

# Habt ihr schon gewusst 259 ... Experimente quer ...

## Exp. M-01

**Material:** 2x Stativstange lang | 1x Stativstange kurz  
| Stahlkugel möglichst großer Durchmesser

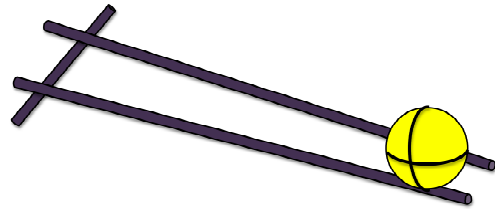
### Experiment

Die SuS bekommen zwei lange und einen kurzen Stativstab und eine Stahlkugel.

Sie haben die Aufgabe, das Experiment so aufzubauen, dass die Stahlkugel „den Berg hinauf“ läuft.

In der Dokumentation werden folgende Ebenen betrachtet:

- Geschwindigkeit
- Beschleunigung
- Kraft
- Impuls
- Energie



## Exp. M-02

**Material:** Teebeutel, Porzellanteller, Streichholz ... **Teil B:** Vakuumblocke, Vakuumpumpe, Kerze

### Experiment

Der Teebeutel wird gelehrt und die Papierhülle als „Zylinder“ senkrecht auf den Porzellanteller gestellt und angezündet.

## Exp. M-03

### Experiment

- [01] Die Kerze wird auf den Boden der Vakuumblocke gestellt, angezündet, Glocke aufgesetzt und der Luftdruck in der Glocke wird abgesenkt.
- [02] Vor dem Experiment äußern die SuS eine Vorhersage, was sie bei beiden Experimenten erwarten – UND welche Beziehungen die beiden Experimente zueinander haben → Analogieschluss
- [03] Die beiden Experimente werden durchgeführt <sup>1</sup>
- [04] Die Teams reflektieren Ihre Vorhersagen ... und formulieren eine Erklärung der Phänomene <sup>2</sup>
- [05] Im letzten Schritte suchen die Teams eine Parallele – eine Analogie, Gemeinsamkeiten – zwischen diesen beiden Experimenten.

## Exp. M-04

**Material Teil A:** 2x Teebeutel, heißes und kaltes Wasser ... **Teil B:** 2x Zuckerwürfel, heißes und kaltes Wasser

### Experiment A

- [01] Je ein Teebeutel wird in ein Glas mit kochend heißem Wasser und direkt daneben in ein Glas mit eiskaltem Wasser geworfen.

### Experiment B

- [01] Je ein Zuckerwürfel wird in ein Glas mit kochend heißem Wasser und direkt daneben in ein Glas mit eiskaltem Wasser geworfen.
- [02] Vor dem Experiment äußern die SuS eine Vorhersage, was sie bei beiden Experimenten erwarten – UND welche Beziehungen die beiden Experimente zueinander haben → Analogieschluss

<sup>1</sup> Der Teebeutel brennt fast vollständig ab ... dann erhebt er sich in die Luft und schwebt zur Decke ... Ab einem bestimmten Unterdruck in der Vakuumblocke wird die Kerzenflamme kugelförmig und leuchtet fast violett.

<sup>2</sup> Während die Papierhülle brennt, wird die Luft um die Papierhülle erhitzt und es entsteht ein Strömung nach oben – Thermik ... heiße Luft hat eine kleinere Dichte als die umgebende kalte Luft. Dieser Auftrieb auf die heiße Luft – führt zu einer Strömung, die die Reste der Papierhülle mit nach oben reißt. Die typische Form der Kerzenflamme entsteht durch die Konvektion der heißen Gase in der Flamme in der umgebenden kälteren Luft. Wenn man den Luftdruck in der Vakuumblocke absenkt, reduziert man die Dichte der kalten Luft um die Kerzenflamme ... ab einem bestimmten Luftdruck und der damit verbundenen kleinen Dichte hört der Auftrieb auf. Wir sehen dann eine Kerzenflamme, bei der Auftrieb wegfällt ... eine ähnliche Flamme wird bei Experimenten auf der ISS im Erdorbit beschrieben.

[03] Die beiden Experimente werden durchgeführt <sup>3</sup>

[04] Die Teams reflektieren Ihre Vorhersagen ... und formulieren eine Erklärung der Phänomene <sup>4</sup>

[05] Im letzten Schritte suchen die Teams eine Parallele – eine Analogie, Gemeinsamkeiten – zwischen diesen beiden Experimenten.

## Exp. O-01

**Material:** Tageslichtprojektor mit abmontierter Optik, weißes Blatt Papier und schwarzes Blatt Papier

### Experiment

Die Physiklehrkraft baut vom Tageslichtprojektor die Optik, den Umlenkspiegel uns ab ... das geht im Regelfall sehr leicht, wenn man die Arretierschraube am oberen Ende des „Zahnradarmes“ entfernt.

Nun hält man in den Brennpunkt der Fresnel-Linse ein Stück weißes Papier ... und fragt die SuS, was sie erwarten, wenn man das weiße Papier durch ein schwarzes Papier ersetzt.<sup>5</sup>

SuS diskutieren, warum sich ein Unterschied ergibt.

**Wichtig: Warnung, dass man diese „Feuerspiele“ nicht unkontrolliert – z.B. mit einer Lupe – im Freien macht ... Waldbrandgefahr !**

## Exp. O-02

**Material:** Fenster, Wassertropfen

### Experiment

Wirft man Wassertropfen gegen eine Glasscheibe, dann kann man unter Umständen z.B. einen Baum, der sich vor dem Fenster befindet, in einem bestimmten Abstand von dem Wassertropfen verkleinert in den Wassertropfen sehen ... die Wassertropfen wirken wie kleine Linsen.

## Exp. E-01

**Material:** 230V-Anschluss, Lampe 3,5V/0,3A, Lampe 3,5V/ 1A, Lampe 230V/25W, Lampe 230V/40W, Lampe 230V/60W.

### Experiment

Eine Niedervoltlampe und eine 230V-Lampe werden jeweils in Reihe an die 230V-Netzspannung angeschlossen. Die SuS sollen eine Vorhersage machen, bei welcher Kombination wird welche Lampe leuchten, bzw. kaputt gehen?

---

<sup>3</sup> Der Teebeutel brennt fast vollständig ab ... dann erhebt er sich in die Luft und schwebt zur Decke ... Ab einem bestimmten Unterdruck in der Vakuumglocke wird die Kerzenflamme kugelförmig und leuchtet fast violett.

<sup>4</sup> Während die Papierhülle brennt, wird die Luft um die Papierhülle erhitzt und es entsteht ein Strömung nach oben – Thermik ... heiße Luft hat eine kleinere Dichte als die umgebende kalte Luft. Dieser Auftrieb auf die heiße Luft – führt zu einer Strömung, die die Reste der Papierhülle mit nach oben reißt. Die typische Form der Kerzenflamme entsteht durch die Konvektion der heißen Gase in der Flamme in der umgebenden kälteren Luft. Wenn man den Luftdruck in der Vakuumglocke absenkt, reduziert man die Dichte der kalten Luft um die Kerzenflamme ... ab einem bestimmten Luftdruck und der damit verbundenen kleinen Dichte hört der Auftrieb auf. Wir sehen dann eine Kerzenflamme, bei der Auftrieb wegfällt ... eine ähnliche Flamme wird bei Experimenten auf der ISS im Erdorbit beschrieben.

<sup>5</sup> das weiß Papier reagiert nicht ... das schwarze Papier fängt Feuer ...

## Exp. E-02

**Material:** Batterie, Strommessgerät

### Fragestellung

- [01] Wie kann man feststellen, wann eine Batterie leer ist ...
- [02] Warum hilft eine Spannungsmessungen in diesem Fall nicht
- [03] Was versteht man unter dem Begriff „leer“?<sup>6</sup>

## Exp. EM-01

**Material:** Spule, Laborkabel, Netzgerät | XplorerGLX mit Magnetfeldsensor | Eisenkern passend zur Spule | Hohlkörper aus Aluminium oder Kupfer ... in die Spule passen

### Experiment

Die SuS bestimmen bei einer Spule mit dem XplorerGLX und dem Magnetfeldsensor die Flussdichte am Rande einer Spule.

In einem zweiten Versuch wird ein Eisenkern eingeschoben und die magnetische Flussdichte bei sonst gleichen Randbedingungen gemessen. Es wird niemand überraschen, dass sich dann eine größere magnetische Flussdichte einstellt ... das  $\mu_R$  wird erfunden.

In einem dritten Versuch wird ein Hohlkörper aus Kupfer in die Spule geschoben und die magnetische Flussdichte erneut bestimmt. Was erwarten die SuS im Falle des metallischen Hohlkörpers? <sup>7</sup>

## Exp. EM-02

**Material:** Spule, Permanentmagnet, Voltmeter

### Experiment

In den meisten Physikbüchern findet man ein Aufgabenstellung in folgender Form:

„Von welchen Faktoren hängt die Größe der Induktionsspannung ab, die in einer Spule entsteht?“

Frage an die SuS: Warum ist diese Fragestellung zwar üblich, aber im Kern falsch?<sup>8</sup>

## Exp. EM-03

**Material:** Schütteltaschenlampe ... bzw. Rücklicht an einem Fahrrad

### Problemstellung

- Welche Bauteile müssen in einer Schütteltaschenlampe eingebaut sein, damit man nach 10 Minuten Schütteln eine halbe Stunde „Licht“ hat? <sup>9</sup>

<sup>6</sup> Man kann die chemische Reaktion in der Batterie in folgende „Teile“ zerlegen: In eine Blackbox, die exakt 4,5V liefert und einen Innenwiderstand, der mit dieser Blackbox in Reihe geschaltet ist. Während der Lebenszeit der Batterie ändert sich an der Blackbox, die 4,5V liefert nichts – aber der Innenwiderstand wird ständig größer. Dieses Ersatzschaltbild kann erklären, warum eine Spannungsmessung mit einem hochohmigen Voltmeter keinen Erfolg bringt ... der Mess-Stromstärke ist so gering, dass am Innenwiderstand der Batterie keine Spannung abfällt, so dass das Voltmeter immer – auch wenn die Batterie fast leer ist – eine Spannung von etwa 4,5V anzeigt (diese Spannung nennt man Leerlaufspannung). Den Betriebszustand der Batterie kann man nur mit einer Strommessung im „Kurzschluß“ feststellen. Der Quotient aus Leerlaufspannung und Kurzschluss-Stromstärke liefert übrigens den Innenwiderstand der Batterie. Die Qualität der Batterien (und damit der Einkaufspreis) kann man am Innenwiderstand der Batterie direkt nach dem Kauf leicht feststellen. Eine 4,5V-Batterien, die eine Kurzschluss-Stromstärke von mehr als 10A liefert hat eine „ordentliche Qualität“. Eine 1,5Volt-Mignon-Zelle liefert ein I-Max von etwa 5A ... Ein 9V Block etwa 2A.

<sup>7</sup> ... interessante Frage, warum sich eine kleinere magnetische Flussdichte ergibt?

<sup>8</sup> Wenn wir statt der Spule eine Leiterschleife betrachten und die Enden der Leiterschleife mit einem ohmschen Widerstand verbinden (... ein Volt- oder Amperemeter ist auch solch ein Widerstand), dann können wir an den Enden des Widerstandes eine Spannung fest stellen .... sie entsteht aber nicht IN der Leiterschleife. Um diese Eigenartig auf die Spur zu kommen, können wir uns im Idealfall vorstellen, dass die Leiterschleife aus einem Supraleiter besteht. In diesem Fall liegt es auf der Hand, dass man für den Strom in dem Supraleiter keine Potenzialdifferenz benötigt ... der Strom fließt dort „antriebslos“! Nur an den Enden des Widerstandes tritt eine Spannung auf ... denn für den Strom durch diesen Widerstand ist ein Antrieb notwendig.

<sup>9</sup> ... die SuS müssten folgende Bauteile vermuten: bewegter Magnet, Spule, Diode, Kondensator (oder Akku), Leuchtdiode, Schalter ...

- Welche Bauteile müssen in einem Fahrradrücklicht eingebaut sein, wenn man es mit Wechsellspannung betreiben kann und das Rücklicht nach einer kurzen Fahrt „im Stand“ noch 3 Minuten nachleuchtet?

## Exp. W-01

### Material

Man baut aus Materialien, die man im Baumarkt billig bekommen kann, folgendes „Bimetall-Modell“

- Eisenstreifen: 2 cm breit, Dicke 0,5 mm, Länge 50 cm; Löcher (5 mm) im Abstand von 5 cm
- Alustreifen: 2 cm breit, Dicke 2,0 mm, Länge 50 cm; Löcher (5 mm) im Abstand von 5 cm
- Schrauben mit Muttern – 3 mm
- 3 gleich hohe Holzklötze
- Teelichter ... genügende Anzahl
- Draht ... Laborkabel und Netzgerät

### Hinweis

Die Experimente werden vorgestellt und vor der Durchführung des Experiments müssen die S-Teams eine Vorhersage formulieren.

### Experiment 01

Der Draht wird frei gespannt, die Spannung am Netzgerät hoch geregelt. Was erwarten die SuS?

### Experiment 02

Die verschraubten Metallstreifen werden so auf zwei Holzklötze gelegt, dass der Aluminiumstreifen unten und der Eisenstreifen oben liegt. Unter die Metallstreifen werden auf der ganzen Länge Teelichter gestellt, so dass die Metallstreifen erhitzt werden.

- Was erwarten die SuS?
- Welche Analogie zum Exp 01 kann man ziehen ... worin bestehen die Unterschiede?

### Experiment 03

Der Draht wird über drei Holzklötze gelegt, die Spannung hochgeregelt.

- Was erwarten die SuS?

### Experiment 04

Die verschraubten Metallstreifen werden über drei Holzklötze gelegt, die Teelichter darunter gestellt.

- Was erwarten die SuS?
- Welche Analogie zum vorigen Exp 03 kann man formulieren ... worin bestehen die Unterschiede?

### Experiment 05

Die verschraubten Metallstreifen werden so auf zwei Holzklötze gelegt, dass der Alu-Streifen oben und der Eisenstreifen unten liegt.

- Was erwarten die SuS?
- Wie kann man sich das Verhalten erklären?

### Experiment 06

Man legt ein zweites Modell dieser Streifen, bei dem aber nur eine Schraube am Rand fest verschraubt ist – die anderen Schrauben sind locker (deshalb ist das Loch auch größer als der Querschnitt der Schrauben) auf zwei Holzklötze, stellt die Teelichter darunter.

- Was erwarten die SuS?
- Wie kann man sich dieses „neue Verhalten“ erklären, wenn die SuS erfahren, dass beide Metallstreifen aus den gleichen Materialien hergestellt sind ... man darf nicht sagen „beide verschraubten Metallstreifen“ ... das wäre eine Irreführung ...

### Experiment 07

Man erhitzt den Metallstreifen – wie im Exp 06 – bei nicht „Fest-Verschraubung“ ... und zieht die Schrauben bei hoher Temperatur an.

- Was erwarten die SuS?

- Wie kann man sich dieses „neue Verhalten“ erklären, wenn die SuS erfahren, dass beide Metallstreifen aus den gleichen Materialien hergestellt sind ... man darf nicht sagen „beide verschraubten Metallstreifen“ ... das wäre eine Irreführung ...

## Exp. W-02

Wenn man heißen Kaffee in eine Thermoskanne einfüllt und den Deckel danach verschließt, kann man beim Öffnen der Kanne einen „Druckausgleich“ akustisch wahrnehmen. Es stellt sich die Frage, herrscht im Inneren der Kanne ein Überdruck – oder ein Unterdruck.

Die Teams werden aufgefordert

- [01] diese Frage zu diskutieren und
- [02] sich ein Freihandexperiment auszudenken, mit dem man feststellen kann ob ein Über- oder ein Unterdruck vorhanden ist.<sup>10</sup>

Diese Frage soll nun quantitativ untersucht werden ...

**Material:** Tauchsieder, 400ml Wasser, Thermoskanne, Gummistopfen mit passenden Bohrungen zur Aufnahme des XplorerGLX-Drucksensor und XplorerGLX-Temperatursensor, XplorerGLX, DataStudio.

Der Gummistopfen erhält eine Bohrung, in die man den Temperatursensor des XplorerGLX luftdicht einführen kann. In einer weiteren Bohrung steckt ein Glasrohr, das mit einem Schlauch direkt mit dem Drucksensor des XplorerGLX verbunden ist.

### Arbeitsauftrag

- [03] Das Wasser in der Thermoskanne wird mit einem Tauchsieder bis zum Sieden erhitzt. Der Gummistopfen mit den beiden „eingebauten“ Sensoren, wird sofort nach dem Sieden auf die Öffnung der Thermoskanne gesteckt. Die Kanne ist damit luftdicht verschlossen.
- [04] Die Teams führen nun das Experiment durch!
- [05] Die Teams reflektieren Ihre Vorsage im Vergleich mit dem Ausgang des Experiments.
- [06] Die Teams diskutieren eine Erklärung für dieses Phänomen.<sup>11</sup>

---

<sup>10</sup> ... wenn man Wasser rund um die Öffnung des Kannendeckels bringt, könnte man bei Bläschen darauf schließen, dass in der Kanne ein Überdruck herrscht ... sollte ein Unterdruck herrschen, wird das Wasser an der Öffnung verschwinden ...

<sup>11</sup> ... kurz nach dem Schließen stellen die Teams einen Überdruck (etwa 25kPa) fest. nach etwa 2000s ist der Überdruck verschwunden ... nach weiteren 3000 s stellt sich ein Unterdruck von etwa -10kPa ein. Die Vermutung: Wenn der Deckel geschlossen wird, reichert sich in der Kanne der Wasserdampf weiter an ... es entsteht deshalb ein Überdruck ... Beim Abkühlen kondensiert der Wasserdampf – das führt zu einem Unterdruck.