

DIE FIREBUSTERS

Vom Phlogiston zum Sauerstoff:

DER VERBRENNUNGS- VORGANG

Schon in der Feuerwehr-Grundausbildung lernt man, dass eine Verbrennung ein chemischer Vorgang ist, bei welchem sich ein brennbarer Stoff mit Sauerstoff verbindet. Bei diesem Oxidationsprozess werden Wärme und Licht freigesetzt. Der Brennstoff kann dabei fest, flüssig oder gasförmig sein, und der Sauerstoff entstammt üblicherweise aus der Umgebungsluft.



Antoine Lavoisier, der Entdecker des Sauerstoffs



Lange Zeit war das Wesen des Feuers unerforscht

Die Phlogistontheorie. Über Jahrhunderte scheiterten Gelehrte jedoch daran, das Feuer – dieses flüchtige, hitzige, gefährliche „Element“ – genauer zu deuten.

Noch am Anfang des 18. Jahrhunderts vermutete man, dass alle brennbaren Körper einen materiellen Bestandteil enthalten, der bei der Verbrennung entweicht. Man nannte diesen hypothetischen Wärmestoff Phlogiston (gr.: phlogistós = verbrannt). Diese Theorie wurde von einem deutschen Wissenschaftler namens Georg Ernst Stahl aufgestellt und war für rund 100 Jahre die herrschende Meinung über den Verbrennungsvorgang.

Der Sauerstoff. Ein Wendepunkt war das Jahr 1774, in welchem der französische Chemiker Antoine Laurant Lavoisier die

Bedeutung des einige Jahre vorher entdeckten Sauerstoffs (Oxygenium) für die Verbrennung entdeckte. Demnach sollte der Verbrennungsprozess eine chemische Reaktion eines brennbaren Stoffes mit Sauerstoff (Oxidation) sein, wobei andere chemische Stoffe (Oxide) entstehen. Das war die neue These von Lavoisier, mit der er Wissenschaftsgeschichte geschrieben hat!

Verbrennungsprodukte. Brennstoffe sind meist organischer Natur, d. h. sie enthalten große Anteile an Kohlenstoff und Wasserstoff. Bei der Oxidation wandeln sich die organischen Verbindungen um und gehen Schritt für Schritt in einfache gebaute, kleine Moleküle, wie Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) etc.

über. Neben diesen gas- bzw. dampfförmigen Stoffen gibt es noch anorganische Rückstände, die wir als Asche bezeichnen (z. B. Mineraloxide, wie CaO, Fe₂O₃, Al₂O₃, MgO, SiO₂, Na₂CO₃).

Ablauf einer Verbrennung.

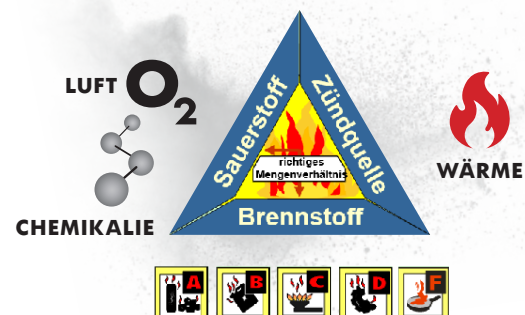
Manchmal läuft eine Verbrennung in Sekundenschnelle ab, dann wieder schwelt ein Brand über Stunden hinweg, und schließlich lässt sich ein Feuer überhaupt nicht entzünden. Fazit: Die wissenschaftlichen Hintergründe über den Verbrennungsvorgang sind zwar heute grundsätzlich erforscht,

jedoch trotzdem nicht in allen Details bekannt.

Das Feuerdreieck. Die Grundvoraussetzungen für eine Verbrennung werden heute mithilfe des sogenannten klassischen Feuerdreiecks, das in den 1960er-Jahren bekannt wurde, beschrieben. Es sind dies:

- Brennstoff (Brandklassen A, B, C, D und F),
- Sauerstoff (aus der Luft, Chemikalie, O₂-Flasche),
- Zündquelle (Wärme) und
- Richtiges Mengenverhältnis (Nebenbedingung).

DAS KLASSISCHE FEUERDREIECK



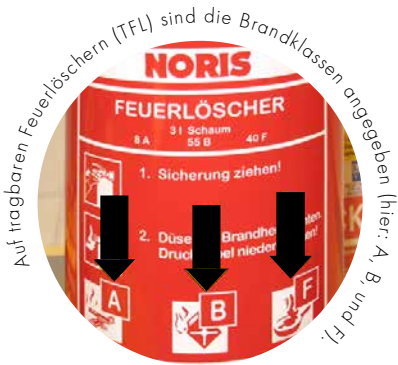


EXPERIMENT NR. 57

BRENNENDES EISEN WIRD SCHWERER!



Brandklassen. Um eine Klassifizierung der Brände zu erreichen, hat man erstmals in der EU-Norm EN 2 die sogenannten Brandklassen eingeführt und im Jahre 2005 veröffentlicht. Dabei werden Brände nach ihrem brennbaren Stoff in die Brandklassen A, B, C, D und F eingeteilt. Eine Klassifikation ist vorwiegend notwendig, um eine richtige Auswahl entsprechender Löschmittel bei Bränden treffen zu können (siehe Piktogramme auf unseren Feuerlöschern).



Die Brandklassen sind wie folgt definiert:

- **Brandklasse A: Brände fester Stoffe.** Verbrennen normalerweise unter Glutbildung. Beispiele: Holz, Papier, Kohle, Heu, Stroh, einige Kunststoffe (vor allem Duroplaste), Textilien.
- **Brandklasse B: Brände von flüssigen oder flüssig werdenden Stoffen.** Beispiele: Benzin, Alkohol, Teer, Wachs, viele Kunststoffe (vor allem Thermoplaste), Lacke, Harz.
- **Brandklasse C: Brände von Gasen.** Beispiele: Ethin (Acetylen), Wasserstoff, Erdgas, Propan, Butan, Stadtgas.
- **Brandklasse D: Brände von Metallen.** Beispiele: Aluminium, Magnesium, Kalium, Lithium und deren Legierungen.
- **Brandklasse F: Brände von Speiseölen und Fetten.** Beispiele: Pflanzliche oder tierische Öle und Fette in Frittier- und Fettbackgeräten und anderen Kucheneinrichtungen. •

SO GEHT'S

Im folgenden Experiment wollen wir die bereits zitierte Phlogistontheorie widerlegen und gleichzeitig die Oxidationstheorie der Verbrennung anschaulich erklären. Dazu verbrennen wir Stahlwolle, die wir im Baumarkt kaufen können. Sie besteht aus Eisen (Fe), darf jedoch keine Seife enthalten, da sie sonst nicht sehr gut brennt. Als ergänzenden Versuch verbrennen wir Papier (Zellulose).



Innerhalb weniger Minuten werden aus 202 g Stahlwolle (Eisen) beim Verbrennen 281 g Eisenoxid.



Beim Abbrand von Zellulose verringert sich das Gewicht in kurzer Zeit von 118 g auf 40 g

Experiment 1 – Stahlwolle. In die Porzellschüssel werden etwa 200 Gramm Stahlwolle gegeben und diese auf die Küchenwaage gestellt. Nun zünden wir die Stahlwolle an und beobachten die Gewichtsanzeige. Wir stellen schon nach wenigen Minuten fest, dass der Inhalt der Schüssel schwerer wird.

Experiment 2 – Küchenrolle. Nun verwenden wir etwa 120 Gramm einer Küchenrolle (Zellulose) und verbrennen das Papier. Wir stellen im Gegensatz zum vorigen Versuch fest, dass der Inhalt der Schüssel leichter wird.

Erklärung: Stahlwolle (Eisen = Fe) verbindet sich bei der Verbrennung mit Sauerstoff (O₂), und es entsteht das nicht flüchtige Eisenoxid (FeO). Es wird also Sauerstoff zusätzlich aus der Luft aufgenommen. Daher wird das Verbrennungsprodukt schwerer. Wenn hingegen Papier (C₆H₁₀O₅) brennt, entstehen Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O), welche beide flüchtig sind. Das Verbrennungsprodukt wird daher leichter.

- **Stahlwolle (Eisen):** $2\text{Fe} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{FeO}$
- **Papier (Zellulose):** $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 \uparrow + 5\text{H}_2\text{O} \uparrow$

Entsorgung: Die Verbrennungsreste können mit dem Hausmüll entsorgt werden!

REINE STAHLWOLLE

darf keine Seife enthalten

PORZELLAN-SCHÜSSEL

aus der Küche

PAPIER

Küchenrolle

PINZETTE ODER TIEGELZANGE

FEUERZEUG

KÜCHEN-WAAGE

! WARNHINWEIS !
Keine leicht brennbare Unterlage verwenden! Alle dargestellten Versuche bergen bei unsachgemäßer Ausführung Gefahren in sich. Bei Unfällen wird seitens der Redaktion keine Haftung übernommen.

MATERIAL