



Landesinstitut
für Schule und Weiterbildung

Fächerübergreifender Unterricht Naturwissenschaft (FUN)

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"

Baustein "Feuer"



Kontaktadresse:
Landesinstitut für Schule und Weiterbildung
Referat I/4
Paradieser Weg 64
59494 Soest
Tel.: 02921/683-257

Autoren:
Armin Kremer, Soest/Marburg
Lutz Stäudel, Kassel

Gestaltung:
Annette Romberg

Grafik:
Angela Bender

Titelbild:
Christine Marwedel

Inhalt	Seite
1. Stellung des Materialbausteins im Curriculum "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"	4
2. Sach-/Problemstrukturskizze	6
3. "Entdeckerbaum" - Was SchülerInnen zum Thema "Feuer" einfällt	8
4. Erfahrungsberichte	9
5. Anregungen für den Unterricht	11
5.1 Bastelanleitungen und Spiele	
5.2 Vorschläge für Aktivitäten	
5.3 Literatur	
6. Materialien und Informationen für den Unterricht (Versuche - Experimente - Untersuchungen)	12
Anhang	64

1. Stellung des Materialbausteins im Curriculum "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen"

Das Entwicklungskonzept "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" versteht sich als Fortführung und Erweiterung von Ansätzen zum fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht. Bewußt wird in dieser Konzeption die Tradition des "Koordinierten Naturwissenschaftlichen Unterrichts" (KoNaWi) aufgenommen mit der Perspektive neue Wege zu finden, naturwissenschaftlichen Unterricht so zu verändern, daß durch mehr Lebensbezug eine höhere Akzeptanz und Lern-effektivität erreicht wird.

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" bezieht sich vorläufig nur auf die Jahrgangsstufen 5 - 7 an Gesamtschulen in Nordrhein-Westfalen. In diesen Jahrgängen bestehen relativ große Freiräume, die eine Erprobung von "Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" wesentlich erleichtern. Erst auf der Basis der gesammelten Erfahrungen aus der Schulpraxis kann eine Weiterentwicklung bzw. Ausdehnung der Konzeption auf weitere Jahrgänge erfolgen.

1989 begann am Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Soest) eine Arbeitsgruppe, die Konzeption eines offenen und fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterrichts zu entwerfen. Begleitend entwickelte die Arbeitsgruppe erste Materialbausteine zu den Themenbereichen "Wasser", "Sinne", "Umgang mit Tieren", "Feuer", "Umgang mit Pflanzen" und "Wetterbeobachtung - Klima - Klimagefahren".

Die didaktische Konzeption für den Unterricht und die Entwicklung der Materialbausteine orientieren sich an fünf Strukturelementen (vgl. "Arbeitskonzept zur Entwicklung eines Curriculums für die Jahrgänge 5 - 7"):

- * Lebenswelt
- * Natur / Technik / Umwelt
- * Offenheit
- * Entgegenwirken ungünstiger Sozialisationseffekte und Förderung der Bedürfnisse und Interessen von Mädchen
- * Pädagogisches Profil der Gesamtschule

Das Element Offenheit bestimmt zudem wesentlich die Materialstruktur der Materialbausteine, d. h. die angebotenen Materialien (Experimente, Texte, Spiele, Bastelanleitungen ...) stellen weder Beschreibungen von Unterrichtsstunden dar, noch handelt es sich um die Vorstellung linearer Unterrichtseinheiten. Sie sind vielmehr als Vorschläge, Ideen und Anregungen zu verstehen, Unterricht zu planen. Die offene Form der Materialstruktur ergibt sich notwendig aus der Absicht, SchülerInneninteressen, regionale und aktuelle Bezüge als zentrale Entscheidungskriterien bei der individuellen Themenfindung und Unterrichtsgestaltung in den Vordergrund zu stellen.

Die Sach-/Problemstrukturskizze, die jeweils den Materialien vorangestellt ist, versteht sich als einer von mehreren möglichen Orientierungsrahmen für methodisch-didaktische Entscheidungen bei der Themenauswahl und konkreten Unterrichtsplanung.

"Umwelt erkunden - Umwelt verstehen" soll kein Curriculum werden, das irgendwann detailliert naturwissenschaftlichen Unterricht beschreibt. Vielmehr wird ein offenes Curriculum angestrebt, das auf der Basis von Unterrichtspraxis Handlungs- und Gestaltungsmöglichkeiten für Unterricht

aufzeigt. Nur unter der Beteiligung von Kolleginnen und Kollegen an den Schulen kann diese Zielsetzung verwirklicht werden. Wir hoffen daher, über die bereits vorgelegten Bausteine Kontakte zu interessierten LehrerInnen zu knüpfen, und so einen diskursiven Prozeß des Austausches und der Kooperation zwischen UnterrichtspraktikerInnen und der Arbeitsgruppe in Gang zu setzen. In diesem Sinne sind die von der Arbeitsgruppe bereits entwickelten Materialbausteine als Angebot zu verstehen, das durch Ihre Erfahrungen und Ideen verändert und ergänzt werden soll und muß.

Wir möchten daher alle Lehrerinnen und Lehrer, die im Lernbereich Naturwissenschaften unterrichten, zur engagierten Mitarbeit einladen.

Ihre Erfahrungen und Ihre Themengestaltungen sind ein wichtiges Element der Materialstruktur. Sie werden als Umsetzungsbeispiele in die überarbeiteten Curriculumbausteine aufgenommen. Solche Beschreibungen in Form von Projektskizzen oder kurzen Berichten bündeln nicht nur Unterrichtserfahrungen, sondern relativieren, akzentuieren und verändern die Konzeption eines neuen naturwissenschaftlichen Unterrichts. Die Überarbeitung der Bausteine im Verlauf des diskursiven Prozesses sichert nicht nur schulische Erfahrungen, sondern macht diese wiederum anderen LehrerInnen zugänglich.

Wir, die Arbeitsgruppe, würden uns freuen, wenn wir in Kooperation mit Ihnen einen dynamischen und offenen Prozeß der Curriculum- und Materialentwicklung für den naturwissenschaftlichen Unterricht in Gang setzen können.

Wir sind daher gespannt auf jede Rückmeldung von Ihnen in Form von

- * Erfahrungsberichten
- * Kritik
- * Meinungen
- * Materialien
- * Vorschlägen
- * Projektskizzen
- * Wünschen
- * Lob
- * Ideen
- * ...

Nehmen Sie Kontakt mit uns auf!

Landesinstitut für Schule und Weiterbildung
Referat I/4
Paradieser Weg 64
4770 Soest
Tel.: 02921 / 683-257

Ansprechpartnerin: Christine Marwedel
Ansprechpartner: Dr. Armin Kremer

Feuer

2. Sach-/Problemstrukturskizze "Feuer"

Die Sach-/Problemstrukturskizze zum Themenbereich "Feuer" entwickelt sich aus dem Umgang mit dem Feuer in seinen vielfältigen Gestalten durch den Menschen und der Geschichte dieses Umgangs bis hin zu heutigen technischen Realisierungen in Haushalt, industrieller Technik und Gesellschaft.

Hier wie in den nachstehenden Materialien sind einzelne Aspekte jedoch nur ansatzweise entfaltet und bedürfen der situativen Konkretisierung. Anstelle einer Hervorhebung eines einzelnen Bereiches in der Sach-/Problemstrukturskizze (mittels einer "Lupe") sollen hier einige mögliche inhaltliche und didaktisch umsetzbare Zusammenhänge im Ansatz dargestellt werden:

Feuer macht Energie verfügbar: mit Feuer den Wald roden und Nutzpflanzen anbauen - im Feuer die Waffen schmieden - Feuer für Gewehre und Raketen - Feuer für Maschinen, Flugzeuge und andere Luftschiffe

Feuer in der Menschheitsgeschichte: Feuer vom Blitz - Feuer gegen wilde Tiere - das mühsame Feuerbohren und -schlagen - Feuer erschließt Nahrungsmittel - Feuer erschließt neue Werkstoffe - Feuer treibt Maschinen an

Feuer ist geliehene Energie von der Sonne: Energie kommt mit dem Licht - Pflanzen als Energiespeicher - fossile Energiequellen - Menschen setzen gespeicherte Energie wieder frei: Heizen und beleuchten

Feuer und Berufe ums Feuer: Priester/Priesterinnen bewachen das heilige Feuer - der Köhler und der Schmied - Arbeiter am Hochofen und in der Gasfabrik - die Feuerwehr früher und heute - Feuerwerker - ...

Feuer im Alltag: Feuer als Wärmequelle - Ofen, Esse, Fernwärmeversorgung - Feuer als Lichtquelle - Fackel, Kienspan, Öllampe, Glühfaden, Blitzlicht - Zündhölzer, Feuerzeuge, Gartengrill und Lagerfeuer

Feuer, Dritte. Welt und ökologische Probleme: Feuer ist überall nötig: als Wärmequelle und zum Kochen - viele Menschen brauchen viele Brennstoffe - einfache Kochstellen nutzen Brennstoffe nur schlecht - Alternativen, den Lebensbedingungen angepaßt: Sonnenkocher, Biogas u. a.

Somit stellt die Sach-/Problemstrukturskizze keineswegs einen festen Rahmen für das unterrichtliche Vorgehen dar, vielmehr soll sie, ähnlich einer Landkarte, der/dem Unterrichtenden als Hilfestellung für Planung, Auswahl, Veränderung und Verknüpfung der Inhalte seiner Arbeit dienen.

Es ist erkennbar, daß sich bei einer Verfeinerung der Skizze die jeweiligen Hauptaspekte in verschiedenster Weise weiter differenzieren lassen. Die Zuordnungen von bestimmten (Fach-)Inhal-

ten¹ ist dabei keineswegs zwingend, die fachübergreifenden Bezüge können durchaus verschieden sein.

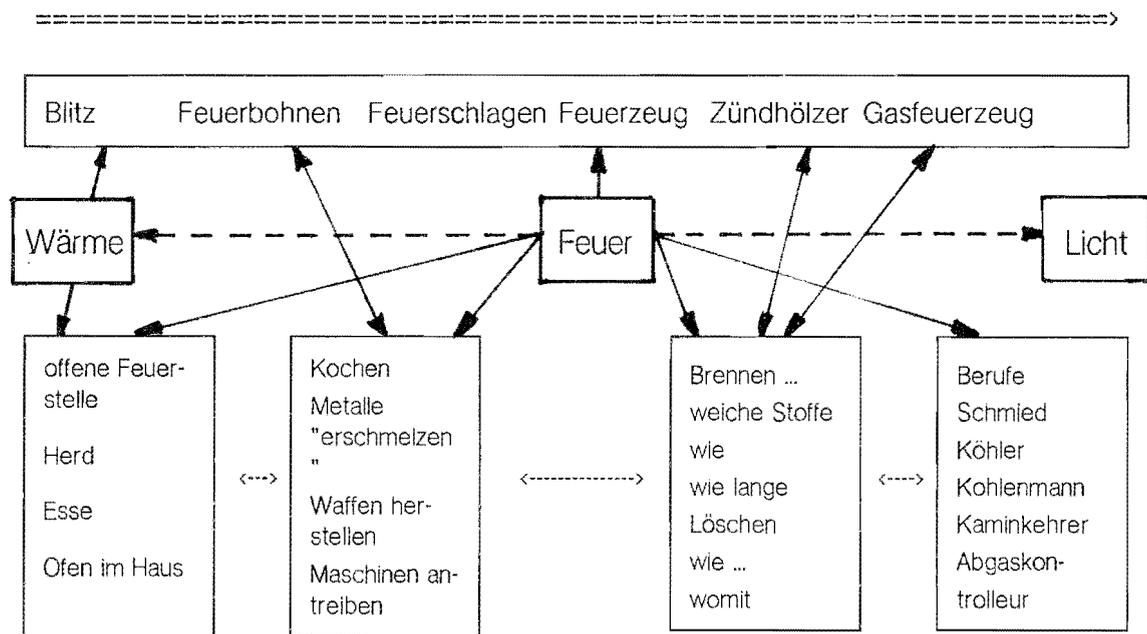
Der Sach-/Problemstrukturskizze "Feuer" wird schließlich ein von SchülerInnen entwickelter "Entdeckerbaum" gegenübergestellt, der das analysierende, begrifflich strukturierende Vorgehen durch assoziative Verknüpfung und Diversifizierung von Schülerinteressen / -fragen ergänzt.

Relevante fächerübergreifende Aspekte

- * Die Geschichte des Feuers
- * Feuer in der Menschheitsgeschichte
- * Energie von der Sonne
- * Energie in anderen Ländern
- * Geschichte der Haushaltsgeräte, Technisierung des Haushaltes
- * Rollenspezifische "Arbeitsteilung"

Sach-/Problemstrukturskizze

Feuer



1 Abgesehen wurde hier ausdrücklich von der chemischen Interpretation von Feuer als Oxidation. Zwar werden bereits für die Grundschule Versuche zum Rosten von Eisen als "stille Oxidation" vorgeschlagen, neuere Untersuchungen zum Substanzbegriff und zur Vorstellung der Stoffumwandlung lassen aber Vorsicht im Umgang mit einer zu frühzeitigen Einengung der Begriffe auf die chemische Sichtweise geraten sein.

4. Erfahrungsberichte

Die nachfolgende skizzenhafte Beschreibung eines konkreten Projektes zum Thema Feuer soll während der ersten Erprobungsphase durch weitere Kurzdarstellungen von Unterrichtsbeispielen ergänzt werden. Sie ist als Anregung für eigenen Unterricht gedacht.

Eine 7. Klasse bereitet einen 12-tägigen Landschulaufenthalt vor.

Es wird geplant, ein oder zwei Tage in einem Camp zu verbringen. Die SchülerInnen tragen Anleitungen zu Koch- und Feuerstellen zusammen.

Weitere Aspekte: Gefahren und Brandschutz

Im Camp werden Feuerstellen ausprobiert, Brennmaterialien getestet, gekocht. Eine Kleingruppe baut und erprobt einen Feuerbohrer (mit wenig Erfolg).

Kurzfristig wird ein Besuch bei der Feuerwehrstation in I. organisiert.

Im anschließenden Unterricht (3 Wochen à 4 Stunden) werden folgende Aspekte vertieft:

- Brennbarkeit
- Möglichkeiten zum Löschen
- Waldbrände und ökologische Schäden

Platz für weitere Verlaufsskizzen / eigene Notizen²

² Kurzbeschreibungen eigener Projekte und Erfahrungen bitte an das LSW, Soest

Platz für weitere Verlaufsskizzen / eigene Notizen³

3 Kurzbeschreibungen eigener Projekte und Erfahrungen bitte an das LSW, Soest

5. Anregungen für den Unterricht

5.1 Bastelanleitungen - Spiele

- Heiß - Kalt - Spiel (siehe Licht und Wärme)
- Magisches Metallsuchspiel (ebenda)
- Steinzeitliches Feuermachen

5.2 Vorschläge für Aktivitäten

- Feuer anlegen, Kochen, ...
- Freie Texte/Geschichten schreiben (vgl. Geschichten aus der Urzeit im Anhang 2)
z. B. Wie ich Feuer machen lernte; Die Geschichte des Feuers ...
- Assoziative Geschichten zum Feuer: Drachen ..., Die Höhle ..., Hexen und Scheiterhaufen
- Erkundungen in der Literatur (z. B. Heizung früher, Angst vor Feuer, Feuer in anderen Kulturen, Waldbrände, Brandrodung ...)
- Erkundungen bei Eltern, Großeltern usw. im Sinne von oral history (Heizen, Kochen, Energie im Krieg; Brennmaterial früher; der Kohlenmann ...)
- Besuch bei der Feuerwehr mit Vor- und Nachbereitung
- Besuch in der Kokerei - Gaswerk

5.3 Literatur

Themen z. B.: Brände, Segen des Feuers, Geschichte des Gaswerks, der Straßenbeleuchtung ... (vgl. Anhang 1 und 2: "Geschichte des Feuers" und "Feuerwehren früher und heute").
Weitere Textmaterialien sollten von den SchülerInnen selbst besorgt werden.

Zum Thema Feuer und seinen verschiedenen Aspekten gibt es eine nahezu unübersehbare Fülle von Publikationen.

Für chemisch Interessierte sei empfohlen:

- Themenheft Feuer - Feuer löschen der Zeitschrift Naturwissenschaften im Unterricht - Chemie, Nr. 1/1990

Ergiebig sind auch Spezialschriften aus dem Bereich der Feuerwehren und der Sprenghandwerke, z. B.

- Langhans: Feuer, eine kulturhistorische Studie in 30 Streiflichtern. In: Sonderbeilage zur Zeitschrift für das gesamte Schieß- und Sprengstoffwesen, 32 (1937) Nr. 5

Als Anschauungsmaterial und Informationsquelle sollten insbesondere populärwissenschaftliche Darstellungen herangezogen werden. z. B.:

- Werner Müller: Des Feuers Macht. Gütersloh 1986
Versuche und Experimente über die hier vorgeschlagenen hinaus finden sich in vielen Sachkundebüchern aus dem Grundschulbereich, z. B.
- D. Völcker: Wie ist dies? Wie ist das? Wissen macht Spaß. Frankfurt 1975

Bei der Ausarbeitung dieser Materialsammlung wurden Teile entnommen aus: A. Scheiterle: Feuer - eine Licht und Wärmequelle. Marburg 1980 (vergriffen)

6. Materialien und Informationen

Versuche - Experimente - Untersuchungen

Übersicht

- | | |
|--|----------|
| I. Feuer machen | Seite 14 |
| * Ein geeigneter Platz zum Feuermachen | |
| * Beseitigen der Feuerstelle | |
| * Feuer entfachen - Grundsätzliches | |
| * Ein Holzfeuer aus Mitteln der Natur | |
| * Feuerstellen zum Kochen | |
| * Lagerfeuer | |
| * Brennholz für verschiedene Zwecke | |
| * Erfahrungen machen mit verschiedenen Brennhölzern | |
| II. Techniken der Feuerentzündung | Seite 22 |
| * Feueranmachen durch Reiben | |
| * Rinnenfeuerzeug | |
| * Feuerbohren | |
| * Praktische Hinweise zu Feuerbohren I und II | |
| * Feuerbohren I und II | |
| * Feuerschlagen und Feuerpumpen | |
| III. Feuer von der Sonne | Seite 27 |
| * Brennspiegel und Brennläser | |
| * Wir messen die Sonnenscheindauer | |
| IV. Beobachtungen an Flammen | Seite 29 |
| * Streichhölzer | |
| * Das Feuerzeug | |
| * Beobachtungen an der Kerzenflamme | |
| * Asche als Docht | |
| * Wachs brennt ohne Docht | |
| * Naturgeschichte einer Kerze | |
| * Feuerwerk - Die Farben der Flamme I | |
| * Schülerarbeitsblätter: Die Farben der Flamme II - IV | |
| V. Nutzung des Feuers | Seite 41 |
| * Feuer zum Kochen | |
| * Bilder vom Ofen | |
| * Lichtquelle Feuer | |
| * Licht - ohne Flamme | |
| * Licht und Wärme - Licht = Wärme? | |
| VI. Feuer löschen | Seite 49 |
| * Versuche zum Feuerlöschen | |
| * Ohne (Luft-)Sauerstoff erlischt die Flamme | |

-
- * Sauerstoff fördert die Verbrennung
 - * Feuerlöschen - Schülerarbeitsblatt
 - * Feuer löschen mit Schaum
 - * Feuer löschen - technisch
 - * Feuer löschen durch Abkühlen - Schülerarbeitsblatt
 - * Versuch zur Entzündungstemperatur - Schülerarbeitsblatt

VII. Feuer ist Energie

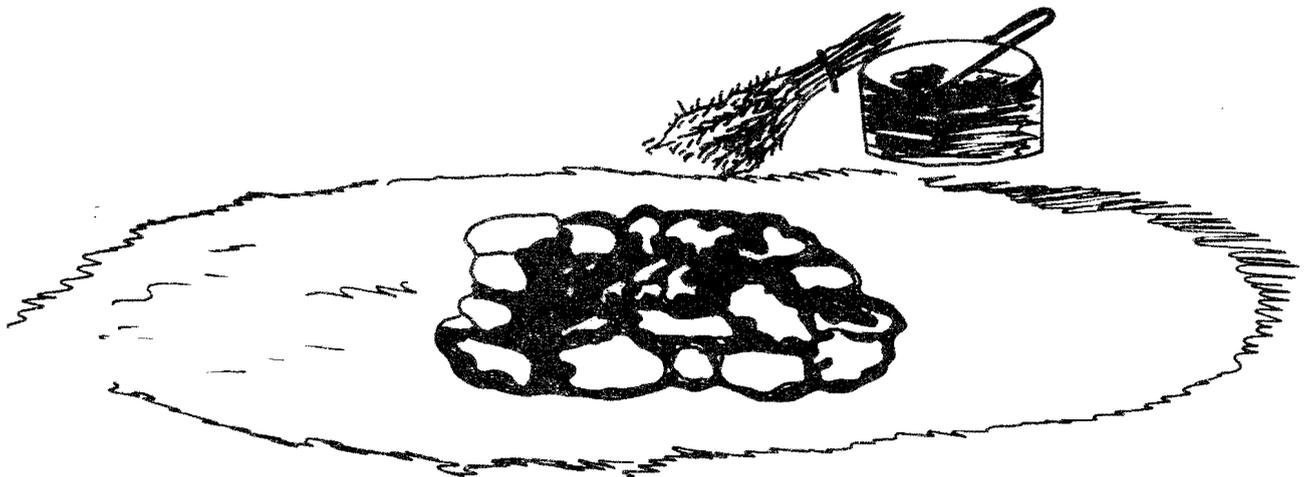
Seite 60

- * Beispiele für einfache Modellmaschinen
- * Mit Feuer fliegen
- * Eine einfache Wärmemaschine mit Feuerantrieb
- * Feuer zum Experimentieren - einfache "Brenner"

I. Feuer machen

Hinweise zu den folgenden Vorschlägen zum Feuermachen im Freien:

1. Obwohl viele Kinder der Altersstufe bereits Erfahrungen mit offenen Feuern haben, lohnt es sich doch, mit ihnen zusammen selbst Feuer anzuzünden. Im Unterschied zum technisch gezähmten Feuer in Motoren, Lichtquellen oder Kochstellen, wo das Feuer als solches kaum mehr zu erkennen ist, geht vom offenen Feuer für Kinder und Jugendliche wie auch für viele Erwachsene eine ganz besondere Faszination aus. Feuer zu thematisieren unter Ausschluß der Flammen - der kleinen auf der Geburtstagstorte und der großen bei Bränden - wird der kulturellen, sozialen und psychologischen Bedeutung dieses Phänomens nicht gerecht. Wie die Erfahrung zeigt, ist der konkrete (zeitliche und materielle) Aufwand für das Anlegen eines offenen Feuers nicht sehr groß.
2. Feuer ist gefährlich. Auch wenn schon einige SchülerInnen einschlägige Erfahrungen besitzen, muß der Lehrer/die Lehrerin beim Feuermachen auf die Einhaltung einer Reihe von Sicherheitsregeln achten, damit Verletzungen und/oder Brände vermieden werden. Die Wahl eines geeigneten Platzes für die Feuerstelle ist dabei von besonderer Bedeutung:



Ein geeigneter Platz zum Feuermachen

Am wenigsten gefährlich ist es, ein Feuer auf Fels-, Sand- oder Kiesboden zu entfachen.

Auf Wiesenboden ist der Grassoden in ca. 1 m Umkreis zu entfernen. Bei sorgfältigem Ausstechen mit einem Spaten ist ein späteres Wiedereinsetzen der Grassoden an der alten Stelle möglich.

Auf Moor- und Waldböden darf nur in zwingenden Ausnahmefällen von im Umgang mit offenen Feuern besonders erfahrenen Menschen ein kleines Feuer entfacht werden.

Grundsätzlich ist der Boden im Umkreis von 2 Metern von allen leicht brennbaren Gegenständen zu befreien. Soll ein großes Feuer (Lagerfeuer) entzündet werden, so muß darauf geachtet werden, daß durch die Hitze der lodernden Flammen bzw. durch Funkenflug keine Sträucher, Bäume oder Gebäude gefährdet werden.

Um das Feuer einzugrenzen und zu begrenzen ist es hilfreich, die geplante Feuerstelle mit Steinen zu umlegen bzw. als flache Grube anzulegen, grüne Reisigbüsche, nasse Lappen bzw. Wasser bereitzuhalten.

3. Neben den genannten technischen Voraussetzungen sind die Brandschutzordnungen des jeweiligen Bundeslandes zu beachten. Darin wird u. a. ein bestimmter Mindestabstand von offenen Feuern zu Gebäuden, Forststücken etc. vorgeschrieben. Für NRW gilt u. a. folgendes:

- * Im Wald ist das Anzünden eines Feuers grundsätzlich verboten. Ausnahme: Besonders ausgezeichnete Plätze, z. B. Grillplätze.
- * Das Verbrennen ist nur außerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile zu folgenden Zeiten zulässig:

montags bis freitags	von 9.00 Uhr bis 19.00 Uhr
samstags	von 9.00 Uhr bis 14.00 Uhr
- * Gefahren, Nachteile oder erhebliche Belästigungen durch Luftverunreinigungen, insbesondere durch Rauchentwicklung, sowie ein Übergreifen des Feuers durch Ausbreiten der Flammen oder durch Funkenflug über den Verbrennungsort hinaus, sind zu verhindern.
- * Als Mindestabstände sind einzuhalten:
 - a) 100 m von zum Aufenthalt von Menschen bestimmten Gebäuden,
 - b) 25 m von sonstigen baulichen Anlagen,
 - c) 50 m von öffentlichen Verkehrsflächen,
 - d) 100 m von Wäldern, Mooren und Heiden,
 - e) 25 m von Wallhecken, Windschutzstreifen, Feldgehölzen und Gebüsch,
 - f) 10 m von befestigten Wirtschaftswegen.

- * Das Feuer ist ständig von mindestens zwei Personen, von denen eine das 18. Lebensjahr vollendet haben muß, zu beaufsichtigen.
- * Die Aufsichtspersonen dürfen die Verbrennungsstätte erst verlassen, wenn Feuer und Glut erloschen sind.

Weitere Bestimmungen können jeweils vor Ort bei der Berufsfeuerwehr erfragt werden.

4. Zu beachten ist auch die Witterung:

Während Trockenperioden insbesondere im Sommer oder Herbst steigt die Waldbrandgefahr rapide an. Um eine ungewollte Ausbreitung des Feuers oder ein Wiederaufflammen nach dem Verlassen der Feuerstelle zu verhindern, ist in diesem Fall besondere Vorsicht geboten:

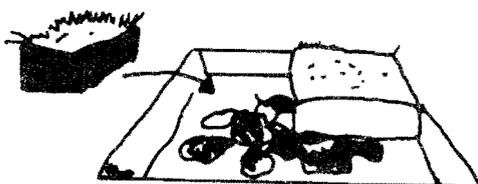
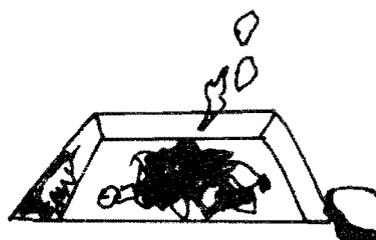
- größerer Sicherheitsabstand
- vorbeugende Maßnahmen (evtl. mehrere Eimer **mit** Wasser)
- gründliches Löschen und Abwarten, bis weitgehende Abkühlung des Untergrundes stattgefunden hat (s. u.)

Beseitigen der Feuerstelle

Nach dem vollständigen Abbrennen des Feuers muß eventuell noch vorhandene Glut möglichst mit Wasser abgelöscht werden. Um zu verhindern, daß neue Brandherde entstehen, ist dabei darauf zu achten, daß die Glut nicht durch einen großen Wasserschwall zerteilt wird.

Im übrigen ist bei vorsichtiger Wasserzugabe (Besprengen der Glut) eine geringere Wassermenge erforderlich.

Erkaltete Glut und Asche werden vergraben bzw. mit feuchter Erde bedeckt. Feuchte Erde kann auch als Abdeckmittel benutzt werden, wenn kein Wasser zum Löschen zur Verfügung steht. In diesem Fall wird die Restglut bzw. Asche mit einem grünen Stock auseinandergeskratzt und - nachdem nirgends mehr Glutstellen bzw. Funken erkennbar sind - mit der feuchten Erde abgedeckt. Wurden zuvor Grassoden abgestochen, so kann dieser abschließend wieder über die Feuerstelle gelegt werden.



Feuer entfachen - Grundsätzliches

- Leicht entzündliche Stoffe (wie Streichhölzer bzw. Feuerzeuggas oder -benzin) dienen als Entzündungsquelle für die schwerer entflammaren Brennstoffe: trockenes kleines Holz, Holzscheite, Braunkohlenbriketts, Koks.
- Auswahl und Vorbereitung der Brennstoffe hängen eng mit der Art der Feuerstelle zusammen. So kann in offenen Feuern ohne Rost im wesentlichen nur Holz verbrannt werden. Kohle erfordert einen Rost, um während des Abbrennens eine Trennung von der Asche zu gewährleisten. Gas und Heizöl mit ihrer relativ einfachen Entflammbarkeit bedingen grundsätzlich andere Ofenkonstruktionen und Vorgehensweisen (siehe dazu ...).

Ein Holzfeuer aus Mitteln der Natur

Am einfachsten ist es, mit Birkenrinde ein Feuer in Gang zu setzen. Geeignet sind aber auch kleine dürre Äste, zerkleinertes Heidekraut, Kiefernzapfen, trockenes Laub und dergleichen. Hat es lange zuvor geregnet, so werden dürre (abgestorbene) Äste von Bäumen gebrochen. Ist dies alles noch zu feucht, so bleibt das Innere eines trocknen Astes als einziges geeignetes Brennmaterial. Dieses muß allerdings erst zerspannt werden.

Zwei Hände voll trockenes Holz werden so zerkleinert, daß möglichst viele kleine Stückchen entstehen. Diese lassen sich unter zu Hilfenahme von Holzspänen, Rinde, Laub, Papier oder auch einem Kerzenstummel entzünden - notfalls aber auch allein.

Benutzt man Papier, so ist dieses zunächst kräftig zu zerknüllen und anschließend wieder etwas auseinanderzuziehen.

Um dieses Kleinholz bzw. die trockenen Späne herum werden kleinere Äste kegelartig aufgeschichtet. Darüber wird der "Kegel" mit größeren Ästen weitergebaut und so fort.

Beim Entzünden der Späne bzw. des Papiers kann Wind äußerst hinderlich sein. Der eigene Körper, insbesondere die Hände, sind jedoch ein guter Schutz für die zunächst noch kleine Streichholzflamme bzw. das anbrennende Feuer.



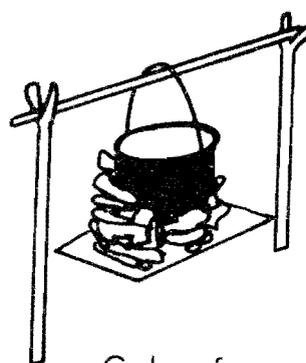
Feuerstellen zum Kochen

Einige quaderförmige Steine werden so angeordnet, daß Wind zwischen ihnen hindurchbläuen kann. In der Draufsicht ergibt sich ein Dreieck, dessen eine Seite fehlt.

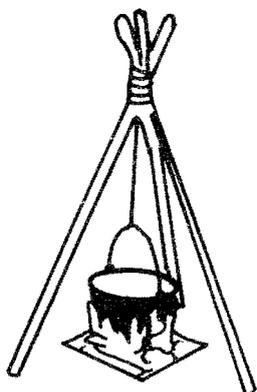
Die Anordnung muß so beschaffen sein, daß der Kochtopf einen sicheren Stand hat und nicht beim Rühren umkippt.

Auch ein kleines Lagerfeuer kann zum Kochen umfunktioniert werden. Man benötigt dazu drei lange stabile Stöcke. Diese werden dann so zusammengebunden, daß die Stöcke die Kanten einer Pyramide bilden (Dreibein). Über das Feuer gestellt kann ein Topf befestigt und so die Feuerglut genutzt werden.

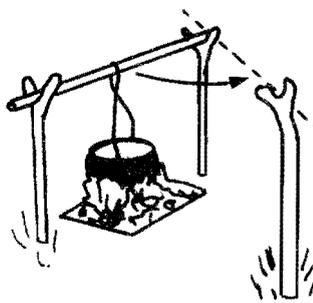
Hirtenfeuer



Galgenfeuer



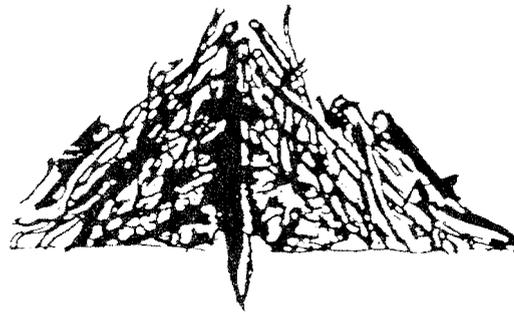
Dreibeinfeuer



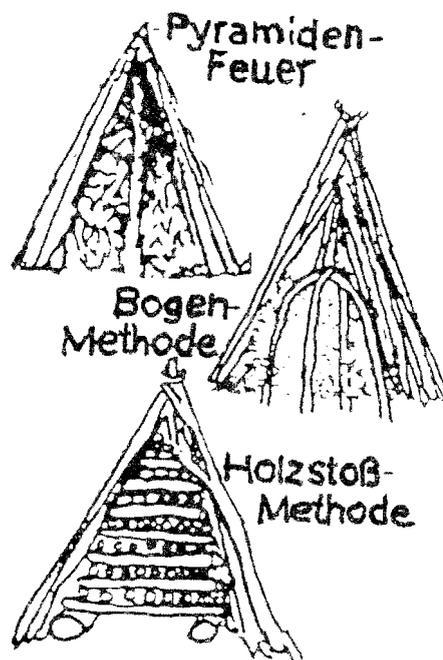
mit Schwenkeinrichtung

Lagerfeuer

Ein Ast, der möglichst rundherum eingekerbt ist, wird senkrecht in die Erde geschlagen. Um ihn werden Rinden, kleine trockene Äste und dergleichen angeschüttet. Größere Äste lehnt man so an, daß ein Kegel entsteht. Auf der dem Wind zugewandten Seite wird eine Öffnung gelassen, von der aus das Feuer entfacht wird. Ist die Flamme erst einmal groß genug, treibt der Wind sie durch den gesamten Holzstoß.



Nachdem das Feuer stabil brennt, können größere Holzstücke nachgelegt werden. Dazu verwendet man am besten trockenes Holz. Feuchtes Brennmaterial bzw. grünes Holz verbrennt nicht vollständig und entwickelt bei der Verschwelung mehr Schadstoffe als trockenes Holz (z. B. Kohlenmonoxid)¹. Mit Ausnahme von Buchen- oder Birkenholz entwickeln grüne Holzteile zudem Rauch, was häufig - insbesondere beim Kochen - sehr störend ist.



¹ Für Öfen, Kamine und Hausheizungen darf aus ähnlichen Gründen seit einiger Zeit nur noch trockenes, mindestens drei Jahre gelagertes Holz verwendet werden. Maßgebend dafür ist die sog. Kleinf Feuerungsanlagenverordnung, 1.BImSchV v. 15.7.88).

Brennholz für verschiedene Zwecke

Hölzer von verschiedenen Bäumen und Sträuchern zeigen weitgehend verschiedenes Brennverhalten. Je nach Verwendungszweck (Feuer anzünden, Lagerfeuer, Kochen) sollte aus dem meist vorhandenen vielfältigen Angebot in der Natur dasjenige Holz ausgesucht werden, das diesen Zwecken am besten entspricht.

Zum **Feueranmachen** verwendet man am besten:

- Birke, Haselnuß, Lärche, Föhre, Fichte und Eibe. Diese ergeben (mit Ausnahme der Eibe) jedoch kein gutes Dauerfeuer.

Für ein beharrlich brennendes **Dauerfeuer** verwendet man besser:

- Eiche, Platane, Eibe, Esche oder Weißbuche. Daneben sind auch bedingt geeignet Buche, Douglasfichte, Weißtanne u. a.

Zum **Kochen** benötigt man dagegen schnell brennendes Holz:

- Birke, Fichte, Weißtanne.

Möglichst zu vermeiden sind Kastanie, Ulme, Pappel, Weide, Weißdorn, Haselnuß. Beim Kochen ist zudem darauf zu achten, daß die Rauchgase verschiedener Hölzer den Geschmack des Kochgutes beeinträchtigen.

Neben der Holzart haben Oberfläche (Durchmesser von Ästen), Grad der Trocknung und Harzgehalt (bei Nadelhölzern) entscheidenden Einfluß darauf, wie schnell ein Feuer zu entfachen ist und wie schnell es abbrennt.

Erfahrungen machen mit verschiedenen Brennholzern:

Die Erfahrungen der meisten Schülerinnen und Schüler im Umgang mit offenen Feuern stammen vom Grillen im Garten. Das Anlegen und Betreiben eines Lagerfeuers oder einer Kochstelle bieten über die Faszination eines "großen" Feuers hinaus verschiedene Möglichkeiten, Erfahrungen zu sammeln und nützliche Kenntnisse zu erwerben. Umfang und Art dieses Lernens im Zusammenhang mit der praktischen Tätigkeit sollten aber nach der konkreten Situation bestimmt und den Schülerinnen und Schülern nicht übergestülpt werden.

Will man Erfahrungen mit dem Abbrandverhalten verschiedener Hölzer ermöglichen, so sollte man sich vergewissern, daß am Ort hinreichend verschiedene Hölzer verfügbar sind, und zwar in möglichst gleichmäßig (trockenem) Zustand. Für eine z. B. tabellarische Erfassung der Ergebnisse könnten folgende Kriterien untersucht und verglichen werden: Anbrennverhalten, Brenndauer, Rauchentwicklung, Glutbildung, Asche, Flamme, Geruch u. ä.

Für wenig biologisch bewanderte LehrerInnen empfiehlt sich die Mitnahme eines geeigneten Bestimmungsbuches, um eine eindeutige Zuordnung der verschiedenen Hölzer bzw. Bäume und Sträucher zu gewährleisten. Form und Farbe der Rinde alleine reichen dazu in der Regel nicht aus.

II. Techniken der Feuerentzündung:

Das **Feueranmachen durch Reiben** beschreibt bereits Plinius (1. Jh.):

Holz wird mit Holz gerieben, durch das Reiben entsteht Feuer, welches in trockenem Zunder aufgenommen wird. Nichts eigne sich dazu besser als die Äste des Efeu (um gerieben zu werden) und des Lorbeer (um zu reiben). Bewährt seien auch das Holz des wilden Weinstocks und andere Schlinggewächse.¹

Daß beim Reiben zweier Gegenstände Wärme freigesetzt wird, ist allgemein bekannt und kann leicht gezeigt werden. Am einfachsten spürt man Reibungswärme am eigenen Körper: beim Aneinanderreiben der Hände. Beim schnellen Gleiten an einem Seil kann man sich sogar die Hände verbrennen.

Im Bereich der Technik stellt diese Reibungshitze ein Problem dar: Metalle erhitzen sich und dehnen sich dabei aus. Achslager von Fahrzeugen oder Kolben von Maschinen können heißlaufen bzw. sich "festfressen", wodurch Unfälle und Brände entstehen können.

Eine erste technische Umsetzung der Reibungsmethode ist das Rinnenfeuerzeug. Es besteht aus einer Rinne, in der sich Holzstaub, trockener Grassamen oder ähnliches befindet. Mit einem Hartholzstab fährt man in der Rinne, auf der man kniet, schnell hin und her. Der Winkel zwischen Rinneholz und Stab beträgt dabei 30° - 45°.

Bei trockenem Gerät beginnt der Staub bereits nach wenigen Sekunden zu glimmen. Bei feuchtem Wetter wechselten sich wahrscheinlich zwei Menschen in der Bedienung des Feuerzeugs ab.

Eine Verbesserung des einfachen Feuerreibens ist das Feuerbohren. Dabei wird ein harter spitzer Holzstab in die Höhlung eines Weichholzes gesetzt und durch Drehen mit den Händen in Bewegung gesetzt. In der Holzöffnung wird etwas Zunder mitgerieben. Schneller wird das Feuer erzeugt, wenn man den Holzstab durch schnelles Hin- und Herziehen einer Schnur oder durch die angespannte und dann losgelassene Sehne eines Bogens bewegt.

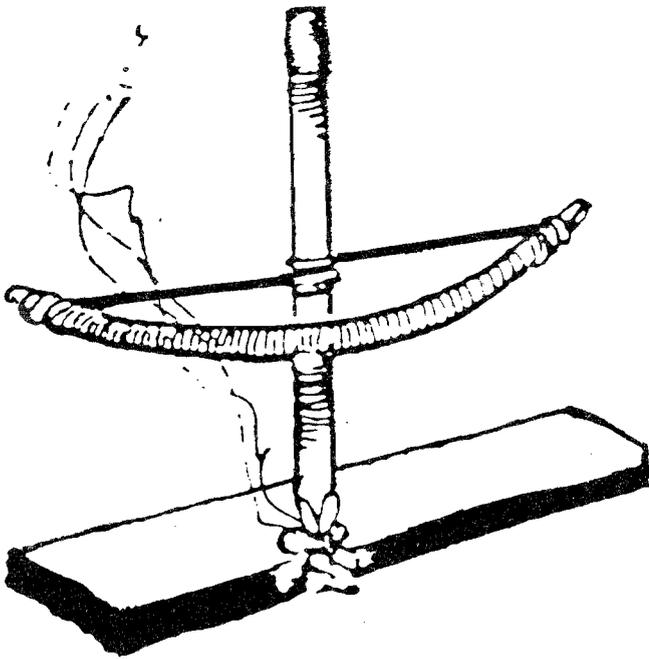


¹ Andere - leicht entzündliche - Stoffe, die zum Feuerbohren/Reiben geeignet sind, sind Malzmehl, Zucker oder der Feuerschwamm (*Boletus ignarius*). Im Mittelmeergebiet wurde das Mark des gemeinen Steckenkrautes (*Ferula communis*) als Zunder verwendet.

Das Feuerbohren hat in verschiedenen Kulturkreisen je unterschiedliche Ausformungen erfahren.

- Die Zuni-Indianer streuen in die Weichholzöffnung feinen Sand, um die Reibungswärme zu verstärken.
- Die Eskimos bringen in die Weichholzöffnung etwas Tran und setzen dann den Reibstock mit Hilfe einer Schnur in Bewegung, die an zwei Handgriffen von einem Menschen dauernd hin- und hergezogen wird. Eine zweite Person drückt das harte Reibholz von oben gegen die Höhlung, um so die Reibwirkung zu verstärken.
- Auf den Aleuten wurden die Bohrer so eingerichtet, daß man sie beim Quirlen mit den Zähnen festhalten konnte.





In Hinterindien und Indonesien war das Feuersägen verbreitet. Dazu wurde ein ca. 0,5 m langes Bambusstück der Länge nach gespalten und auf der Innenseite des einen Stückes ein Teil des Fasergewebes losgerissen. An der entsprechenden Stelle der Außenseite wird eine schmale Querrinne eingeschnitten und in dieser Rinne nun ein messerartig geschärftes Bambusstück schnell vorwärts und rückwärts bewegt. Die durch den durchgebrannten Kerbboden herabfallenden glühenden Holzteilchen entzünden dann darunter gehaltene Baumwolle.

Praktische Hinweise zu den Versuchen "Feuerbohren I und II":

Sowohl mit der Handbohrmaschine (Feuerbohren I) wie auch mit dem Nachbau eines steinzeitlichen Feuerbohrers (Feuerbohren II) gelingt es leicht, ein Stück Weichholz so stark zu erhitzen, daß es an der betreffenden Auflagestelle des Bohrstocks verkohlt. Dabei entstehen auch brenzlich riechende, deutlich wahrnehmbare Verschwelungsgase. Mit den genannten Methoden werden zwar Temperaturen erzeugt, die prinzipiell ausreichen, um ein Feuer zu entfachen, jedoch wird die Entzündungstemperatur des massiven Holzstücks längst nicht erreicht.

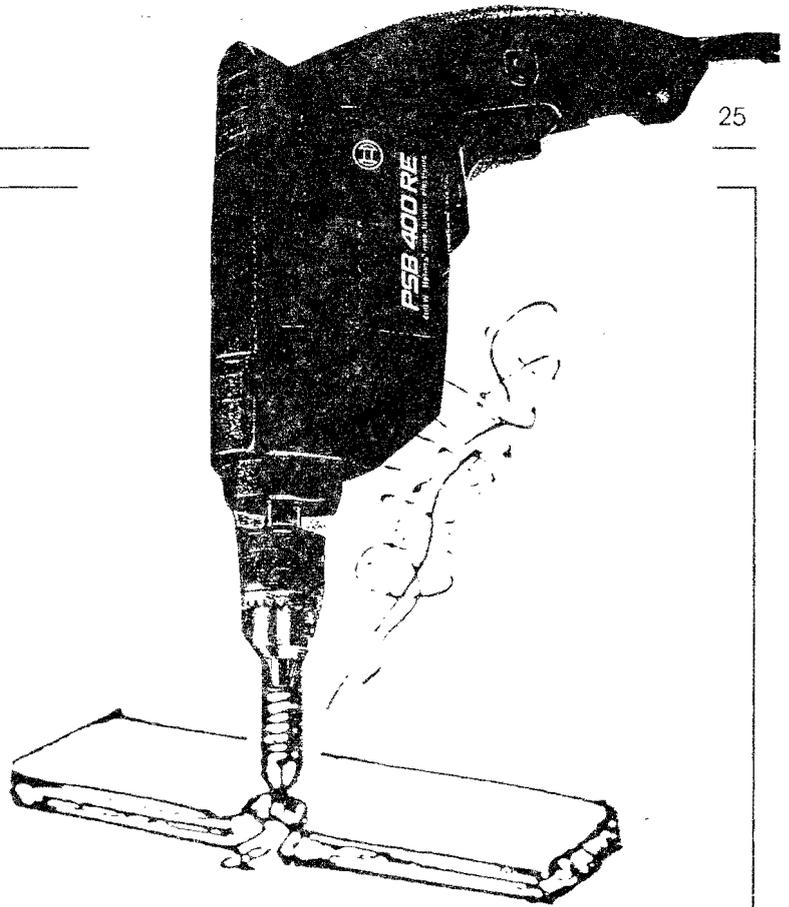
Damit sich ein Funke bildet bzw. ein erster Flammenherd ausbilden kann, muß das "Bohrloch" so geformt sein, daß Luft(-sauerstoff) Zutreten kann. Dazu höhlt man das "Bohrloch" muldenförmig aus und versieht es mit einem Kanal bzw. einer seitlich wegführenden Kerbe. Wichtig ist auch die Dimensionierung: Bohrstock und Loch sollten mindestens 1 cm, besser bis zu 2 cm im Durchmesser besitzen.

Als Zunder (Anzündematerial) muß ein trockener, leicht brennbarer Stoff verwendet werden. Geeignet sind Grassamen, Bärlappsporen und Baumpilze. Die Baumpilze werden vor Verwendung fein zerkleinert (z. B. mit einer Raspel oder mittels einer Küchenreibe/Muskatreibe), dann - wie auch Sporen oder Samen - gut getrocknet. Alle genannten Stoffe ergeben, in die Nähe des Feuerbohrlochs gebracht, zwar kein helles Feuer, sondern glimmen nur. Durch Anblasen kann die Glut jedoch so verstärkt werden, daß trockenes Heu sich bei Kontakt entzünden läßt. Zum Anmachen eignet sich neben Heu auch die äußeren Schichten der Birkenrinde in trockenem Zustand.

Feuerbohren I

Ein ca. 10 mm starkes Buchenholzstück, das etwas angespitzt ist (leicht herzustellen aus Dübelholz), wird so in das Bohrfutter einer Handbohrmaschine eingespannt, daß ca. 3 cm herausragen. Die Spitze des Hartholzes wird in die in einem Stück Fichtenholz angebrachte Höhlung gepreßt.

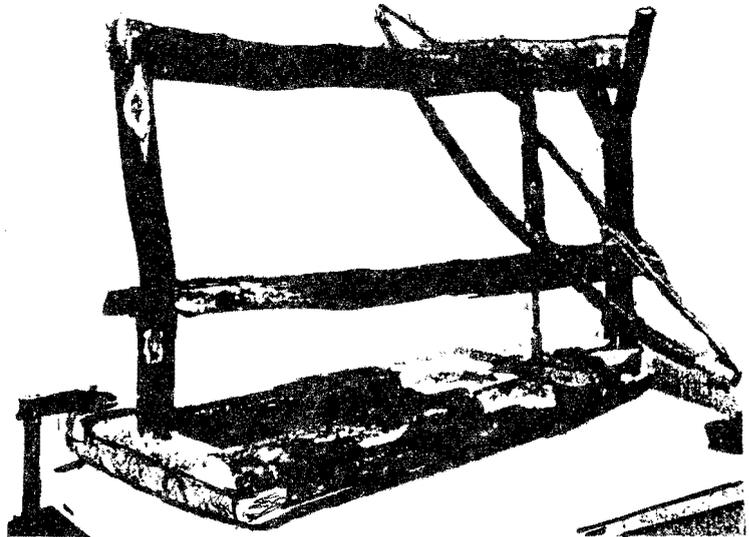
Die Bohrmaschine wird in Bewegung gesetzt. Nach kurzer Zeit kann Brandgeruch wahrgenommen werden. An der Aushöhlung sind Verkohlungsspuren zu erkennen.



Feuerbohren II²

"Stilecht", d. h. ausschließlich mit Mitteln der Jungsteinzeit, kann ein funktionsfähiger Feuerbohrer etwa wie folgt aussehen:

Der Boden besteht aus Rundhölzern (Buche, 1 m lang). Das Unterlegholz ist ein Stück Fichte, der Drehstab besteht aus Akazie oder Buche. Er wird über einen mit einem Lederstreifen bespannten Boden aus Eschenholz angetrieben. Das Gestell aus Ästen und einer Astgabel dient zur Führung des Bohrers und zum Beschweren (Erhöhung der Reibung). Weitere Einzelheiten: siehe Originalartikel.



2 Nach: Thomas Appel: Steinzeltliches Feuermachen - machbar gemacht. In: Naturwissenschaften im Unterricht - Physik/Chemie, 31.Jg. (1983), S.327-329

Weitere Techniken der Feuerentzündung: Feuerschlagen und Feuerpumpen

Die Versuche zum Feuerbohren zeigen deutlich, wie schwierig die Erzeugung eines Feuers vor der Entdeckung und Benutzung von Feuersteinen war. Zum Feuerschlagen wurden in Griechenland und Rom *Stahl, Stein und Zunder* verwendet. Als Steine wurden der Feuerstein (Flint), aber auch Schwefelkies benutzt. Der Stahl hat meist die Form eines Nagels.

Allerdings sind die zum Feuerschlagen notwendigen Materialien nicht überall verfügbar (gewesen) bzw. erst nach Entwicklung der Metallurgie (Stahl).

Versuche zum Feuerschlagen können ähnlich angelegt werden, wie die zum Feuerbohren bzw. -sägen. Wiedrum ist Zunder notwendig, daneben geeignete Feuersteine. Das Prinzip des Feuerschlagens kann aber auch an einem (Benzin-) Feuerzeug verdeutlicht werden, besser noch an einem Luntfeuerzeug, wo der Funke auf einen gedrehten Baumwollfaden überspringt und durch Anblasen verstärkt werden kann.

Das Luntfeuerzeug ähnelt seinem Aufbau nach dem in Deutschland im 14. und 15. Jahrhundert verbreiteten Feuerzeug: Dieses bestand in der Regel aus einem schuhlangen, acht Zoll hohen und breiten Holzkasten mit einem Deckel. In dem Kasten waren ein Fach zur Aufnahme von Sand und Stein und ein Fach für Hobelspäne. Letztere fangen nicht nur leicht den Funken auf, sondern ergeben durch Anblasen schnell ein helles Feuer; ein Vorteil, den Zunder und Schwamm nicht haben.

Feuerzeuge waren in der Vergangenheit oft kunstvoll gearbeitete Gegenstände (und sind es z.T. auch heute noch). Sie wurden je nach Region verschieden (aufwendig) ausgestattet. So bestand das schlesische aus zwei kupfernen Tellern mit aufgebogenem Rand und einer Handhabe. Im unteren Teller lag der Leinwandzunder, im oberen Stahl, Stein und Schwefelfaden.

Anfang des 19. Jahrhunderts kamen kleine elegante Feuertäschchen aus Leder, Tuch, auch Leinen mit schönen Stickereien versehen zur Verwendung. Unten war der sehr fein gearbeitete, meistens polierte, mitunter vergoldete Stahl eingenäht, während das Täschchen selbst den Stein und den Zunder enthielt. Der Schwamm wurde bald durch eine baumwollene mit Seidenstoff überzogene Lunte ersetzt, welche in einer ca. 7,5 cm langen Messingröhre lag und am oberen Ende durch ein Kettchen mit einem Deckel versehen war. Dieser sperrte beim Zurückziehen der Lunte die Luftzufuhr und brachte so die Lunte zum verlöschen.

Die Feuerpumpe war bzw. ist in Europa und Indien verbreitet. Bei ihr wird durch schnelle Kompression von Luft z. B. Zunder zum Glühen gebracht.

Eine typische Feuerpumpe hat zylindrische Form (Länge ca. 8 - 10 cm) und ist aus Horn gefertigt. Im Zylinder bewegt sich ein ebenfalls aus Horn geschnittener Stößel. Sein unteres Ende ist zur Aufnahme von Zunder ausgehöhlt; umwickelt ist er mit einem eingefetteten Faden. Zum Feuermachen wird der Stößel mit einem kurzen Schlag in den Zylinder getrieben und rasch wieder herausgezogen.

Das Prinzip der Feuerpumpe kann mittels einer Fahrradpumpe (schnelle Kompression) veranschaulicht werden.

III. Feuer von der Sonne

Brennspiegel und Brennläser

Die Schülerinnen und Schüler sollen mit einer Lupe und Zeitungspapier im Freien (auf nicht brennbarer Unterlage) Feuer machen.

Achtung: Der Versuch funktioniert nur bei klarem Himmel.

Anstelle einer Lupe wird versucht, mit einem Brennspiegel Papier zu entflammen (z. B. Rasierspiegel).

Die Schülerinnen und Schüler sollen ihre Beobachtungen über Abstand und Anordnung von Sonne, Spiegel und Brennmaterial notieren.

Zur Unterstützung der Auswertung können sich Versuche mit einer Lichtquelle, Blende, Linsen und einem Schirm im abgedunkelten (Physik-)Raum anschließen. Durch Verschieben des Schirmes im Strahlengang kann dieser in groben Zügen (re-)konstruiert werden.

Knobelaufgabe:

In der Zeitung liest man gelegentlich, daß Waldbrände durch umherliegende Glasscherben ausgelöst werden.

Versuche, mit einer Glasscherbe Papier zu entzünden!

Vorsicht: Verletzungsgefahr!

Wir messen die Sonnenscheindauer

Material: Holzleisten für den Bau des Gestells, Draht für die Aufhängung, Glaskugel (voll oder hohl), Karton, Papier

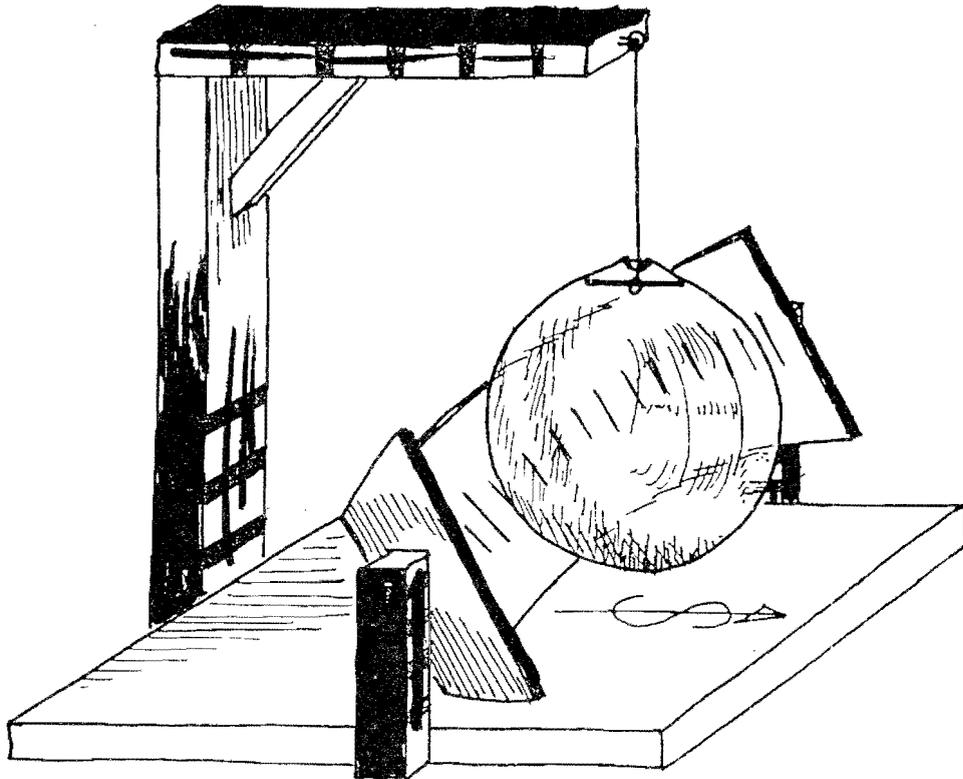
Ähnlich wie eine Lupe wirkt eine Kugel aus Glas als Brennglas. An Stelle einer teuren Vollglaskugel kann für den folgenden Versuch auch eine Hohlkugel benutzt werden, die mit Wasser gefüllt wird.

Zunächst wird die Kugel frei am Gestell aufgehängt und die Brennweite (der Brennpunkt) bestimmt. Dazu verschiebt man einen Papierstreifen, der senkrecht zur Richtung des einfallenden Sonnenlichts gehalten wird, solange hinter der Kugel, bis das Bild der Sonne möglichst klein (punktförmig) geworden ist. Dies ist der Abstand, in dem der Pappstreifen anschließend auf der Grundplatte montiert wird.

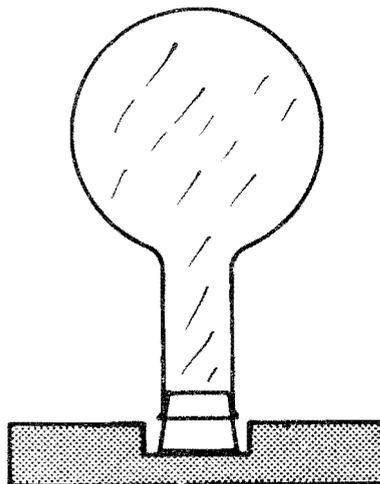
Zur Befestigung des Pappstreifens werden die Enden zwischen zwei auf der Grundplatte festgeschraubten Halterungen eingeklemmt. Die genaue Fixierung kann durch Fußleistenstifte erfolgen.

Das fertige Meßgerät wird in die Sonne gestellt, der Winkel des Pappstreifens (gegen die Senkrechte) eventuell noch nachjustiert.

Das über die Pappe wandernde Bild der Sonne hinterläßt eine Brandspur auf der Pappe. Bei kräftigem Sonnenschein kann vor die Pappe ein weißes auswechselbares Papier gelegt werden. Im Winter und bei dunstigem Wetter verwendet man besser graues Papier oder Pappe, da sich dieses besser erhitzt.



Als schnell zu realisierende Alternative bietet sich die Benutzung eines Rundkolbens an, der mit Wasser gefüllt, mit einem Stopfen verschlossen und umgekehrt aufgestellt wird.



IV. Beobachtungen an Flammen

Streichhölzer

Von eigenen Versuchen zur Herstellung von Zündhölzern wird - wegen der Gefährlichkeit der dazu notwendigen Chemikalien - dringend abgeraten.

Statt dessen können die Schülerinnen und Schüler mit verschiedenen Zündwaren experimentieren und dabei etwa herausfinden,

- daß es Unterschiede zwischen "Überallzündern" und "Sicherheitszündhölzern" gibt,
- daß jeweils notwendig sind: eine raue Fläche zur Erzeugung der Reibungshitze, eine leicht entzündliche Substanz und ein damit entzündetes Brennmaterial.

Informationen über Zündwaren:

Überallzünder

Die Reibflächen der Packung kann hier durch beliebige raue Flächen ersetzt werden. Die leicht entzündliche Substanz befindet sich im Kopf des Stäbchens, es ist P4S3, eine Phosphor-Schwefel-Verbindung. Früher wurde hierfür der giftige weiße Phosphor eingesetzt.

Das Stäbchen ist entweder aus Holz oder aus einem mit Paraffin getränkten gerollten Papier.

Sicherheitszündhölzer

Hier ist ein Reaktionspartner für die Zündung in der Reibfläche eingearbeitet: Roter Phosphor. Er ist mit einem Klebemittel (z. B. Gummi arabikum) mit der harten kristallinen Substanz der Reibfläche verbunden.

Im Streichholzkopf ist - verklebt - Kaliumchlorat enthalten, das den Sauerstoff für die Entzündung liefert, und Schwefel als Brennstoff. Das Hölzchen ist zudem meist mit Paraffin getränkt (um die Verbrennung in Gang zu halten) und mit einem feuerhemmenden Mittel (wie Ammoniumphosphat), das das Nachglimmen verhindern soll.

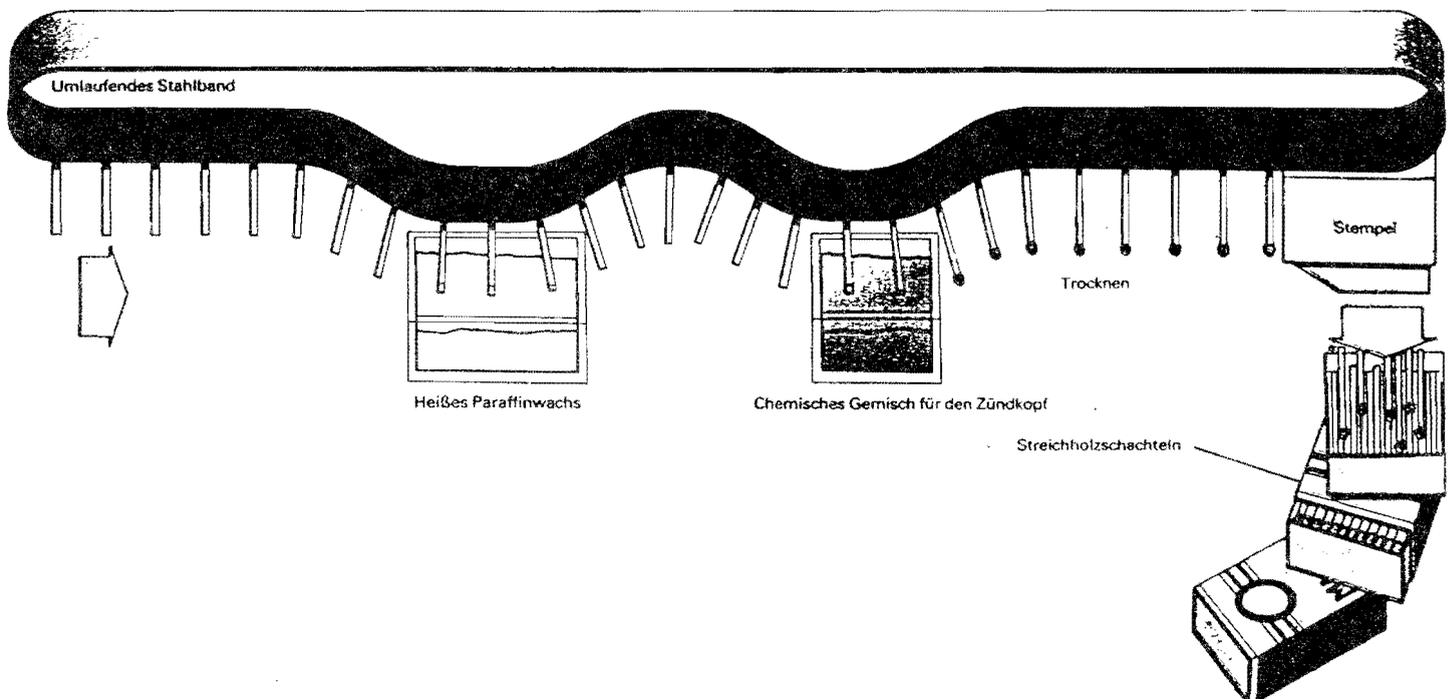
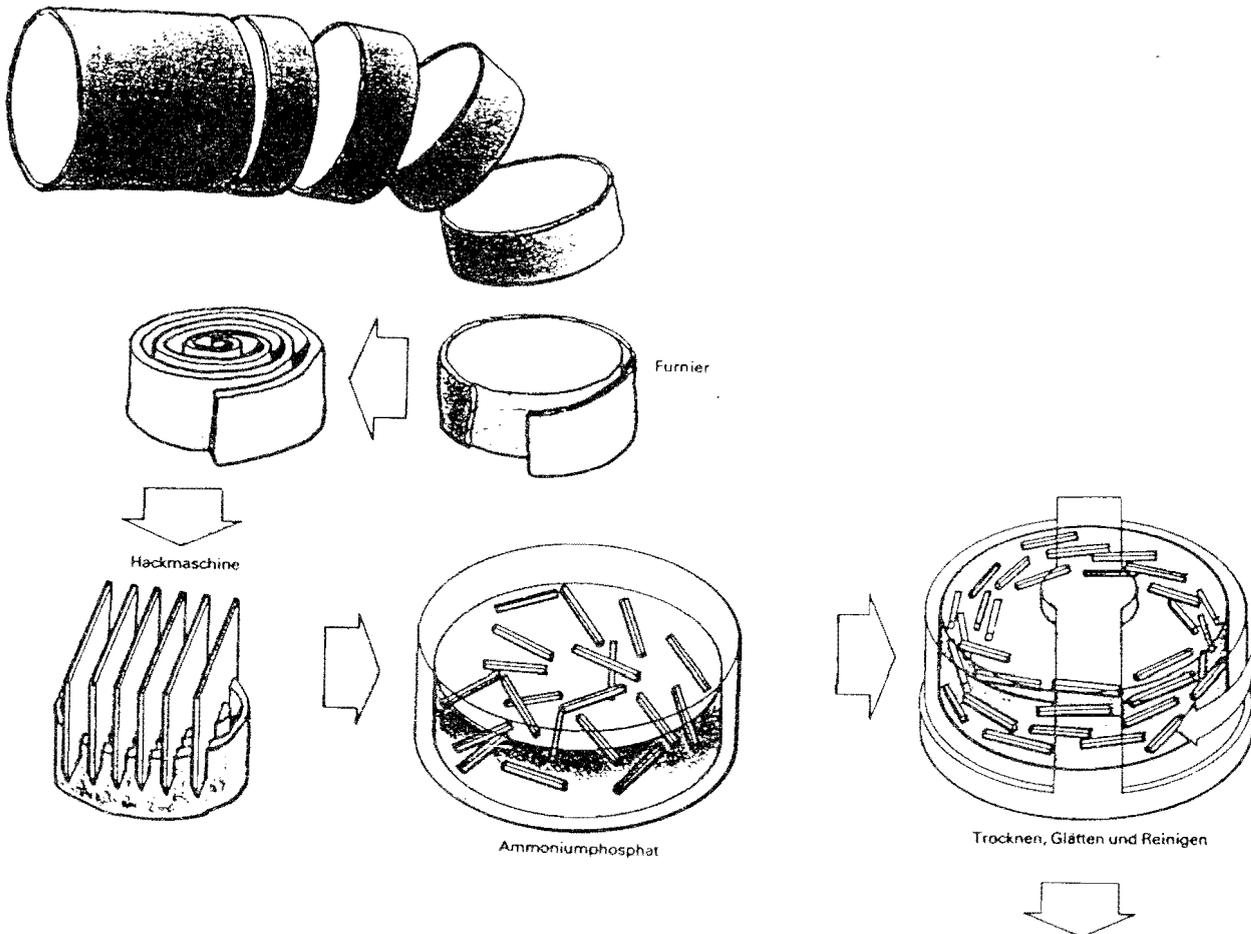
Versuchsvorschlag: Chemisch vorgebildete LehrerInnen können die feuerhemmende Wirkung von Ammoniumphosphat oder die noch stärkere Wirkung von Borax (Natriumborat) im Versuch erarbeiten lassen: Dazu werden gleichgroße Weichholzstäbchen hergestellt (z. B. aus Leisten mit quadratischem Querschnitt 5 x 5 mm, aus dem Bastel-/Heimwerkerbedarfshandel). Je ein Drittel der Stäbchen werden

- unbehandelt gelassen,
- in konzentrierte Ammoniumphosphat-Lösung bzw.
- in konzentrierte Borax-Lösung eingelegt (am besten über Nacht).

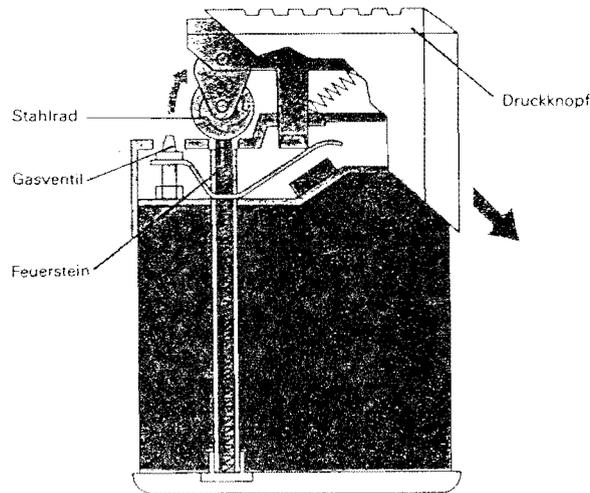
Die imprägnierten Stäbchen werden sorgfältig getrocknet (über der Raumheizung, in der Sonne). Anschließend können damit vergleichende Brennproben durchgeführt werden.

Kurzinformation zur industriellen Streichholzproduktion

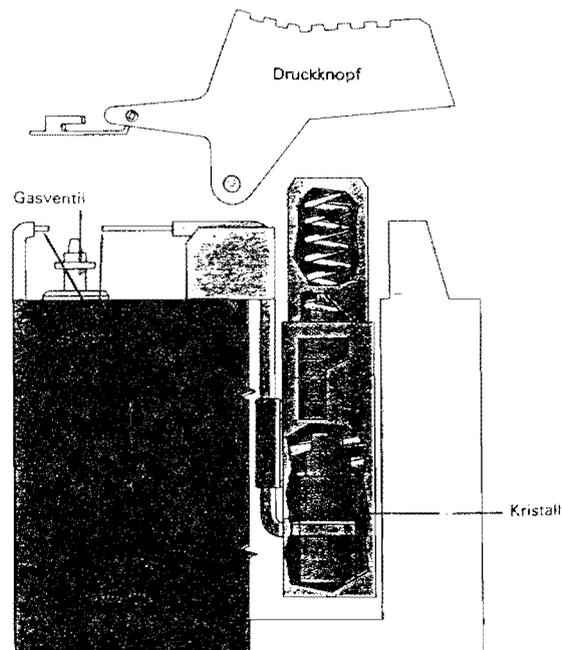
Holz wird zu Furnieren geschnitten (2,3 mm dick), gehackt, imprägniert, nach einer mechanischen Bearbeitung mit Paraffin getränkt, mit dem Kopf versehen (durch Eintauchen in ein entsprechendes Bad) und verpackt.



Das Feuerzeug - Informationen zur Funktionsweise



Feuerstein-Feuerzeug (oben). Der Druckknopf öffnet das Gasventil. Durch Drehen des gezähnten Stahlrädchens wird ein Funken erzeugt, der das Gas entzündet. Elektronische Zündung aufgrund des piezoelektrischen Effektes (unten). Der Kristall wird deformiert. Es entsteht eine Spannung, die sich im Spalt oberhalb des Brenners entlädt.



Die möglichen Untersuchungen am Gasfeuerzeug sollten kombiniert werden mit Experimenten an älteren Benzinfeuerzeugen (Vorsicht! Nicht an Gas- und Benzintank manipulieren!). Die Dochtwirkung beim Benzinfeuerzeug kann vertiefend untersucht werden

- a) an der Kerzenflamme und dem Kernzendocht (siehe weiter unten)
- b) an einer Öllampe.

Sofern die Öllampe einen in der Höhe verstellbaren Docht/Dochthalter besitzt, kann hier zudem der Zusammenhang zwischen Oberflächengröße und Flammengröße erschlossen werden.

Beobachtungen an der Kerzenflamme

Die folgenden Untersuchungsvorschläge sind den Ausführungen von M. Faraday nachempfunden. Je nach Interesse der Lerngruppe und Schwerpunkt des Unterrichtsthemas kann dessen Schrift "Naturgeschichte einer Kerze"¹ auszugsweise in Schülerhand gegeben und für eigene Untersuchungen ausgewertet werden.

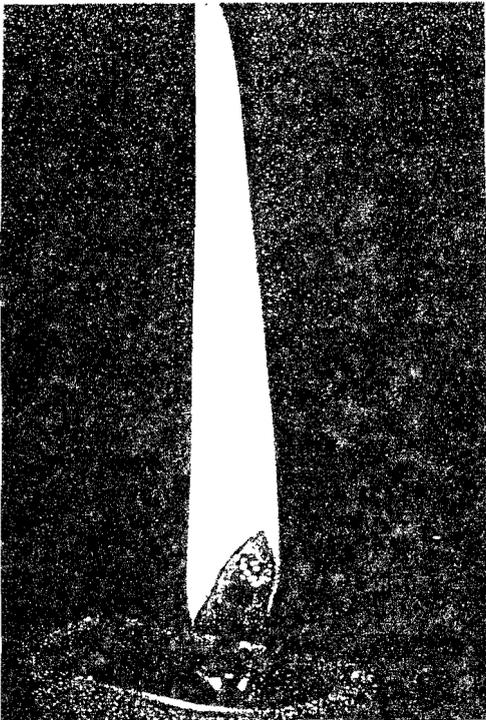
- A Eine Kerze wird entzündet und die Flamme beobachtet. Wenn der Raum zu hell ist, muß teilweise verdunkelt werden.
Die Schülerinnen und Schüler können die Flamme abzeichnen und die verschiedenen Flammenzonen mit Buntstiften darstellen.
- B Die unterschiedlich gefärbten Zonen der Flamme werden untersucht, indem die Schülerinnen und Schüler einen Holzspan (z. B. Schaschlikspieß) in die Flamme halten.
Beobachtungsaufgaben:
In welcher Weise und wie schnell fängt das Holz Feuer?
Was ist zu beobachten, wenn das Holz nur sehr kurz (2 Sekunden) in die Flamme gehalten wird, und zwar
- direkt in die dunkle Zone über der Docht
- in die gelb-orange Zone (Mitte der Flamme)
- in bzw. über die Spitze der Flamme?
- C Ein Streichholz wird kurz von der Seite in die dunkle Zone der Kerzenflamme hineingehalten und wieder zurückgezogen. Der Versuch wird an der Spitze der Flamme wiederholt.
- D Die Schülerinnen und Schüler versuchen, durch Beobachten der Kerzenflamme herauszufinden, was eigentlich brennt!
(Das Wachs? Der Docht? Etwas anderes?)

Eine Kerze, die bereits einige Minuten lang gebrannt hat, wird ausgepustet und weiter beobachtet.

Ein brennendes Streichholz von oben her an den erloschenen Docht gebracht und der Vorgang des Feuerfangens beobachtet.

Es wird versucht, ein Stück Wachs - ohne Docht - zu entzünden!
- E Die Schülerinnen und Schüler notieren ihre Vermutungen über die Kerzenflamme und darüber, was eigentlich brennt.
Sie suchen Beispiele dafür, wo sich Stoffe ähnlich umwandeln, wie hier das Kerzenwachs (Aggregatzustandswechsel: Eis - Wasser - Wasserdampf).

¹ Die "Naturgeschichte einer Kerze" von Michael Faraday erschien erstmals 1826 und wurde inzwischen vom Franzbecker Verlag Bad Salzdetfurth nachgedruckt (1979; Reihe reprints historica didactica Band 3, ISBN 3-88120-010-4). Der Nachdruck ist in vielen Bibliotheken verfügbar; falls nicht, lohnt sich die Anschaffung für die Schulbibliothek.



Kommentar

Die Untersuchungen und Beobachtungen an der Kerzenflamme zeigen, daß durch die Hitze der Flamme das Wachs schmilzt und schließlich verdampft. Erst das gasförmige Wachs (Paraffin) verbrennt mit dem Sauerstoff der Luft. Der Docht zieht dabei das geschmolzene Wachs durch Kapillarkräfte nach oben, die Hitze der Flamme bewirkt das Verdampfen.

Am heißesten sind die Bereiche der Flamme, wo sich gasförmiges Wachs und Luft(-Sauerstoff) ausreichend vermischt haben; deshalb ist der Flammensaum und die Spitze der Flamme besonders heiß.

Die Dochtwirkung und deren Bedeutung für die Flammenbildung bei Stoffen mit hohem Schmelz- und Siedepunkt bzw. hoher Entzündungstemperatur kann anhand von zwei weiteren Versuchen gezeigt werden:

Asche als Docht

Ein Zuckerwürfel wird auf eine feuerfeste Unterlage gelegt, und man versucht, ihn mittels eines Streichholzes, eines Gasfeuerzeugs oder der Flamme eines Bunsenbrenners zu entzünden. Dabei schmilzt der Zucker, färbt sich braun und verkohlt schließlich, ohne Feuer zu fangen.

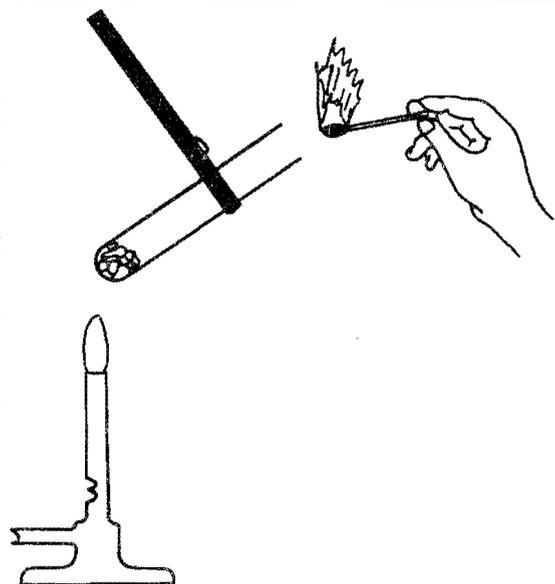
Legt man auf das Zuckerstück etwas Zigarettenasche und wiederholt den Versuch (behutsam anzünden!), so brennt der Zucker bald mit bläulicher Flamme.

Die Asche hat in diesem Fall Dochtfunktion und sorgt durch ihre große Oberfläche für eine bessere Verbrennung.

Wachs brennt ohne Docht (Lehrerversuch!)

Etwas Wachs wird in ein Reagenzglas gegeben, das RG schräg an einem Stativ eingespannt und von unten mit einem Brenner (Bunsen-, Teclu- oder Campinggasbrenner) erhitzt. Es ist zu sehen, wie das Wachs schmilzt, dann verdampft und im oberen Teil des RG ein Gas bildet, das durch Schlieren erkennbar ist und teilweise Wiederverflüssigung des Wachses.

Wenn dieses Gas die Öffnung des RG erreicht hat, wird eine Flamme daran gehalten. Das gasförmige Wachs brennt mit blau-gelber Flamme. Nimmt man den Brenner weg, so erlischt die Flamme.



Naturgeschichte einer Kerze²

Ich kannte einige unordentliche Kinder (indefß passirt so etwas manchmal auch ordentlichen Leuten), die nach dem Abtrocknen der Hände das Handtuch nachlässig über den Waschbeckenrand hinwarfen; nach kurzer Zeit hatte das Tuch alles Wasser aus dem Becken auf die Dielen geleitet, weil es zufällig so auf den Rand zu liegen gekommen war, daß es als Heber wirken konnte. Damit Ihr deutlicher seht, in welcher Weise dergleichen Wirkungen der Körper auf einander vor sich gehen, habe ich hier ein Gefäß aus engmaschigem Drahtnetz mit Wasser angefüllt, das Ihr in seinem Verhalten mit Watte oder mit einem Stück Matten vergleichen könnt, und man hat auch wirklich Dochte, die aus einem derartigen Drahtgewebe angefertigt sind. Ihr seht, das Gefäß ist porös; denn wenn ich oben etwas Wasser hineingieße, so läuft es unten gleich wieder heraus: es ist aber auch voll Wasser, und doch sieht man das Wasser zu gleicher Zeit hinein- und herausfließen, als ob es leer wäre. Ihr würdet wohl in Verlegenheit kommen, wenn Ihr dieses auffällige Verhalten meines Gefäßes erklären solltet.

Der Grund ist folgender: Die einmal naß gewordenen Fäden des Netzes bleiben naß, und da die Maschen sehr eng sind, so wird das Wasser von der einen zur andern Seite so kräftig hingezogen und auf diese Weise festgehalten, daß es nicht entweichen kann, wiewohl das Gefäß an sich porös ist. In gleicher Weise nun steigen beim Brennen die geschmolzenen Wachstheilchen im Docht empor und gelangen in die Spitze; andere Theilchen wandern insolge ihrer gegenseitigen Anziehung ihuen nach, und die einen nach den andern werden, wie sie nach und nach in die Flamme eintreten, so von dieser verzehrt.

² Auszug, S.40 ff.

Noch ein anderes Beispiel. Hier seht Ihr ein Stückchen Spanischrohr. Daß ein solches in seiner Längsrichtung durchgehende Kanäle hat, also Kapillarität besitzt, kann man gelegentlich auf der Straße an Jungen sehen, die gern wie Männer aussehcn möchten: sie zünden ein solches Stück an einem Ende an und rauchen es, als wär's eine Cigarre. Stelle ich nun dieses Stück Rohr auf einen Teller, worauf sich etwas Benzin befindet (eine Flüssigkeit, die in ihren allgemeinen Eigenschaften dem Paraffin ähnlich ist), so wird dieses genau auf die Weise, wie soeben die blaue Lösung in der Salzsäule, in dem Rohr emporsteigen; und zwar muß alles nach oben, da sich seitlich keine Poren finden, sodaß es sich in dieser Richtung nicht bewegen kann. Selt, da ist das Benzin schon in der Spitze angelangt, und da es leicht brennbar ist, kann ich es anzünden und als Kerze gebrauchen.

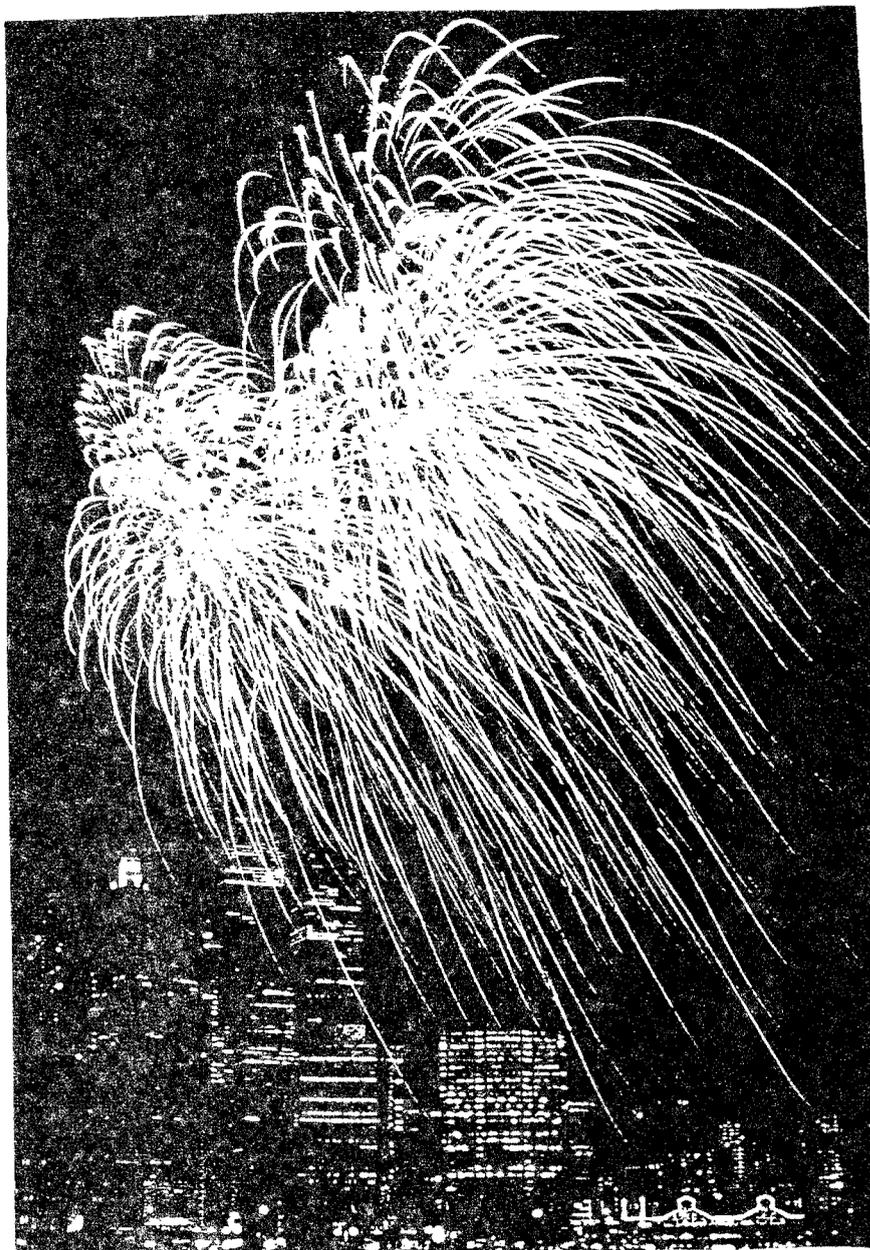
Der einzige Grund nun, weshalb eine Kerze nicht ohne Weiteres längs des Dochtes herabbrennt, liegt darin, daß geschmolzener Talg die Flamme auslöscht. Ihr wißt, daß eine Kerze sofort ausgeht, wenn man sie umdreht, so daß der geschmolzene Brennstoff im Docht zur Spitze hinfließen kann. Es kommt dies daher, daß die Flamme nicht Zeit genug hat, den jetzt in größerer Menge schmelzenden Brennstoff gehörig zu erhitzen, wie sie es von oben thut, wo nur kleinere Quantitäten nach und nach schmelzen, im Docht aufsteigen und die Hitze ihre volle Wirkung auf dieselben ausüben kann.

Feuerwerk (Die Farben der Flamme I)

Flammen können sehr verschiedene Farben annehmen: Kerzenflammen sind meistens gelb, Wasserstoffflammen blau, die "Flammen" oder Funken von Feuerwerkskörpern können grün, blau, gelb oder rot sein bzw. Mischfarben davon aufweisen.

Die Flammenfärbung ist abhängig von der Art des verbrennenden Stoffes selbst und auch (bzw. besonders) von den Substanzen, die mit der Flamme in Kontakt kommen. Der wohl bekanntesten Fall der Anwendung für die Färbung von Flammen durch chemische Zusätze sind die Feuerwerkskörper, die eine sehr lange Tradition besitzen, insbesondere in China. Trotz der davon ausgehenden Faszination für die Schülerinnen und Schüler werden dazu - wegen der Gefährlichkeit pyrotechnischer Experimente - nachfolgend nur zwei wenig spektakuläre (Lehrer-)Versuche vorgeschlagen³

Da die verwendeten Alkali- und Erdalkalisalze mit Ausnahme des Calciums giftig sind, dürfen Versuche damit nicht in die Hand der Schülerinnen und Schüler gegeben werden.



³ LehrerInnen mit einer Ausbildung in Chemie können natürlich die ihnen bekannten Versuche ("Farbige Feuer" usw.) vorziehen. Vgl. dazu etwa: Römpp/Raaf: Chemische Versuche, die gelingen, oder: Chemie in faszinierenden Experimenten u. a.

Versuch:

Auf das vordere Ende einer Magnesiumrinne wird jeweils etwas Calcium- und Barium-Chlorid, wenn vorhanden auch Lithium-, Rubidium- oder Cäsium-Chlorid oder -Nitrat gegeben. Die Magnesiumrinne wird dann in die Flamme gehalten (und zwar in den heißen Saum oder die heiße Spitze): Es zeigt sich eine charakteristische Flammenfärbung.

Versuch:

Auf ein Eisenblech (20 x 20 cm) werden 5 g Aluminiumgrieß gegeben und vorsichtig mit einer Spatelspitze Calciumchlorid vermengt. Zum Zünden verwendet man eine Wunderkerze, die an einem 1-m-langen Holzstab befestigt ist. - Nicht direkt in die Flamme sehen!

Kommentar

Solche Färbungen werden einerseits zu Feuerwerkszwecken verwendet, andererseits zur Identifizierung obiger Metalle in Verbindungen und Gemischen.

Den Schülerinnen und Schülern dieser Altersgruppe gegenüber sollte herausgestellt werden, daß die Flammenfärbung durch eine Wechselwirkung zwischen Flamme und den Teilchen der o.g. Verbindungen (als Ionen) erklärt werden kann. Durch die Flamme wird Energie auf diese Stoffe übertragen, kurzfristig aufgenommen (genaugenommen durch Elektronenanregung) und umgehend als Licht wieder abgegeben. Jede Sorte Metalle gibt dabei bevorzugt Licht von bestimmter Farbe (d. h. von bestimmter Wellenlänge) ab. Manche benötigen dazu noch einen Partner, wie das Kupfer das Chlorid (s. u.).

Bei den Feuerwerksversuchen sollte darauf hingewiesen werden, daß es durch die massenhafte Verwendung von Metallsalzen auch mit Umweltschäden zu rechnen ist.

Schülerarbeitsblatt: Die Farben der Flamme II

Feuer verrät etwas über die Zusammensetzung der brennenden Stoffe

Flammen können sehr unterschiedliche Farben haben (Feuerwerk!). Um zu überprüfen, wovon diese Farben abhängen,

- zündest Du eine Kerze an und
- stellst einen Campinggasbrenner⁴ bereit.

Außerdem benötigst Du:

- etwas Kochsalz
- ein Stück Kupferblech
- eine Tiegelzange oder eine große Klammer
- verschiedene Stückchen Plastik

In die fahlblaue, fast farblose Flamme des Brenners streust Du etwas Kochsalz ein. Beobachte die Veränderung der Farbe.

Wiederhole das Experiment mit der Kerzenflamme.

⁴ Falls vorhanden sollte ein Bunsenbrenner mit Gasanschluß verwendet werden. - Der Brennerkopf des Campinggasbrenners muß für den folgenden Versuch möglichst sauber sein; auch ist er im Anschluß an die Experimente wieder gründlich zu reinigen.

Schülerarbeitsblatt: Die Farben der Flamme III**Feuer verrät etwas über die Zusammensetzung der brennenden Stoffe****Achtung:**

Vor Durchführung der folgenden Versuche Schutzbrillen aufsetzen!

Die folgenden Brennversuche führst Du mit dem Campinggasbrenner (oder Bunsenbrenner) durch. Achte darauf, daß der Brenner auf einer feuerfesten Unterlage steht!

Neben den Brenner stellst Du eine große Porzellanschale oder Du legst ein größeres Stück Blech daneben. Dort kannst Du Plastikteile, die eventuell Feuer gefangen haben, ablegen.

Alle Plastikteile für die folgenden Versuche müssen klein genug sein, daß sie in der Schale Platz haben.

- Halte Plastikteile (und wenn vorhanden zum Vergleich auch einen Holzspan) in die Flamme des Brenners. Zum Halten verwendest Du die Zange oder die Klammer.
- Du brauchst die Plastikteile nicht ganz abbrennen zu lassen.
- Vermeide es, die Verbrennungsgase einzuatmen.
- Rußende Materialien sollten nur kurz brennen.

Notiere das verschiedenartige Aussehen der Flammen und die Veränderung der Materialien.

Schülerarbeitsblatt: Die Farben der Flamme IV

Feuer verrät etwas über die Zusammensetzung der brennenden Stoffe

Halte einen Kupferblechstreifen mit der Zange oder der Klammer in die Flamme des Brenners. Lasse ihn so lange dort, bis die Flamme keine Veränderung mehr zeigt, wenn Du das Blech weiter hinein oder heraus bewegst.

Laß den Kupferblechstreifen gut abkühlen und lege eine kleine Probe Plastik auf das Ende der Streifens. Führe das Blech mit der Probe wieder in die Flamme. Laß die Probe diesmal völlig verbrennen.

Wiederhole den Test mit anderen Plastikproben.

Wenn die Flamme bei einer Probe blau-grün aufgeleuchtet ist, dann bestand die betreffende Probe mit großer Wahrscheinlichkeit aus PVC.

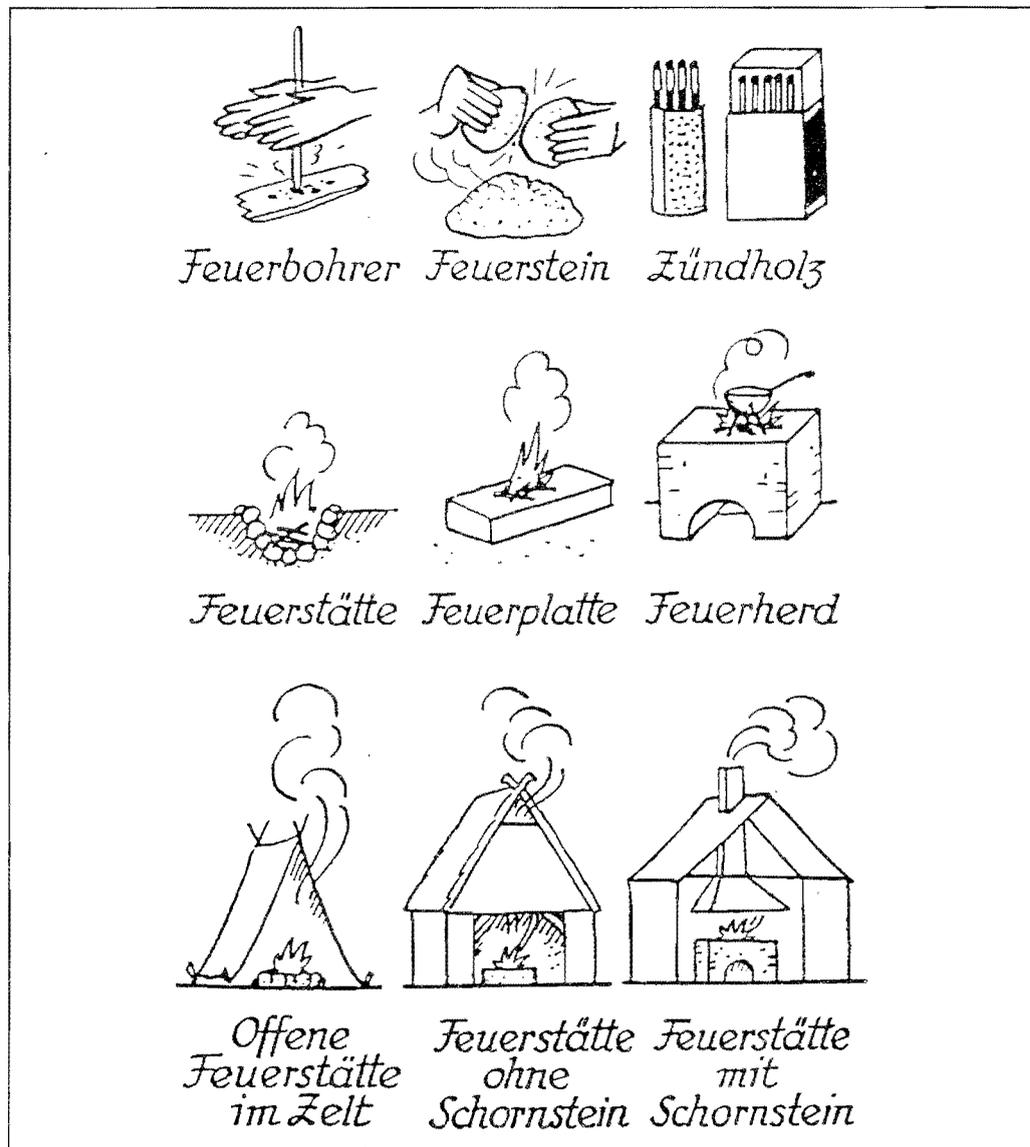
PVC ist die Abkürzung für Poly-Vinyl-Chlorid. Dies ist ein Kunststoff, der auch Chlor gebunden erhält und bis vor kurzem besonders für Bodenbeläge, aber auch für Verpackungen benutzt worden ist und zum Teil noch benutzt wird.

In der Flamme verbindet sich das Chlor aus dem PVC mit dem Kupfer, wie beim Kochsalz wird die Flamme hier charakteristisch gefärbt.

Der Versuch zeigt, daß beim Verbrennen von PVC gebundenes Chlor freigesetzt wird, wodurch die Umwelt stark gefährdet wird.

Um zu zeigen, daß es sich um das Chlor handelt, das mit dem Kupfer die Farbe der Flamme verändert, kannst Du den Versuch jetzt mit etwas Kochsalz (= Natrium-Chlorid) wiederholen.

V. Stationen der Nutzung des Feuers



Die Geschichte der Nutzung des Feuers besitzt eine große Bedeutung für die Entwicklung der Menschheit und der Zivilisation. Die oben wiedergegebenen Schemazeichnungen sollen zu entsprechenden Überlegungen anregen. In der ersten Reihe ist die Entwicklung der Zündtechniken angesprochen, in der zweiten die Veränderung der Feuerstellen im Zusammenhang mit der Saßhaftigkeit und in der dritten die zunehmende Integration von Feuerstellen in die menschlichen Behausungen.

Diese Darstellungen können ergänzt werden z. B. durch die technischen Aspekte der Feuernutzung (Bronze erschmelzen, frühe Rennöfen für Eisenerze, Esse / Schmiede, ... Hochofen), oder die sich verändernde Bedeutung für die Nahrungszubereitung (siehe Arbeitsblatt zum Stärkenachweis an der rohen und der gekochten Kartoffel) oder in sozialer Hinsicht: Berufe Köhler, Schmied. Besonders der sozial-/kulturgeschichtliche Aspekt (bezogen auf die Veränderungen der unmittelbaren Vergangenheit) kann mittels Erkundungen in der Gemeinde, Befragungen usw. sehr gut erschlossen werden.

Schülerarbeitsblatt

Feuer zum Kochen

Die Verfügbarkeit des Feuers hatte den Menschen nicht nur geholfen, zu kalten Zeiten für Wärme zu sorgen, wilde Tiere von ihren Lagerplätzen fernzuhalten und in der Nacht Licht machen zu können, mit dem Feuer wurden auch viele Naturprodukte als Nahrungsmittel bekömmlicher und nahrhafter. Dies gilt sowohl für fleischliche wie für pflanzliche Nahrung.

Beim Kochen, Braten oder Garen werden Nahrungsmittel verändert. Als erstes werden die Zellen zerstört. Bei pflanzlicher Nahrung passiert das dadurch, daß das Wasser in den Zellen (die Zellflüssigkeit) ebenso wie das umgebende Wasser zum Sieden erhitzt wird. Dadurch verdunstet etwas von diesem Wasser und die Zelle platzt. Der folgende Versuch soll zeigen, daß auf diese Weise die nahrhaften Inhaltsstoffe leichter verfügbar sind.

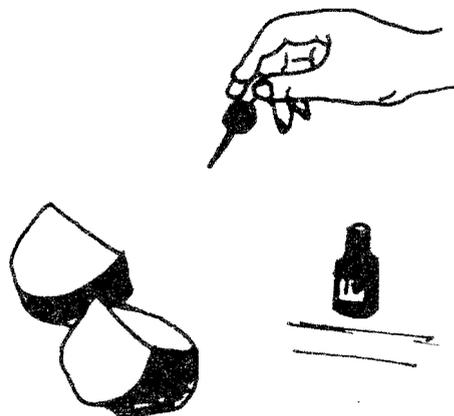
Versuch: Kartoffeln kochen - Stärke freisetzen

Material: 4 Kartoffeln, Topf, Kochstelle, Wasser, Jod/KJ-Lösung

Zwei Kartoffeln werden auf einer Kochstelle in einem Topf mit Wasser 15 bis 20 Minuten lang gekocht.

Nach dem Herausnehmen und Abkühlen könnt ihr folgende Untersuchungen durchführen:

- Je eine gekochte Kartoffel und eine rohe Kartoffel werden geschält und in der Mitte durchgeschnitten. Die eine Hälfte wird probiert und der Geschmack verglichen. Die andere Hälfte wird daraufhin untersucht, wie leicht sie sich zerteilen oder zerkleinern läßt.
- Je eine gekochte Kartoffel und eine rohe Kartoffel werden geteilt. Die Schnittflächen werden mit Jod-Lösung beträufelt und die Veränderungen beobachtet.



Beobachtungen:**Information zum Versuch:**

Die beobachtete Blaufärbung rührt von einer Reaktion des Jods mit der Stärke her, die in der Kartoffel enthalten ist. Je mehr Stärke frei vorliegt, desto intensiver fällt die Färbung aus.

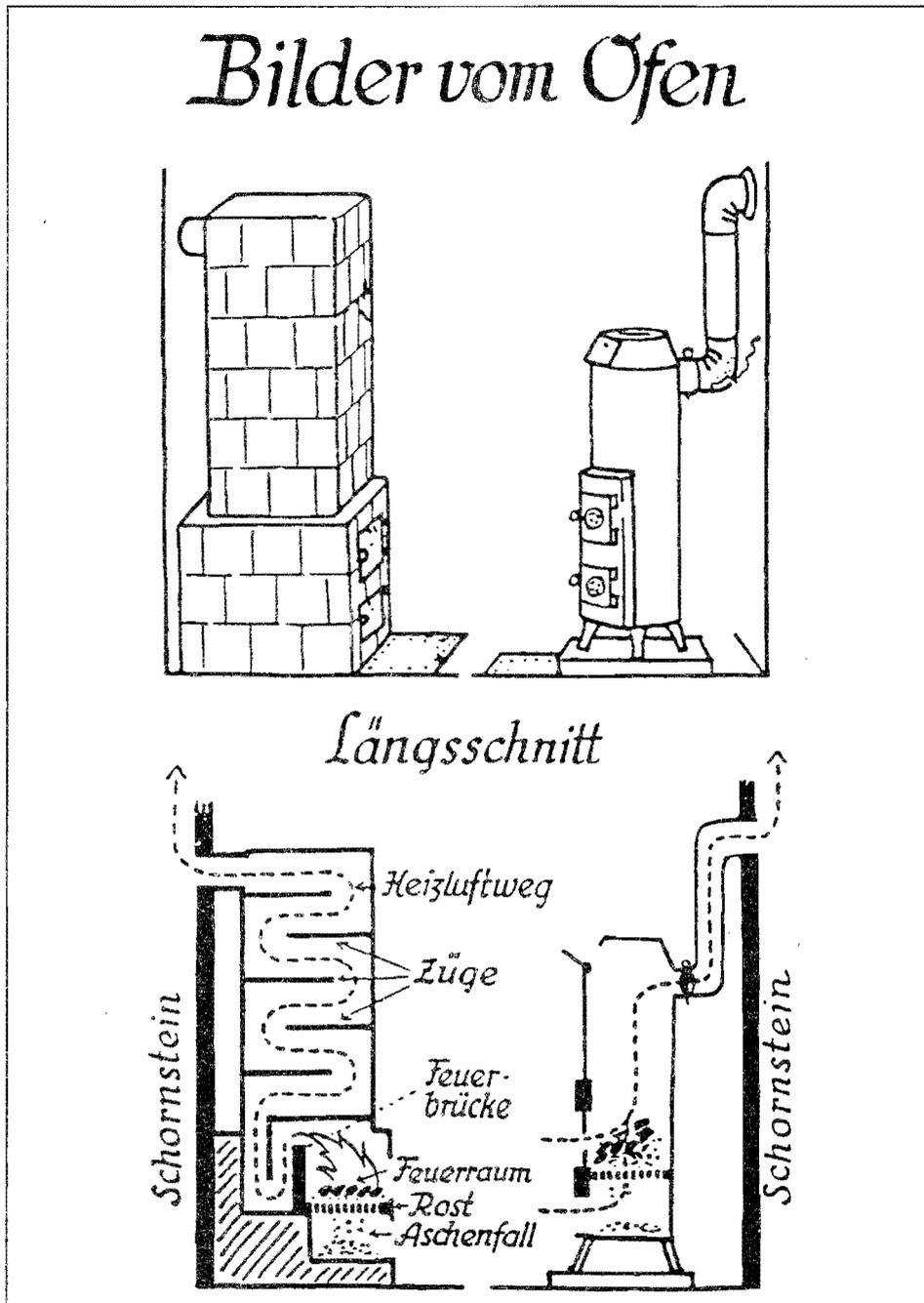
Zu beobachten ist, daß bei der Schnittfläche der rohen Kartoffel nur punktförmige Blaufärbungen auftreten: Die Stärke ist in knöllchenartigen Speicherzellen konzentriert (gut zu beobachten unter dem Mikroskop).

Bei der gekochten Kartoffel färbt sich die gesamte Schnittfläche blauviolett bis schwarz. Die Speicherzellen sind durch das Kochen geplatzt und die Stärke freigesetzt.

Stärke ist ein wichtiger Nahrungsbestandteil: Im Körper wird die Stärke in ihre Bestandteile zerlegt: Zucker.

Stärke gehört wie Zucker zu den Kohlenhydraten und dient als Energielieferant für den Körper.

Ähnliche Versuche zum besseren Aufschließen der Nahrung sind auch mit Fleischstücken möglich.



Feuerstellen haben im Lauf der technischen und kulturellen Entwicklung der Menschheit vielfältige Wandlungen erfahren. Die "Bilder vom Ofen" zeigen ältere Modelle, die ausschließlich zum Heizen gedacht sind.

Wird ein solcher oder ähnlicher Aspekt aufgegriffen, so können die Schülerinnen und Schüler private Quellen (z. B. Fotos) oder Dokumente aus der Literatur sammeln und entsprechend auswerten und darstellen.

Die obige Abbildung stellt der äußeren Sicht einen funktionsorientierten Schnitt gegenüber.

Lichtquelle Feuer

Vorschläge für Untersuchungen:

In einem völlig abgedunkelten Raum wird in die Mitte auf den Tisch eine Kerze gestellt und angezündet.

Die Schülerinnen und Schüler sitzen reihum an der Wand und versuchen, sich an die Helligkeit der Kerze zu gewöhnen.

Variation: Es werden weitere Kerzen angezündet.

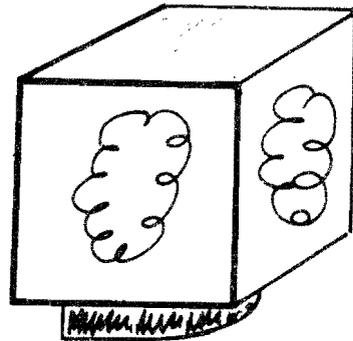
Es wird versucht, das Licht einer Kerze mittels eines Rasierspiegels zu bündeln.

Petroleumlampen werden angezündet und untersucht.

Im dunklen Raum wird

- mit Kerzenlicht
- in völliger Dunkelheit der Blitz einer Kamera ausgelöst.

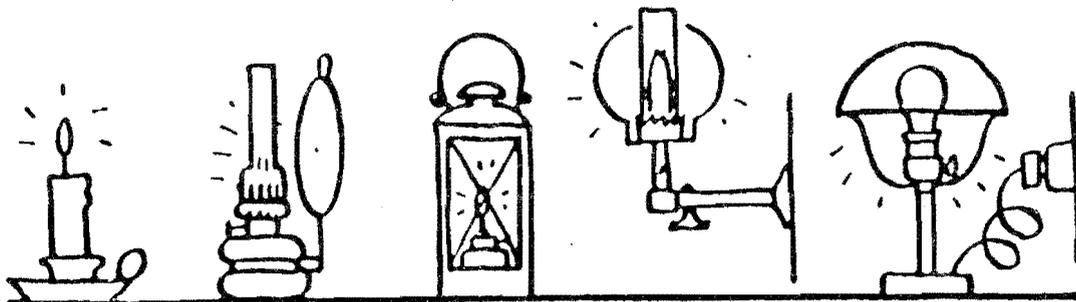
Blitzlämpchen werden untersucht.



Modellversuch zum Blitzlicht:

Der Lehrer/die Lehrerin läßt ein etwa 10 cm langes Stück Magnesiumband abbrennen.

Lichtquellen haben eine Geschichte:



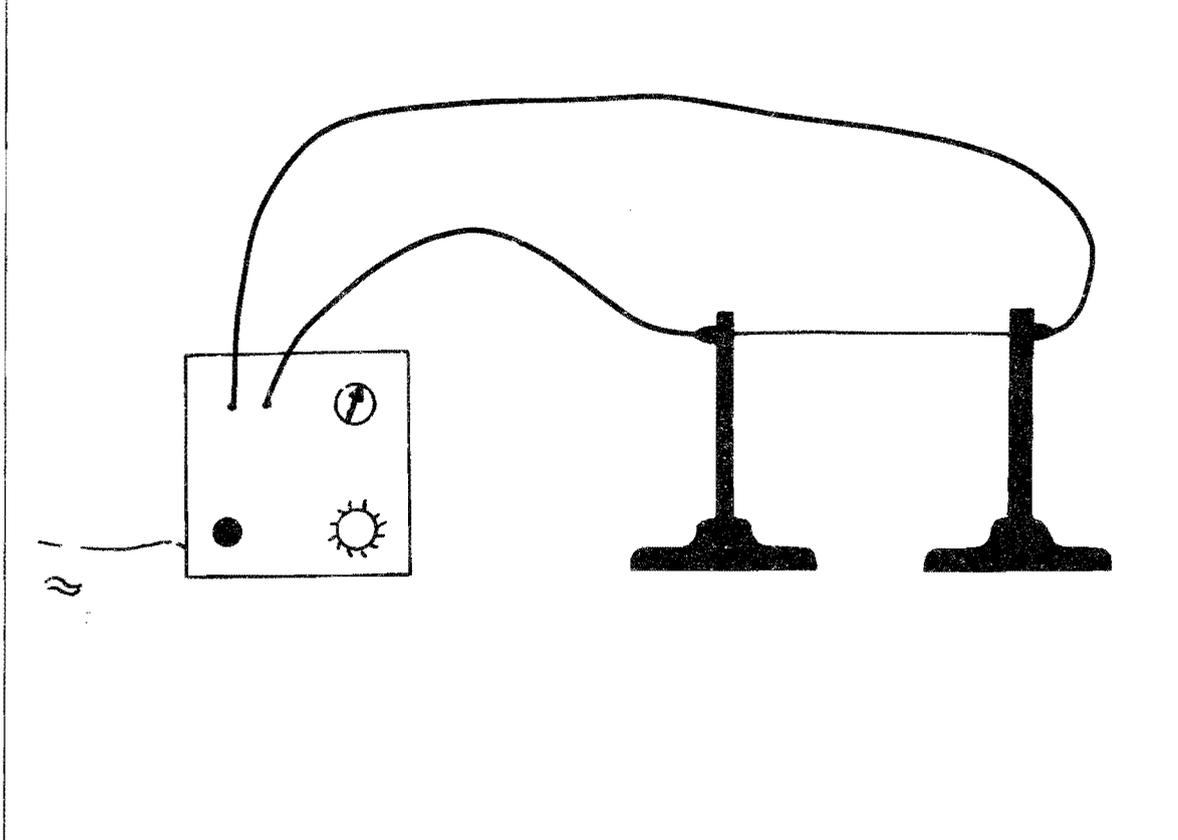
Licht - ohne Flamme

Eine 25-Watt-Glühlampe (in vorschriftsmäßiger Fassung) wird eingeschaltet und beobachtet.

Lehrerversuch:

Mittels eines Experimentiertransformators (max. 25 V) wird ein dünner Draht (0,2 mm Konstantan, 50 cm Länge; oder: Eisendraht gewickelt) zum Glühen zu erhitzt.

Das fertige Experiment wird im abgedunkelten Raum wiederholt.



Fragen zum Aspekt "Lichtquelle Feuer":

- Wie wurde zu verschiedenen Zeiten Licht erzeugt?
- Wie machten Deine Großeltern Licht? Deine Urgroßeltern?
- Wie wurden früher Straßen beleuchtet?
- Worin besteht der Unterschied zwischen einer Gaslaterne und einer elektrischen Laterne?
- Was spendet Licht in einer Petroleumlampe und was in einer elektrischen Glühbirne?
- Gibt es Gemeinsamkeiten?
- ...

Licht und Wärme - Licht = Wärme ?

Versuch:

Suche eine geeignete Stelle auf dem Schulhof, wo die Sonne eine scharfe Schattenlinie macht.

- a) Stelle Dich abwechselnd in den Schatten und in die Sonne und beobachte Dein Wärme- bzw. Kälteempfinden.
Halte eine Hand bzw. einen Unterarm in die Sonne, die/den andere(n) in den Schatten.
- b) Miß die Lufttemperatur im Schatten und in der Sonne.
Das Thermometer darf dabei nicht direkt im Licht sein (z. B. ein Blatt Papier davorhalten).
- c) Miß die Temperatur am Boden, im Schatten und in der Sonne.

Versuch:

Erzeuge in einem abgedunkelten Raum einen kräftigen Schlagschatten, z. B. mittels einer möglichst starken Lampe (mindestens 150 Watt) und einem Schrank oder einer Wandkarte.

- a) Stelle Dich abwechselnd in den Schatten und ins Licht und beobachte Dein Wärme- bzw. Kälteempfinden.
Halte eine Hand ins Licht, die andere in den Schatten.
- b) Miß die Lufttemperatur im Schatten und im Licht.
- c) Miß die Temperatur am Fußboden im Schatten und im Licht.

Wiederhole den Versuch a) mit schwachen Lichtquellen: z. B. mit einer Kerze.

Wiederhole den Versuch a) mit einer "kalten" Lichtquellen: z. B. mit einer Leuchtstofflampe (um damit einen möglichst scharfen Schatten zu erhalten, muß die Lampe parallel zur Kante der Gegenstandes stehen, der den Schatten wirft).

Licht und Wärme II

Heiß-Kalt-Spiel

Ein Schüler / eine Schülerin bekommt die Augen mit einem schwarzen Tuch verbunden und muß so eine eingeschaltete Glühlampe suchen.

Der Raum muß dazu weitgehend leergeräumt und abgedunkelt sein; es darf kein direktes Sonnenlicht in den Raum einfallen. Der Raum sollte über eine genügend große Anzahl Steckdosen verfügen, damit die Lampe an verschiedenen Stellen auf- und angestellt werden kann. Andernfalls muß das benutzte Verlängerungskabel außen an der Wand entlang geführt werden. Die Lampe (möglichst 150 Watt) wird etwa 1 Meter weit von der Wand weg in den Raum gestellt.

Die Mitschülerinnen und Schüler stellen sich an einer Wand des Raumes auf. Kommt der/ die Suchende nicht weiter, so darf er/sie dreimal fragen, und zwar ob die Hälfte des Raumes vor bzw. hinter sich "heiß" oder "kalt" ist.

Der/die Suchende versucht zweckmäßig mit offenen Handflächen die Lampe zu finden (vgl. Baustein "Sinne"). Hat er/sie sich der Lampe weit genug genähert, so wird ein neuer Durchgang mit einem anderen Sucher durchgeführt.

Das "magische" Metallsuchspiel

Dieses Spiel beruht auf der Wahrnehmung der vom eigenen Körper abgegebenen Wärme(-strahlung) und deren Reflexion durch ein Metallplättchen.

Auf die Tischplatte (Holz oder Kunststoff) wird ein 5x5 cm großes Stückchen Alufolie gelegt. Ein Sucher bekommt die Augen verbunden. Er/sie soll das Plättchen finden, ohne die Tischoberfläche mit der Hand zu berühren.

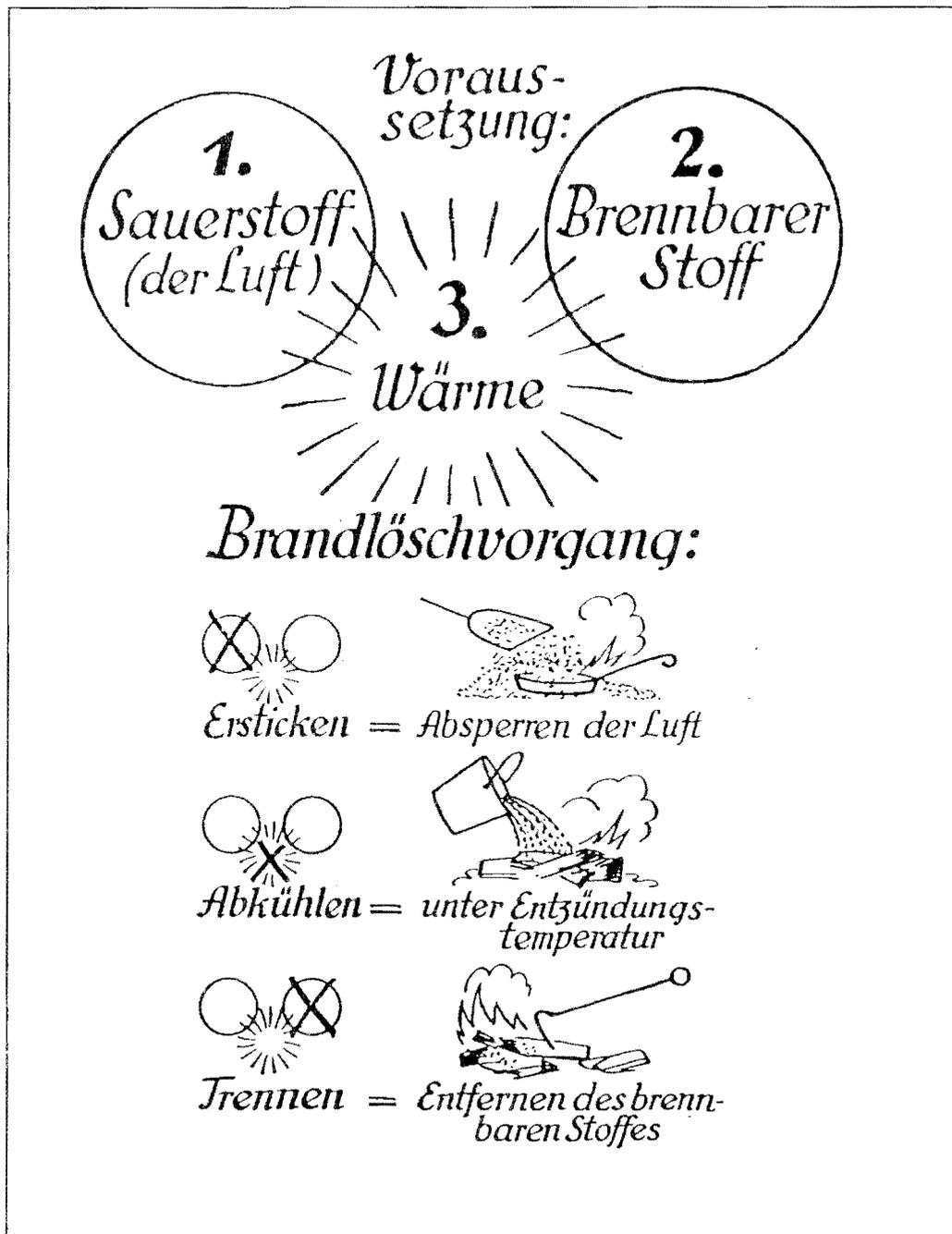
Die Zuschauer zeigen dem Sucher, in welcher Höhe er seine Hand über den Tisch bewegen soll (ca. 3 cm). Sie helfen, falls die Suche nicht erfolgreich beendet wird.

Bei beiden hier vorgeschlagenen Spielen sind nur besonders sensible Schülerinnen und Schüler erfolgreich. Allerdings läßt sich das Wärmeempfinden recht gut und erfolgreich trainieren.

VI. Feuer löschen

Feuer¹ kann man prinzipiell auf drei verschiedene Arten löschen:

- durch Entzug von Luft/Sauerstoff
- durch Abkühlen unter die Entzündungstemperatur
- durch Entfernung des Brennmaterials



Die obige Abbildung kann als Einstieg oder als Zusammenfassung der Arbeiten und Überlegungen zum "Feuer-Löschen" verwendet werden.

¹ Gemeint sind hier ausschließlich "normale" Feuer, also Reaktionen von oxidierbaren Materialien mit Sauerstoff; ausgenommen sind spezielle Brände wie Metallbrände oder Reaktionen mit Chlor o. ä.

Versuche zum Feuer löschen

Der Entzug von Luft/Sauerstoff kann auf verschiedene Weise erfolgen:

- durch Abdecken
- durch (mechanisches) Verhindern des Luftzutritts
- durch (chemisches) Verhindern des Luftzutritts

Versuch: Löschen durch Ersticken der Flamme

In eine Porzellanschale (Chemiesammlung) werden einige Tropfen Brennspritus (vergällter Alkohol) gegeben und angezündet. Der Alkohol brennt mit bläulicher Flamme.

Die Schale wird mit einer Pappscheibe abgedeckt: Die Flamme erlischt sofort.

Hinweis:

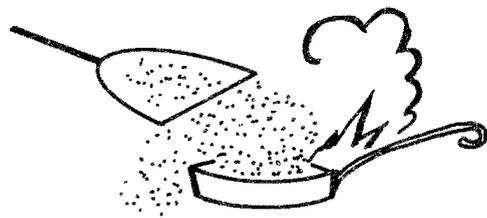
Das Verbrennen von Alkohol ist in der Regel gefahrlos. Soll der Versuch mit der Porzellanschale jedoch wiederholt werden, so muß darauf geachtet werden, daß sich die Schale nicht zu stark erhitzt hat, damit nicht zu viel Alkohol vor der Entzündung verdunstet - Gefahr einer Verpuffung!

Der Versuch kann so abgewandelt werden, daß statt Alkohol ein zusammengeknülltes Papier verbrannt wird.

Lehrerversuch: Löschen durch Ersticken der Flamme

Auf einem Backblech wird etwas Petroleum ausgeschüttet und vorsichtig entzündet (mittels langem brennenden Holzspan).

- Der Brand wird durch Aufstreuen von Sand erstickt.
- Der Brand wird durch Abdecken mit einer Löschdecke² erstickt.



Sicherheitshinweis:

Es wird dringend davor gewarnt, einen Ölbrand nachzustellen und die Folgen des Löschens mit Wasser zu demonstrieren. Bei diesen Bränden, die z. B. beim Frittieren entstehen können, darf ausschließlich durch Sauerstoffentzug gelöscht werden. - Bei Löschversuchen von brennendem Öl in heißer Pfanne mit Wasser können mehrere Meter hohe Stichflammen entstehen, die zu unkontrollierbaren Folgen führen.

² Anstelle einer Löschdecke kann z. B. Steinwolle oder Glaswolle verwendet werden. Es eignen sich auch schwer entflammable Textilien (vorher im Freien ausprobieren).

Ohne (Luft-)Sauerstoff erlischt die Flamme

Schüler-Versuch:

Eine Kerze wird mittels flüssigem Wachs auf einer Unterlage (z. B. kleines Tellerchen, 5-DM-Stück) befestigt, auf den Tisch gestellt und entzündet. Über die brennende Kerze wird ein hohes Einmachglas gestülpt.

Die Kerzenflamme wird kleiner und erlischt.

Kommentar: siehe Auswertung des nachfolgenden Versuchs

Versuch: (Luft-)Sauerstoff - Voraussetzung für Verbrennungsvorgänge

Material: hohes Einmachglas, Korkscheibe (ca. 8 cm Durchmesser), Kerze, Wasser, Glasschüssel o. ä.

Die Kerze wird mit etwas flüssigem Wachs auf der Korkscheibe befestigt.

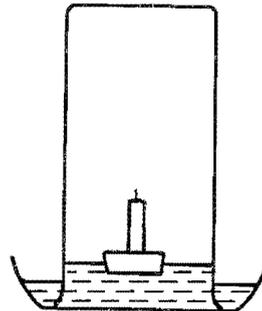
In die Glasschüssel wird 5 cm hoch Wasser gefüllt.

Die Korkscheibe mit Kerze wird ins Wasser gesetzt und die Kerze entzündet.

Über die brennende Kerze wird das Einmachglas gestülpt.

Zu beobachten ist, daß die Kerzenflamme nach kurzer Zeit erlischt.

Gleichzeitig steigt der Wasserspiegel im Einmachglas.



Hinweise:

Anstelle von Kork + Kerze kann auch eine (u.U. selbsthergestellte) Schwimmkerze verwendet werden.

Der Versuch eignet sich sehr gut als Schülerexperiment. Soll er als Demonstration durchgeführt werden, so kann das Wasser leicht angefärbt werden, um die Veränderung des Wasserspiegels deutlicher sichtbar zu machen.

Kommentar:

Das Erlöschen der Kerzenflamme läßt sich so deuten, daß ein wichtiger Stoff für die Verbrennung nicht mehr (ausreichend) vorhanden ist. In der Regel sind die Schülerinnen und Schüler zwar mit dem Begriff Sauerstoff vertraut, vor einer vorschnellen Interpretation dieses Versuchs im Sinne einer chemischen Sauerstoffumsetzung mit den brennbaren Bestandteilen der Kerze sei aber gewarnt, da die Vorstellungen von Gasen in dieser Altersstufe äußerst heterogen und diffus sind. Auch geht jeder Versuch fehl, das Ergebnis dieses Experiments quantitativ auszuwerten (üblicherweise: "Die Luft enthält etwa 1/5 Sauerstoff"). Die zu beobachtende Volumenverminderung rührt nämlich nicht primär von einem "Sauerstoffverbrauch" her, sondern von Sekundäreffekten verschiedener Art (s. u.).

Eine vorsichtige sinnvolle Interpretation könnte in die Richtung gehen,

- daß für eine Verbrennung Luft notwendig ist,
- daß aber nur ein Teil der Luft die Verbrennung unterstützt,
- daß, wenn jener Teil verbraucht (oder nicht mehr genügend vorhanden) ist, die Verbrennung aufhört,
- daß dies jener Sauerstoff ist, von dem die Schüler bereits gehört haben (und der auch für die meisten Lebensvorgänge wichtig ist).

Obwohl von vielen Lehrbüchern vorgeschlagen, ist die quantitative Auswertung des Kerzenversuchs "Luft besteht zu 20% aus Sauerstoff" sehr problematisch. Denn

- um das Anfangs- und Endvolumen unter dem Einmachglas zu vergleichen, müssen zu Versuchsbeginn äußerer und innerer Wasserspiegel übereinstimmen. Dies läßt sich in der Regel nur bewerkstelligen, wenn man statt eines geschlossenen Glases eine über einen Hahn belüftbare Glasglocke verwendet.
- Weiter muß man abwarten, bis sich das im Glas abgeschlossene Luftvolumen, das durch die Verbrennung erwärmt worden ist und sich daher ausdehnt, wieder auf Raumtemperatur abgekühlt hat.
- Schließlich führt diese Durchführung allenfalls zu einer Volumenverminderung um 5 bis 10 Prozent, da die Kerzenflamme nicht erst nach völligem Verbrauch des Sauerstoffs erlischt, sondern bereits erheblich früher. Zudem müßte sich das gebildete Kohlendioxid vollständig im Wasser lösen, was ohne Zusatz von Laugen (z. B. Natronlauge) nicht zu erwarten ist.

Wenn die quantitative Auswertung auch bei Durchführung mit den oben angegebenen einfachen Mitteln trotzdem oft auf einen "Sauerstoffanteil von 20%" schließen läßt, so hängt dies insbesondere mit einem Fehler zusammen, der dieses scheinbar richtige Ergebnis begünstigt:

Bei niedrigen Wasserspiegel kommt es während der ersten Phase der Verbrennung zu einer starken Ausdehnung der Luft unter dem Glas, so daß größere Luftblasen nach außen entweichen. Beim Abkühlen täuscht dies eine größere Volumenverminderung vor.

Zur Vertiefung vgl. die weiteren Versuche zum Sauerstoff.

Sauerstoff fördert die Verbrennung

Lehrerversuch:

In einem Reagenzglas wird etwas Kaliumpermanganat über der Brennerflamme erhitzt. Ein angezündeter, dann glimmender Holzspan wird in das Reagenzglas eingeführt. Der Span entzündet sich wieder.

Hinweise:

Schutzbrille benutzen!

Man verwendet einen möglichst langen Span, um möglichst tief in das Reagenzglas eintauchen zu können (Kaliumpermanganat nicht mit dem glimmenden Span berühren!). Sauerstoff ist geringfügig schwerer als Luft und sammelt sich im unteren Teil des Glases.

Als Wärmequellen eignen sich Bunsenbrenner (falls Gasanschlüsse vorhanden) oder Campinggasbrenner.

Wegen der damit verbundenen Gesundheitsgefahren darf in keinem Fall die Zersetzung von Quecksilberoxid als Sauerstoffquelle benutzt werden! Auch von Experimenten mit Nitraten und Perchloraten ist dringend abzuraten!

Kommentar

Einige Stoffe - wie Kaliumpermanganat - geben beim Erhitzen oder bei Reaktionen mit anderen Stoffen Sauerstoff ab. Da Sauerstoff die Verbrennung von brennbaren Substanzen fördert, entzündet sich ein glimmender Span wieder zu heller Flamme.

Mit dieser Methode ("Glimmspanprobe") läßt sich Sauerstoff identifizieren, wenn z. B. bei einer chemischen Reaktion ein Gas entsteht. Als einfache Reaktion kommt dazu neben der Zersetzung von Kaliumpermanganat durch Erhitzen die katalytische Zersetzung von Wasserstoffperoxid in Frage:

In einem Reagenzglas wird 10 %iges Wasserstoffperoxid mit einigen Körnchen Braunstein oder Mangansulfat versetzt. Nach einiger Zeit entwickelt sich ein Gas, das durch die Glimmspanprobe als Sauerstoff identifiziert werden kann. (Reagenzglas dazu in ein RG-Gestell stellen, vor Durchführung der Probe einige Minuten der Gasentwicklung abwarten!)

Schülerarbeitsblatt**Feuer löschen**

Material: Becherglas oder Marmeladenglas, Kerze, Streichhölzer; eine Flasche Mineralwasser mit möglichst viel Kohlensäure (halbvoll), Schlauch, Gummistopfen (auf den Flaschenhals passend) mit Glasröhrchen

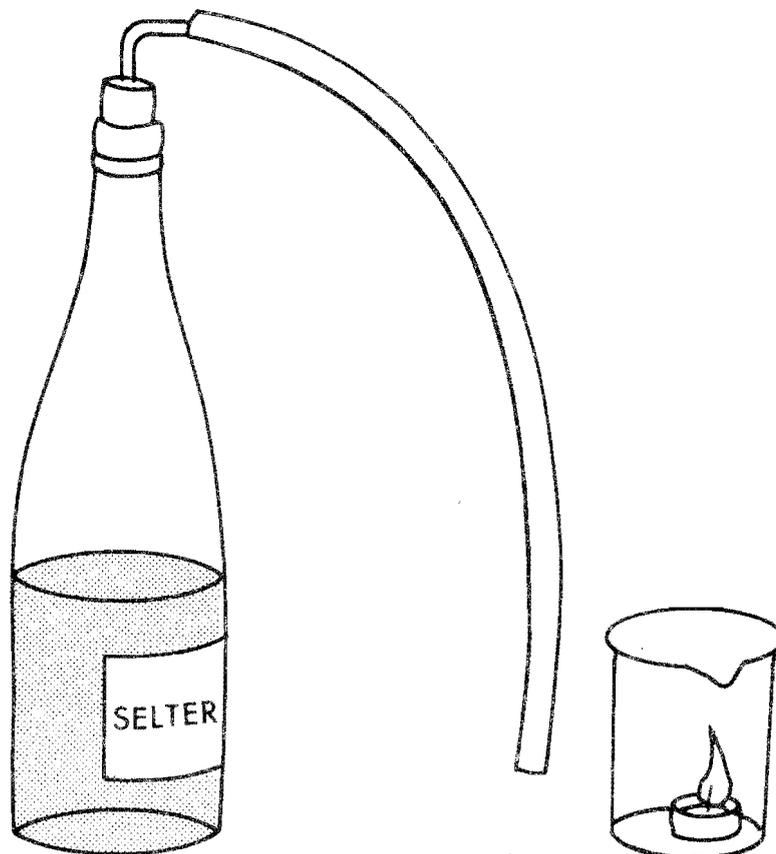
In ein Becherglas (oder Marmeladenglas) stellst Du eine kleine Kerze. Ist die Kerze sehr dünn, so mußt Du sie mit etwas flüssigem Wachs festtropfen.

Verbinde jetzt den Schlauch mit dem Röhrchen, das aus dem Gummistopfen herausragt. Verwende dazu einen Tropfen Glycerin und beachte die Vorsichtsmaßnahmen beim Umgang mit Glas!

Den Gummistopfen mit Röhrchen und Schlauch setzt Du nun auf den Hals der offenen (halbvollen, die erste Hälfte könnt ihr trinken!) Mineralwasserflasche.

Entzünde jetzt die Kerze im Glas!

Jetzt schüttle die Flasche und leite das aus dem Mineralwasser entweichende Kohlendioxid mit dem Schlauch unten in das Glas.



Feuer löschen mit Schaum

Das Löschen mit Kohlendioxid (siehe S. 46) funktioniert nur bei kleinen Flammen; große Flammen erzeugen durch die aufsteigenden Verbrennungsgase und heiße Luft einen so starken Sog, daß das Löschgas mitgerissen wird und nicht wirken kann. Um das Kohlendioxid am Brandherd zu halten und den Zutritt frischer Luft zu verhindern, wird das Kohlendioxid meist als Schaum gegen die Flamme gesprüht.

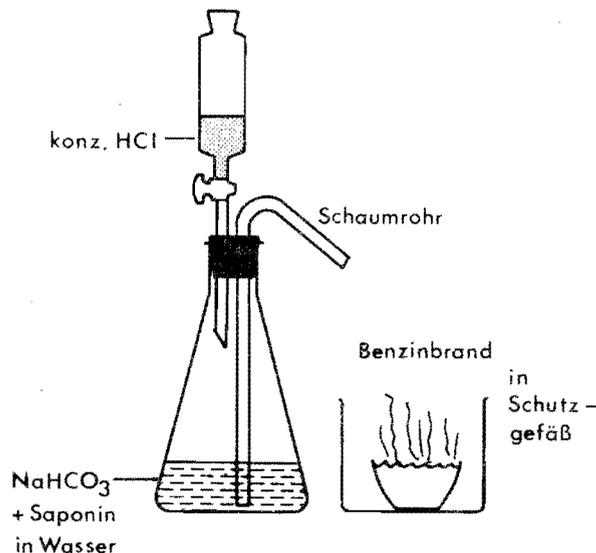
Modellversuch Schaumlöcher (Lehrerversuch)

Im Modellversuch wird - ähnlich wie in der Wirklichkeit - Kohlendioxid durch Reaktion von Natriumhydrogencarbonat-Lösung (ein Salz der "Kohlensäure") mit konzentrierter Salzsäure gebildet. Die schwache, flüchtige Säure wird dabei durch die starke Salzsäure aus dem Salz "ausgetrieben".

In der Lösung ist zudem ein Stoff gelöst, der Schaum bildet, hier das Saponin (enthalten im Seifenkraut). Wenn nun die Salzsäure zu der Lösung fließt und Kohlendioxid freisetzt, bildet sich ein Löschaum. Darin ist das Kohlendioxid in den Bläschen des Schaums eingeschlossen.

Herstellung der Lösung:

- 250 ml Wasser
- 7,5 g NaHCO_3
- etwas Saponin und konz. Salzsäure (oder auch 96%-ige Essigsäure) für den Tropftrichter



Achtung: Schutzbrille benutzen! Konz. Salzsäure ist stark ätzend!

Mit der hier abgebildeten Vorrichtung kann z. B. im Lehrerversuch ein kleiner Benzinbrand in einer Porzellanschale gelöscht werden.

In technischen Naßschaumlöschern ist die Salzsäure in kleinen Glasampullen eingeschmolzen. Durch das Auslösen der Löschers wird die Ampulle zerstört. Der Löscher muß daher anschließend immer neu gefüllt werden.

Fragen zum Naßschaumlöcher:

- Warum ist ein Brand immer von unten zu bekämpfen?
- Warum darf der Löscher erst direkt am Brandherd betätigt werden?

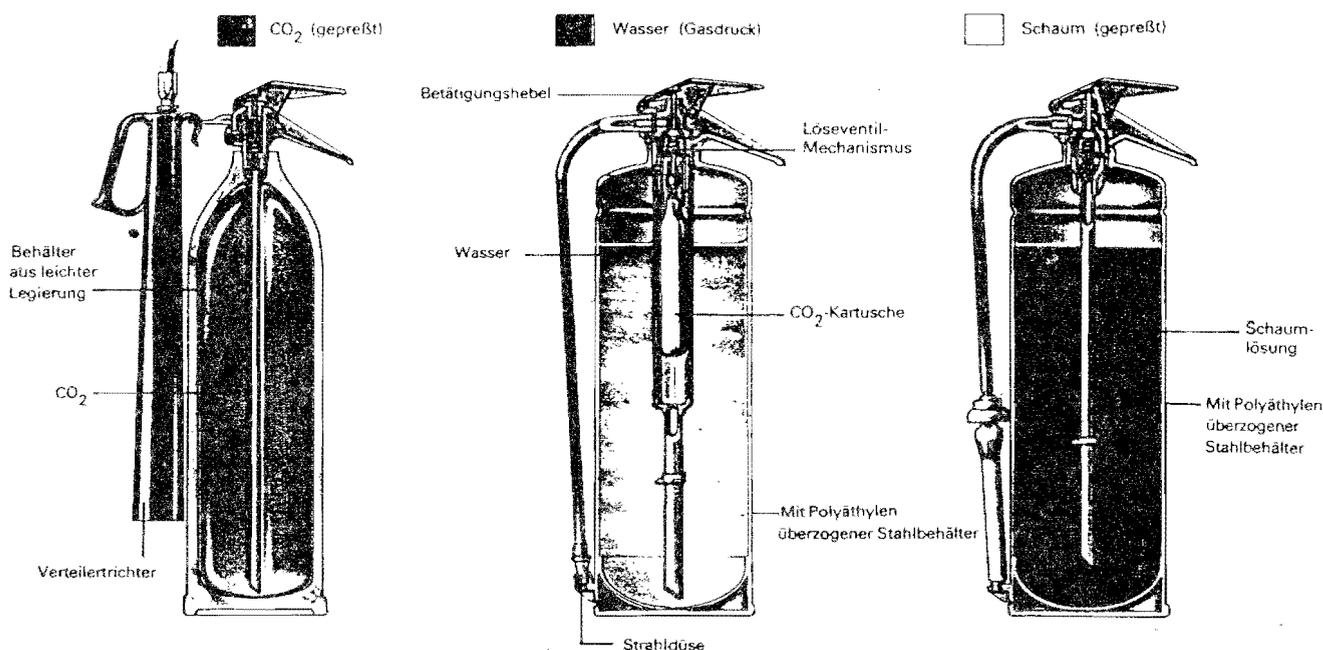
- ...

Feuer löschen - technisch

Der Kohlendioxid-Löcher - Allgemeine Information

Überall dort, wo kein Wasser an brennende Materialien gelangen darf, kommen Trockenlöschgeräte zum Einsatz, die mit reinem Kohlendioxid gefüllt sind. In der Regel findet sich ein solcher CO₂-Löcher, den man leicht an seinem überdimensionalen Gasverteilertrichter erkennt, in den Chemieunterrichtsräumen.

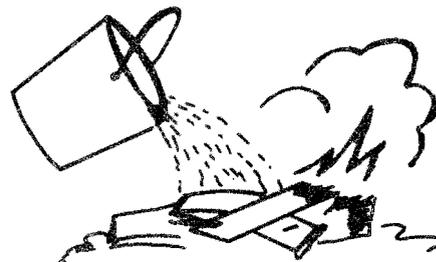
Die Wirkung dieses Löcher kann leicht selbst ausprobiert werden. Allerdings ist dazu ein zusätzlicher Löcher zu verwenden. Die nach Brandschutzvorschrift vorhandenen müssen nach jedem (Teil-)Gebrauch wieder vollständig gefüllt werden.



Wirkungsweise:

Im CO₂-Löcher steht das Gas unter hohem Druck. Beim Öffnen des Ventils dehnt es sich schlagartig aus und kühlt sich dabei sehr stark ab. Diese Abkühlung kann so weit gehen, daß sich fester Trockenschnee bildet.

Die Brandstelle wird damit sowohl abgekühlt wie auch der Sauerstoffzutritt verhindert und die Flamme erstickt.



Schülerarbeitsblatt

Feuer-Löschen durch Abkühlen

Eine Möglichkeit Brände zu löschen besteht darin, das brennende Material so weit abzukühlen, daß die Entzündungstemperatur nicht mehr erreicht wird: Die Flammen erlöschen.

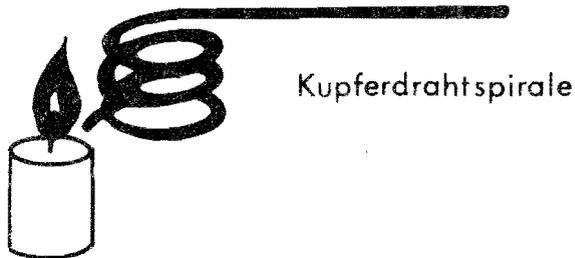
Versuch:

Material: Kupferdraht (1,75 mm, 50 cm), Bleistift, Kerze, Unterlage, Feuerzeug

Drehe aus starkem Kupferdraht um einen Bleistift eine Spirale.

Führe diese Spirale von oben her über eine Kerzenflamme.

Wiederhole den Versuch, bis die Flamme erlischt.



In Dänemark gibt es Sicherheits-Halter für Christbaumkerzen, die etwa so aussehen:

Versuche zu erklären, warum diese Halter weitgehend vor Baumbränden schützen.

Baue selbst einen solchen Halter und probiere ihn aus. Statt der Eisenkugel am unteren Ende kannst Du für Dein Modell Plastilin benutzen.



Schülerarbeitsblatt

Versuch zur Entzündungstemperatur

Material:

- Holzwolle
- Streichhölzer oder Feuerzeug
- Porzellanschale
- feuerfeste Unterlage

Stelle die Porzellanschale auf die feuerfeste Unterlage.

Nimm eine Handvoll Holzwolle und tränke sie mit Wasser.

Lege die abgetropfte Holzwolle in die Schale und versuche, sie zu entzünden.

Was beobachtest Du?

Bei Bränden spritzen die Feuerwehren oft auch Wasser auf die dem Brand benachbarten Häuser. Du weißt jetzt sicher, wozu dies gut ist.



Kommentar zu den Schülerversuchen

- Feuerlöschen durch Abkühlen und
- Entzündungstemperatur

Durch das Bespritzen mit Wasser wird bei der Brandbekämpfung zweierlei erreicht: Einerseits wird der Zutritt von Luft zum Brandherd erschwert, zum anderen werden der Brandherd bzw. die brennbaren Materialien abgekühlt, und zwar möglichst so weit, daß die Entzündungstemperatur unterschritten wird.

Beim Versuch mit Kerze und Kupferspirale wird durch die starke Wärmeableitung durch das Metall die Entzündungstemperatur des gasförmigen Paraffins unterschritten, so daß die Flamme erlischt.

Wirksam ist hier die sehr gute Wärmeleitfähigkeit von Kupfer. Diese kann als allgemeine Eigenschaft von Metallen mit einfachen Versuchen weiter demonstriert werden.

Ein Schüler / eine Schülerin nimmt ein Geldstück zwischen Daumen und Zeigefinger, ein(e) Mitschüler/in erhitzt die Münze am anderen Ende. Dieser Versuch kann leicht mit anderen nicht brennbaren Materialien wiederholt werden, aber auch mit einem gleichgroßen Holzstück, das trotz Anbrennens noch leicht an der anderen Seite mit den Fingern gehalten werden kann.

Beim Löschen mit Wasser kommt zum primären Abkühlen durch Wärmeübergang ein zweiter Effekt hinzu: Wasser verdampft bei 100°C unter Aufnahme einer relativ großen Verdampfungsenthalpie:

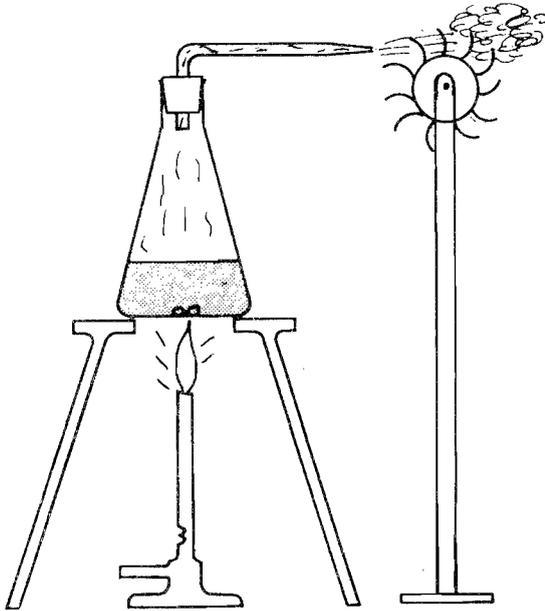
Zum Verdampfen von 1 Liter Wasser wird soviel Energie benötigt, wie zum Erwärmen von 545 Litern Wasser um ein Grad (oder 55 Litern Wasser um 10 Grad / 5,5 Litern um 100 Grad).

Solange die Entzündungstemperatur von Brennstoffen über 100°C liegt, ist Wasser damit ein effektives Löschmittel, was im zweiten Versuch (Entzündungstemperatur) gezeigt wird. Nasse Holzwolle kann erst dann entzündet werden, wenn alles anhaftende Wasser verdampft ist und die Entzündungstemperatur erreicht werden kann.

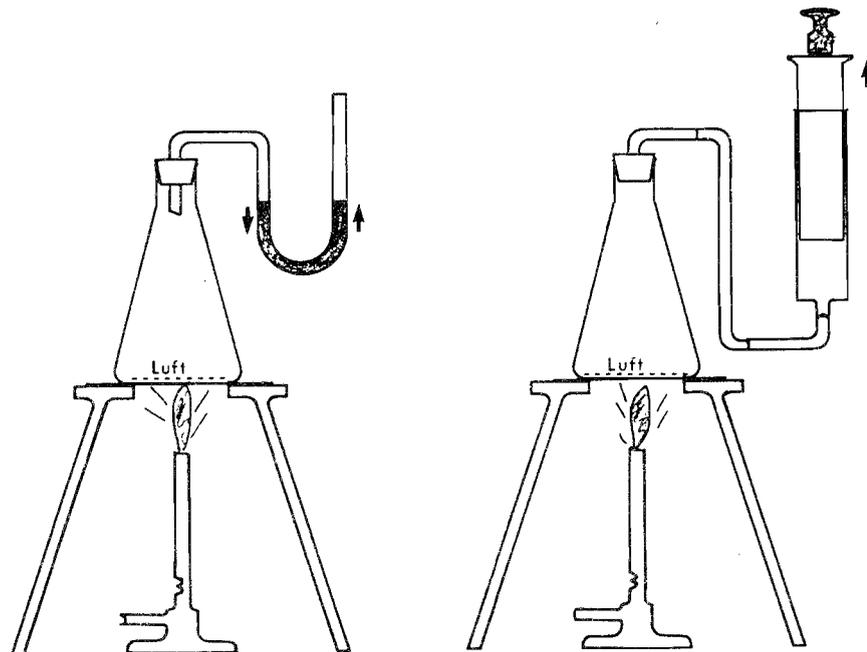
VII. Feuer ist Energie

Zwei Beispiele für einfache Modellmaschinen

a) Dampfmaschine mit Turbine



b) Sterling-Motor



Das Modell zum Sterling-Motor kann in verschiedener Weise variiert werden: Anstelle einer Wassersäule im U-Rohr kann z. B. ein Kolbenprober angeschlossen werden. Wenn dieser senkrecht eingespannt wird, kann er durch den Druck des sich nach Erwärmung ausdehnenden Gases ein kleines Gewicht heben und so Arbeit leisten.

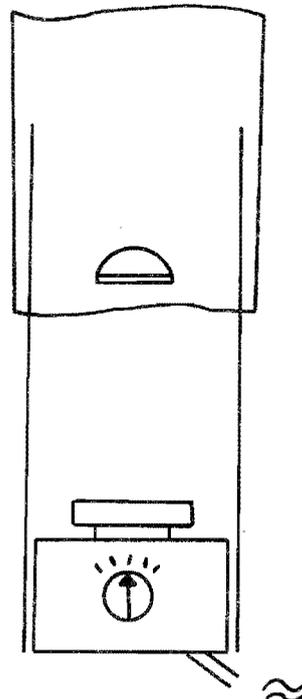
Mit Feuer fliegen

Eine bekannte Anwendung des Feuers ist der Flug mit dem Heißluftballon. Dabei werden mit einem Brenner heiße Abgase erzeugt und von unten in eine Ballonhülle geblasen. Berühmtestes (und erstes) Beispiel war die Mongolfiere¹.

Zum Nachbau kleiner Ballons gibt es zahlreiche Anleitungen*), ein einfacher Versuchsvorschlag zur Demonstration des Heißluftballon-Prinzips stammt von K. Spreckelsen (Kassel):

Eine Einzel-Heizplatte wird auf den Boden gestellt. Aus Pappe wird eine Röhre geformt, die etwas größer im Durchmesser ist als die Heizplatte.

Die Heizplatte wird eingeschaltet (mittlere Stufe), die Pappröhre darübergestülpt. Nach etwa 5 Minuten - wenn genügend heiße Luft aufsteigt - wird von oben über die Pappröhre eine passende Plastiktüte gestülpt. Nach kurzer Zeit steigt diese, getragen von der warmen Luft, auf und bleibt einige Zeit lang in der Luft.



Vorsicht, Brandgefahr! Nach dem Versuch Heizplatte ausschalten!

Ein ähnlicher Versuch ist vielen Schülerinnen und Schüler als Solar-Zeppelin bekannt: Ein 1 bis 1,5 Meter langer, möglichst dünner (und leichter) Plastikschlauch, am besten in schwarz, wird zu etwa zwei Dritteln aufgeblasen und an beiden Enden zugebunden. Der Schlauch wird in die Sonne gelegt und abgewartet.

Nach einigen Minuten steigt der Zeppelin in die Luft.

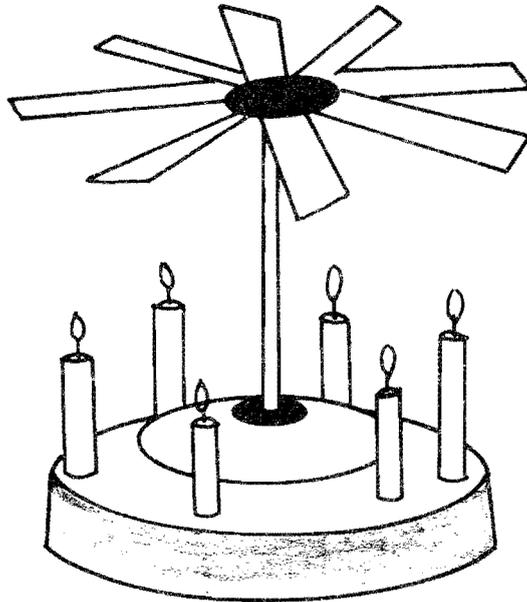
Beim Solarzeppelin wird die warme (leichtere) Luft von der Sonne erzeugt: Innerhalb des Schlauches erwärmt sich die Luft viel stärker als außerhalb; die schwarze Farbe des Plastikschlauchs begünstigt die Absorption.

Während beim Ballon die Energie vom Feuer kommt, wird der Solarzeppelin von der Sonne "angetrieben".

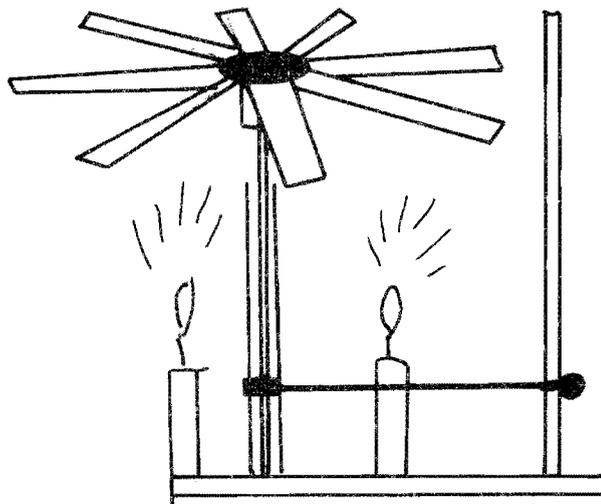
¹ Siehe dazu Klaus Hahne: Fliegen, Sozmat-Materialien für den Unterricht, Band 26. Marburg 1988

Eine einfache Wärmemaschine mit "Feuerantrieb"

Warme Luft kann auch auf andere Weise Arbeit leisten und eine Maschine antreiben: Bekanntes Beispiel ist die Weihnachtspyramide.



Diese "Warmluftturbine" kann leicht - auf's Funktionsprinzip vereinfacht - nachgebaut werden. Als Achse verwendet man dazu eine Stricknadel, die in ein Glasrohr geteckt wird. Obenauf wird ein Korken angebracht, in den Flügel auf Pappe eingesteckt werden.



Feuer zum Experimentieren - einfache "Brenner"

Die Schülerinnen und Schüler sollten sich auch mit den Wärmequellen auseinandersetzen, mit denen sie experimentieren:

- Campinggasbrenner
- Bunsen- oder Teclu-Brenner
- Spiritusbrenner

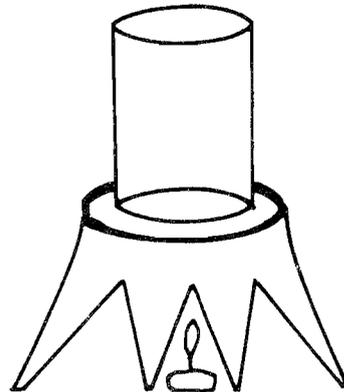
Dazu können diese Brenner möglichst genau beschrieben werden. Fachbegriffe für bestimmte Teile und Funktionen finden sich in den meisten Chemie-Schulbüchern.

Ist keiner der gängigen Brenner verfügbar (oder soll mit der Gruppe eine erste Wärmequelle selbst hergestellt werden), so bietet sich der Bau eines Dosenkochers an:

Material: Getränkedose aus Aluminium, Teelicht, stabile Schere

Die Getränkedose wird etwa in der Mitte durchgeschnitten und von der offenen Seite her mit Kerben versehen. Die dadurch erzeugten Laschen werden leicht nach außen gebogen. Unter diesen Dosenkocher wird ein Teelicht gestellt.

Erreicht die Flamme des Teelichts den Dosenboden nicht, so können die Laschen etwas gekürzt werden.



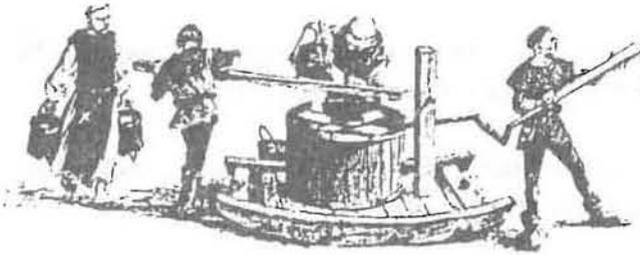
Achtung: Verletzungsgefahr durch scharfe Metallkanten!

Einfacher als die Herstellung eines Dosenkochers ist die Benutzung eines haushaltsüblichen "Stövchens" mit einem Teelicht.

Anhang

Anhang 1: Beispieltexpte zur Geschichte der Feuerwehr

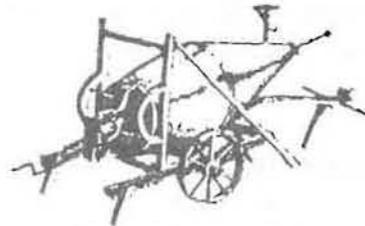
Feuerwehren früher und heute¹



Mittelalterliche
Handpumpe

Wer waren die ersten Feuerwehrmänner?

Wahrscheinlich römische Sklaven.
Auf ihren Kontrollgängen löschten
sie die Brände, die in der
Stadt immer wieder aus-
brachen. Im Mittelalter
schlug ein berittener
Wächter bei Feuer Alarm.
Dann bildeten die
Einwohner eine Eimerkette
von einem nahe gelegenen
Gewässer oder Brunnen.



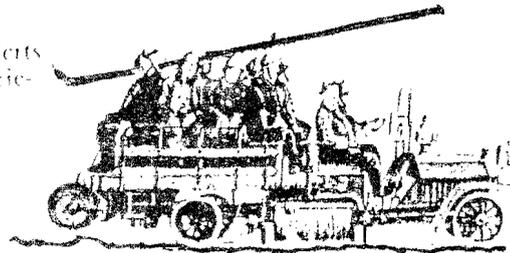
Diese Wasserspritze
wurde von einem
Holländer erfunden.



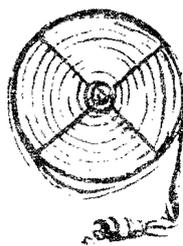
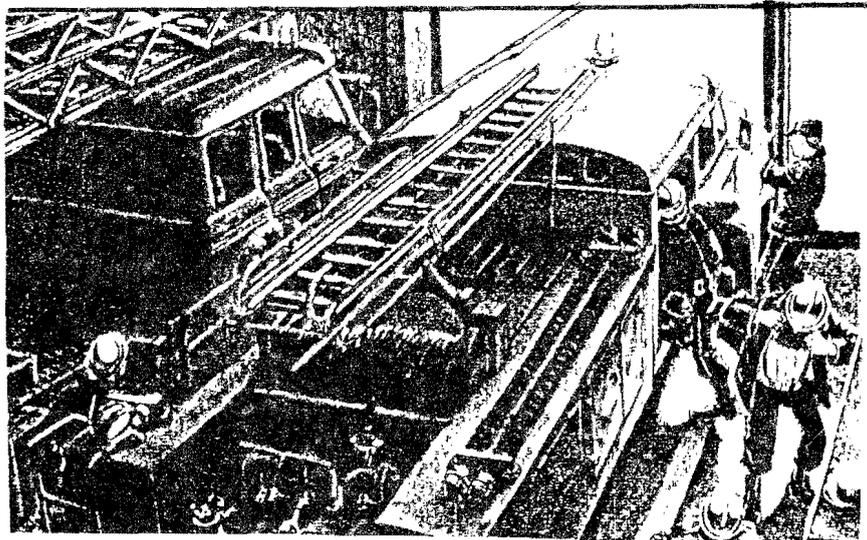
¹ Gekürzt aus: C. de Lasa: Feuerwehren im Einsatz. Ravensburg 1987

Früher waren die Häuser in den Städten meist aus Holz und eng aneinandergebaut. Darum halfen die Zimmerleute mit, wenn ein Brand ausbrach: Sie rissen benachbarte Häuser ab, damit sich das Feuer nicht weiter ausbreiten konnte.

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden die ersten motorbetriebenen Feuerwehrautos entwickelt; sie lösten die von Pferden gezogenen Dampfspritzen ab.



Nach und nach wurden in den Städten besondere Mannschaften aufgebildet, die die Pumpspritzen bedienten. Viele Männer wurden benötigt, um die Feuerspritzen zur Brandstelle zu befördern. Erst als man sie von Pferden ziehen ließ, waren sie schneller zur Stelle.

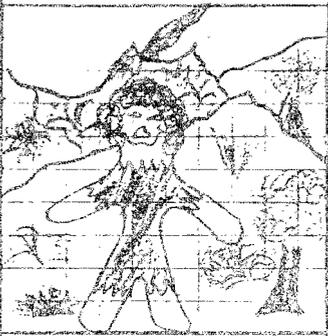


In öffentlichen Gebäuden findet man Hilfsmittel, mit denen man einen ausbrechenden Brand bekämpfen kann: Eimer, Schlauch, Feuerlöscher, Axt.

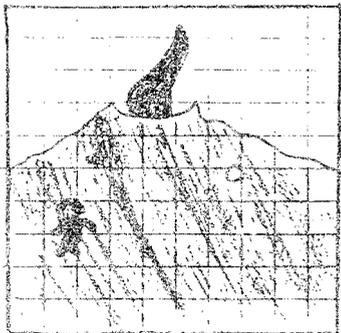
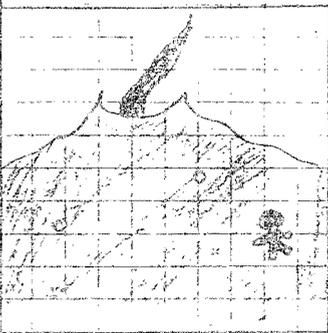
Anhang 2: Schülerinnen-Arbeitsergebnis "Die Geschichte des Feuers"

Die Geschichte des
Feuers

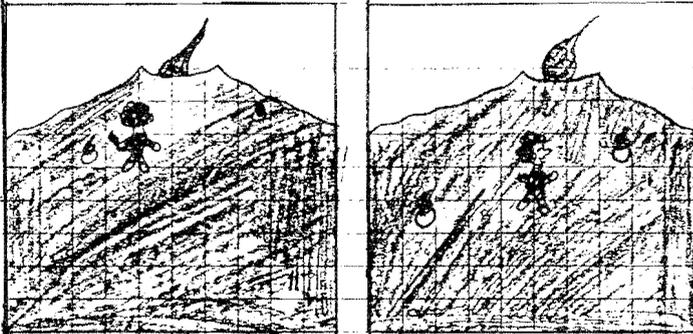
Es war einmal ein Urmensch, namens Uru
Uru. Uru Uru war sehr kalt, da es Winter
war, und man das Feuer noch nicht kannte.



Es war aber bekannt das nahe eines Vulkan
meiße Löcher waren, die Wärme spendeten.
so ging Uru Uru zu dem nahe gelegenen
Vulkan und setzte sich auf die schon längst
erstarrte Lava, da er keine Wärme
spendende Quelle fand.



Plötzlich schrie der Uhrmensch auf und raßte wie von Biene gestochen umher, er hatte sich auf eine der Wärme ausströmenden Löcher, die er zuvor gesücht hat, gesetzt



Sofort versuchte er sie mit Gras und trockenem Ästen zu verdecken, das sich nicht jemand nochmal so wie er sein Hinterteil verbrannte. Als er mit noch mehr ~~St~~ Stöckern wieder kam, stockte ihm der Atem, sein Gras was er zuvor drauf gelegt hatte brannte

