

KOMPENDIUM: GEMEINSAM TÜFTELN UND FORSCHEN MIT HELLE UND LEUM



Katapulte, Katapulte, Katapulte... (Seite 6)

Bei einem Katapult kommt u.a. das Hebelgesetz zur Geltung. Ein Hebel ermöglicht eine einfache Kraftübertragung. Es gilt "Kraft mal Kraftarm ist gleich Last mal Lastarm". Da nun aber das Geschoss eine hohe Reichweite erlangen soll, also nicht im Gleichgewicht mit der aufzuwendenden Kraft sein soll, liegt hier eine Sonderform des Hebels vor. Der Lastarm (worauf das Geschoss liegt) muss also länger sein, als der Kraftarm (Gegengewicht oder Gummispannung). Das bedeutet, dass eine große Spannkraft erzeugt werden muss, da der Kraftarm wesentlich kleiner als der Lastarm (Schleuderarm) ist.

Der kluge Besen (Seite 7)

Der Besen liegt waagrecht auf beiden Zeigefingern. Wenn diese nun aufeinander zubewegt werden, muss eine bestimmte Kraft aufgebracht werden, damit die Reibungskraft zwischen Besenstiel und Finger überwunden wird und die Zeigefinger unter dem Besenstiel ins Gleiten kommen. Am Ende des Stiels, an dem der Besen befestigt ist, ist der Stiel wesentlich schwerer als am anderen Ende. Die Reibung ist deswegen an dem Ende wesentlich höher als am anderen Ende des Stiels und der Finger setzt sich wesentlich später in Bewegung als der Finger auf der leichteren Seite des Stiels.

Erst wenn das Gewicht, das auf die Finger wirkt, an beiden Seiten des Stiels annähernd gleich ist, bewegen sich beide Finger aufeinander zu bis sie sich im Schwerpunkt des Besens treffen und Balance eintritt. Der Besen kommt auf den beiden nebeneinander liegenden Zeigefingern ins Gleichgewicht.

Das Geheimnis der Streichholzschachtel (Seite 8)

In der Schachtel wird ein Gegenstand (Korken, Kronkorken, Stein,...) befestigt, der etwas höher als die Hälfte der Höhe der Schachtel ist. Wenn der Faden nicht straffgezogen wird, rutscht die Schachtel einfach nach unten. Wird der Faden aber straffgezogen, entsteht eine große Haftreibung, da der Faden ähnlich einer Bremse an dem Gegenstand reibt und damit das Hinunterrutschen bremst.

Lass es rollen! (Seite 9)

Wenn ein rundes Objekt auf eine Rampe gestellt wird, rollt dieses aufgrund der Erdanziehungskraft herunter. Zwei Objekte mit der gleichen Form und der gleichen Masse können sich aber dabei unterschiedlich verhalten. Wenn die Masse am Rand des Objekts konzentriert ist, leistet dieses mehr Widerstand gegen die Kräfte, die es in Drehung versetzen. Es rollt also langsamer die Rampe herunter. Auch die Form des Objektes spielt eine Rolle: Eine Kugel rollt schneller herunter als ein Zylinder der gleichen Masse, wenn diese in den beiden gleich verteilt ist.

Die Zauberdose (Seite 10)

Ein Ringgummi wird zwischen den Deckeln der Dose gespannt. An dem einen Strang wird ein Gewicht (z.B. Knete, Stein, Metallmutter) befestigt. Beim Losrollen wird das Gewicht aufgrund der Schwerkraft nach unten gezogen und das Gummi wickelt sich darum auf. Es wird gespannt. Dieser Vorgang setzt sich so lange fort bis das Gummi ausreichend gespannt ist, um sich der Schwerkraft des Gewichtes zu widersetzen und die Dose bleibt stehen. Ab nun beginnt das Gewicht das Gummi wieder zu entspannen. Die Dose dreht sich um das Gewicht wieder zurück.

Die Welt in meiner Hand (Seite 11)

Dadurch, dass die meisten Menschen zwei Augen haben, entstehen auch zwei Bilder, wenn wir sehend durch die Welt laufen. Diese zwei Bilder werden im Gehirn zu einem Bild verschmolzen und ermöglichen zugleich das räumliche Sehen. Da die Röhre das visuelle Feld eines Auges einschränkt, wird nur dieser Ausschnitt abgebildet und das Gehirn ist nicht mehr in der Lage, das rechte und das linke Bild sinnvoll zu überlappen. Während das eine Auge die Welt komplett sieht, sieht das andere Auge nur einen kreisförmigen Ausschnitt. Da unser Gehirn gewohnt ist, aus zwei Bildern ein Bild zu machen, entsteht dieses 'verrückte' Bild. Es handelt sich um eine optische Täuschung.

KOMPE

Gibt es farbige Schatten? (Seite 12)

Trifft Licht auf einen festen Gegenstand (Bleistift, Stab) entsteht hinter dem Gegenstand ein Schatten, der auf der Rückwand des Kartons deutlich sichtbar ist. Wird farbiges Licht benutzt entsteht ein schwarzer Schatten auf einer nun farbigen Rückwand. Werden zwei farbige Lichtquellen genutzt, die aus unterschiedlichen Richtungen den Gegenstand bestrahlen, werden auf den jeweiligen farbigen Hintergründen zwei Schatten entstehen. Die entstehenden Schatten werden jeweils von der andersfarbigen Lichtquelle angestrahlt. Der vom roten Licht erzeugte Schatten wird vom grünen Licht und der vom grünen Licht erzeugte Schatten vom roten Licht angestrahlt. Es entstehen somit zwei farbige Halbschatten.

Löfflein, Löfflein in der Hand (Seite 13)

Der Löffel hat eine nach innen und eine nach außen gewölbte Seite. Die nach innen gerichtete Seite ist wie bei einem Hohlspiegel eine konkave Wölbung (z.B. Kosmetikspiegel), und vergrößert nahstehende Dinge (innerhalb der Brennweite) und stellt weiter entfernt stehende Dinge auf dem Kopf (außerhalb der einfachen Brennweite). Die nach außen gewölbte Seite nennt man konvex (wie ein Autoseitenspiegel), diese verkleinert alles und egal auf welcher Distanz man ihn zu den Dingen hält, drehen diese sich im Spiegelbild nicht auf den Kopf.

Der Löffelgong (Seite 14)

Der Löffelgong zeigt, wie auch das Dosentelefon, dass Schallwellen nicht nur über die Luft weitergetragen werden, sondern dass auch andere Materialien/Medien

dafür verantwortlich sein können. Beim Auftreffen des Löffels an einer Tischkante wandern die dadurch entstandene Schallwellen durch das unmittelbar angrenzende Medium, in diesem Fall neben der Luft die an den Löffel gebundene Schnur, bis zum Ohr. Die Schnur ist hierbei der Schallträger bzw. das Transportmedium zwischen Schallwellen-Start (Kontakt zwischen Löffel und Tisch) und Ziel (Gehörgang). Da die Schallübertragung von der Dichte des Mediums abhängt, hört man durch die Schnur (dichter als Luft) einen sehr klaren und lauten Ton.

Wie kommen die Streifen in die Zahnpasta? (Seite 15)

Es gibt unterschiedliche Zahncremetuben, die zwei oder dreifarbige Streifen erzeugen.

Typ A: Zweifarbige Streifen entstehen im Ausgang der Tube.

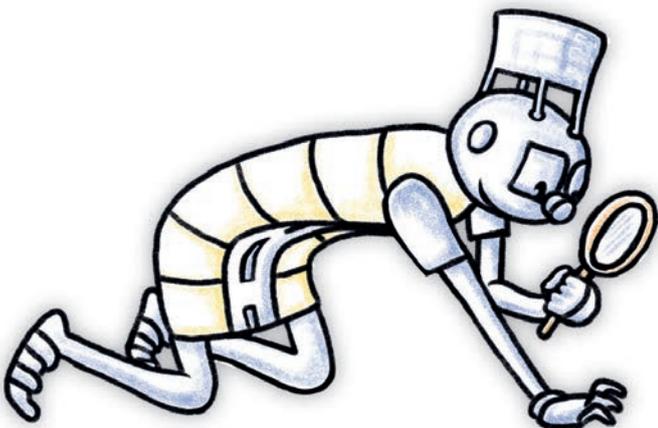
Die Öffnung der Tube wird durch ein am vorderen Ende durchlöcherter Rohr ins Innere der Tube verlängert. Im vorderen Teil der Tube befindet sich gefärbte Zahncreme (grün oder rot in der Regel). Das Rohr reicht bis in die weiße Zahncreme, die sich über der gefärbten komplett in der Tube befindet.

Beim Drücken auf die Tube presst die weiße Zahncreme durch das Rohr und zugleich auch die gefärbte Zahncreme durch die Löcher im Rohr. Als Streifen wird die gefärbte Zahncreme oberflächlich an die weiße Zahncreme gedrückt.

Typ B: Die dreifarbige Zahncreme wird schon beim Abfüllen in die Tube mit einer speziellen Fülldüse gepresst.

Gib mir fünf ... (Seite 16)

Fällt das Backpulver aus dem Handschuh in das Glas mit Essig kommt es zwischen der Essigsäure im Essig und dem Backpulver zu einer chemischen Reaktion. Essig ist eine Säure wohingegen Backpulver eine Base ist, also das Gegenteil einer Säure. Bringt man beide zusammen entsteht ein dritter Stoff, der durch die Reaktion freigesetzt wird: Das Gas Kohlenstoffdioxid, abgekürzt mit CO₂, entsteht und pustet den Luftballon auf.



NDIUM

Die verwirnte Rosine (Seite 17)

Das Wasser enthält Kohlensäure, die beim Öffnen der Flasche in Kohlendioxid und Wasser umgewandelt wird. Das Kohlendioxid bildet kleine Gasblasen, die im Wasser zu sehen sind. Diese Gasblasen sind leichter als Wasser. Sie lagern sich an die Rosine an und bei ausreichender Anzahl wird sich die Rosine mit den anhaftenden Gasblasen (nun leichter als Wasser) nach oben bewegen. An der Wasseroberfläche gehen die Gasbläschen in die Luft über und die Rosine sinkt wieder nach unten.

Der faule und der fleißige Luftballon (Seite 18)

Wenn ein Stoff erhitzt wird, neigt er dazu, sich auszu dehnen. Wenn eine Flasche in warmes Wasser gestellt wird, erwärmt sie sich und erwärmt somit auch die eingeschlossene Luft. Wenn Luft erwärmt wird, dehnt sie sich aus und benötigt mehr Raum. Ein Teil, der sich ausdehnenden Luft füllt den Luftballon, der sich dann aufrichtet. Inwiefern die Wärme des Wassers die Luft in der Flasche erreicht, hängt von dem Material ab, aus dem die Flasche besteht. Bei Thermoflaschen gelangt sehr wenig Wärme ins Innere der Flasche, sodass sich die in der Flasche befindliche Luft kaum ausdehnt und der Ballon nicht aufgepustet wird. Je mehr Luft sich in einer Flasche befindet, um so größer kann der Effekt der Ausdehnung sein.

Die widerspenstige Papierkugel (Seite 19)

Die Flasche sieht leer aus, ist aber voll von Luft. Beim Versuch, die Papierkugel in die Flasche zu pusten, ist sozusagen kein Platz mehr für die Kugel. Die Luft in der Flasche wird durch das Pusten in Bewegung gebracht. Pusteluft wird reingedrückt und Flaschenluft strömt durch die Öffnung hinaus. Diese ausströmende Luft reißt die Papierkugel mit sich.

Der Weg des Windes (Seite 20)

Der Propeller im Inneren des Fönes sorgt für eine starke Luftströmung. Hinten wird die Luft angesaugt, vorne pustet sie verstärkt hinaus. Der Rauch des Stäbchens macht dies sichtbar. Die unterschiedlichen Hindernisse zwischen Fön und Rauchquelle zeigen, wie sich die

Luftströmung (der Wind) entsprechend verhält. So kann auch die Stromlinienförmigkeit einzelner Gegenstände überprüft werden.

Der tanzende Ball (Seite 21)

Je stärker der Luftstrom des Föns, desto geringer ist genau dort der Luftdruck. Das heißt, in der Mitte der Luftströmung des Föns herrscht der niedrigste Druck, bedeutet also außen rum ist er größer als innen. Damit wird der Ball in die Mitte der Strömung gedrückt. Das "Getragen werden" im Luftstrom hängt aber auch von der Form und vom Gewicht des Gegenstandes ab. Das bernoullische Gesetz besagt: Je größer die Strömungsgeschwindigkeit (hier die der Luftstrom des Föns) ist, desto kleiner ist der statische Druck (der senkrecht zur Strömung gemessene Druck). Daniel Bernoulli (1700 – 1782), Schweizer Mathematiker, Physiker und Mediziner.



Hoch, das Glas (Seite 22)

Der leere Luftballon passt problemlos in das Glas. Pustet man ihn nun im Inneren des Glases auf, so drückt sich der größer gewordene Luftballon an die Innenwand des Glases. Umso mehr Luft hineingepustet wird, desto größer wird der innere Luftdruck, desto stärker presst sich das Gummi ans Glas. Eine große Haftreibung entsteht zwischen den beiden Stoffen und nun kann das Glas mit dem Ballon angehoben werden.

KOMPETE

Der Geysir (Seite 23)

Die Luft im Inneren der Flasche dehnt sich aus, sobald sie erwärmt wird. Sie benötigt mehr Raum und nimmt ihn in Anspruch, indem sie das Wasser wegdrückt. Im Gegensatz zur Luft kann Wasser nicht verdichtet werden und wird deswegen durch den Strohhalm nach oben gedrückt. Es sprudelt dann regelrecht an der Öffnung heraus.

Das Flaschenei (Seite 24)

Das warme Wasserbad erwärmt die Luft im Inneren der hinein gestellten Flasche. Diese Luft dehnt sich dadurch aus und strömt zum Teil aus der Flasche. Wird ein Ei auf die Öffnung der Flasche gelegt und diese in kaltes Wasser gestellt, zieht sich die Luft zusammen, der Luftdruck in der Flasche nimmt ab und wird kleiner als der Umgebungsdruck. Dieser sorgt also dafür, dass das Ei in die Flasche gedrückt wird. Das Ei bekommt man wieder aus der Flasche, indem die Flasche umgedreht wird, so dass das Ei von innen die Öffnung verschließt. Wird die Flasche nun wieder erwärmt, wird das Ei herausgedrückt.

Das schwebende Ei (Seite 25)

Ein rohes Ei sinkt in einem mit Wasser gefüllten Glas nach unten. Wird in einem zweiten Glas eine gesättigte Zuckerlösung hergestellt und diese langsam in das Glas mit dem Ei gegossen, sinkt das Süßwasser aufgrund seiner höheren Dichte nach unten. Da die Dichte des Süßwassers aber größer als die Dichte des Eis ist, beginnt dieses langsam im Glas nach oben zu schweben bis zur Grenzschicht zwischen Süßwasser und ungesüßtem Wasser.

Zucker ist für den Versuch besser als Salz geeignet, da sich Zuckerwasser nicht so schnell mit Wasser vermischt, wie dies bei Salzwasser passiert.

Das Weichei (Seite 26)

Das rohe Ei besteht aus flüssigem Eiweiß und Eigelb. Dieses ist umgeben von einer dünnen, elastischen Eihaut, welche wiederum von der äußeren harten Schale umgeben ist. Letztere besteht zu etwa 90% aus Calciumcarbonat (Kalk oder CaCO_3). Dieses reagiert mit der

Essigsäure ($\text{CH}_3\text{-COOH}$) zu Kohlensäure (H_2CO_3), die in Kohlendioxid (CO_2) und Wasser (H_2O) zerfällt. Das Kohlendioxid entsteht direkt an der Eischale und steigt in Form von kleinen Gasbläschen auf. Dies geschieht solange, bis der Kalk komplett umgewandelt ist und nur die elastische Eihaut mit dem flüssigen Rohei überbleibt. Tatsächlich kann dies auch einem Huhn passieren. Es legt bei starkem Calciummangel ein solches Weichei – ohne Schale!

Ein Tropfen in vielen Tropfen (Seite 27)

Der Tintentropfen ist schwerer als ein gleichgroßer Wassertropfen, hat also eine höhere Dichte. Er sinkt im Wasser und kommt dadurch in Bewegung, welche in Form eines in sich drehenden Ringes sichtbar wird. Aus diesem sinkenden, in sich bewegten Tintenring lösen sich durch kleinste Ungleichmäßigkeiten wiederum kleine Tintentropfen, welche beim Sinken wiederum in Form eines Ringes in Bewegung kommen. Dabei bewegen sich die gelösten Tintentropfen bzw. Ringe im Wasser immer weiter nach außen – ausgehend vom ursprünglichen Tintentropfen. Aus dem anfänglichen Tropfen entstehen drumherum also kleinere Tropfen bzw. Ringe und aus jedem dieser kleineren Tropfen entstehen jeweils wiederum mehrere neue noch kleinere Tropfen. Dieses Gebilde wird auch Fraktal genannt.

Das gestapelte Wasser (Seite 28)

Jede Farbe hat einen unterschiedlich konzentrierten Anteil an gelöstem Zucker. Je mehr Zucker gelöst ist,



NDIUM

umso größer wird die Dichte. Die Dichte von reinem Wasser beträgt rund 1 Gramm pro Kubikzentimeter. Die Dichte einer zuckerhaltigen Lösung liegt über 1 g/qcm. Das Wasser mit dem höchsten Zuckergehalt ist am dichtesten (am schwersten) und sinkt deswegen nach unten. Je weniger Zucker gelöst ist, umso leichter ist die Flüssigkeit. Die Flüssigkeiten schwimmen also übereinander, weil sie alle eine unterschiedliche Zuckerkonzentration und dadurch Dichte haben.

Fest oder flüssig? (Seite 29)

Ein fester Gegenstand behält in seiner Umgebung seine Form. Ein flüssiger Gegenstand passt sich der Form seiner Umgebung an. Die hergestellte Stärke-Wasser-Mischung kann nun Eigenschaften aus beiden Zuständen zeigen. Nach der Einwirkung bzw. der Erhöhung des Druckes (z.B. drücken durch die Hand) behält sie ihre Form. Lässt der Druck auf die Stärke-Wasser-Mischung nach, zeigen sich unmittelbar die Eigenschaften von Flüssigkeiten, das heißt die Mischung passt sich der Form der Umgebung an und zerfließt zum Beispiel auf den Handflächen. Isaac Newton hat jene Zustände von Fest und Flüssig genau beschrieben. Da die Stärke-Wasser-Mischung diesen Beschreibungen widerspricht, wird sie auch nichtnewtonsche Flüssigkeit genannt. Bis heute sind die genauen Ursachen dafür von Seiten der Wissenschaft nicht eindeutig geklärt.

Das Wunder der Windel (Seite 30)

Prinzipiell haben alle Windeln den gleichen Aufbau. Sie haben eine Außenhülle aus einem wasserundurchlässigen Material (Polyethylen) und einem saugfähigen Innenteil, das aus einem Innenvlies und darunter liegenden Saugkörper besteht. Der Saugkörper besteht aus Zellstofflocken und vielen kleinen weißen 'Kügelchen', einem Superabsorber, der ein Vielfaches seines Eigengewichts an Flüssigkeiten anlagern kann und diese dann endgültig bindet. Für eine schnelle und gute Verteilung der Flüssigkeit hin zu den Superabsorbentien sind die Zellstoffmaterialien verantwortlich. In ihnen kann der Superabsorber gut verteilt werden und damit zügig Flüssigkeiten binden.

Zielen... und Treffen? (Seite 31)

Der Widerstand des Wassers beim seichten Hinabsinken der Münze in das Schnapsglas sorgt für bogenförmige Bahnen. Genaues Zielen und Treffen kann nicht genau eingeschätzt werden. Auch das durch die Lichtbrechung im Wasser vergrößerte Bild des inneren Glases, macht es nicht einfacher. Dadurch entstehen Irritationen. Es bleibt also schwierig, den geringsten Widerstand zu finden, um möglichst genau zu treffen.

Die trockengelegte Münze (Seite 32)

Wird das Glas über die Kerze gehalten, strömt bereits in diesem Moment warme Luft aus dem Glas. Es blubbert und ein Teil der Luft entweicht aus dem Glas. Die brennende Kerze wandelt den Sauerstoff in Kohlendioxid und Wasser um bis die Flamme aus Mangel an Sauerstoff erlischt. Die chemische Reaktion der Verbrennung ('Verbrauch' von Sauerstoff) und der physikalische Prozess, dass erwärmte Luft sich ausdehnt, heben sich in der Wirkung nahezu auf, da das entstehende Kohlendioxid eine größere Dichte als Sauerstoff besitzt und einen geringeren Raum braucht. Erlischt die Flamme, kühlt sich das Luftgemisch im Glas ab. Es entsteht ein Unterdruck im Glas und das Wasser wird durch den höheren Luftdruck außerhalb des Glases in das Glas gedrückt. Die Kerze steigt mit dem Wasser solange nach oben, bis ein Druckausgleich erfolgt ist. Die Münze kann mit trockenem Finger vom Teller genommen werden.

Wie viele Tropfen passen auf eine Ein-Centmünze? (Seite 33)

Das Phänomen des Wasserberges, der auf der Münze entsteht, kann mit einer Eigenschaft des Wassers erklärt werden, die Oberflächenspannung genannt wird. Wassermoleküle sind nicht wie viele andere Moleküle gleichmäßig neutral. Es gibt eine eher negativ geladene Seite und eine eher positiv geladene Seite. Diese Eigenschaft wird Dipolcharakter des Wassers genannt. Aufgrund dieser Eigenschaft ziehen sich Wassermoleküle gegenseitig an. Im Inneren der Flüssigkeit heben sich die Anziehungskräfte auf, da sie von allen Seiten gleichermaßen einwirken. Wassermoleküle an der Oberfläche werden dagegen einseitig nach innen gezogen, da die Luftteilchen wesentlich geringere Anziehungskräfte

ausüben als die Wassermoleküle. Ähnliches geschieht auf der Münze. Es bildet sich ein Wasserberg solange, wie die gegenseitigen Anziehungskräfte der Wassermoleküle größer sind als die Schwerkraft des Wassers selbst. Ist diese größer, zerfließt der Berg. Kinder sagen dazu oft, dass die Wasserhaut reißt.

Die Familiensparbüchse (Seite 34)

Die Münzen verdrängen das Wasser im Glas und der Wasserspiegel steigt. Wasser verfügt über eine Eigenschaft, die als Oberflächenspannung bezeichnet wird. Diese Eigenschaft beschreibt, dass sich Wasserteilchen gegenseitig anziehen. Das passiert in alle Richtungen. Die Wasserteilchen an der Wasseroberfläche werden nicht nach oben angezogen, da sich dort nur Luft befindet. Sie 'halten sich' deswegen umso intensiver an benachbarten Wasserteilchen und Wasserteilchen unter ihnen 'fest'. Für den Beobachter sieht diese Erscheinung so aus, als würde das Wasser eine Haut bilden. Wenn die Münzen das Wasser verdrängen, entsteht ein Wasserberg, der sich, wenn die Spannung zu groß wird, über den Rand des Glases ergießt.

Die tanzende Münze (Seite 35)

Die Münze wird links und rechts am Rand durch die winzigen Kontaktpunkte der beiden Nadelspitzen in der Luft gehalten. Durch das Pusten gegen die Münze, wird sich die Münze entscheiden in welche Richtung sie sich zu bewegen beginnt – je nachdem an welcher Seite der Münze der Luftstrom am größten ist und welche Seite durch den entstehenden Unterdruck (strömende Gase erzeugen nach dem Schweizer Mathematiker und Physiker, Daniel Bernoulli, einen Unterdruck) nach oben gezogen wird. Die Münze beginnt sich zu drehen. Durch den fortwährenden Luftstrom und die geringe Reibung an den winzigen Berührungspunkten zwischen Nadelspitze und Münzenrand kann sie sich sehr schnell drehen.

Flaschenpercussion (Seite 36)

Der Schlag mit der Plastikflasche auf das Knie versetzt die Luft in der Plastikflasche in Schwingungen. Diese Schwingung der Luft bewegt sich wellenartig durch die rohrförmige Flasche. Je öfter die Luft pro Sekunde schwingt, desto höher ist der Ton. Je kürzer die Luftsäule ist, um so schneller schwingt die Luft in ihr und die entstehenden Töne sind hoch. Je länger die schwingende Luftsäule ist, umso tiefer wird der Ton. Die Länge der abgeschnittenen Flasche beeinflusst somit die Länge der schwingenden Luftsäule und damit die Höhen oder Tiefen der entstehenden Töne.

