

Beide Experimente lassen sich natürlich auch kombinieren, sodass man die Werte von Waage und App vergleichen kann. Bemerkenswert ist dabei: Der freie Fall findet auch schon auf dem Weg nach oben statt! Diese scheinbar paradoxe Situation des „nach oben Fallens“ zeigt in Fortführung des vorherigen „Becher-Experiments“: Es geht nicht darum, dass etwas in Richtung Erdboden fällt! Es geht darum, dass auf ein System keine Beschleunigung wirkt – egal in welcher Richtung es sich bewegt.

Tipp: Für jüngere Kinder lassen sich die Trampolin-Experimente stark vereinfachen, indem eine durchsichtige Plastikbox mit Objekten wie etwa kleinen Spielzeug-Figuren verwendet wird. Die Box stellt die Raumstation dar, die Figuren verkörpern die Astronauten. Beim Trampolinspringen mit der Box in der Hand „schweben“ und „purzeln“ die Astronauten darin herum, was im Smartphone-Video schön zu sehen ist.

Achtung: Die Trampolin-Experimente dürfen nicht von Kindern mit Gleichgewichtsstörungen durchgeführt werden.

Aufgabe 14: Die Fallkapsel

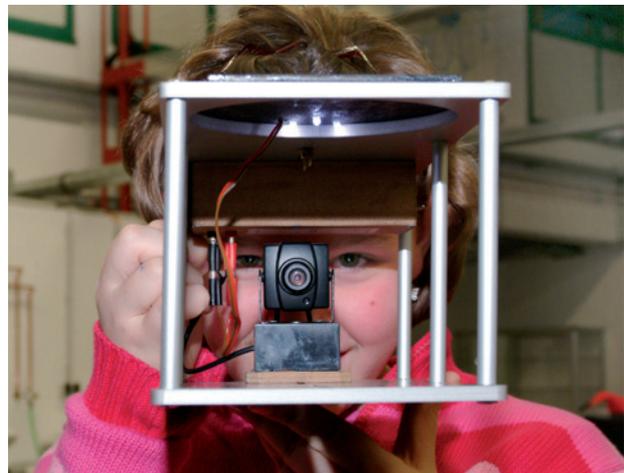
Experimente mit einer kleinen Fallkapsel „Marke Eigenbau“ sind in Umsetzung und Auswertung deutlich anspruchsvoller als die vorherigen Trampolin-Versuche und bieten viele Möglichkeiten für vorwissenschaftliches Experimentieren. Vom Prinzip her funktioniert die Fallkapsel wie ein Fallturm, bei dem Schwerelosigkeits-Experimente aus großer Höhe in die Tiefe fallen. Während dabei in der echten Forschung mehrere Sekunden lang Schwerelosigkeit herrscht, bringt es unsere Fallkapsel auf etwas mehr als eine halbe Sekunde. Doch schon das genügt, um einige äußerst interessante Effekte sichtbar zu machen.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, wie man die Fallkapsel konstruieren und bauen kann. Für schulische Zwecke empfehlen wir eine einfache Plastikbox (etwa aus der Küche). Im Inneren der Box wird auf der einen Seite ein Smartphone mit Videofunktion (oder eine andere kleine Videokamera) fixiert. Sie filmt den Ablauf des jeweiligen Experiments, das auf der gegenüberliegenden Seite in der Box platziert wird – etwa ein fest verschlossenes Glas, in dem Wasser mit etwas Luft enthalten ist, oder eine Kerze. Wie verhält sich das Wasser-Luft-Gemisch in Schwerelosigkeit, wenn die Box einige Meter nach unten fällt?

► Tipp!

Falsche Erklärung vermeiden!

Oft wird die Tatsache, dass auf der *ISS* Schwerelosigkeit herrscht, so erklärt, dass sich die Anziehungskraft der Erde und die Zentrifugalkraft infolge der hohen Geschwindigkeit der *ISS* aufheben. Dieses Erklärungsmodell ist aber zu kurz gegriffen und irreführend. Denn es vermag nicht zu begründen, wie es bei Parabelflügen oder in Falltürmen zu Schwerelosigkeit kommt, da hier ja keinerlei Kreisbewegung im Spiel ist. Auch bei all den in diesem Heft aufgeführten Mitmach-Experimenten – vom Aufzug über das Trampolin bis zur Fallkapsel – geht diese Erklärung ins Leere. Und auch die Schwerelosigkeit an Bord eines Raumschiffs, das zum Mond oder Mars fliegt, ist so nicht erklärbar.



Fallkapseln können auf verschiedene Weise konstruiert werden. Dieses Modell besteht lediglich aus einem stabilen „Käfig“ mit einer kleinen Kamera plus Licht. Per Klebe- oder Klettband können dann verschiedene Experimente eingebaut werden: etwa ein Glas mit Wasser und etwas Luft oder eine Dose mit einer Kerze. Bild: DLR

Wie brennt die Kerzenflamme? Auf einem Tisch stehend lässt eine Schülerin oder ein Schüler die Box nach unten auf ein Kissen fallen, das auf dem Boden liegt. Was in der Phase des freien Falls passiert, wertet man anschließend per Einzelbildschaltung aus.

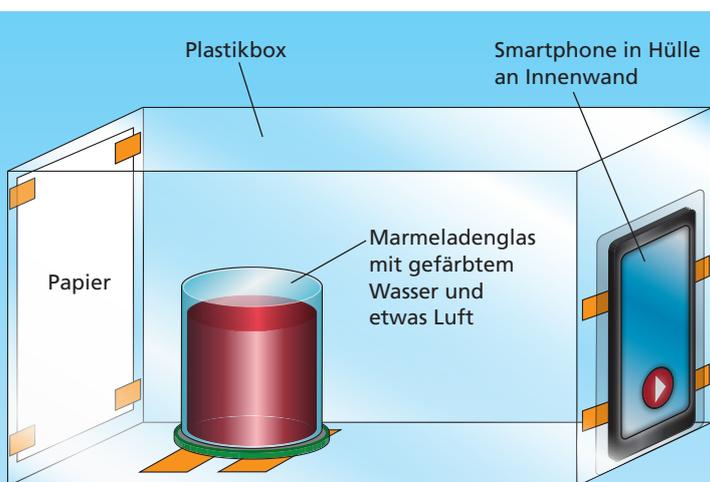
Materialien für die Fallkapsel

- 1 stabile Plastikbox (am besten durchsichtig) mit Deckel
- 1 Smartphone mit Kamerafunktion (oder andere kleine Videokamera)
- Klettband oder doppelseitiges Klebeband, einfaches Klebeband
- 1 Frühstücksbeutel oder Klarsichthülle als Hülle für das Smartphone
- 1 Schere
- 1 Blatt weißes Papier
- 1 möglichst großes Kissen (um die Kapsel beim Aufprall zu schützen)

Und so geht's:

Bau der Fallkapsel

Um die Experimente im Inneren der Fallkapsel anzubringen, wird doppelseitiges Klebeband oder Klettband an den entsprechenden Stellen auf den Boden der Plastikbox geklebt. Als Halterung für das Smartphone kann vorab eine passgenaue Hülle (z. B. aus Frühstücksbeutel oder Klarsichthülle) gefertigt werden, in die man ein Loch für die Kamera schneidet. Die Hülle wird mittels Klebeband so an der Innenwand der Box befestigt, dass die Kamera das Experiment im Blick hat. Unmittelbar vor dem Versuch startet man dann die Videoaufzeichnung und steckt das Smartphone mit bereits laufender Kamera in die Hülle (ohne dass es bei den Sprüngen wackelt). Fertig ist die Fallkapsel! Jetzt zu den Versuchen ...



Aufbau-Skizze der Fallkapsel mit dem Wasser-Luft-Experiment.

Materialien für Drop-Test A und Drop-Test B

- 1 leeres Marmeladenglas
- Wasser, ggf. mit Tinte oder Lebensmittelfarbe eingefärbt
- 1 Konservendose
- 1 Pinsel
- schwarze Farbe
- 1 Teelicht (Docht etwas kürzen)
- Streichhölzer

Drop-Test A: Das Wasser-Luft-Experiment

Färben Sie zunächst Wasser mit Lebensmittelfarbe oder Tinte ein und füllen Sie es in ein leeres Marmeladenglas, sodass sich nur noch wenig Luft im Glas befindet. Das Glas wird gut verschlossen und auf den Deckel des Glases wird Klettband geklebt. Nun platzieren Sie das Glas „kopfüber“ in der Box, wo es mittels der Klettbänder am Boden fixiert wird. Damit später im Video gut zu erkennen ist, was im Glas passiert, können Sie dahinter ein weißes Blatt Papier an der Innenwand der Box anbringen. Dann ist die Fallkapsel auch schon für den ersten „Drop-Test“ fertig!

Bevor der Test beginnt, stellen die Kinder Hypothesen auf: Wie wird sich das Wasser-Luft-Gemisch wohl verhalten? Die Kinder formulieren Vermutungen und begründen sie. Dann folgt der Test mit laufender Kamera. Ein Kind (auf einem Tisch stehend) lässt die Box auf das Kissen fallen.

Nach dem Test (bzw. mehreren Durchgängen) analysieren die Schülerinnen und Schüler, wie sich das Wasser-Luft-Gemisch verhalten hat. Die Einzelbildschaltung zeigt, wie sich im Wasser eine runde Luftblase bildet! Jetzt wird diskutiert, warum das so ist.

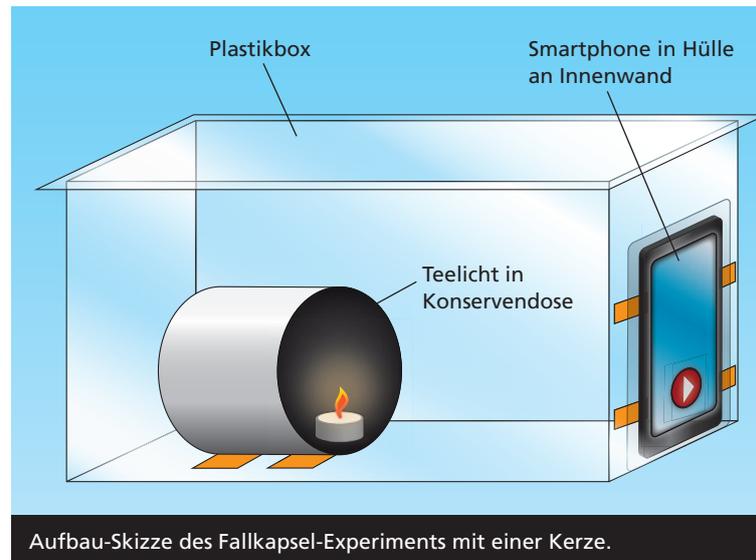
Erklärung: Da die Schwerkraft als dominante Kraft wegfällt, tritt eine andere Kraft zutage – nämlich die Oberflächenspannung. Sie „zwingt“ die Luftblase in eine Kugelform, während sich das Wasser an den Innenwänden des Glases – um die Luftblase herum – anordnet. Dieses „Mini-Experiment“ demonstriert ein wesentliches Prinzip vieler ISS-Experimente: In Schwerelosigkeit lassen sich physikalische Effekte betrachten und analysieren, die auf der Erde von der allgegenwärtigen Schwerkraft überlagert und „maskiert“ werden.

Drop-Test B: Die seltsame Kerzenflamme

Achtung: Das Experiment darf nur unter Aufsicht von Erwachsenen durchgeführt werden, weil mit einer Kerzenflamme gearbeitet wird. Die Box sollten Sie kurz (!) vor dem Fall mit einem Deckel verschließen, damit das Kissen (das den Aufprall auf dem Boden abfedert) nicht Feuer fängt. Nach dem Fallversuch nicht gleich die Dose anfassen, da sie heiß sein kann (Verbrennungsgefahr)!

Zunächst wird eine Konservendose innen schwarz angestrichen (so ist die Kerzenflamme im Video deutlicher zu erkennen). Dann wird in die Dose ein Teelicht (Docht etwas kürzen) geklebt. Die Dose wird auf der Seite liegend mit dem Teelicht in Richtung Kamera in der Fallkapsel angebracht (mit Klett- oder Klebeband am Boden fixieren). Die Kerze wird erst unmittelbar vor dem Fallversuch angezündet, damit die Flamme nur kurze Zeit brennt und sich die Dose nicht zu stark erhitzt. Kamera starten und in die Halterung an der Innenwand geben – los geht's mit dem zweiten „Drop-Test“!

Auch hier werden vorab Hypothesen zum Versuchsaufbau aufgestellt. Die Video-Auswertung zeigt schließlich, dass die Kerzenflamme klein, rund und bläulich brennt. Die Ursache wird in einer gemeinsamen Diskussion herausgearbeitet: In Schwere-



Aufbau-Skizze des Fallkapsel-Experiments mit einer Kerze.

losigkeit gibt es kein „leicht“ und „schwer“ und daher auch keine Konvektion. Heiße Luft ist also in Schwerelosigkeit nicht leichter als kalte. Daher steigt sie nicht nach oben, weshalb kaum neue, sauerstoffhaltige Luft „nachrücken“ kann. In der Folge führt das dazu, dass die Flamme unter Sauerstoffarmut blau brennt. **Hinweis:** Dieses Kerzen-Experiment können Sie wahlweise auch erst im Anschluss an die folgenden Versuche durchführen.

Aufgabe 15: Konvektion – Das Kugel-Teilchen-Modell und die Alu-Spirale

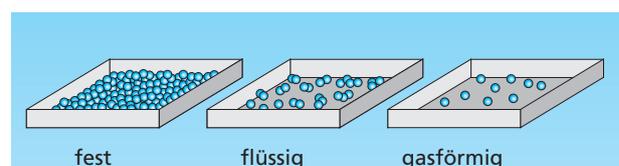
Direkt an das Kerzen-Experiment aus der Fallkapsel anknüpfend oder wahlweise auch vorgeschaltet kann die folgende Übung dem Verständnis dienen. Dem eigentlichen Mitmach-Experiment mit einer Alu-Spirale (siehe Schüler-Arbeitsblatt) sollte dabei eine Erläuterung anhand des Kugel-Teilchen-Modells vorausgehen.

Und so geht's:

In drei Schuhkarton-Deckeln befinden sich unterschiedlich viele Kügelchen: erstens sehr dicht gepackt, zweitens mit etwas mehr Distanz zueinander angeordnet und drittens nur wenige Kügelchen in sehr großen Abständen.

Materialien

- 3 Schuhkarton-Deckel
- Holzperlen (oder wahlweise Krepppapier, wenn Sie die Kügelchen mit den Kindern selbst herstellen möchten)



Das Kugel-Teilchen-Modell: In drei Schuhkarton-Deckel werden Kügelchen in unterschiedlicher Dichte gepackt.