

Schulversuchspraktikum

Stefan Krüger

SoSe 2014

Klassenstufen 5/6



Feuer und Kerzen

Auf einen Blick:

In diesem Protokoll werden verschiedene Aspekte des (Kerzen-)Feuers anhand ausgewählter Experimente verdeutlicht. Im Vordergrund soll hier die Sensibilisierung für den Sicherheitsaspekt beim Umgang mit Feuer stehen. Dabei muss unter anderem die Frage nach der Brennbarkeit beantwortet werden, welche in engem Zusammenhang mit dem Branddreieck steht. Zusätzlich kann mit Hilfe der beschriebenen Experimente die Angst vor praktischem Arbeiten im Chemieunterricht abgebaut werden.

Inhalt

1	Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele.....	2
2	Lehrerversuche	3
2.1	V 1 – Welcher Teil der Kerze sorgt für den Leuchteffekt?	3
2.2	V2 – Verbrennungsprozesse in reiner Sauerstoffatmosphäre.....	4
3	Schülerversuche.....	5
3.1	V3 „Hüpfende Flamme“ – oder die Fernzündung einer Kerze	5
3.2	V4 Alternative zu 3.1: „Kerze als Gasfabrik“ – Ableiten und Auffangen von Wachsdämpfen aus einer Kerzenflamme und Prüfen ihrer Brennbarkeit.....	6
3.3	V5 Der Dosenkocher.....	7
3.4	V6 Der Brausetabletten-Feuerlöscher als Kohlenstoffdioxid-Löscher.....	8
4	Didaktischer Kommentar.....	10
4.1	Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	10
4.2	Erwartungshorizont (Inhaltlich).....	10
5	Literatur	11

1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Kerzen spielen seit jeher im Leben der Menschen eine entscheidende Rolle. Sie waren im Zeitalter vor dem elektrischen Strom eine der wichtigsten Licht- und Wärmequellen. Auch heute spielen Kerzen vor allem in der Vorweihnachtszeit eine große Rolle. Somit sind Kerzen in der Alltagswelt aller Kinder fest integriert. Im Kerncurriculum werden verschiedene Aspekte aus dem Kompetenzbereich Fachwissen angesprochen. Zum einen findet sich der Begriff der Brennbarkeit. Über diesen Teilaspekt einer vertrauten Chemikalie, das Kerzenwachs, kann möglicherweise leichter die Angst vor dem Experimentieren abgebaut werden. Zusätzlich ist die sichere Handhabung von Geräten und Chemikalien sowie manuelles Geschick ein zentrales Lernziel der SuS in den unteren Jahrgangsstufen. Diese einfaktoriellen Experimente sind wesentlicher Bestandteil des Kompetenzbereichs Erkenntnisgewinnung. Mit Hilfe dieser Experimente kann auch für die Sicherheit beim Umgang mit Kerzen und Feuer sensibilisiert werden. Die Benutzung von Alltagsgeräten für den Versuchsaufbau (auch deren Modifizierung) kann hier helfen, den Bezug zur Schülerwelt herzustellen. Weiterhin kann in diesem Zusammenhang der Zerteilungsgrad mit Hilfe des Themas Kerzen besprochen werden. Die SuS können hierbei feine Zerteilungen in Form von Holzkohle und Wachsdampf kennen lernen, wobei der Zerteilungsgrad noch nicht thematisiert werden sollte. Gleichzeitig können sie erfahren, dass die festen Stoffe keine gute Brennbarkeit aufweisen. Dabei werden auch noch alle Aggregatzustände des Kerzenwachses durchlaufen.

Während die Kerze fest ist, befindet sich im oberen Teil ein kleiner flüssiger Teil des Wachses. Innerhalb der Flamme geht das Wachs in gasförmiges Kohlenstoffdioxid über, daher eignen sich diese Versuche nur bedingt für die Verdeutlichung der Aggregatzustände, da sich diese Reaktionen eine echte Stoffveränderung beinhalten und daher nicht durch einfaches Abkühlen reversibel sind. Wie bereits angemerkt wird die chemische Reaktion erst später eingeführt und kann daher in diesem Zusammenhang vernachlässigt werden. Der Begriff der chemischen Reaktion wird

an dieser Stelle jedoch noch nicht thematisiert. Theoretisch ließen sich diese Experimente unter vertiefenden Gesichtspunkten zum kumulativen Lernen auch in späteren Jahrgängen wieder aufgreifen (zum Beispiel das Prinzip von Le Chatelier bei der Verbrennung in geschlossenen Räumen). Außerdem kann Sauerstoff als brandfördernde Substanz in die Einheit eingebaut werden. Möglich ist dabei die Weiterentwicklung von der Verbrennung einer Kerze in reiner Sauerstoffatmosphäre zur Glimmspanprobe als Nachweis für Sauerstoff. Zusammenfassend eignen sich diese Versuche sehr gut, um die SuS an das Experimentieren heranzuführen und lassen Betrachtungen auf phänomenologischer Ebene zu. Alle durchgeführten Versuche lassen eine Herleitung bzw. Wiederholung des Branddreiecks zu (siehe **Abb. 1**).

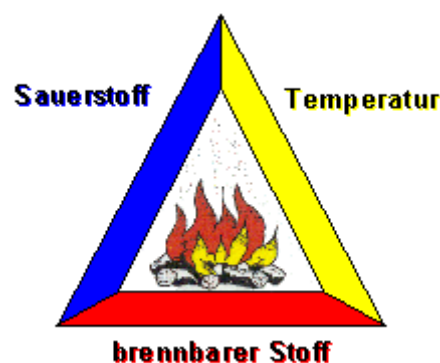



Abb. 1: Das Branddreieck

Innerhalb der Versuchsreihe wurden verschiedene Experimente durchgeführt. Als Lehrerversuch wurde in dem Versuch „Welcher Teil der Kerze sorgt für den Leuchteffekt?“ wurde Holzkohlepulver in eine rauschende Brennerflamme gestreut, bzw versucht Wachs ohne Docht anzuzünden. Im folgenden Versuch „Verbrennungsprozesse in reiner Sauerstoffatmosphäre“ wurde ein Teelicht in einem mit Sauerstoff gefüllten Becherglas verbrannt. „Die Hüpfende Flamme“ und „Kerze als Gasfabrik“ eignen sich in Kombination mit dem zweiten Teilversuch aus dem ersten Versuch kann hiermit zusätzlich die feinere Verteilung des Wachsdampfes und damit seine leichtere Entzündlichkeit thematisiert werden. „Der Dosenkocher“ eignet sich zur Einübung manueller Fertigkeiten, da die SuS hier eine Kochplatte aus einer Getränkedose und einem Teelicht nachbauen sollen. „Der Brausetabletten-Feuerlöscher“ greift das Branddreieck auf und verdeutlicht die brandhemmende Wirkung von Kohlenstoffdioxid.

2 Lehrerversuche

2.1 V 1 – Welcher Teil der Kerze sorgt für den Leuchteffekt?

In diesem Versuch können die SuS der Frage nachgehen, was an der Kerze eigentlich brennt. Es handelt sich nämlich nicht um das Wachs der Kerze, vielmehr wird der Docht mit Hilfe des Wachses am Brennen gehalten. Hierbei kann unter Umständen mit dem Fehlkonzept aufgeräumt werden, dass es sich beim Brennmaterial um das Wachs handelt.

Gefahrenstoffe	
Holzkohlepulver	
H: 332-312-302-412	P: 273-302+352
	

Materialien: Kerzenwachs, Bunsenbrenner

Chemikalien: Holzkohlepulver

Durchführung: Es wird versucht, das Kerzenwachs (ohne Docht) mit dem Bunsenbrenner zu entzünden.

Beobachtung: Das Kerzenwachs lässt sich nicht entzünden, es schmilzt lediglich. Das Holzkohlepulver dagegen verbrennt in vielen kleinen Funken.



Abb. 2: Experimente zum Zerteilungs-

Deutung: Das Wachs beginnt, sich bei Wärmezufuhr lediglich zu verflüssigen, das flüssige Wachs brennt jedoch nicht. Das Holzkohlepulver brennt in hellem Funkensprühen ab. Das feine Pulver lässt sich leichter entzünden.

Unterrichtsanschlüsse Zur Sicherheit wird dieser Versuch vorzugsweise von der Lehrkraft durchgeführt. Dieser Versuch sollte im Anschluss an das Branddreieck durchgeführt werden, damit die Erarbeitung des Zerteilungsgrades leichter verständlich wird. Eine Definition des Zerteilungsgrades ist in dieser Klassenstufe noch nicht sinnvoll.

Literatur: [1] G. Lange, Feuer und Flamme – Experimente und Informationen rund um die Kerze, www.chemie-uni-rostock.de/lfbz (Zuletzt abgerufen am 5.8.2014 um 14:35 Uhr)

2.2 V2 – Verbrennungsprozesse in reiner Sauerstoffatmosphäre

In diesem Versuch soll ein Teelicht in Umgebungsluft bzw. in reiner Sauerstoffatmosphäre verbrannt werden. Dieser Versuch kann neben der Erkenntnis über Sauerstoff als brandfördernde Substanz auch genutzt werden, um die Glimmspanprobe als Nachweis für Sauerstoff herzuleiten.

Gefahrenstoffe		
Sauerstoff	H: 270-280	P: 220-403-244-370+376
	H: 332-312-302-412	P: 273-302+352
		

Materialien: Tiegelzange, Teelicht, Becherglas (min. 500 ml)

Chemikalien: Sauerstoff

Durchführung: Ein Teelicht wird für eine kurze Zeit in Umgebungsluft brennen gelassen. Anschließend wird das gleiche Teelicht mit der Tiegelzange in das mit Sauerstoff gefüllte Becherglas gehalten.



Abb.3: Verbrennung an Luft und in reinem Sauerstoff

Beobachtung: In der Umgebungsluft brennt das Teelicht mit normaler Flamme. Beim Eintauchen in das Becherglas leuchtet die Flamme hell auf und brennt deutlich höher.

Deutung: Sauerstoff wirkt als brandfördernde Substanz. Daher brennt in reiner Sauerstoffatmosphäre das Teelicht heller und schneller ab.

Unterrichtsanschlüsse: Dieser Versuch eignet sich bereits zu Beginn einer Unterrichtssequenz zum Thema Feuer und Brennbarkeit. Sauerstoff ist als eine der drei Seiten des Branddreiecks elementar für das Verständnis.

Literatur: [1] G. Lange, Feuer und Flamme – Experimente und Informationen rund um die Kerze, www.chemie-uni-rostock.de/lfbz (Zuletzt abgerufen am 5.8.2014 um 14:35 Uhr)

3 Schülerversuche

3.1 V3 „Hüpfende Flamme“ – oder die Fernzündung einer Kerze

In diesem Versuch werden die weißen Wachsämpfe untersucht, die direkt nach dem Auspusten einer Kerze vom Docht aufsteigen. Hierbei wird unter anderem die Gefahr leichtentzündlicher Stoffe thematisiert.



Materialien: Bunsenbrenner, Glimmspan, Kerze

Chemikalien: -

Durchführung: Eine brennende Kerze wird durch Auspusten gelöscht. Anschließend wird in den aufsteigenden Dampf ein Glimmspan gehalten.



Beobachtung: Im Moment des Eintretens der Flamme in den Dampf wird die Kerze wieder entzündet, ohne dass der Glimmspan den Docht berührt.

Deutung: Die aufsteigenden Dämpfe sind Wachsämpfe. Um den Docht hat sich ein brennbares Wachsdampf-Luft-Gemisch gebildet, das sich leicht entzünden lässt und den noch heißen Docht entzündet.

Unterrichtsanschlüsse: Dieser Versuch eignet sich, um die Bedeutung des Zerteilungsgrades zu üben oder einzuführen. Besser geeignet ist er jedoch für die Wiederholung. Allerdings muss auch hier der Aspekt auf das Phänomen reduziert werden.

Literatur: [1] G. Lange, Feuer und Flamme – Experimente und Informationen rund um die Kerze, www.chemie-uni-rostock.de/lfbz (Zuletzt abgerufen am 5.8.2014 um 14:35 Uhr)

3.2 V4 Alternative zu 3.1: „Kerze als Gasfabrik“ – Ableiten und Auffangen von Wachs- dämpfen aus einer Kerzenflamme und Prüfen ihrer Brennbarkeit

In diesem Versuch wird die Brennbarkeit von Wachs-
dämpfen untersucht. Der Versuch gibt optisch einen beeindruckenden Effekt und eignet sich daher sehr gut für den Gebrauch in der Schule. Dieser Versuch steht auch in direktem Zusammenhang mit dem Lehrerversuch V1.

Gefahrenstoffe



Materialien: Becherglas, Dreifuss mit Drahtnetz, Kerze, gebogenes Glasröhrchen, Glimmspan



Chemikalien: -

Abb. 5: Kerze als Gasfabrik

Durchführung: Ein Glasröhrchen wird direkt in die Kerzenflamme gehalten, so dass durch das Röhrchen weiße Dämpfe aufsteigen. Diese Dämpfe werden in das niedriger stehende Becherglas geleitet. Sobald das Becherglas gefüllt ist, wird ein brennender Glimmspan in das Becherglas getaucht.

Beobachtung: Die weißen Dämpfe lassen sich entzünden und brennen im Becherglas ab.

Deutung: Die Wachs-
dämpfe sind aufgrund ihrer Zusammensetzung mit Luft brennbar.

Unterrichtsanschlüsse: Da dieser Versuch als Alternative zum Versuch „Hüpfende Flamme“ gedacht ist, gelten die gleichen Überlegungen wie für den oberen Versuch. Allerdings steht hier noch stärker der Wiederholungscharakter im Vordergrund.

Literatur: [1] G. Lange, Feuer und Flamme – Experimente und Informationen rund um die Kerze, www.chemie-uni-rostock.de/lfbz (Zuletzt abgerufen am 5.8.2014 um 14:35 Uhr)

3.3 V5 Der Dosenkocher

In diesem Versuch können die SuS einen rudimentären Herd nachbauen, mit dem sie die Wirkungsweise eines solchen Gerätes nachvollziehen können.



Materialien: Erlenmeyerkolben, leere Getränkedose, Teelicht, Schere, Thermometer

Chemikalien: Wasser

Durchführung: Die Getränkedose wird halbiert und die untere Hälfte der Dose anschließend mit einer Schere an der Schnittkante zackig geschnitten, so dass Luft einströmen kann. Die Dose wird auf ein Teelicht gestellt und der Erlenmeyerkolben mit dem Wasser auf der Unterseite der Dose erhitzt. Die Temperatur wird mit dem Thermometer gemessen.



Abb. 6: Dosenkocher

Beobachtung: Bereits nach kurzer Zeit kann ein Anstieg der Temperatur im Erlenmeyerkolben auf ca. 60 °C beobachtet werden. Danach steigt die Temperatur nur noch langsam an.

Deutung: Die metallische Dose leitet die Wärme sehr gut und überträgt sie gut auf den Erlenmeyerkolben. Ab einer gewissen Temperatur steigt die benötigte Energie jedoch immer weiter an und das Teelicht reicht als Energiequelle nicht mehr aus, um das Wasser weiter zu erhitzen.

Unterrichtsanschlüsse: Der Dosenkocher eignet sich als Einführung in den Bereich des Energiebegriffs. Er kann außerdem genutzt werden, um manuelles Geschick der SuS zu fördern, wie es im Kerncurriculum gefordert ist.

Literatur: [1] G. Lange, Feuer und Flamme – Experimente und Informationen rund um die Kerze, www.chemie-uni-rostock.de/lfbz (Zuletzt abgerufen am 5.8.2014 um 14:35 Uhr)

3.4 V6 Der Brausetabletten-Feuerlöscher als Kohlenstoffdioxid-Löscher

In diesem Versuch können die SuS einen rudimentären Herd nachbauen, mit dem sie die Wirkungsweise eines solchen Gerätes nachvollziehen können.



Materialien: Brausetabletten, kleines Becherglas (max. 100 ml), Teelichter



Abb. 7: Brausetabletten-Feuerlöscher

Chemikalien: Wasser

Durchführung: Die Teelichter werden entzündet und anschließend eine Brausetablette in ein etwa halbgefülltes Becherglas gegeben. Sobald eine Gasentwicklung sichtbar ist, wird das Becherglas soweit über die Kerze geneigt, dass gerade keine Flüssigkeit austreten kann.

Beobachtung: Die Teelichter werden gelöscht, ohne, dass sie mit der Flüssigkeit in Kontakt kommen.

Deutung: Das entstandene Kohlenstoffdioxid hat eine höhere Dichte als Luft und sinkt über den Rand des Becherglases auf die Teelichter und erstickt die Flamme.

Unterrichtsanschlüsse: Dieser Versuch ist eine Erweiterung des Branddreiecks und die Hinführung zum Löschen von Bränden. Er sollte damit eher zum Abschluss der Einheit stehen.

Literatur: [1] G. Lange, Feuer und Flamme – Experimente und Informationen rund um die Kerze, www.chemie-uni-rostock.de/lfbz (Zuletzt abgerufen am 5.8.2014 um 14:35 Uhr)

Arbeitsblatt – Rund um das Thema Feuer

Name	Arbeitsblatt „Rund um das Thema Feuer“	Datum
------	--	-------

1.) Beschreibe das Branddreieck anhand einer Skizze!

2.) Erkläre, warum ein Teelicht in einer Sauerstoffatmosphäre heller aufleuchtet als außerhalb einer Sauerstoffatmosphäre

3.) Stelle begründet eine Hypothese auf, warum sich Wasser besser mit einem Dosenkocher erwärmen lässt als mit einem Teelicht!

4 Didaktischer Kommentar

Das Arbeitsblatt sollte vorzugsweise nach einem praktischen Stationenlernen zum Thema Feuer und Brennbarkeit eingesetzt werden. Das Arbeitsblatt soll dabei alle drei Aufgabenbereiche abdecken, wobei die erste Aufgabe den Anforderungsbereich 1 darstellt, da das Branddreieck bereits im Unterricht erarbeitet worden sein sollte. Daher handelt es sich lediglich um eine Wiedergabe. Die Aufgabe zwei ist eine Anwendung des Branddreiecks. Es muss zusätzlich verknüpft werden mit der Zusammensetzung der Luft. Die Tatsache, dass Luft ein Stoffgemisch mit einem relativ geringen Sauerstoffanteil ist, ist zentraler Aspekt für die Beantwortung der Frage. Die dritte Aufgabe soll als Transfer die Aspekte der Wärmeleitung von Metallen in den Mittelpunkt bringen.

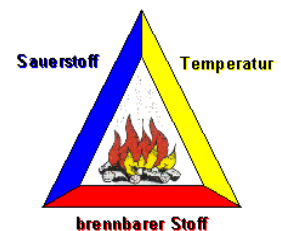
4.1 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Als hauptsächliche Kompetenz wird aus dem Stoff-Teilchen-Konzept der Aspekt der Stoffeigenschaften und deren Verwendung genutzt: Die SuS schließen aus den Eigenschaften ausgewählter Stoffe auf ihre Verwendungsmöglichkeiten. Diese Kompetenz ist dem Bereich des Fachwissens zu zuordnen. Darüber hinaus wird im Hinblick auf die Bewertungskompetenz mit der dritten Aufgabe die Teilkompetenz „SuS unterscheiden förderliche und hinderliche Eigenschaften für eine die bestimmte Verwendung eines Stoffes“ gefördert.

4.2 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufgabe 1.)

Für die optimale Verbrennung sind drei Dinge wichtig. Zum einen ist Sauerstoff nötig. Weiterhin muss es ein Verbrennungsmaterial geben und zum Dritten muss die Temperatur hoch genug sein, damit das Verbrennungsmaterial entzündet wird.



Aufgabe 2.)

Sauerstoff ist eine der drei unerlässlichen Dinge, die für eine Verbrennung nötig sind. Je mehr Sauerstoff in der Umgebung ist, desto besser läuft die Verbrennung.

Aufgabe 3.)

Das Metall der Trinkdose leitet die Wärme besser als die Umgebungsluft. Daher kann man mit der Dose das Wasser deutlich schneller erhitzen.

5 Literatur

[1] <http://du.nw.schule.de/sbk/projekte/2001/dreieck.gif> (Zuletzt abgerufen am 9.8.2014 um 16:46 Uhr)

[2] G. Lange, Feuer und Flamme – Experimente und Informationen rund um die Kerze, www.chemie-uni-rostock.de/lfbz (Zuletzt abgerufen am 5.8.2014 um 14:35 Uhr)

[3] K. Achtermann et al., Kerncurriculum Niedersachsen, Naturwissenschaften, Gymnasium Klasse 5-10