

*** Kerzenzauber und Feuerschein ***

Advent, Geburtstag, Candle-Light Dinner – Kerzen haben immer Saison! Aber weisst du eigentlich, was eine Kerze zum Brennen bringt? Ist es der Docht, das Wachs, oder...? Finde es selber heraus und mache das folgende Experiment. Das Ergebnis wird dich verblüffen.

1. Experiment: Der Kerzenflamme auf der Spur

Alters-Hinweise:

- Ab 8 Jahre, aber nur wenn ein Erwachsener anwesend ist.
- Ab 12 Jahren darfst du das Experiment alleine durchführen. Ein Erwachsener sollte aber möglichst in Reichweite sein.

Sicherheits-Hinweise:

Spannend und gefährlich zugleich, beim Umgang mit Feuer kann schnell mal ein Brand entstehen. Daher gilt: Beachte bitte unbedingt unsere Sicherheits-Hinweise!

- Halte immer genügend Abstand zur Kerzenflamme.
- Lange Haare musst du vor dem Experiment mit einem Gummi zurückbinden.
- Vermeide es, Kleidung aus leicht brennbaren Stoffen zu tragen wie Acryl oder Polyester. Sicher sind Materialien aus Leder oder (fester) Baumwolle, wie beispielsweise Jeans oder T-Shirts.
- Wenn du ein Streichholz anzündest, halte es besser nicht zu nah an dein Gesicht oder an deinen Körper.
- Bevor du mit dem Experimentieren beginnst, solltest du dir einen Eimer Wasser hinstellen und eine Decke. Falls nämlich doch einmal ein Brand ausbrechen sollte, kannst du das Feuer damit löschen.
- Beim Experiment mit dem Flammensprung (Teil 5) darfst du den heissen Löffel nicht mit Wasser abkühlen. Das Wasser könnte nämlich durch die Hitze hochspritzen und dich verbrühen. Am besten legst du den Löffel auf einen alten Porzellanteller und wartest, bis er an der Luft abgekühlt ist.

Materialliste – das brauchst du (Bild 1):

- Stück Kerzendocht (du erhältst ihn zum Beispiel in einer Hobbyabteilung)
- Wachsplättchen oder ein Kerzenrest
- Teelicht oder Kerze
- feuerfeste Unterlage, z.B. alter Porzellanteller
- eventuell eine Wäscheklammer aus Holz
- Zündhölzer
- Löffel aus Metall



Bild 1: Material für das Experiment mit dem Kerzendocht

Und so wird's gemacht:

Teil 1: Den Docht zum Brennen bringen

1. Schneide vom Kerzendocht ein etwa 2 cm langes Stück ab. Klemme es mit einer Holzklammer fest.
2. Zünde den Docht vorsichtig an. Beobachte, was passiert: Der Docht verbrennt und etwas Russ und Qualm steigen auf (Bild 2).

3. Blase die Dochtflamme wieder aus. Eventuell entsteht dabei ein Qualm, der etwas unangenehm riecht.



Bild 2: Der Docht verbrennt und Russ und Qualm steigen auf.

Teil 2: Das Wachs anzünden

4. Nun probiere, ob das Wachs brennt. Nimm ein Wachsplätzchen oder ein Stück Kerzenwachs. Wenn es geht, kannst du es auch mit einer Holzklammer festklemmen. Dann zünde ein Streichholz an und halte es an das Wachs (Bild 3). Was beobachtest du? Ein kleiner Teil des Waxes wird weich. Und je nachdem wie lange das brennende Streichholz am Wachs ist, tropft sogar etwas Wachs herunter.



Bild 3: Was lässt eine Kerze brennen? Das Wachs allein ist es nicht.

Teil 3: Ein Stück Docht in flüssiges Wachs tauchen

5. Jetzt zünde ein Teelicht oder eine Kerze an und lasst es für eine Weile brennen. Mit der Zeit bildet sich ein kleiner Wachs-See rund um die Flamme deines Teelichts.
6. In das flüssige Wachs tauchst du ein frisches Stück Docht (ca. 2 cm Länge). Du beobachtest, wie das Wachs hochgezogen wird (Bild 4).
7. Nun zünde den Docht an. Du beobachtest, dass er mit einer schönen gleichmässigen Flamme brennt (Bild 4).



Bild 4: Das Wachs wird vom Docht hochgezogen und brennt mit einer „echten“ Kerzenflamme.

Experimente mit Kerzen – schon vor 150 Jahren der grosse Hit!

Wusstest du, dass bereits der berühmte Forscher Michael Faraday (1791 – 1867) die Vorgänge in der Kerzenflamme untersucht hat? Faraday war Direktor des „Royal Institution of Great Britain“ in London und hielt eine „Weihnachtsvorlesung für die Jugend“. Dort konnten Schüler Vorträge über verschiedene Wissensgebiete aus Physik und Chemie hören. Und obwohl sie Eintrittsgeld zahlen mussten, liebten sie diese Veranstaltung. Denn Faraday verstand es, komplexe Inhalte einfach und trotzdem faszinierend zu vermitteln.

Ganz besonders berühmt ist seine Experimentalvorlesung „Lectures on the Chemical History of a Candle“ von 1860. Dort berichtete Faraday nämlich über die Kerzenflamme. Auf Deutsch kannst du den Vortrag nachlesen, du findest ihn unter dem Titel [„Naturgeschichte einer Kerze“](#).

Zwischenstand 1: Analysiere deine Beobachtungen – was lässt eine Kerze brennen?

Du hast im Experiment gesehen, dass Wachs alleine nicht brennen kann. Das Wachs ist also nicht die Ursache. Und der Docht alleine? Als du ihn angezündet hast, hat er nur gequalmt und ist schliesslich verbrannt. Er alleine taugt also auch nicht zur dauerhaften Lichtquelle.

Mehr Erfolg zeigte hingegen der letzte Versuch. Wenn das flüssige Wachs im Docht hochgezogen wird und wir den Docht anzünden, entsteht eine „echte“ Kerzenflamme.

Wir sind jetzt dem Rätsel auf der Spur. Unser nächstes Experiment bringt dich noch näher zur Lösung, mach also gleich weiter ...

Teil 4: Das Experiment mit dem Flammensprung

8. Zünde ein Teelicht oder eine Kerze an und lasse sie eine Weile brennen. Dann blase die Flamme aus. Beobachte, was passiert: Ein rauchiger, weisser Dampf entsteht (Bild 5, links).
Dann halte schnell ein brennendes Streichholz in den weissen Nebel. Wie von Zauberhand entzündet sich die Kerze erneut (Bild 5, rechts). Es sieht aus, als ob die Flamme in die Kerze hineinspringt. Ein faszinierender Anblick! Und wenn du magst, kannst du den Versuch mehrere Male durchführen: Die Kerze sich wird immer wieder neu entzünden.



Bild 5: Wie von Zauberhand – Die Kerze flammt wieder auf!

Zwischenstand 2: Analysiere deine Beobachtungen – lässt der Wachsdampf die Kerze brennen?

Das vorherige Experiment lässt darauf schliessen, dass der Nebel über der Kerze für die Flamme sorgt. Und diese Vermutung kannst du beweisen: Führe dazu gleich das nächste Experiment durch. Aber nur wenn du älter als 8 Jahre alt bist! Ansonsten bitte einen Erwachsenen, es für dich durchzuführen.

Teil 5: Noch ein Experiment mit dem Flammensprung (Bild 6)

9. Nimm einen alten Löffel und leg ein Stück Wachs oder ein Wachsplättchen darauf.
10. Dann erhitze (vorsichtig!) den Löffel über einer Kerzenflamme, bis das Wachs schmilzt. Sobald sich über dem flüssigen Wachs weisse Dämpfe bilden, zünde sie mit einem Streichholz an (Vorsicht!). Du beobachtest, dass über dem Wachs-See eine leuchtende Flamme brennt. (Auch hier sieht es aus, als ob die Flamme auf den Löffel „springt“.)
11. Der Versuch ist fertig und **der Löffel aber noch sehr heiss (Verbrennungsgefahr!)**. Lege den Löffel auf einen alten Porzellanteller, bis er wieder erkaltet ist.

Das Ergebnis:

Der Wachsdampf, der sich über der Kerze bildet, lässt die Flamme brennen.

Warum das so ist, siehst du weiter unten in der Infobox „Wissenswertes rund um die Kerze“.



Bild 6: Der Wachsdampf, der sich über der Kerze bildet, lässt die Flamme brennen.

Faszinierend – die brennende Kerze zeigt alle drei Aggregatzustände auf!

Hast du es schon bemerkt? Bei der brennenden Kerze kannst du gleich alle drei Aggregatzustände erkennen. Ein Stoff kann nämlich in drei Formen vorkommen, und zwar als Feststoff, als Flüssigkeit oder als Gas. In welcher Form der Stoff auftritt, hängt vom Druck und der Temperatur ab. Das kennst du beispielsweise vom Wasser. Bei Kälte, also bei tiefen Temperaturen, gefriert das Wasser zu Eis. Bei Hitze hingegen entsteht Wasserdampf, wenn du Wasser kochst.

Faszinierend bei der brennenden Kerze ist nun dass sie alle drei Aggregatzustände nebeneinander aufweist: Zuerst die eigentliche Kerze aus festem Wachs. Dann kommt der flüssige Wachs-See, von dem ein Teil in der heissen Flamme verdampft.

Flüssig geht es übrigens auch bei unserem nächsten Experiment zu. Dort kannst du nämlich eine brennende Kerze mal „abtauchen“ lassen!

2. Das Experiment mit der tauchenden Kerze

Schicke doch mal eine Kerze auf Tauchgang und verblüffe deine Freunde, Geschwister und Eltern. Alles was du dafür brauchst, ist eine Kerze, Zündhölzer und eine Schüssel mit Wasser. Und bitte beachte unbedingt die Sicherheitshinweise!

Alters-Hinweise:

- Ab 8 Jahren, aber ein Erwachsener muss dabei sein (Brandgefahr!).
- Ab 12 Jahren darfst du das Experiment auch alleine durchführen. Es sollte aber möglichst ein Erwachsener in Reichweite (zum Beispiel in der Wohnung) sein.

Sicherheits-Hinweise:

Spannend und gefährlich zugleich: Beim Umgang mit Feuer kann schnell mal ein Brand entstehen. Daher beachte bitte unbedingt die Sicherheits-Hinweise!

- Halte immer genügend Abstand zur Kerzenflamme.
- Lange Haare musst du vor dem Experiment mit einem Gummi zurückbinden.
- Vermeide es, Kleidung aus leicht brennbaren Stoffen zu tragen (z.B. aus Acryl oder Nylon). Sicher ist zum Beispiel Baumwolle oder Leinen.
- Wenn du ein Streichholz anzündest, halte es nicht zu nah an dein Gesicht oder an deinen Körper.
- Bevor du mit dem Experimentieren beginnst, solltest du dir einen Eimer Wasser hinstellen und eine Decke. Falls nämlich doch einmal ein Brand ausbrechen sollte, kannst du das Feuer damit löschen.

Materialliste – das brauchst du (Bild 7):

- Christbaumkerze
- Zündhölzer
- Schüssel (möglichst durchsichtig)

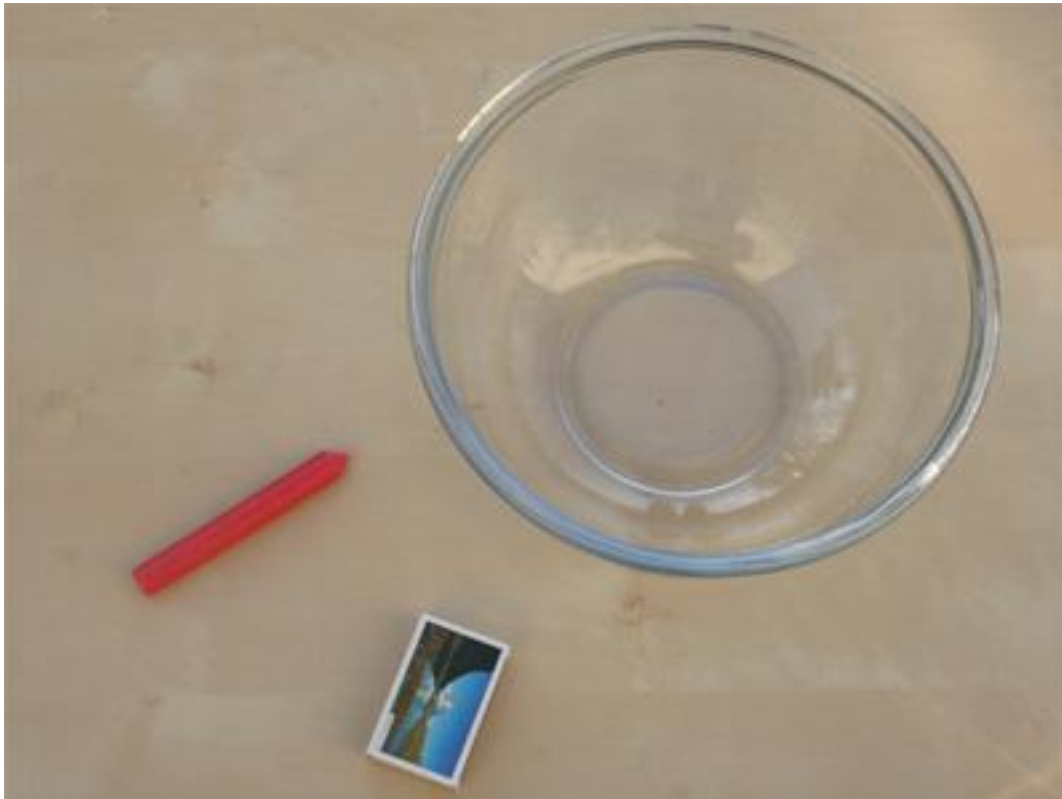


Bild 7: Das brauchst du für das Experiment mit der tauchenden Kerze.

Und so wird's gemacht:

1. Nimm eine schmale Kerze und zünde sie an. Lass dann etwas Kerzenwachs auf den Boden der Schüssel tropfen und befestige die Kerze auf dem Wachs (Bild 8). Die Kerze muss fest und stabil stehen.



Bild 8: Lass etwas Kerzenwachs auf den Boden der Schüssel tropfen und befestige die Kerze.

2. Fülle vorsichtig Wasser in die Schüssel. Die Kerze sollte noch etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Zentimeter aus dem Wasser ragen.
3. Dann lass die Kerze brennen und beobachte, was passiert: Die Kerze brennt ab und wird immer kürzer. Schliesslich erreicht sie die Oberfläche des Wassers.
4. Und nun schau genau hin: Anstatt zu erlöschen, brennt die Kerze munter weiter! Man hat den Eindruck, als ob die Flamme im Wasser steht (Bild 9).



Bild 9: Die Kerze brennt unter dem Wasser weiter.

5. Dieses Schauspiel dauert noch eine Weile, bis die Kerzenflamme schliesslich erlischt. Und nun schaue dir deine Kerze einmal genau an. Erkennst du, warum sie trotz Wasser noch weitergebrannt hat? Die Erklärung ist recht einfach. Du siehst, dass die Kerze nur im Inneren heruntergebrannt ist. Der äussere Teil der Kerze bleibt hingegen als hauchdünne Wand stehen (Bild 10).



Bild 10: Eine hauchdünne Wand aus Wachs hat sich gebildet.

Das Wasser als Kühlsystem für die Kerze

Und das ist passiert: Solange die Kerze oberhalb des Wasser brennt, brennt sie gleichmässig herunter. Wenn sie aber das Wasser erreicht, wirkt das Wasser wie ein Kühlmantel auf die Aussenwand der Kerze. Das Wachs schmilzt also nur im Innern. Der äussere Teil bleibt durch das Wasser gekühlt und somit fest. Daher kann das Wasser nicht durch die Wachswand fließen und erreicht die Flamme nicht. Die Kerze brennt also auch unter Wasser weiter. Jedenfalls für eine gewisse Zeit; irgendwann fällt die Wachswand „zusammen“ und Wasser dringt ins Innere der Kerze.

Übrigens, hier könnt ihr euch das Experiment als kurzes Video ansehen:

<http://www.zeit.de/wissen/2009-09/stimmts-kerze>.

***Dein Experiment funktioniert nicht? – Daran könnte es liegen...**

Das heisse Wachs auf dem Löffel lässt sich nicht entzünden?

Wenn du beim 1. Experiment mit dem Wachsplättchen keine Flamme entzünden kannst, dann könnte es daran liegen, dass das Wachs noch nicht heiss genug ist. Erhitze das Wachs solange, bis es fast siedet (du siehst dann, wie es zu perlen beginnt).

Und noch ein Tipp: Ideal ist es, wenn sich über dem Seelein auf deinem Löffel weisse Dämpfe bilden. Die zündest du dann vorsichtig an.

Beim 2. Experiment mit der tauchenden Kerze fällt die Kerze immer um?

Achte darauf, dass die Kerze wirklich fest auf dem Boden der Schüssel steht. Dann erst giesst das Wasser –vorsichtig und in kleinen Schüben- dazu.

Wissenswertes rund um die Kerze

Frage: Woher kommt eigentlich das Wort „Kerze“?

Aus der lateinischen Sprache, nämlich von „Cereus“. Das heisst auf Deutsch „Wachslicht“.

Frage: Wieso kann eine Kerze als Lichtquelle genutzt werden?

Das Wachs einer Kerze besteht chemisch gesehen aus Paraffin. Darunter ist ein Gemisch aus langkettigen Molekülen, die Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H) enthalten. Sie werden in der Chemie „Alkane“ genannt und haben die allgemeine Formel C_nH_{2n+2} .

Paraffin beziehungsweise Wachs ist im festen und flüssigen Zustand wenig reaktionsfähig. Erst die Kombination aus Wachs und Docht lässt die Kerze entflammen und macht aus ihr eine Lichtquelle. Zündet man nämlich den Docht an, beginnt das Wachs zu schmelzen. Durch die Hitze bewegen sich die Moleküle immer schneller. Dadurch wird das Wachs "flüssig" - und kann so vom Docht hochgesogen werden.

Es geht aber noch weiter. Durch die starke Hitze bewegen sich die Wachsmoleküle im Docht immer schneller. Sie lösen sich schliesslich vom Docht und zerbrechen in Stücke. Dabei entstehen kurze Molekülketten, die schliesslich in der Flamme in den Gaszustand übertreten, also verdampfen.

Die kurzen Molekülketten des Wachsdampfs reagieren mit dem Sauerstoff.

Als Dampf ist der Wachs jetzt in der Lage, mit dem umliegenden Sauerstoff aus der Luft zu reagieren. In der Fachsprache wird dieser Vorgang übrigens Oxidation genannt. Dabei entstehen verschiedene neue Stoffe: Der Kohlenstoff der Wachsketten reagiert mit dem Sauerstoff der Umgebung zu Kohlendioxid. Allerdings ist die Verbrennung nicht vollständig und es entsteht elementarer Kohlenstoff. Der bleibt als schwarzer Russ zurück.

Das kannst du gut an der brennenden Kerze erkennen, Denn die Kohlenstoffteilchen glühen durch die Hitze und färben so die Flamme gelb.

Neben Kohlendioxid und Kohlenstoff entsteht übrigens auch Wasser. Das kannst du mit folgendem Versuch überprüfen. Halte ein Glas über die Kerzenflamme. Es beschlägt sich mit Feuchtigkeit. Diese sogenannte Kondensation entsteht, weil der Wasserdampf sich am kühleren Glas als Flüssigkeit niederschlägt.

Wachs_(gasförmig) + Sauerstoff → Kohlendioxid + Kohlenstoff + Wasser

Frage: Viel Rauch für nichts - Was kannst du machen, wenn deine Kerze zu stark russt?

Sie stören nicht nur am Weihnachtsbaum - Kerzen, die zu stark russen, die also übermässig viel Kohlenstoff produzieren. Einen wichtigen Einfluss auf die Rauchbildung haben dabei der Wachs und der Docht der jeweiligen Kerze. Zum Beispiel, wenn der Docht zu lang oder zu dick ist. Aber keine Sorge: Abhilfe und Tipps gegen zu viel Qualm findest du leicht in Ratgebern oder im Internet, wie beispielsweise [hier](#) und [hier](#).

Weitere Links zum Thema „Kerzen“:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Paraffin>

<http://www.dr-emmas-chemielabor.de/kerzenlicht/>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Aggregatzustand>

<http://www.swisseduc.ch/chemie/schwerpunkte/kerze/>