A.1.30

Stoffe und Reaktionen – Stoffe und Stoffumwandlungen

Im Brennpunkt – Kerzenexperimente

Peter Baumgartner



© Thinkstock/iStockphoto

Warum und wie brennt eine Kerze? Diesen und weiteren Fragen gehen Ihre Schülerinnen und Schüler in dieser Unterrichtseinheit auf den Grund.
Jahrhundertelang waren Kerzen Lichtspender für Arm und Reich. In unseren modernen Zeiten spielen Kerzen als Lichtquellen keine Rolle mehr. Trotzdem sind sie alltäglich und strahlen mit ihrem warmen, flackernden Licht Besinnlichkeit und Ruhe aus.
In dieser Unterrichtseinheit erforschen Ihre Schülerinnen und Schüler die Vorgänge bei der brennenden Kerze. Anhand einfacher, aber spannender Versuche wird den Schülerinnen und Schülern gezeigt, warum eine Kerze brennt und welche chemischen Vorgänge sich bei diesem alltäglichen Ereignis abspielen.

VORANSICHT

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	8/9
Dauer:	5 Unterrichtsstunden (Minimalplan: 2)
Kompetenzen:	1. Fachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 3. Kommunikationskompetenz; 4. Beurteilungs- und Bewertungskompetenz
Methoden:	Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, Schülerversuch, Lehrerversuch, Unterrichtsgespräch, Versuchsprotokoll, Modellarbeit, Lernzielkontrolle
Inhalt:	Kerzenwachs, Aggregatzustände, Kerzenflamme, Verbrennung, Wachsdampf, Nachweisreaktionen, Wortgleichung, Teilchenmodell, Stoff- und Energieumwandlung, Kerzenruß

Fachliche Hinweise

Die Rohstoffe der Kerze

95 % aller Kerzen bestehen aus **Paraffin**. Die restlichen Kerzen werden aus **Stearin** (3 %; hergestellt aus CO_2-neutralen Pflanzenölen) und **Bienenwachs** gefertigt.
Paraffin wird in **Erdölraffinerien** durch Vakuumdestillation der anfallenden Schmieröle gewonnen. Paraffin ist kein Reinstoff, sondern ein **Stoffgemisch** höherer Alkane (Anzahl der Kohlenstoffatome im Molekül: 18 bis 32). Deshalb können auch nur ungefähre Angaben zu Schmelztemperatur (ca. 60 °C) und Siedetemperatur (ca. 250 °C) gemacht werden.
Die **Kerzendochte** werden aus **Baumwolle** geflochten. Verschiedene Salze machen den Docht „kerzentauglich": **Ammoniumsalze** regulieren die Abbrenngeschwindigkeit, **Borsäure** und **Phosphate** lassen Ascheteilchen am Ende des Dochts verglühen.

Vorgänge bei der Verbrennung

Beim Verbrennen der Kerze reagiert das Paraffin mit dem **Sauerstoff** der Luft; es bilden sich **Wasser** und **Kohlenstoffdioxid**. Hinter diesem scheinbar einfachen Reaktionsmechanismus stecken viele mehr oder weniger komplexe Vorgänge: Im **Kerzenkörper** liegt das Paraffin im festen Zustand vor. Die Flamme lässt das Wachs schmelzen. In den dünnen **Kapillaren** des Dochts steigt das flüssige Wachs aufwärts. Am oberen Ende des Dochts ist es so heiß, dass das Wachs verdampft und gasförmig wird. Die einzelnen Paraffinmoleküle werden hier bei ungefähr 600 °C thermisch aufgebrochen (**Thermolyse**). Es entstehen eine Vielzahl verschiedener Bruchstücke, die im weiteren Verlauf zu **Rußteilchen** werden. Bei 1200 °C glühen die Rußteilchen und geben das charakteristische gelb-warme Kerzenlicht ab. Die **Sauerstoffmoleküle** aus der Luft reagieren nun mit den Rußteilchen und es bilden sich Kohlenstoffdioxid und Wasser.

VORANSICHT

Auf einen Blick

1. Stunde

Thema:	**Die brennende Kerze**
M 1	Die brennende Kerze und ihr Gewicht
M 2	Wir beobachten eine brennende Kerze
M 3	Rund um die Kerze

2.–3. Stunde

Thema:	**Edukte und Produkte**
M 4	Wachsdampf, brennbar oder nicht?
M 5	Versuchsprotokoll: Wachsdampf – brennbar oder nicht?
M 6	Drei Gase und ihre Nachweisreaktionen
M 7	Welches Gas entsteht? – Verbrennungsprodukte einer Kerze
M 8	Wasser – ein weiteres Produkt der Wachsverbrennung?

4.–5. Stunde

Thema:	**Die Kerze: Chemiefabrik und Kraftwerk**
M 9	Die brennende Kerze
M 10	Chemiefabrik und Kraftwerk in einem
M 11	Mutter- und Tochterflamme
M 12	Fingerabdrücke mit Kerzenruß
M 13	Jetzt weiß ich's! – Verbrennungsvorgänge in der Kerze

VORANSICHT

Minimalplan

Stehen Ihnen keine fünf Stunden zur Verfügung? Dann verkürzen Sie die Einheit auf **drei Unterrichtsstunden**, indem Sie die **Versuche M 1** und **M 2** streichen (vielleicht können diese spannenden Versuche zu einem anderen Zeitpunkt nachgeholt werden), und Sie sich auf den Nachweis der Reaktionsprodukte in den Schülerversuchen **M 4**, **M 7** und **M 8** beschränken (verzichten Sie auf **M 3** und den **Lehrerversuch**). Durch Weglassen der **Experimente M 11** (Mutter- und Tochterflamme) und **M 12** (Fingerabdrücke mit Kerzenruß) reduzieren Sie nochmals auf insgesamt **zwei Unterrichtsstunden.**

Erklärung zu den Symbolen



Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.



einfaches Niveau



mittleres Niveau



schwieriges Niveau

VORANSICHT

M 2 Wir beobachten eine brennende Kerze

Eine brennende Kerze gehört zu unserem Alltag. Aber habt ihr schon mal darauf geachtet, wie eine Kerzenflamme aussieht? In diesem Versuch betrachtet ihr sie ganz genau.

Aufgabe 1
Entzündet eine Kerze und beobachtet aufmerksam. **Ergänzt** dann den Lückentext mit den folgenden Begriffen:
orangefarben – bläulich – gelb – schwarz – weiß – dunkler – festem – flüssigem – unangenehm – glüht – spitz

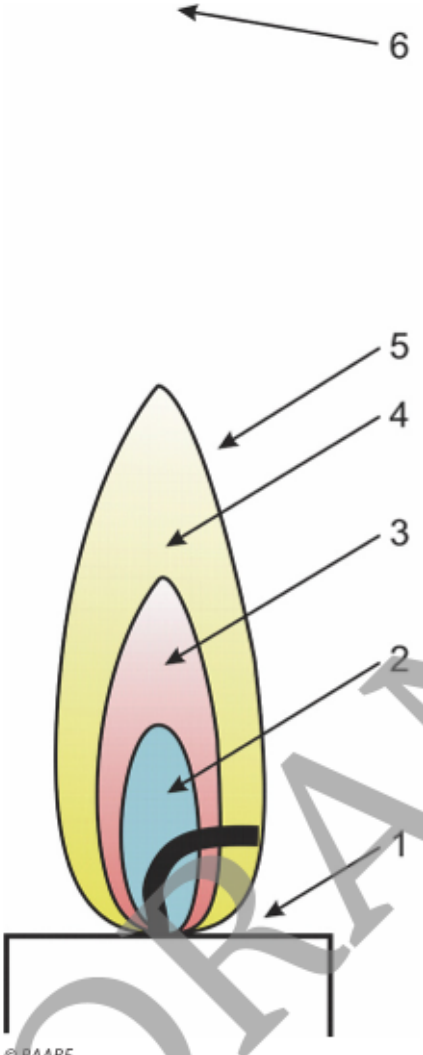
Beobachtungen

Die Kerze selbst besteht aus _____ Wachs. In der Nähe des Dochts bildet sich ein „See" aus _____ Wachs. Hier hat der Docht eine weiße Farbe. Im Bereich der Flamme verfärbt sich der Docht _____. Am äußeren Ende _____ er _____. Die Flamme läuft nach oben hin _____ aus. Im unteren Bereich leuchtet die Flamme _____, im oberen Bereich _____. Direkt oberhalb des Dochts ist ein _____ Bereich zu sehen.
Beim Ausblasen der Flamme steigen _____ Dämpfe auf, die _____ riechen.

Aufgabe 2
Lest euch folgende Sätze durch. **Betrachtet** die Skizze und schreibt die zugehörigen Nummern in die Tabelle vor die Sätze.

	In der Nähe des Dochts ist es bis zu 800 °C heiß.
	An der Flammenoberfläche ist es am heißesten: 1400 °C. Dieser Teil der Flamme ist unsichtbar.
	In der zweitinnersten Zone werden Temperaturen bis zu 1000 °C erreicht.
	Hier ist es mit 50–60 °C gerade so heiß, dass das Wachs zu schmelzen beginnt.
	10 cm über der Kerzenflamme ist es immer noch 350 °C heiß.
	Dies ist die lichtspendende Zone der Kerze mit Temperaturen um 1200 °C.

VORANSICHT



© RAABE

VORANSICHT