnte.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Um den Versuch im Plenumsunterricht besser zu demonstrieren, wird am Smartphone ein Hot-spot erstellt, mit welchem sich der Klassenlaptop/Klassencomputer verbindet, der an einem Beamer angeschlossen ist. Alternativ könnten sich auch Schüler und Schülerinnen am Smartphone mit dem Netzwerk verbinden und im Browser das Dashboard des PhyPhox-App einsehen.
- Der magnetische Fluss ist für Rechner mit beweglichen Teilen (Lüfter, HDD-Festplatte) sehr schädlich und würde diese zerstören. Daher ist der Versuch nur für Smartphones (und Tablets) geeignet, wobei die maximale Auflösung des Magnetometers (hier  $5000\mu\text{T}$ ) nicht überschritten werden sollte.

## 41 Anhängliche Luftballons

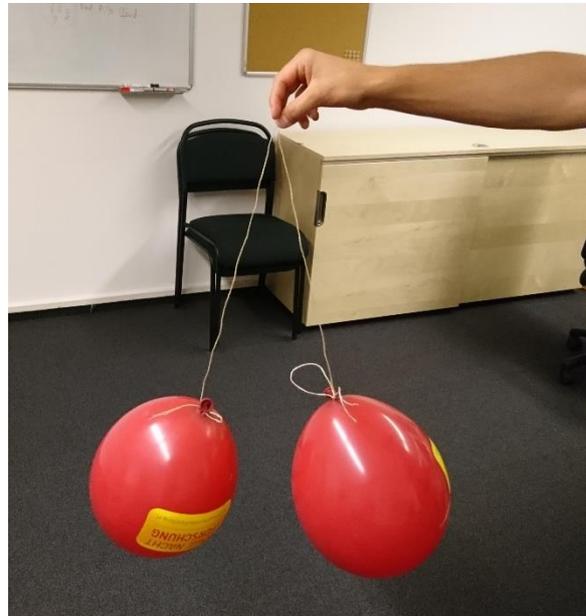
E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Statisch aufgeladene Luftballons stoßen einander ab. Durch die Kraft der Abstoßung kann auf deren Ladung geschlossen werden.

### Material

- 2 Luftballone
- Garn
- Abstand- und Winkelmessgerät (Geodreieck)  
(nicht im Koffer enthalten)
- Fell oder T-Shirt oder Pullover  
(nicht im Koffer enthalten)



### Aufbau/Durchführung

Zwei aufgeblasene Luftballone werden an einem Garn festgebunden und an einem Pullover oder an einem T-Shirt statisch aufgeladen. Nimmt man das Garn in der Mitte und lässt die Ballone fallen, pendeln sich diese mit einem bestimmten Abstand ein. Von diesem Abstand, dem Winkel des Garns, sowie der Masse des Luftballons kann man auf die ungefähre Anzahl der Ladungsträger in einem Ballon schließen.

$$\tan\left(\frac{\phi}{2}\right) = \frac{F_{el}}{F_G}$$

$$F_{el} = \frac{1}{4\pi\epsilon} \frac{Q_1 * Q_2}{r^2}$$

$$F_G = m * g$$

$$Q_1 \cong Q_2 = n * q_e$$

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Das Einpendeln kann etwas Zeit in Anspruch nehmen.
- Die Messung des Winkels und des Abstandes sollte eine zweite Person übernehmen.

### Quelle

Georg Lindner, Physiklehrer am akademischen Gymnasium

## 42 Magnetfallröhre

E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Magnete werden durch eine Alu-, bzw. Kunststoffröhre fallen gelassen. Die, beim Fall in dem Metallrohr induzierten, Wirbelströme erzeugen dabei ein Magnetfeld, welches dem des Magneten entgegenwirkt und diesen somit bremst.

### Material

- Stabmagnet
- Aluminiumröhre
- Kunststoffröhre



### Aufbau/Durchführung

Lasse den Magneten zuerst durch die Kunststoffröhre fallen und schätze die Durchfallzeit ab, um einen Referenzwert zu bekommen. Führe danach dasselbe Experiment mit der Aluminiumröhre durch. Vergewissere dich, dass die Röhre nicht magnetisch ist und dass der Fall des Magneten nicht blockiert wird. Durch die im Leitenden Rohr wirkende Lorentzkraft fällt dieser Magnet langsamer.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

Dieses Phänomen kann zu Verständnisschwierigkeiten bei Schülerinnen und Schüler führen, daher sollte dieses Experiment ruhig mehrmals durchgeführt und ausführlich besprochen werden.

## 43 Salz – Pfeffer – Trennung

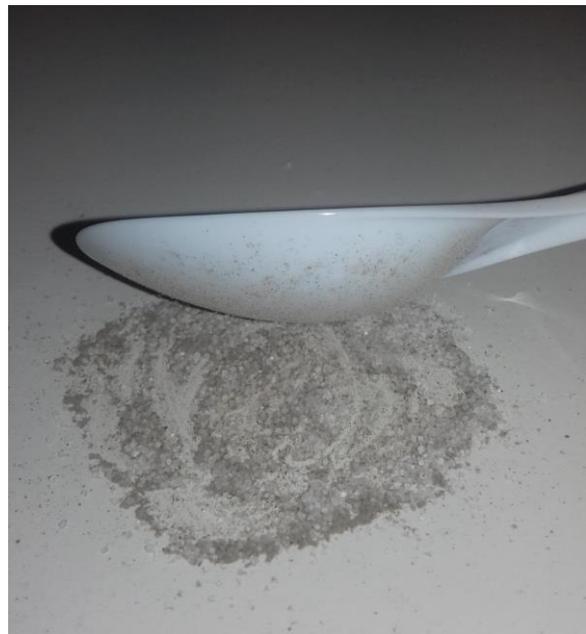
E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Mit einem „geladenen“ Kunststofflöffel kann Pfeffer aus einer Salz-Pfeffer-Mischung getrennt werden.

### Material

- Salz
- Pfeffer
- Kunststofflöffel



### Aufbau/Durchführung

Vermische etwas Salz und Pfeffer gut miteinander. Anschließend gilt es den Kunststofflöffel mit einem Pullover, T-Shirt, Fell oder einem Wolltuch statisch aufzuladen. Bewege den Kunststofflöffel nun langsam über den Salz-Pfeffer Mix. Beide Gewürze werden durch statische Kräfte angezogen, der Pfeffer hat jedoch eine geringere Dichte wie Salz und wird somit eher von dem geladenen Löffel angezogen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

Alternativ kann anstelle des Kunststofflöffels auch ein Luftballon verwendet werden.

## 44 Magnetismus im Wasser?

E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Wie befördert man mit einem Magneten eine Büroklammer aus dem Wasserglas, dass weder die Finger noch der Magnet nass werden?

### Material

- Trinkglas
- Büroklammer
- Magnet
- Wasser



### Aufbau/Durchführung

Fülle etwas Wasser in das Trinkglas und werfe anschließend die Büroklammer hinein. Bewegt du nun den Magneten entlang des Wasserglases, so kannst du den Magneten ganz einfach aus dem Wasserglas befördern. Das Magnetfeld kann also Materialien durchdringen.

### Quelle

[http://www.technikbox.at/fileadmin/kategorien/Kids/Detailinfo/magnetismus/was\\_ein\\_magnet\\_alles\\_kann.pdf](http://www.technikbox.at/fileadmin/kategorien/Kids/Detailinfo/magnetismus/was_ein_magnet_alles_kann.pdf)

## 45 Magnetisch tanzende Münzen

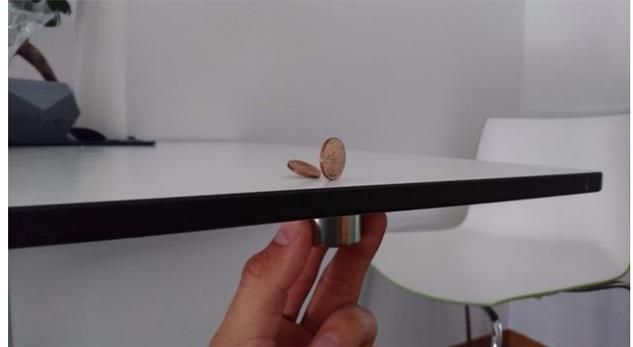
E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Mit Hilfe eines Supermagneten kann man Cent-Münzen auf einer Tischplatte zum Tanzen bringen.

### Material

- Mehrere Cent – Münzen
- Supermagnet



### Aufbau/Durchführung

Platziere ein paar Cent – Münzen auf der Tischplatte. Bewege einen Supermagneten unterhalb der Tischplatte herum. Die Cent – Münzen beginnen sich aufzurichten und zu drehen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

Alternativ können statt Cent – Münzen auch Büroklammern verwendet werden.

## 46 Wasserstrahl ablenken

E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Ein Wasserstrahl wird durch einen geladenen Luftballon abgelenkt.

### Material

- Luftballon
- Wasserhahn



### Aufbau/Durchführung

Zuerst muss der aufgeblasene Luftballon durch Reibung an der Kleidung aufgeladen werden, dann wird er in die Nähe des Wasserstrahls gebracht.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der Wasserhahn sollte möglichst hoch über dem Waschbecken sein
- Den Luftballon nicht in Berührung mit dem Wasser kommen lassen (Wasserleitungen sind geerdet → der Luftballon verliert seine Ladung)
- Je dünner der Wasserstrahl, desto stärker der Effekt

## 47 E-Motor

## E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Das durch den Strom erzeugte Magnetfeld der Spule wechselwirkt mit dem des Permanentmagneten, sodass sich die Spule dreht.

### Material

- 4,5V Batterie
- Kabelschuh/-klemme für Batterie
- Kupferlackdraht (ca.  $\varnothing 0,5\text{mm}$ )
- Kleiner Neodym Magnet
- Steifer Draht (ca.  $\varnothing 1,0\text{mm}$ )



### Aufbau/Durchführung

Ungefähr 20-30cm eines lackierten Kupferdrahtes werden zu einer Spule gewickelt, wobei die Enden in der Verlängerung einer Gerade durch den Mittelpunkt weggebogen werden. Diese muss man halbseitig abisolieren (Lack herunterkratzen/abschleifen) und fungieren anschließend als Kommutator. Vom steifen Draht werden ca. 5cm lange Stücke mit Kabelschuhen oder Batterieklemmen an den Polen der 4,5V Batterie befestigt. Die anderen Enden biegt man zu einer Schlaufe, womit die Spule gelagert und mit Strom versorgt wird, sofern gerade die abisolierten Seiten der von der Spule weggebogenen Drähte die Schlaufen berühren. Durch das entstehende Magnetfeld wird die Spule in Bewegung versetzt. Liegen die isolierten Seiten auf, bricht das Magnetfeld zusammen, die Spule richtet sich dadurch nicht nach dem Magnetfeld des Permanentmagneten aus und dreht sich durch den Schwung wieder auf die andere Seite, sodass sich der Vorgang wiederholt. Zwischen den Polen ist noch mit Klebknete der Neodym Magnet zu befestigen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Die Spule wickelt man am besten um einen dicken Stift oder Stab ( $\varnothing 1,0\text{-}1,5\text{cm}$ )
- Der Kupferdraht muss halbseitig gut abisoliert werden, sodass ein guter Kontakt besteht
- Zu Beginn benötigt die Spule meist eine kleine Starthilfe

## 48 Homopolar-Motor 1

E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Bei diesem Aufbau handelt es sich um einen stromdurchflossenen Leiter in einem Magnetfeld. Somit ist der Leiter der Lorentzkraft ausgesetzt, welche orthogonal zur Stromrichtung und zum Magnetfeld wirkt (Linke-Hand-Regel). Dadurch beginnt sich der Magnet samt Schraube zu drehen. Die Schraube als auch der Mantel des Magneten sind Leiter, sodass tatsächlich ein Stromfluss entstehen kann, wobei der Magnet als Minus-Pol fungiert.

### Material

- AA Batterie – 1,5V
- Leitende Schraube/Nagel
- Ca. 10cm Draht
- Neodym Magnet



### Aufbau/Durchführung

Durch den Neodym Magnet am Kopf der Schraube haftet diese am Minuspol der Batterie. Der Draht muss beidseitig abisoliert werden. Das eine Ende wird am besten mit dem Zeigefinger auf den Pluspol gedrückt, wie am Bild zu erkennen ist. Mit der anderen Hand führt man das andere Ende des Drahtes zum Magneten, welcher sich samt Schraube sehr schnell zu drehen beginnt.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- An der Pluspalseite des Drahtes kann eine Schlinge gemacht werden, sodass man mit wenig Druck einen guten Kontakt erhält.

## 49 Homopolar-Motor 2

E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Um die Drahtspirale wird ein Magnetfeld aufgebaut, welches mit dem des Magneten wechselwirkt und dadurch bewegt wird.

### Material

- AA Batterie – 1,5V
- Ca. 13cm Draht
- 3 Stk. Neodym Magneten



### Aufbau/Durchführung

Die drei Magneten haften am Pluspol der Batterie und bilden zugleich auch den Sockel des Motors. Der Draht ist an beiden Enden abisoliert, sodass über die Magneten Strom durchfließen kann. Das Magnetfeld im unteren Bereich des Drahtes wechselwirkt mit dem des Permanentmagneten und die Spirale beginnt sich zu drehen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

Die Drahtspirale darf nicht zu eng um die Batterie gewickelt werden, da die Kraft dann nicht ausreicht, um die zusätzliche Reibungskraft zu überwinden.

## 50 Elektroskop

## E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Mit einem Elektroskop lassen sich elektrische Ladungen nachweisen. Bringt man Ladungsträger (Elektronen bzw. Löcher) auf die aus dem Glas stehende Elektrode, so laden sich die Blättchen im Glas mit der gleichen Polung auf, stoßen sich ab und werden dadurch auseinander gedrückt.

### Material

- Glas mit Deckel inkl. Bohrung/Loch (ca.  $\varnothing 1,5\text{cm}$ )
- Strohhalme mit Alufolie ummantelt
- Klebeknete
- Gefalteter Alufolienstreifen
- Luftballon
- Klebeband



### Aufbau/Durchführung

Der Strohhalm muss mit Alufolie ummantelt werden. Im unteren Ende des ummantelten Strohhalms ist ein Einschnitt zu machen. Der gefaltete Alustreifen wird anschließend dort hineingesteckt. Über diese Verbindung kann zur besseren Leitfähigkeit noch etwas Alufolie geklebt werden. Anschließend wird der Strohhalm durch die Bohrung im Deckel gefädelt und mit Klebeknete fixiert. Danach kann man das Glas verschließen. Lädt man nun den Luftballon statisch auf und berührt damit dann die Elektrode, stoßen sich die beiden Schenkel des gefalteten Alufolienstreifens ab. Berührt man die Elektrode mit den Fingern, wird diese dadurch wieder entladen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

Der Luftballon muss gut aufgeladen werden. Die Elektrode darf keine leitende Verbindung zur Erde haben (der Körper und Kunststoffe/Textilien leiten auch).

## 51 Die abgelenkte Kerze

E

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Kerzenflamme wird durch einen sehr starken Magneten abgelenkt. Grund dafür ist, dass das durch die Verbrennung entstehende Kohlendioxid in der Kerzenflamme diamagnetisch ist.

### Material

- Starker Magnet
- Kerze (z.B. Teelicht)
- Feuerzeug oder Zündhölzer



### Aufbau/Durchführung

Die Kerze wird angezündet und der Magnet an die Kerze herangeführt. Sollte kein Effekt zu sehen sein, muss man verschiedene Seiten des Magneten versuchen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der Raum muss windstill sein (Fenster und Türen schließen)
- Der Effekt ist besser erkennbar, wenn der Raum abgedunkelt ist
- Den Magneten nicht zu lange an die Flamme und keinesfalls direkt in die Flamme halten (der Magnet ist sehr hitzeempfindlich, max. 80°C!)
- Das Bodenplättchen von Teelichtern ist magnetisch, diese müssen daher festgehalten werden.
- Zur Verdeutlichung des Effektes kann auch ein Nichtmagnet in die Nähe der Flamme gebracht werden, da dadurch diese eher angezogen wird.

## 52 Durchgedrehte Spirale

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Eine Papierspirale dreht sich durch das Aufsteigen von warmer Luft.

#### Material

- Papier
- Garn
- Teelicht
- Feuerzeug
- Schere
- Stift



#### Aufbau/Durchführung

Auf das Blatt Papier wird eine Spirale (Durchmesser ca. 10 cm, Breite einer Windung ca. 1 cm) gezeichnet und ausgeschnitten. An dem Ende in der Mitte der Spirale wird ein Stück Garn befestigt. Die Kerze wird mithilfe des Feuerzeugs angezündet und die Spirale in einem Abstand von ca. 30 cm über die Flamme gehalten. Die Spirale beginnt sich zu drehen.

#### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Der Abstand zwischen Papier und Kerze muss groß genug sein. Vorsicht Brandgefahr!
- Ein Behältnis mit Wasser bereithalten, falls das Papier dennoch Feuer fangen sollte.
- Je dünner das Garn ist, desto besser ist der Effekt zu beobachten.

#### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 75

## 53 Sieden bei vermindertem Druck

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Heißes Wasser in einer Spritze beginnt durch geringer werdenden Umgebungsdruck zu sieden.

### Material

- Neue Einwegspritze aus Plastik (min. 5 ml)
- Heißes Wasser aus der Leitung (min. 40°C)



### Aufbau/Durchführung

In die Spritze wird ca. 2 -3 cm hoch heißes Wasser aufgezogen. Danach wird die Spritze umgedreht und eingeschlossene Luftblasen werden hinaus gepresst, sodass sich nur Wasser in der Spritze befindet. Nun wird die Spritzenöffnung dicht mit einem Finger verschlossen und langsam aber kräftig am Kolben gezogen. Im Wasser bilden sich Bläschen und es beginnt aufgrund des niedrigeren Umgebungsdrucks zu sieden. Wenn der Kolben ausgelassen wird, verschwinden die Bläschen wieder.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Wichtig ist, die Öffnung der Spritze vollkommen dicht abzuschließen.

### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 51

## 54 Unzerstörbarer Luftballon

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Das Wasser im Luftballon nimmt die Hitze der Flamme auf und der Luftballon wird nicht beschädigt.

### Material

- 2 Luftballons
- Kerze
- Feuerzeug
- Kaltes Wasser



### Aufbau/Durchführung

Zuerst wird in einen der beiden Luftballone etwas Wasser gefüllt. Nun werden beide Luftballone gleich groß aufgeblasen. Die Kerze wird mit dem Feuerzeug angezündet. Nun wird der Luftballon ohne Wasser in einem Abstand von ca. 3cm über die Flamme gehalten. Er platzt. Danach wird mit dem mit Wasser gefüllten Luftballon in gleicher Weise verfahren. Er wird ruhig, geht aber nicht kaputt.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Vorsichtig mit der brennenden Kerze umgehen. Brandgefahr!
- Luftballon nicht direkt in die Flamme halten.
- Ein Behältnis mit Wasser bereitstellen.

### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 44

## 55 Feuerfester Pappbecher

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Das Wasser im Pappbecher nimmt die Hitze der Flamme auf und der Becher beginnt nicht zu brennen.

### Material

- 2 Pappbecher
- Feuerzeug
- Kaltes Wasser
- Behältnis mit Wasser



### Aufbau/Durchführung

Ein Becher wird bis einen fingerbreit unter den Rand mit Wasser gefüllt der andere bleibt leer. Der leere Becher wird direkt in die Flamme des Feuerzeugs gehalten. Er fängt an zu brennen. Der brennende Becher wird in ein mit Wasser gefülltes Behältnis getaucht, um das Feuer zu löschen. Der Becher mit Wasser wird ebenfalls am Boden und an den Wänden außen in die Flamme gehalten. Er wird rußig, fängt jedoch nicht an zu brennen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Sehr vorsichtig mit dem Feuerzeug umgehen.
- Brennenden Becher sofort löschen!

### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 43

## 56 Fliegender Teebeutel

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Die Luft neben dem Teebeutel wird erwärmt und nimmt die Asche des Teebeutels in der Wärmeströmung mit nach oben.

### Material

- Teebeutel
- Feuerzeug
- Feuerfeste Unterlage



### Aufbau/Durchführung

Der Teebeutel wird entleert. Übrig bleiben soll nur mehr der Teebeutel selbst und die Schnur an der er normalerweise wieder aus dem Wasser gezogen wird. Nun wird der Beutel auf eine feuerfeste Unterlage gestellt und am oberen Ende mit dem Feuerzeug angezündet. Der Teebeutel brennt ab und zum Schluss erheben sich die letzten Ascheteile in die Luft.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Die Schnur des Teebeutels muss unbedingt beim Versuchsaufbau erhalten bleiben, andernfalls funktioniert der Versuch nicht.
- Vorsicht Brandgefahr! Behältnis mit Wasser bereitstellen.

### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 76

## 57 Cartesischer Taucher

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Durch Änderung des Druckes in der Flasche sinkt der Taucher.

### Material

- Flasche mit Wasser
- Taucher (Büroklammer, Strohhalm, evtl. Klebeband)



### Aufbau/Durchführung

Die Flasche wird mit Wasser gefüllt. Der Cartesische Taucher wird mit dem Strohhalm nach oben vorsichtig in die Flasche gegeben damit die Luft im Strohhalm bleibt. Der Taucher soll gerade noch schwimmen. Wenn man die Flasche nun zusammendrückt, erhöht sich der Druck in der Flasche und wegen der sehr kleinen Inkompressibilität des Wassers ändert sich fast nur das Volumen der Luft. Der Taucher sinkt somit ab, da der Auftrieb nicht mehr ausreicht.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Ist das Gewicht am Taucher zu niedrig und er sinkt nur schwer bis gar nicht ab, kann man einfach eine weitere Büroklammer oder ähnliches Gewicht anhängen.
- Man kann auch eine 0,5 Liter Flasche verwenden, wenn man den Taucher gut baut.

### Quelle

<https://www.leifiphysik.de/mechanik/auftrieb-und-luftdruck/versuche/cartesischer-taucher>

## 58 Unbrennbares Taschentuch

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Durch Wärmeleitung wird verhindert, dass sich das Taschentuch entzündet.

### Material

- Streichholz oder Feuerzeug
- 2 Taschentücher
- Münze



### Aufbau/Durchführung

Ein brennendes Streichholz wird an das erste Taschentuch gehalten. Das Taschentuch wird anfangen zu brennen. Nun wird, wie auf dem Bild gezeigt, die Münze in das zweite Taschentuch eingewickelt. Danach wird ein brennendes Streichholz gegen den Bereich des Taschentuchs gehalten, der die Münze umschließt. Das Taschentuch wird sich nicht entzünden, da die Wärmekapazität des Metalls groß genug ist um die Wärmeenergie aufzunehmen.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Vorsicht Brandgefahr! Behältnis mit Wasser bereitstellen.
- Es darf sich keine Luft zwischen Taschentuch und Münze befinden, sonst funktioniert die Wärmeleitung nicht richtig und das Taschentuch fängt möglicherweise an zu brennen.
- Eine 2-Euro-Münze ist am besten geeignet.

### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 65

## 59 Implodierende Dose

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Atmosphärendruck wird mithilfe einer Blechdose veranschaulicht.

### Material

- Leere Dose
- Heizplatte oder Bunsenbrenner  
(nicht im Koffer enthalten)
- Wasserbad
- Zange (nicht im Koffer enthalten)
- Wasser



### Aufbau/Durchführung

Eine Dose wird mit Wasser gefüllt. Nun wird sie mit dem Bunsenbrenner oder einer Heizplatte erhitzt bis das Wasser in der Dose kocht und Wasserdampf aus der Öffnung strömt. Die Dose muss komplett mit Wasserdampf gefüllt sein. Mit einer Zange wird sie nun kopfüber (damit sie luftdicht verschlossen wird) in das kalte Wasserbad gestellt. Daraufhin wird sich die Dose sichtlich verformen, da der Atmosphärendruck außen nun den in der fast leeren Dose befindlichen Druck weit übersteigt (der Wasserdampf ist kondensiert).

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Je weicher die Dose, desto leichter und eindrucksvoller ist der Versuch.
- Achtung Verbrennungs- und Verbrühungsgefahr! Vorsichtig arbeiten!
- Am besten eignet sich eine Tiegelzange.

### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 27

## 60 Implodierende Flasche

T

### Kurzbeschreibung des Versuchs

Der Atmosphärendruck wird mithilfe einer Flasche veranschaulicht.

#### Material

- Plastikflasche
- Heißes Wasser
- Kaltes Wasser



### Aufbau/Durchführung

Etwas heißes Wasser (es sollte fast kochen) wird in die Plastikflasche gegeben. Nun wird das Wasser in der Flasche hin und her geschwenkt, bis sich die Flasche mit Dampf füllt. Das Wasser wird ausgeleert und die Flasche schnell mit dem Deckel verschlossen. Nun kann man entweder warten, bis sich die Flasche von selbst abkühlt oder man kühlt sie mit Wasser. Die Flasche zieht sich zusammen. Grund dafür ist der Druckunterschied innerhalb und außerhalb der Flasche.

### Tipps und Tricks, Anmerkungen

- Vorsicht Verbrühungs- bzw. Verbrennungsgefahr! Vorsichtig arbeiten.
- Ein ähnlicher Effekt kann beobachtet werden, wenn man eine Flasche am Gipfel eines Berges luftdicht verschließt und dann hinab wandert.
- Je größer der Höhenunterschied, desto mehr drückt sich die Flasche zusammen.

### Quelle

Freihandversuche zur Thermodynamik; Robert Schantl; TU Graz; S. 27