Schulbiologie zentrum Hannover

Experimente mit FEUER

Wird der selbst aufgeschichtete Haufen nun brennen, oder vielleicht eher nicht?

Feuer "selbst gemacht": Alles dafür Notwendige stammt aus der Natur.

Also: Keine Plastiktüten (obwohl die gut brennen würden!) , kein Grillanzünder und kein Streichholz.

Feuer machen ohne ein Feuerzeug oder Streichhölzer zu benutzen ist für die meisten unserer jungen Besucher kaum mehr denkbar.

Umso faszinierender sind die Alternativen: Man könnte ….

- es mit Feuersteinen versuchen (wie die "Herbert Feuerstein" in der Steinzeit)
- es mit einer Lupe ausprobieren (aber nur, wenn die Sonne scheint)

Und dann wäre ja noch die Frage des Brennstoffs.

- Ist das, was wir zusammengesammelt haben trocken genug? Brennt es, oder nicht?

- Was brennt überhaupt und was nicht?
- Was brennt leicht und was ist nur schwer zu entflammen?
- Warum ist das so?

Und: Woher stammt eigentlich die in den Brennstoffen enthaltene Energie?

Feuerdreieck:

Drei Dinge braucht ein Feuer:

- Brennstoff
- Luft (Sauerstoff)
- Temperatur

Feuer löschen..
Zwei Bedingungen des „Feuerdreiecks“

	Feuer löschen… Hier mit Wasser. Warum löscht Wasser? Flüssiges Wasser kann nicht heißer werden als 100°. Für ein Feuer sind 100° zu kalt. Damit fehlt eine der Bedingungen des „Feuerdreiecks“.
	Feuer löschen… Hier mit viel Laub. Warum löscht eine Abdeckung mit Laub? Hier wird dem Feuer die Luft (der Sauerstoff) entzogen. Damit fehlt eine der Bedingungen des „Feuerdreiecks“. Wenn das Laub feucht ist kühlt es das Feuer zusätzlich noch ab. Dann fehlen sogar zwei Bedingungen.

Kochen im Gemüsegarten

	Lecker! Selbst gepflanzt, selbst geerntet, selbst vorbereitet, und selbst auf dem eigenen Feuer gekocht… („Gemüsekurs“)

Köhlern für Anfänger
Herstellung von Holzkohle

	Beim Löschen mit Falllaub kann man auch „Holzkohle“ herstellen: Unter der Laubdecke schwelt das Feuer weiter. Es bekommt nur wenig Luft (Sauerstoff). Gerade so viel, dass das Holz glüht. Mit den abgebildeten „Kohlenmeilern“ entstand aus Buchenscheiten „Holzkohle“.
	Mit der Holzkohle kann man • malen • grillen

Feuer machen mit Sonnenenergie…

	Ein Weinglas, bis zu einer bestimmten Höhe mit Wasser gefüllt wirkt als „Brennglas“. Ohne Wasser funktioniert das nicht. Der Brennpunkt erhitzt weißes Papier kaum, schwarzes dagegen sehr stark. Besonders geeignet: Die Zeitung mit den großen Buchstaben…
	Mit einer Lupe klappt das natürlich viel besser. • Welche Lupen sind geeignet, welche nicht? • Wie muss man sie halten? • Wer kann seinen Namen in ein Holzbrett schreiben? • Vorher sollte man die Buchstaben mit einem schwarzen Stift vorzeichnen.

Nahrungsmittel enthalten Energie

Wie viel „Teewasser“ könnte man über einem brennenden Zuckerwürfel zum Sieden bringen?

Zucker brennt, allerdings nicht so ganz spontan.

Hält man ein Streichholz oder eine Kerze unter einen Zuckerwürfel wird dieser bloß schmelzen.

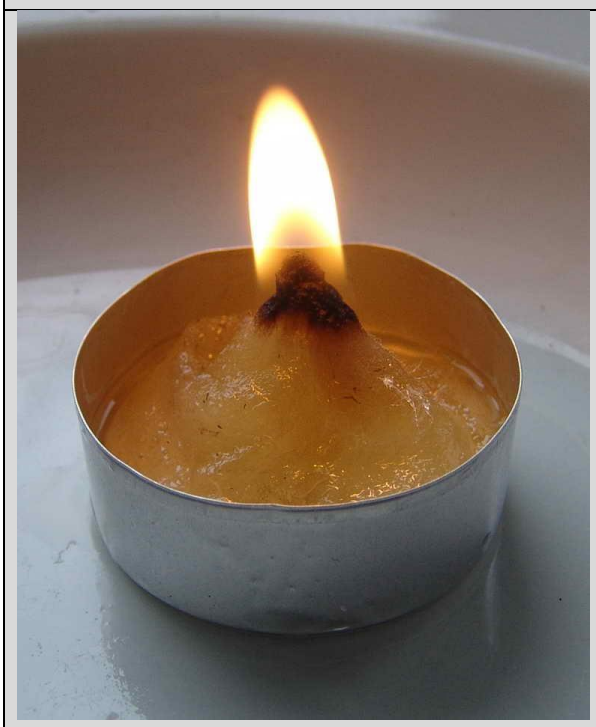
Achten wir darauf, dass der heiße flüssige Zucker nicht auf unsere Haut tropft.

Wickelt man einen Zuckerwürfel in Watte und hält dieses „Paket“ mit Hilfe einer Tiegelzange über eine Flamme (z.B. ein Teelicht) fängt zunächst die Watte Feuer.

Während sie verbrennt saugt sie den flüssigen Zucker auf und wirkt dadurch wie der Docht einer Kerze.

Sobald der Zucker heiß genug ist, brennt er alleine weiter.

Manchmal kommt es dabei zu kleinen „Explosionen“, dann nämlich wenn sich im Zuckerwürfel vielleicht noch vorhandene Wasserreste im Wasserdampf verwandeln.



Rapsöl brennt

Rapsöl ist so wie Zucker ein Brennstoff.

Beide enthalten bei der Photosynthese umgewandelte Sonnenenergie.

Ein im Alubecher eines Teelichts gut mit Raps- oder Sonnenblumenöl getränkter und zu einer Spitze ausgezogener Wattebausch wird angezündet. Die Watte hat die Funktion eines, das Öl ansaugenden Dochts.
Da das Öl hat eine höhere Entzündungstemperatur hat als das Paraffin der Kerze, muss man etwas Geduld aufbringen..

Aber nach einiger Zeit brennt die „Ölkerze“ von ganz allein.

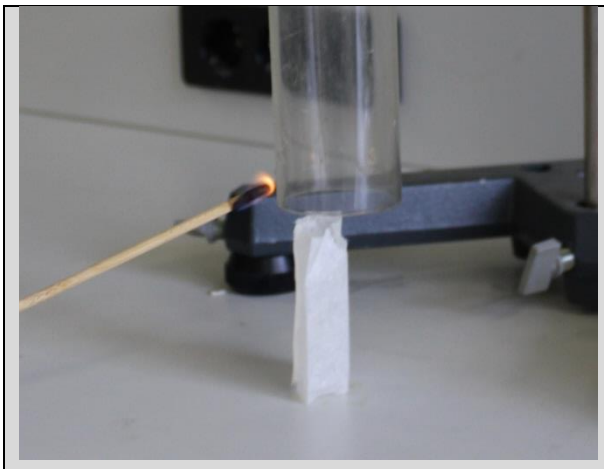
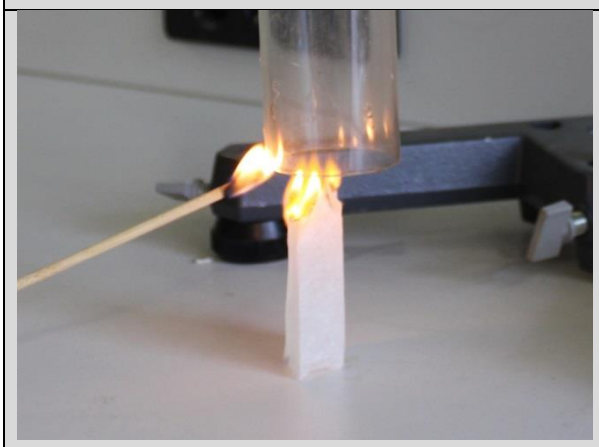
Von der Form des Dochts hängt ab, wie stark die Ölkerze rußt.

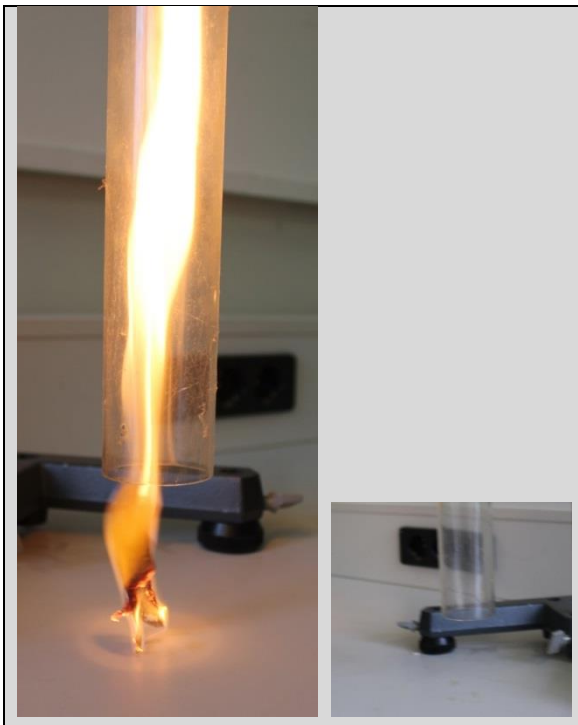
„Flammen auf dem See“

	Schwimmende „Ölkerze“: Eine in Raps- oder Sonnenblumenöl getränkte Korkenscheibe schwimmt auf einer Ölschicht. Das Öl schwimmt, da leichter, auf dem Wasser.
	Der Korken wirkt als „Docht“. Die „Ölkerze“ brennt so lange bis die auf dem Wasser liegende Ölschicht verbraucht ist.
	Kurz bevor der Kerze der Brennstoff ausgeht saugt der „Docht“ eine Mischung aus Öl und Wasser an. Wasser und Öl vermischen mischen sich nicht. Wenn das Wasser im Öl verdampft braucht es schlagartig ganz viel Platz und es kommt zu vielen kleinen Verpuffungen.

	Statt eines Tellers kann man natürlich auch ein Glas benutzen. Vorteil: Man kann den „Ölverbrauch“ von der Seite her beobachten.

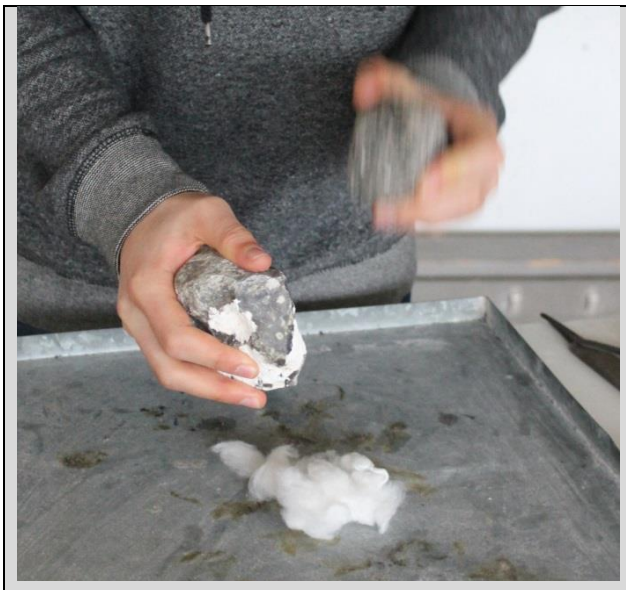
Teebeutelrakete mit Startrampe

	Klammer des Teebeutels lösen. Tee auskippen. Teebeutel zu einem Rohr formen und aufstellen. Wir haben als „Startrampe“ ein 1,5 m langes Glasrohr darüber gestellt. Teebeutel mit Holzstab entzünden und abwarten…
	
	Teebeutel brennt herunter

	Kurz bevor der Teebeutel ganz heruntergebrannt ist löst er sich vom Boden und steigt mit hoher Geschwindigkeit durch das Rohr nach oben. Das Rohr wirkt wie ein Kamin
	Von der Teebeutelrakete bleibt nur ein leichtes, langsam herabsegelndes Aschegerüst. Wenn man ein Feuerzeig unter den herabgleitenden Rest hält bekommt er noch mal ordentlich Auftrieb.

Feuer machen wie in der „Steinzeit“

	Schlägt man Feuersteine gegeneinander (am besten seitlich aneinander vorbei!) entstehen Funken. Es riecht ein wenig nach Sylvester (Feuerwerk). Die dabei entstehenden Feuersteinsplitter sind sehr scharfkantig (früher hat man daraus Speerspitzen, Messer und Schaber gemacht!). Deshalb sollte man unbedingt eine Schutzbrille tragen! Leider sind Funken noch kein Feuer. Erst wenn große und Funken in leicht brennbares Material (z.B. trockenes Heu) fallen besteht die Chance, dass dieses Feuer fängt. Dazu braucht man viel, viel Geduld. Größere Funken entstehen, wenn man einen harten Metallgegenstand (hier eine alte Metallfeile) gegen den Feuerstein schlägt.
	Wenn ein Funken lange genug „am Leben bleibt“ um das Heu zum Glimmen zu bringen muss man durch leichtes (!) Pusten dafür sorgen, dass aus der Glut eine Flamme wird. Die ausgeatmete Luft enthält immer noch 16% Sauerstoff, das reicht. Aber Vorsicht: Pustet man zu stark, kühlt man die Glut zu stark ab.

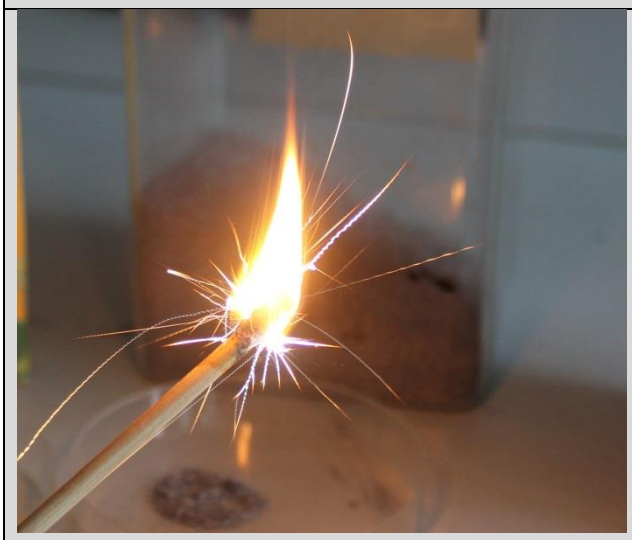
	Statt Heu kann man auch Baumwoll-Watte nehmen. Im abgedunkelten Raum kann man die Funken besonders gut sehen. Mit etwas Glück, Zeit, Geduld und viel Geschick gelingt es vielleicht, die leicht entzündliche Watte zum Brennen zu kriegen.
	Leichter gelingt es, wenn man es z.B. mit einer Metallfeile probiert.. Früher hat man „Feuereisen“ (besser Feuerstahl) benutzt. So etwas kann man heute noch in „Survival“-Läden oder im Internet kaufen. Feuerstähle bestehen aus kohlenstoffreichem Stahl.
	Eine modernere Variante des „Feuerstahls“: Ein Magnesiumstab und eine mit feinen Zacken versehene Reibe aus Stahl.

	Damit gelingt das Feuer machen fast sofort: Einmal kräftig reiben und Funken auf die Watte (oder das Heu) fallen lassen.

Wunderkerzen selbst gemacht

	Die Spitze eines Schaschlik-Stabs wird in das heiße flüssige Wachs eines Teelichts getaucht und sofort danach in Salz, Eisen- oder Magnesiumpulver gewendet („paniert“).
	Schaschlik-Stab mit Wachs versehen…
	…in Salz tauchen…

	…und mit der Kerzenflamme entzünden:
	Es entsteht eine gelb-orange Flamme. Manchmal springt ein glühender Salzkristall von der Spitze. Die gelbe Flamme entsteht durch das Natrium im Salz (Kochsalz, Natriumchlorid). Betrachtet man sie im Dunkeln mit einem Spektroskop sieht man statt des für das Sonnen- oder Glühlampenlichts typische kontinuierliche Spektrums („Regenbogenfarben“) nur eine gelb-orange Linie (Wenn man genau hinsieht, sind es zwei, sehr eng beieinander liegende Linien). Das sind die so genannten D-Emissionslinien des Natriums.
	Wer glaubt schon, das Eisen brennt? Wenn man Eisenwolle entzündet, brennt sie! Wenn man einen Eisennagel in die Flamme hält, brennt er nicht. Warum? Die Eisenwolle hat eine in Bezug auf ihre Masse („Gewicht“) große Oberfläche. Dadurch kann viel Sauerstoff umgesetzt werden (vergleiche den brennenden Zuckerwürfel!) . Eisenpulver hat eine noch viel größere Oberfläche.

	Taucht man den mit heißem Wachs versehenden Schaschlik-Stab in Eisenpulver und entzündet ihn mit der Kerze springen die glühenden Eisenteilchen herab und erzeugen einen schönen Funkenregen. Das Eisen wird bei der Verbrennung oxidiert, d.h. es verbindet sich mit dem Luftsauerstoff zu Eisenoxiden. Eisenoxid ist schwerer als Eisen. Das kann man mit Eisenwolle sehr schön untersuchen (vorher und nachher wiegen!).
	Noch besser gelingt das mit dem Material aus dem auch echte Wunderkerzen bestehen, dem Magnesium.
	Vorsicht: Bei der Verbrennung des Magnesiums entstehen sehr hohe Temperaturen!

	Das Magnesiumpulver verbrennt sehr heiß und daher auch sehr hell. Um nicht geblendet zu werden, nicht direkt in die Flamme schauen!

Streicholzrakete

Der Kopf eines Streichholzes wird ziemlich stramm in Aluminiumfolie gewickelt. Dabei muss ein „Abgaskanal“ für den Rückstoß freigehalten werden, z.B. in dem man ein Stück Draht (z.B eine aufgebogene Büroklammer) mit umwickelt. Der Draht wird vor dem Start wieder herausgezogen.

Die „Abschussrampe“ kann aus Knetmasse bestehen (Bild links) oder aus der Büroklammer gefertigt werden.

Kopf der Rakete entzünden (d.h. so weit erwärmen, dass der darunter liegende Streichholzkopf „explodiert“). Die Verbrennungsgase schießen aus dem „Abgaskanal“ heraus und erzeugen den Rückstoß.

Tipp: Je enger die Alufolie gewickelt wird, desto größer der Rückstoß. Liegt sie allerdings zu stramm auf dem Streichholz wird die Rakete zum „Rohrkrepierer“.

Was nicht passt, wird passend gemacht…

Dieses Experiment funktioniert auch mit einem weichgekochten und abgepellten Hühnerei.

Aber das sollte man lieber essen!

Statt Ei wird hier ein mit Wasser gefüllter Luftballon („Wasserbombe“) verwendet.

Ballon und Feuer, wie verträgt sich das eigentlich?

Ein prall mit Luft gefüllter Ballon, über eine Kerze gehalten, platzt mit lautem Knall.

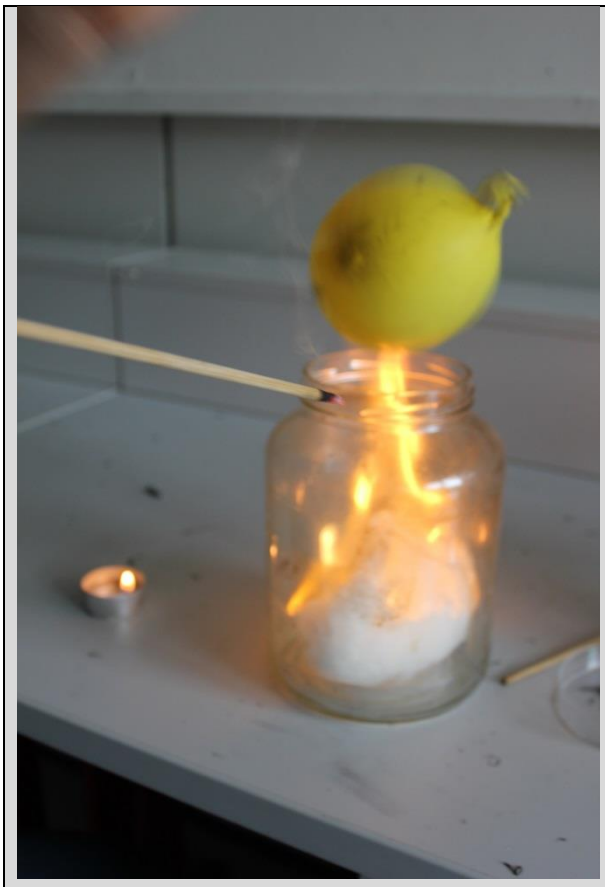
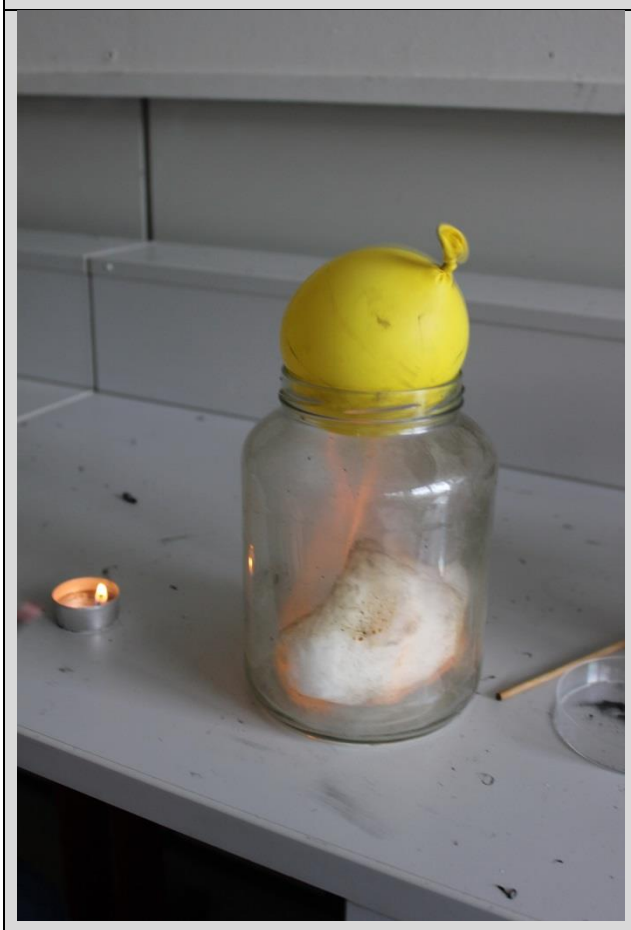
Der „Wasserbombe“ scheint das nichts auszumachen. Warum nicht?

Die Temperatur der Kerzenflamme liegt weit über der Schmelz- bzw. Entzündungs-temperatur der Ballonhaut. Der Inhalt des Ballons aber hat eine große Wärmekapazität, d.h. das Wasser kann viel Energie aufnehmen bis es so heiß ist, dass die Gummihaut schmilzt.

Die eine Bedingung des „Feuerdreiecks“ bleibt also unerfüllt: Die Wärme.

Wird der Ballon sehr lange über die Kerzenflamme gehalten schmilzt sie ein kleines Loch in die Gummihaut und der Ballon wird „inkontinent“…

	Die „Wasserbombe“ passt nicht in das Glas hinein. Aber: Was nicht passt, wird passend gemacht. Und zwar ohne den Ballon hineindrücken zu müssen. Im Glas liegt etwas locker auseinandergezogene Watte.
	Die Watte wird entzündet und die „Wasserbombe“ auf das Glas gesetzt.

	Die Watte brennt und der Ballon tanzt auf dem Glas auf und ab.
	Schließlich bleibt er liegen und das Feuer stirbt an Luftmangel.

Kurz danach wird die „Wasserbombe“ wie von Geisterhand in das Glas gezogen.

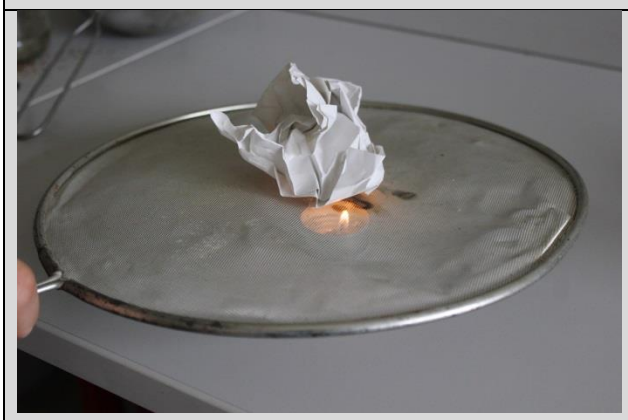
Mögliche Beobachtungen:

- Der Ballon tanzt auf der brennenden Watte
- Dann bleibt er ruhig liegen
- Das Feuer geht aus
- Im Glas bildet sich Nebel
- Der Ballon nimmt übergangsweise fast die Form einer Wurst an und wird in das Glas gezogen

Beim Herausziehen stellen wir fest: Die „Wasserbombe“ ist nicht geschrumpft.

Mögliche Erklärung:
Die heiße Luft dehnt sich aus, entweicht aus dem Glas und lässt den Ballon „tanzen“.
Jetzt ist weniger Luft im Glas als vorher.
Das Feuer geht aus, die heiße Luft kühlt ab und braucht weniger Platz. Im durch den Ballon verschlossenen Glas herrscht Unterdruck relativ zur Umgebung des Glases.
Die Annahme „Das Unterdruck saugt den Ballon an“ ist allerdings falsch:
Richtig ist: Der Ballon wird durch den äußeren höheren Luftdruck in das Glas gedrückt!

Papier brennt doch, oder?

	Zerrissenes, locker aufgeschichtetes Papier liegt in einem metallenen Küchensieb und wird über eine brennende Kerze gehalten. So sehr wir auch warten: Mehr als ein wenig Rauch entsteht nicht. Das Papier will nicht brennen? Warum nicht?
	Der gleiche Versuch, hier auf einem engmaschigen Spritzschutz (auch aus der Küche). Auch hier entsteht bestenfalls ein wenig Rauch. Beobachtungen: • Dort wo das Metall die Flamme berührt, wird es schwarz. Es entsteht also Ruß. • Die Kerzenflamme kann das Metallgitter nicht durchdringen. Sie bleibt stets unterhalb der Maschen. • Nach dem Abkühlen fühlt sich die rußige Stelle fettig an Erklärung: Das Metallgitter nimmt viel Wärme auf und kühlt die Flamme dadurch ab. Oberhalb des Metallgitters kann der Wachsdampf nicht mehr verbrennen. Es kommt zur unvollständigen Verbrennung (unverbrannter Kohlenstoff: Ruß) und zur Ablagerung von Wachs (kondensierter Wachsdampf)

Die „Selbstbau-Kerze“ für dunkle Tage

	Aus den Alubechern ausgebrannter Teelichter, etwas Watte und etwas Speiseöl kann man Kerzen machen: Gut (aber nicht allzu stark!) in Raps- oder Sonnenblumenöl getränkte Watte wird im Alubecher zu einem spitzen „Berg“ geformt. Sobald der Watte-„Docht“ entzündet ist fängt er an, Öl anzusaugen. Die heiße Flamme verwandelt das Öl in einen feinen Dampf. Die winzigen Tröpfchen mit ihrer relativ zur Masse großen Oberfläche verbrennen.
	Warum ist eine Flamme eigentlich gelb? Die gelbe Farbe entsteht durch die Verbrennung des im Öl enthaltenen Kohlenstoffs.

Mehlstaubexplosion

	Hier wird fein gesiebtes weißes Weizenmehl in die Flamme eines Gasbrenners geblasen. Es entsteht ein großer Feuerball und es riecht deutlich nach aufgetoasteten Brötchen. Weizenmehl besteht zu großen Teilen, weißes Weizenmehl fast ausschließlich aus Stärke. Stärke ist ein Produkt der Photosynthese grüner Pflanzen und damit chemisch gespeicherte Sonnenenergie. Damit ist Mehl (so wie Holz, Watte oder Erdöl) ein Brennstoff. Zündet man allerdings eine Tüte Mehl an wird nur die Verpackung verbrennen. Der Trick, aus Mehl einen „Sprengstoff“ zu machen (wir haben ihn einmal „SolarEnergetix“ genannt…) besteht darin, ihm eine große Oberfläche zu verleihen. Zur „Mehlstaubexplosion“ gehört trockner, feiner Mehlstaub. Trocken wird das Mehl im Backofen, auf dem Backblech ausgebreitet bei etwa 50°C.
	Auf eine Glasscheibe wird mit einem Messer ein schmaler „Strich“ Mehlstaub gezogen. (Etwaige Assoziationen sind ganz zufällig…) Mit einem Trinkhalm wird das Mehl in die Flamme des Gasbrenners geblasen.

	„Feuerspucker“ bei der Vorführung…

„Biodiesel“ brennt

Bitte nur als Demonstrationsversuch!

„Biodiesel“ entsteht aus Rapsöl.

Zündet man etwas Biodiesel in einer Brennschale an geschieht nichts.

Spritzt man Biodiesel in die Flamme eines Gasbrenners entsteht ein Feuerball.

Erklärung:
Die feinen Tröpfchen haben eine große Oberfläche und damit eine große Kontakt- und Reaktionsfläche mit dem Luftsauerstoff. Außerdem erreichen die Tröpfchen viel schneller die notwendige Entzündungstemperatur als die Flüssigkeit in der Brennschale.

Hier geht es also um zwei Bedingungen des „Feuerdreiecks“ (Sauerstoff, Wärme)

Campingkocher zum Selbstbau

<table>
<tr>
<td> </td>
<td>Wie viel Energie steckt im Rapsöl?

Reicht eine Rapsölkerze um sich einen Tee aufzubrühen?

Diese ganz einfache (!) Kalorimetrie-Experiment besteht bis auf das Drahtgitter und das Thermometer nur aus Haushaltsmaterialien:

• Rapsölkerze (Alubecher, Watte, Rapsöl)
• Tasse
• Drahtgitter
• Joghurtglas
• Wasser</td>
</tr>
<tr>
<td>
</td>
<td>Die Ölkerzenflamme leidet in der Tasse und unter dem Glas schnell an „Atemnot“.

Eine Alternative ist eine flache entdeckelte Konservendose mit Luftschlitzen (mit Hammer und Nagel oder mit der Bohrmaschine herstellen)</td>
</tr>
</table>

Die „Mittagskanone“

Ein Böller und eine Lupe werden so aufgestellt, dass die Sonne genau zu Mittag den Böller entzündet.

Vorher muss man einige Fragen klären:

- Wie groß muss die Lupe sein, damit das funktioniert? (Die abgebildete Lupe reicht nicht!)
- In welchem Abstand befindet sich der Brennpunkt.
- Wie muss die Lupe (mit Hilfe eines Stativs) ausgerichtet sein, damit es genau um Mittag knallt?
- Wann ist genau Mittag?

Zusammenstellung und Text: Ingo Mennerich, Schulbiologiezentrum Hannover, März 2016