

## 1. Methodische Überlegungen

Das Thema der Verbrennung wurde im Unterricht bisher in Schülerexperimenten, LDE und auch SDE bearbeitet. Die SuS kennen die Verbrennung als eine exotherme chemische Reaktion, bei der ein neuer Reinstoff entsteht. Der Begriff der Oxidation und die Entstehung eines Oxids wurden im Zusammenhang mit der Verbrennung von Metallen eingeführt. Ebenso ist den SuS bekannt, dass die Luft, bzw. der Sauerstoff hier einen Reaktionspartner darstellt.

Ich habe mich hier gegen ein methodisches Vorgehen mit LDE entschieden, da ich den SuS die Möglichkeit geben möchte sich viele chemische Erkenntnisse durch selbstständiges Experimentieren zu erarbeiten. Die Stationenarbeit bietet eine Möglichkeit viele Aspekte in einem kürzeren Zeitraum zu beleuchten. Sicherlich wären reguläre Schülerexperimente auch geeignet, decken aber nicht diese breite Spektrum in derselben Zeit ab.

Des Weiteren ist die Bereitschaft der SuS zur Nachbereitung des Unterrichts zu Hause in diesem Alter eher gering. Daher sollte der Unterricht auch auf solche Zeiten ausgerichtet sein, um dies zu kompensieren. Selbst durchgeführte Handlungen weisen eine 80% besser Behaltensleistung auf.

Die Stationenarbeit schien mir am geeignetsten, um den SuS möglichst viele Aspekte der Verbrennung als Vertiefung der bisher im Unterricht behandelten Themen zu bieten. Die SuS dieser Klasse haben aus dem 1.Halbjahr bereits Erfahrungen mit Stationenarbeit und kommen mit dem eigenständigen Experimentieren sehr gut zurecht. Zum anderen ist es für die SuS eine Abwechslung zu den ansonsten arbeitsgleichen oder arbeitsteiligen Schülerexperimenten. Diese Stationsarbeit ist für einen Zeitraum von drei Stunden geplant und gibt den SuS so die Möglichkeit sich über einen längeren Zeitraum von der Lehrerzentrierung gelöst, selbstständig Informationen zu erarbeiten.

## *Begründung der Stationenauswahl*

### **Station 7 und 6 – Einfluss der Oberfläche auf die Brennbarkeit**

Der Aufbau der Stationen (siehe Anhang) ist dadurch begründet, dass Station 7 (Mehlstaubentzündung) aus Sicherheitsgründen möglichst weit von den anderen Gruppen entfernt sein soll. Der Versuch wird daher von den SuS auch auf dem Tisch am Fenster und nicht auf dem regulären Unterrichtstisch durchgeführt werden. Damit minimiere ich das Risiko, dass Mitschülerinnen und Schüler aus Versehen gegen den Tisch stoßen und so Unfälle passieren. Der Schlauch, den die SuS für den Versuch benutzen ist ca. 1,5 Meter lang, so dass bei der Entzündung des Mehls ein großzügiger Sicherheitsabstand gewährleistet ist. Prämisse dieses Versuchs ist die Abnahme durch die Lehrperson vor der Zündung. Dadurch möchte ich vermeiden, dass trotz genauer Anweisungen auf den Stationszetteln zu viel Mehl genommen wird oder auf andere Art fahrlässig gearbeitet wird.

Auf dem Stationszettel befindet sich eine kurze Nachricht aus dem Jahre 1979 bzgl. einer tatsächlich stattgefundenen Mehlstaubexplosion. Hiermit möchte ich den Alltagsbezug der Thematik etwas verstärken. Die SuS sollen hier für die Gefährlichkeit bei brennbaren Substanzen sensibilisiert werden.

Hier und bei Station 6 erfahren sie, dass sehr viele Stoffe brennbar sind, von denen sie es möglicherweise nicht gedacht hätten. Eisenpulver verbrennen zu können ist für viele SuS sicherlich verblüffend. Zum anderen ist die effektvolle Verbrennung von Magnesium sehr beeindruckend und illustriert dadurch nochmals die Gefährlichkeit.

Des Weiteren löst die Entzündung der Eisenwolle durch bloßen Kontakt mit einer Batterie bei den SuS wahrscheinlich Erstaunen aus. Ebenso wie die rasche, verpuffungsähnliche Entzündung des Wattebauschs durch Funkensprung. So wird den SuS auch deutlich, wie feuergefährlich ein Funkensprung in der trockenen Sommerzeit sein kann. Die Versuchsdurchläufe dieser Station werden nur in Richtung Tür ausgeführt (siehe Pfeilrichtung in Grafik). Die verschiedenen Metallpulver dürfen hier auch erst nach Abnahme der Lehrperson in den Brenner geblasen werden.

Nach Durchführung der Station 6 sollen die SuS die verbrannten Metalle in eine Ordnung nach der Heftigkeit der Reaktion bringen. Hier kann ich in folgenden

Stunden anknüpfen und auf das Bindungsbestreben mit Sauerstoff kommen, was den Zugang zu den Begriffen „edel“ und „unedel“ schafft.

### **Station 5 - Die verbrauchte Luft ist dem Volumen des Systems proportional**

Bei der Bearbeitung der Station 5 sollen die SuS erkennen, dass die Zeit, die es dauert, bis die Kerze in den Bechergläsern erlischt, proportional zu dem Volumen der Bechergläser ist. Daraus können die SuS ableiten, dass immer eine bestimmte Menge an „Luft“ für die Verbrennung notwendig ist und diese auch ausgeschöpft wird. Es lässt sich bei diesem Versuch aber nicht erkennen, ob die ganze Luft reagiert oder nur ein Teil der Luft. In dieser Phase des Stationenlernens tritt dieser Aspekt jedoch in den Hintergrund, da die SuS zunächst die Luft als brandfördernd erkennen sollen. Sauerstoff als Gas ist den SuS zwar aus dem Alltag schon ein Begriff, ist aber unklar und sehr unterschiedlich definiert. Daher vermeide ich eine zu frühe „Begegnung“ mit dem Sauerstoff, um Verwirrungen zu unterbinden.

Ist die Bedeutung der Luft für Verbrennungen als Resultat dieser Stationsarbeit entwickelt, könnte „ein Blick ins Detail“ Thema der kommenden Stunden sein.

Im zweiten Teil der Station 5 entzünden die SuS die Kerzentreppe und haben die Aufgabe zuvor eine Vermutung aufzustellen, was passieren wird. Die tatsächliche Reihenfolge des Erlöschens der Kerzen nach Luftabschluss sollen sie anschließend versuchen zu begründen. Ich erwarte, dass die Ergebnisse hierbei hauptsächlich „Warme Luft steigt nach oben“ beinhalten, wobei das keine ausreichende Begründung ist. Es bietet aber ebenso Anknüpfungsmöglichkeiten für die nächsten Stunden. Wenn die Bestandteile der Luft und die Verbrennungsprodukte der Kerze erarbeitet worden sind, kann das Phänomen mit der unterschiedlichen Teilchenbewegung in Kombination mit „warme Luft steigt nach oben“ beschrieben werden.

### **Station 4 - Ein bestimmter Teil der Luft wird verbraucht**

Im Gegensatz zu Station 5 wird bei Station 4 eindrucksvoll deutlich, dass nur ein bestimmter Teil der Luft reagiert. Die Menge an Luftanteil, die verbraucht wird, wird durch hochsteigendes Wasser ersetzt, es entsteht als ein Unterdruck. Man könnte zusätzlich nun eine brennende „Beweiskerze“ in den Zylinder halten, um zu zeigen, dass sie sofort erlischt. Ich denke jedoch, es ist Beweis genug, dass eine Kerze bereits

ausgegangen ist. Zum anderen würde das erfordern, dass der Wasserspiegel ausgeglichen werden muss, bevor der Zylinder geöffnet wird, damit keine Luft angezogen wird. Außerdem müsste dann ein anderes Gefäß für das Wasser benutzt werden, was ich jedoch gerade nicht möchte, da ich es für effektvoller halte, wenn die Kerze auf dem steigenden Wasserspiegel weit über den Gefäßrand hinaus hochwächst. Die SuS sollen diesen Versuch dreimal hintereinander durchführen und sich die Wasserstände der Zylinderskala notieren. Hierdurch soll klar werden, dass es immer exakt dieselbe Menge an Luftanteilen ist, die reagiert. Dieser Versuch kann trotzdem nicht quantitativ ausgewertet werden, da die Restluft immer noch ca. 16% Sauerstoff enthält. Das Sauerstoff-Stickstoffverhältnis verschiebt sich im Laufe der Reaktion zu Ungunsten der Verbrennung und erstickt die Flamme.

Mit dem Wissen, dass bei Verbrennungen in geschlossenen Räumen ein Teil der Luft verbraucht wird und bei entsprechenden Bedingungen ein Unterdruck entstehen kann, sollen die SuS anschließend überlegen, wie sie es schaffen ohne Gewaltanwendung ein gekochtes Ei durch den engen Hals in einen Erlenmeyerkolben zu befördern. Dies soll dann experimentell geprüft werden. Die SuS sollen hier bei einem amüsanten Versuch Gelerntes gleich anwenden und somit besser verstehen.

### **Station 3 – Bedeutung des Luftkontakts für Verbrennungen**

Nachdem die SuS ein Kupferblech in der Brennerflamme bis zur Rotglut erhitzt haben sollen sie die Veränderungen an dem Kupferblech analysieren. Ich erwarte, dass sie erkennen, dass das Blech von beiden Seiten einheitlich geschwärzt ist. Vor Durchführung des zweiten Versuchs sollen die SuS eine Hypothese darüber aufstellen, wie sich das Versuchsergebnis ändert, wenn das Kupferblech zu einem luftdichten Brief gefaltet, aber auch bis zur Rotglut erhitzt wird. Im Anschluss führen sie diesen Versuch dann aus und lassen das Kupferbriefchen abkühlen. Beim Auspacken des Kupferbriefchen wird sehr anschaulich deutlich, dass es unbedingt Kontakt mit der Luft bedarf, um eine Verbrennung stattfinden zu lassen, das Kupferblech ist innen noch rötlich.

## **Station 2 – Flammpunkt: Plastik schmilzt... oder nicht?**

Zunächst sollen die SuS die Versuchsanordnung aufbauen und eine Erwartung formulieren, wobei es möglich ist, dass dieses Phänomen den SuS schon bekannt ist. Meiner Meinung nach zeigt dieser Versuch hervorragend den Aspekt des Flammpunkts, da man von Plastik meist ein rasches Schmelzen erwartet. Da der Flammpunkt des Plastiks durch die Wärmeableitung des Wassers jedoch nicht erreicht wird, tritt noch nicht mal eine Schwärzung auf. Der Plastikbecher bleibt unversehrt.

## **Station 1 – Kerzenforschung: Temperatur und Flammpunkt**

Station 1 beinhaltet vier schneller durchführbare Versuche, die auf unterschiedliche Weise den Flammpunkt illustrieren. Beim ersten Versuch sollen die SuS die Temperatur der Wachsdämpfe nutzen, um die Kerze wieder kontaktlos zu entzünden. Bei der Ermittlung der maximal möglichen Höhe möchte ich erreichen, dass die sinkende Temperatur und damit der Flammpunkt als Grund dafür erkannt wird.

Der Effekt des zweiten Versuchs ist für SuS eventuell schwer vom „Ausdrücken“ zu unterscheiden. Wird er allerdings korrekt durchgeführt und genau beobachtet, kann ein klares „Abtrennen“ der Flamme erkannt werden. Durch die vorigen Unterrichtsstunden, die Stoffeigenschaften behandelt haben, sind die SuS in der Lage die Wärmeleitfähigkeit von Kupfer damit in Verbindung zu bringen.

Beim Versuch „Tochterflamme“ können die SuS selbstständig experimentieren, indem sie ausprobieren unter welchen Versuchsbedingungen die Tochterflamme am besten zu erzeugen ist. Der Flammpunkt ist auch hier der Grund für das Gelingen oder Nicht-Gelingen.

Der letzte Versuch ist ebenfalls sehr anschaulich, um die heißesten Zonen der Brennerflamme zu zeigen und zu erklären. Der Luftkontakt am äußeren Rand der Brennerflamme soll hier von den SuS als Grund für die heißere Temperatur und somit die Verkohlungen genannt werden. Dieser Versuch demonstriert imposant die brandfördernde Wirkung der „Luft“ (des Sauerstoffs).

Weitere mögliche interessante Stationen stellen die Selbstentzündung von heißem Wachs dar, die Brandlöschung durch Abkühlung unter den Flammpunkt und

brennbare Flüssigkeiten und deren Dämpfe dar. Diese Versuche steigen allerdings auch in ihrem Gefahrenpotenzial in Schülerversuchen. Daher werde ich einige dieser Versuche als LDE in den darauf folgenden Stunden präsentieren.

Die anfängliche Zuteilung zu den Stationen habe ich vorgenommen, damit es bei der ersten Stationenwahl keine zeitlichen Verluste gibt. Die weitere Auswahl der Stationen bleibt den SuS selbst überlassen und wird auch aus organisatorischen Gründen zufällig erfolgen, da der zeitliche Umfang der Stationen differiert. Für die Überbrückung von Leerlaufphasen, die aus der zeitlichen Differenz der einzelnen Stationen resultieren können, habe ich einen Informationszettel zum Thema Verbrennung und Löschverfahren konzipiert. Hier bekommen die SuS Informationen zu Brandbedingungen und dem Löschvorgang, zu denen sie abschnittsweise Aufgaben bearbeiten sollen.

Ich habe bei der Stationsarbeit Kartuschenbrenner gewählt, damit es zu keinen Komplikationen beim Stationswechsel kommt. Da nicht alle Stationen einen Brenner benötigen, müsste ich die Gasanlage mehrmals schließen und wieder öffnen, um die Brenner anzuschließen.

Die Ergebnissicherung erfolgt auf den an den Stationen ausgelegten Notizzetteln. Diese werden am Ende der Stationsarbeit im Plenum ausgewertet. Die SuS sollen die Ergebnisse der einzelnen Versuche nicht in ihr Heft übertragen, da ich vermeiden möchte, dass experimentierbegründet unübersichtliche und unordentliche Notizen im Heft stehen. Die im Unterricht angefertigten Notizen und Ergebnisse sollen zu Hause ordentlich in das Heft üb