

Kerze, einfach faszinierend

RGP Maisenbacher

Der berühmte, englische Forscher Michael Faraday (1791 - 1867) widmete im Jahre 1860 eine Reihe naturwissenschaftlicher Vorlesungen vor Jungen und Mädchen der Kerze. Er sagte: "Alle im Weltall wirkenden Gesetze treten in der chemischen Geschichte einer Kerze zutage oder kommen dabei wenigstens in Betracht, und schwerlich möchte sich ein bequemeres Tor zum Eingang in das Studium der Natur finden lassen." Seine Beobachtungen und Erkenntnisse wurden als Schrift unter dem Titel "Lectures on the Chemical History of a Candle" veröffentlicht.

Literatur

Internet: <http://www.fordham.edu/halsall/mod/1860Faraday-candle.html>

Michael Faraday (1791-1867): The Chemical History of A Candle, 1860

Im Buchhandel erhältlich: "Naturgeschichte einer Kerze" (ISBN 3-88120-010-4).

Dokumentation einer Unterrichtseinheit im Anfangsunterricht Klasse 8, W.

Helmert und Dr. A. Salinger (1999): Die Kerze, Berlin

<http://home.snafu.de/helmert/index.htm>



Zum Unterricht

Die hier vorgestellten Experimente wurden im Naturphänomene-Unterricht einer Klasse 5 (allgemeinbildendes Gymnasium) erprobt und erfolgreich eingesetzt. Zu meiner großen Überraschung waren aber auch Schüler zehnter und elfter Klassen von diesen Experimenten im Anfangsunterricht organische Chemie fasziniert, hatten Spaß beim Experimentieren und Gewinn bei der gemeinsamen Interpretation der Versuchsergebnisse.

Zur Einführung

Wenn wir den Docht einer Kerze anzünden, bringt die von der Flamme ausgestrahlte Hitze das Wachs zum Schmelzen. Das flüssige Wachs steigt durch die Kapillarwirkung im Docht hoch und verdampft, wenn es das Dochtende erreicht. Dabei werden Kohlenwasserstoffmoleküle freigesetzt. Die Kohlenwasserstoffmoleküle werden in kleinere Moleküle zerlegt, die chemisch miteinander und mit dem Sauerstoff der von außen eindringenden Luft reagieren. Feste Kohlenstoffpartikel werden durch die heißen Gase und die von der Reaktionszone ausgestrahlte Hitze bis zur Weißglut erhitzt. Dieses Glühen ruft das warme, gelbliche Licht hervor.

Da eine Kerzenflamme nicht bewegungslos bleibt und die Verbrennung aller Kohlenstoffteilchen nicht gewährleistet ist, kommt es immer wieder zum Entweichen einiger unverbrannter Rußpartikel. Die Rußabgabe wird aber durch Konstruktion der Kerze und funktionsgerechten Materialeinsatz minimiert. Für Ruß armes Abbrennen der Kerze ist es günstig, wenn der Docht eine leichte Krümmung aufweist und sich das Dochtende am äußeren Rand der Flamme befindet. Dort herrscht die höchste Temperatur, so dass das Dochtende praktisch rückstandsfrei verbrennt.

Materialien und Hinweise zur Durchführung der Versuche

Arbeitsunterlage (z.B. Sperrholzbrett 20 x 40cm); Teelichter; große Kerzen mit Kerzenhalter; Holzklammern (bzw. Wäscheklammern aus Holz); Streichhölzer; Bechergläser (100ml); Wannen; Kupferdraht \varnothing 1,5mm; Glasröhrchen, gerade und gewinkelt;

→ Glimmspäne, Wassernachweispapier, Kalkwasser, Waschflasche, Trichter usw. sind sicher in der Chemiesammlung aufzutreiben.

Besonders interessant ist es für die Kinder, wenn sie das was benötigt wird selbst herstellen und auch mitnehmen dürfen. Es sind allerdings teilweise Werkzeuge erforderlich, die im Klassenzimmer nicht zur Verfügung stehen bzw. nicht eingesetzt werden können (z.B. „Fuchsschwanz“ zum Absägen der Plastikflaschen und Zangen, Bunsenbrenner etc.). Andererseits sollte der Lehrer z.B. bei der Bearbeitung der Glasrohre entsprechende Erfahrungen haben und die Kinder anleiten können.

Versuche



Bereiche der Kerzenflamme

Halte Streichholzköpfe (Magnesiastäbchen) in die verschiedenen Bereiche der Flamme und stelle Unterschiede fest.

Trage die mit dem Thermolement bestimmten Temperaturen ein.

(Je nach verwendetem Kerzenmaterial dürften die Werte unterschiedlich sein, Wir haben folgende Temperaturen gemessen: Flamme oben: 750°C; im Bereich des Dochts 500°C; im Saum der Kerzenflamme ist kaum eine befriedigende Messung der Temperatur möglich, da die Kerze häufig zu unruhig brennt. Geschmolzenes Wachs 75°C)

Was brennt bei einer Kerze eigentlich?

Brennt das feste oder das flüssige Wachs? → Experiment

Tochterflamme & Untersuchung der Brennbarkeit von Wachsdampf (Glasrohre mit Holzklammer halten vgl. Skizzen)



Wie brennt der Docht ohne Kerze? → experimentell prüfen (Teelicht)

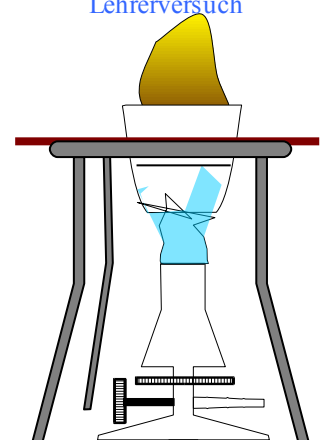
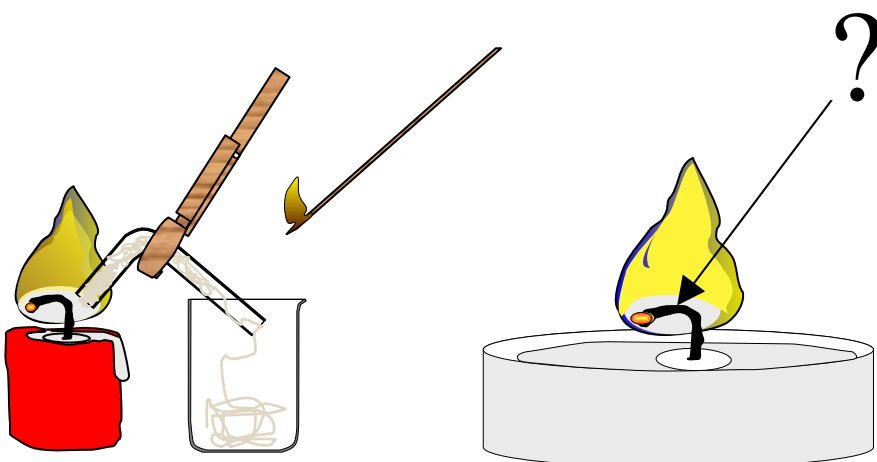
Warum verbrennt der Docht, wenn er nicht im Kontakt mit der Kerze ist sehr schnell; in der Kerze nur langsam mit dem kleiner werden der Kerze.

Wozu dient der Kerzendocht?

Welche Materialien wären als Docht geeignet? Untersuche z.B. Holzspan, Baumwollfaden, Schnur, Draht, Nagel ...

Wachs brennt auch ohne Docht!

Lehrerversuch



Kerze, einfach faszinierend

RGP Maisenbacher

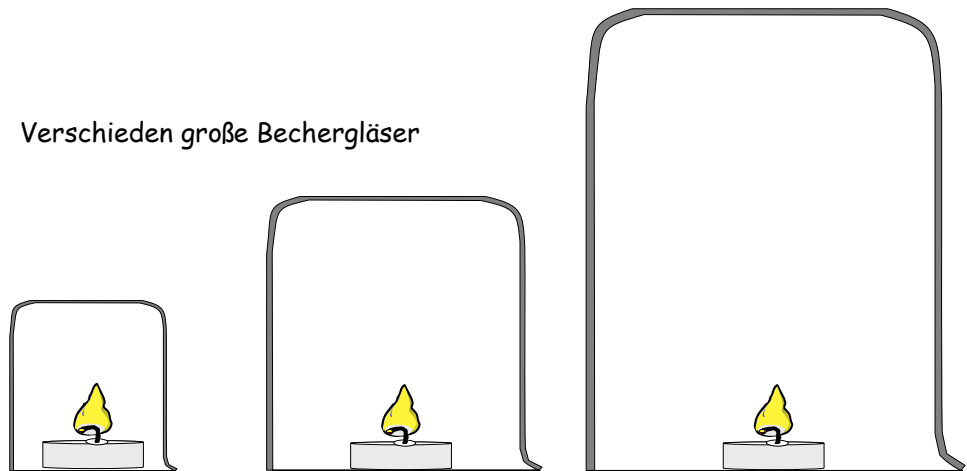
Wie kann man eine Kerze löschen?

- Ausblasen
- Docht schnell zwischen die Fingerkuppen klemmen
- Wasser darüber schütten
- Docht unter das flüssige Wachs drücken
- Den Docht entfernen

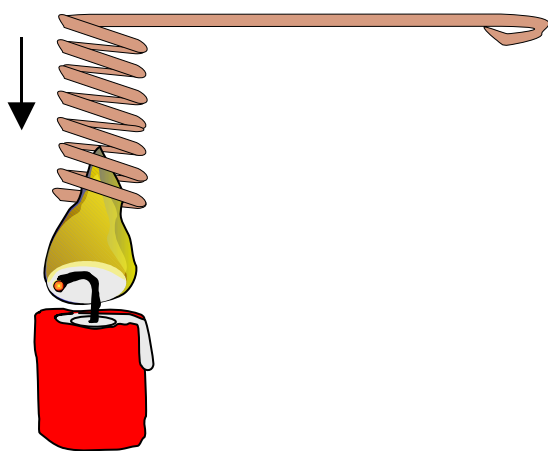
Begründe jeweils warum die Kerze ausgeht!

Wo erlischt die Kerze am schnellsten?

Verschieden große Bechergläser



Eine Wendel aus Kupferdraht wird in die Flamme gehalten. Wird die Flamme ausgehen? Was beobachtet man?



Kupferdraht:

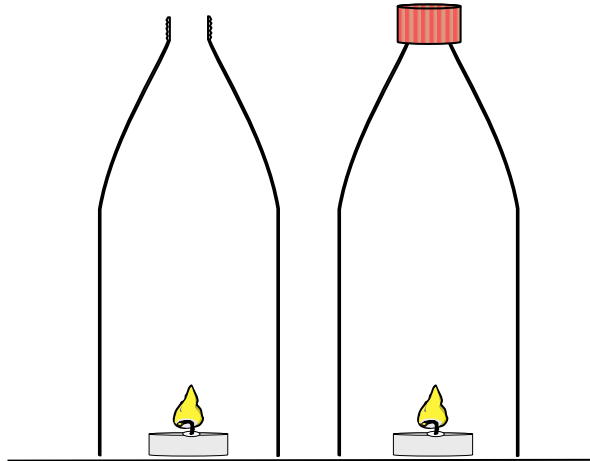
Bewährt hat sich Kupferdraht (\varnothing ca. 1- 1,5mm) wie er in Neubauten im Gemäuer verlegt wird. Nachdem der Plastikmantel vom Draht entfernt wurde, wird er um einen Bleistift zur Wendel gebogen (Zange zum Festhalten des Kupferdrahtendes am Bleistift). Es sollte nach Möglichkeit mit kleineren und größeren, engeren und weiteren Wendeln experimentiert werden. Die Versuchsergebnisse lassen sich dann leichter diskutieren. Ich halte es für „didaktisch wertvoll“, wenn die Schüler spüren, dass das Kupfer beim in die Flamme halten sehr heiß werden kann. Ich empfehle eine feuerfeste Unterlage: Die Tischplatten könnten durch heißes Kupfer Brandflecke bekommen.

Kerze, einfach faszinierend

RGP Maisenbacher

Wann geht die Kerze aus? oder
Der Schornsteineffekt!

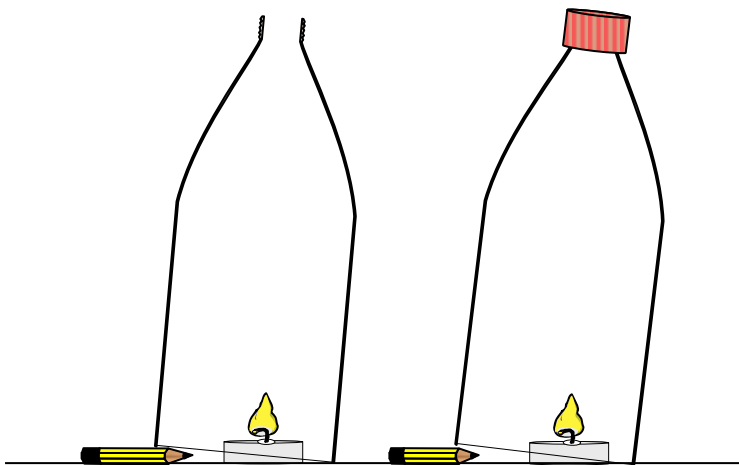
Plastikflaschen mit abgesägtem Boden



ohne Schraubverschluss mit Schraubverschluss

Falls die Flaschen unten nicht
dicht mit der Unterlage
abschließen mit
Wasserverschluss arbeiten!
Vgl. Kerze 4

Plastikflaschen mit abgesägtem Boden



Durch Unterlegen mit einem Bleistift wird ein Luftschlitz geschaffen.

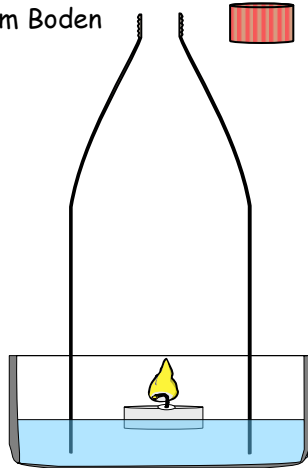
Kerze, einfach faszinierend

RGP Maisenbacher

Was geschieht mit der Luft, wenn eine Kerze brennt?

Beobachte ganz genau!!!

Plastikflasche mit abgesägtem Boden



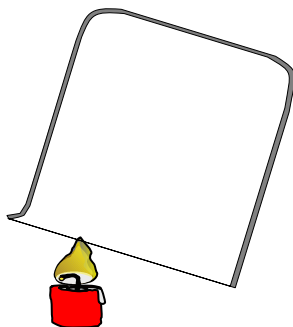
Verschluss erst aufschrauben nachdem die Flasche über die brennende Kerze gestülpt wurde.

Wanne mit Wasser

Was geschieht, wenn man den Verschluss **NICHT** aufschraubt?

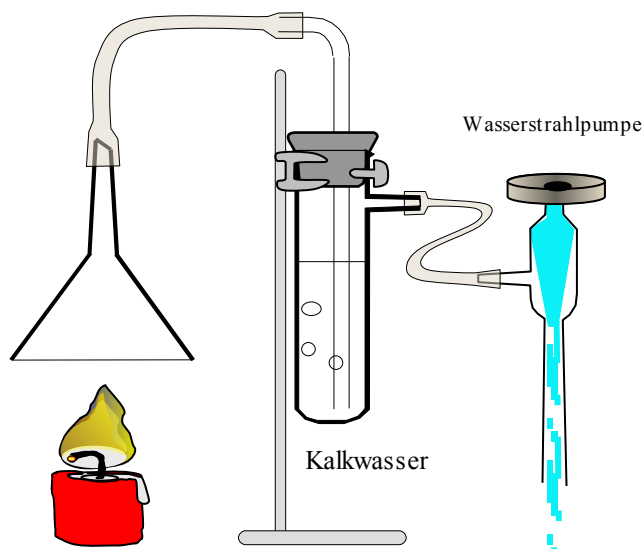
Was geschieht, wenn man erst den Verschluss auf die Flasche schraubt und dann die Flasche über die brennende Kerze stülpt?

Nachweis von Wasser



Das Becherglas beschlägt mit kleinen Tröpfchen einer farblosen Flüssigkeit. Dass es sich dabei um **Wasser** handelt, kann mit Blaufärbung des Indikatorpapiers „Watesmo“ nachgewiesen werden. (Blindproben mit Leitungswasser und Benzin o.ä.)

Nachweis von Kohlenstoffdioxid



Wenn sich im Kalkwasser ein weißer, in saurer Lösung löslicher Feststoff bildet, ist das Gas Kohlenstoffdioxid nachgewiesen.

Alternative Versuchsdurchführung:
Mit Spritze (Kolbenprober mit Glasrohrverlängerung) Verbrennungsgase über Kerzenflamme absaugen und diese dann in Kalkwasser drücken.

Warum leuchtet eine Kerze?

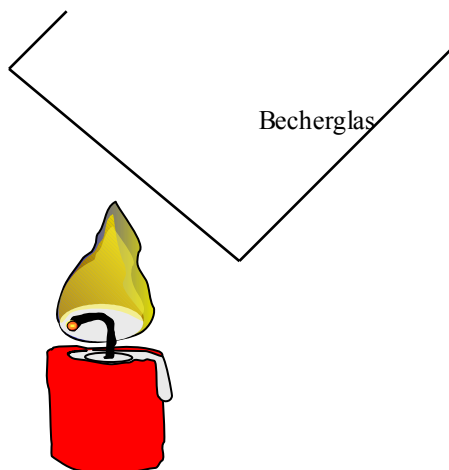
Demonstrationsversuche mit elementarem Wasserstoff:

nur für Chemiker empfohlen

bzw. für NICHT-CHEMIKER erst nach sorgfältiger Einführung in den Umgang mit Gasflaschen und Einführung in das sichere Arbeiten mit Wasserstoff !!!

Vergleich:

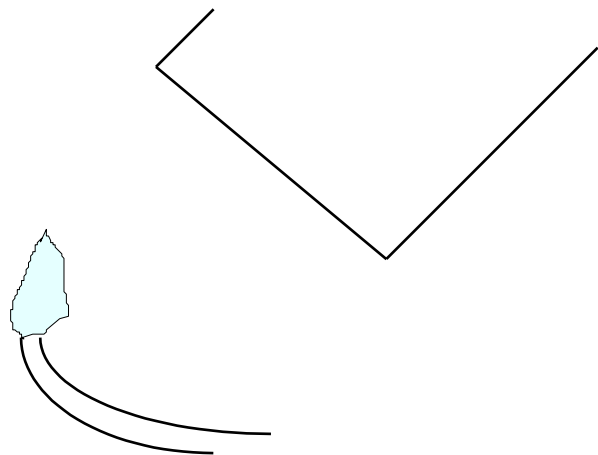
Kerzenflamme



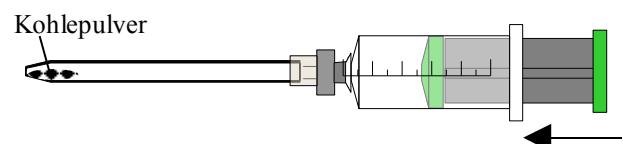
brennt mit gelber, leuchtender Flamme;
es bildet sich neben Wasser an kaltem
Glas auch Ruß

→ Das Leuchten der
Kerzenflamme hängt mit Ruß (Kohlenstoff)
zusammen.
Das Leuchten wird durch stark erhitzten
Ruß (glühenden Kohlenstoff) bewirkt, der
im äußeren Bereich der Flamme zu
Kohlendioxid weiter reagiert.

Wasserstoffflamme



brennt bei Verwendung einer Metalldüse (z.B.
Lötrohr gefüllt mit Fe-Wolle) mit fast nicht
sichtbarer farbloser Flamme; als Verbrennungs-
produkt läßt sich Wasser nachweisen;
keine Rußbildung;
mit Hilfe eines Glasrohrs etwas
Kohlepulver in die Wasserstoffflamme blasen
und beobachten lassen.



weitere Möglichkeit

Demonstration:

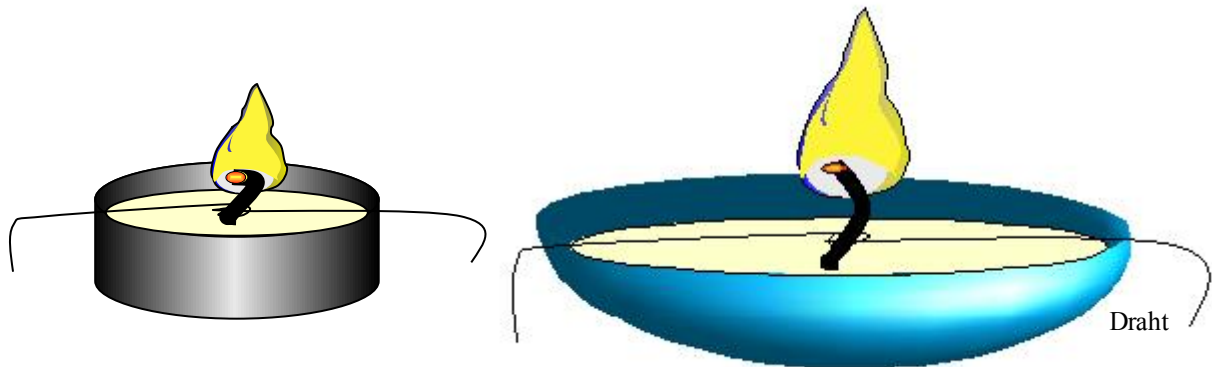
Wasserstoff als brennbares, die Verbrennung
nicht unterhaltendes Gas.

Kerze, einfach faszinierend

RGP Maisenbacher

Wir bauen eine „Öllampe“

Als Gefäß geeignet ist eine Porzellanschale
oder ein Aschenbecher aus Aluminium;
oder für eine „Minilampe“: Aluminium-Becher eines Teelichts.



Tipps

→ nur *wenig* Öl einfüllen lassen

(Entsorgung in org. Abfälle oder Reste in Flasche für nächste Gruppe sammeln)

→ *Vorher!* Die Schüler schon fragen, wie sie die Lampe wieder löschen können. Z.B. Abdecken mit Aluminiumfolie; Docht in Öl drücken Entsprechende Maßnahmen diskutieren und Materialien bereitstellen.

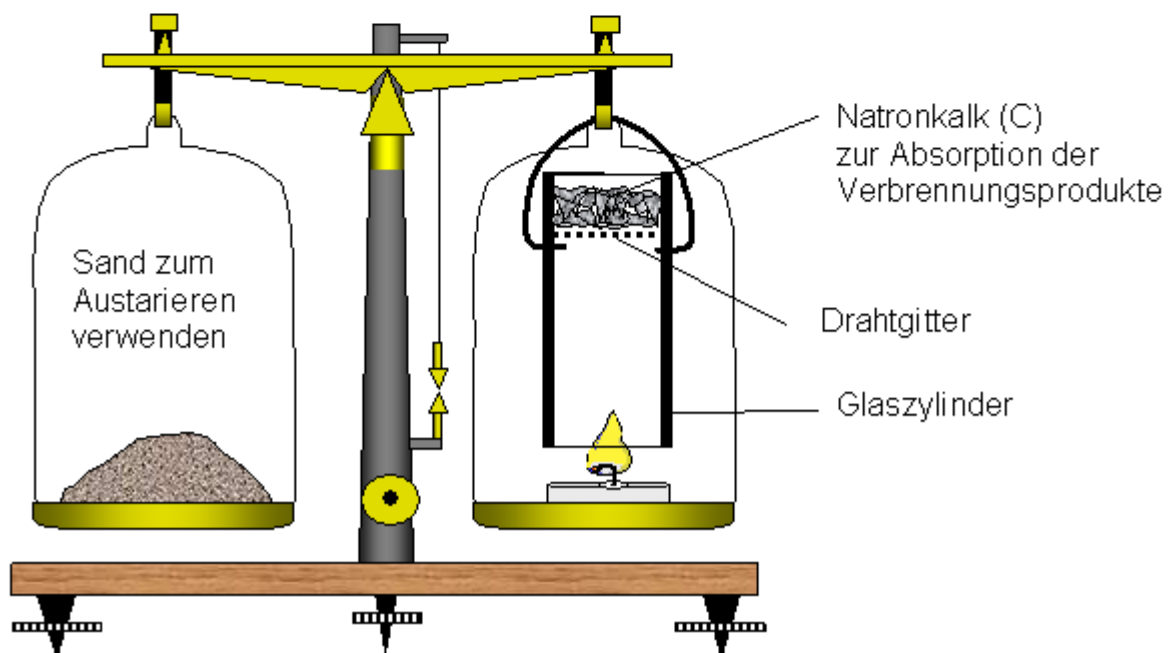
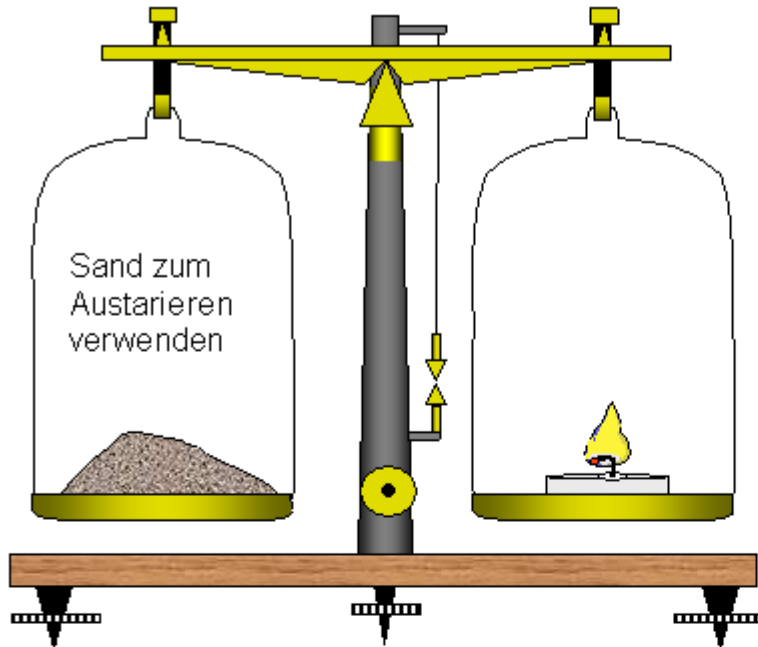
→ Öllampen nicht zu lange brennen lassen !! Die Öllampen und das darin enthaltene Öl können bei längerer Brenndauer sehr heiß werden: **Unfallgefahr**

Wie könnte man aus Wachsresten neue Kerzen herstellen? Probier' s doch ´ mal!

Kerze, einfach faszinierend

RGP Maisenbacher

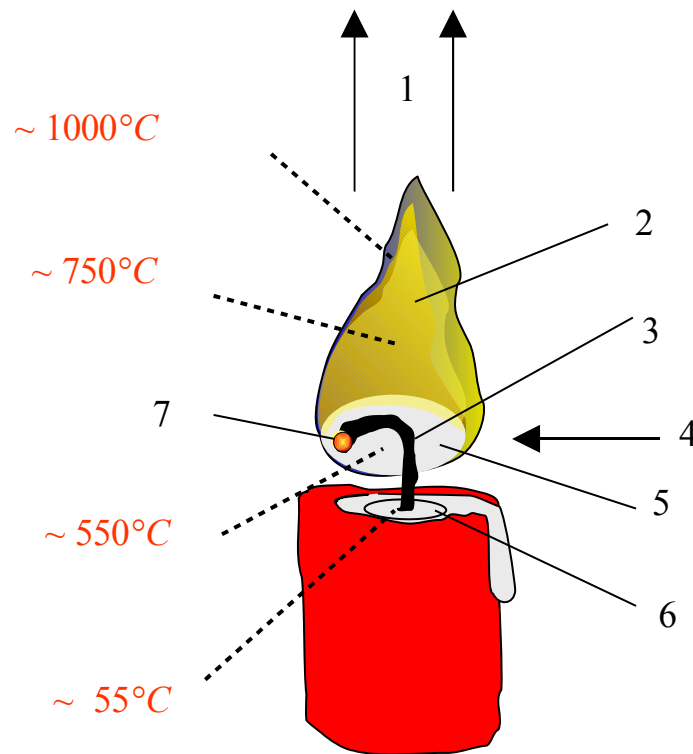
Teelicht brennt auf der austarierten Waage



Kerze, einfach faszinierend

RGP Maisenbacher

Welche Vorgänge laufen an den mit Zahlen bezeichneten Stellen ab?



1. heiße Verbrennungsprodukte steigen nach oben
2. Wachsdämpfe setzen sich um. Glühende Ruß -Teilchen leuchten gelb
3. flüssiges Wachs verdampft und setzt sich zu Wachsdämpfen um
4. frische Luft strömt zum Flammensockel
5. flüssiges Wachs steigt durch Kapillarwirkung im Docht nach oben
6. festes Wachs schmilzt
7. an der heißesten Zone dem Flammensaum verbrennt der Docht vollständig