

# 3. Brände und Brandbekämpfung

## Inhaltsverzeichnis

Rund ums Feuer (S. 104/105)	48
3.1 Feuer – nützlich und gefährlich (S. 106)	50
3.2 Brennmaterial für ein Lagerfeuer (S. 107)	50
3.3 Ein Feuer entsteht (S. 108/109)	51
3.4 Versuche mit einer Kerze (S. 110)	53
3.5 Eine Kerze verbrennt (S. 111)	53
3.6 Verbrennung, eine Stoffumwandlung (S. 112)	54
3.7 Die chemische Reaktion (S. 113)	54
3.8 Die Zusammensetzung der Luft (S. 114)	54
3.9 Holz verkohlen (S. 115)	55
3.10 Brandbekämpfung (S. 116/117)	55
3.11 Brandgefahren kennen (S. 118/119)	56
3.14 Waldbrand (S. 122)	57
3.16 Explosionen (S. 124)	57
Zusammenfassung und Übung (S. 126)	57

# 3. Brände und Brandbekämpfung

## Rund ums Feuer (S. 104/105)

### Zu den Aufgaben

**A1** Für Licht (Beleuchtung), ehemals damit auch als Schutz vor wilden Tieren.

Für Wärme:

- als Heizung
- zum Zubereiten von Speisen (Kochen, Braten, Backen)
- zum Antrieb von Fahrzeugen (z. B. Motoren)
- zur Gewinnung von Strom in Wärmekraftwerken
- im Handwerk (Schmiede, Töpfer, Herstellung von Back- und Ziegelsteinen sowie Glas)

**A2** Zum Beispiel durch von Blitzschlag hervorgerufenen Bränden oder von Bränden, die nach Vulkaneruptionen oder Lavaerguss entstanden sind.

**A3** Die Gefahren, die von Feuer ausgehen, sind z. B. sich zu verbrennen, einen Brand zu verursachen oder im Rauch eines Feuers zu ersticken.

**A4** Mithilfe von Feuersteinen oder durch Reibungswärme, erzeugt durch rasches Drehen eines Holzstabes in einem Holzstück.

**A5** Metallpulver haben gebrannt.

**A6**

<b>Brennbar</b>	Holz, Benzin, Feuerzeuggas, Heizöl, Erdgas, Kerzenwachs, T-Shirts und andere Kleidungsstücke aus Baumwolle oder Kunstfasern, Papier, Speiseöl, Treibgas aus Spraydosen, Spiritus ...
<b>Nicht brennbar</b>	Stein, Eisentüren (Brandschutztüren) und andere größere Eisenteile wie Eisenbahnschienen, Brückenpfeiler; Glas, Porzellan, Beton, Material, aus dem die Spezialanzüge der Feuerwehrleute sind usw.

**A7** Wenn ein Stoff verbrennt, läuft eine chemische Reaktion ab, d. h., der Stoff wird dabei verändert, das Brennmaterial ist nicht erneut zum Verbrennen verfügbar. Bei den alltäglichen Brennstoffen, die z. B. zum Heizen von Häusern dienen, sind die Endprodukte der Verbrennung gasförmig und farblos, also nicht sichtbar.

Begriffe wie Feuer, Flamme, glühen, verglühen, Funken sprühen, verschwelen, explodieren, detonieren sind in diesem Zusammenhang zu finden.

**A8** Man benötigt Papier oder z. B. trockenes Gras oder Holzspäne; ein Zündholz mit Reibfläche; dünnes, trockenes Holz; größere, trockene Holzscheite.

**A9** Wenn z. B. das Brennmaterial feucht ist oder wenn nur große Holzstücke zur Verfügung stehen.

**A10** Benzin besitzt eine wesentlich geringere Entzündungstemperatur als Holz. Es kann schon bei Zimmertemperatur mit einem Streichholz entzündet werden.

**A11** Zur Verbrennung ist Sauerstoff erforderlich, der in der Luft enthalten ist. Bläst man mit dem Blasebalg Luft ins Grillfeuer, führt man damit auch mehr Sauerstoff zu.

**A12 Aufbau:** Im Streichholzkopf sind ein Sauerstoffspender (Kaliumchlorat), Schwefel und einige weitere Zusätze enthalten. Die Hölzer sind zur Förderung der Brennbarkeit mit Paraffin imprägniert. Die Reibfläche an der Streichholzschachtel besteht im Wesentlichen aus rotem Phosphor, Glaspulver und Bindemitteln.

**Funktion:** Streicht man mit dem Zündholzkopf über die Reibfläche, bildet sich eine kleine Menge des sehr reaktionsfähigen Gemisches aus rotem Phosphor und Kaliumchlorat, das sich durch die Reibungswärme entzündet und den Entflammungsvorgang im Zündholzkopf einleitet.

**A13** Löschen durch Wasser, Sand oder Abdecken; Entfernen des brennbaren Materials.

**A14** Dem Feuer steht dadurch weniger Sauerstoff zur Verfügung, sodass der Brand evtl. weniger heftig wird. Ferner behindern geschlossene Türen etwas die Ausbreitung des Brandes.

**A15** Brennendes heißes, flüssiges Fett (und Wachs) dürfen auf keinen Fall mit Wasser in Berührung kommen. Da Wasser eine größere Dichte besitzt als diese Flüssigkeiten, sinkt es nach unten und verdampft dabei schlagartig. Der Wasserdampf reißt den heißen Brennstoff mit nach oben. Dieser wird dadurch in feine Tröpfchen verteilt, die sofort entflammen. Dabei können hohe Sticheflammen und Explosionen entstehen. Brennendes Fett kann durch Abdecken, z. B. mit einem Topfdeckel, gelöscht werden.

**A16** Siehe Tabelle [B5] im Schülerbuch, S. 117.

**A17**

**a)** Eisen rostet sehr schnell an feuchter, warmer Luft. Eisen rostet auch sehr schnell, wenn der Gegenstand aus Eisen mit einem weiteren Metall verbunden ist, Salzwasser befördert ebenfalls das Rosten.

**b)** Gegenstände aus Eisen können eingeölt (z. B. Fahrradkette), mit einem unedleren Metall überzogen (Verzinken), mit einem edleren Metall überzogen (Verzinnen, Verchromen, Vergolden), mit einem Farbanstrich versehen werden.

**A18** Die Asche besteht zum größten Teil aus Mineralsalzen, die im Holz enthalten sind. Das Holz ist verbrannt, neben Rauch (kleine Feststoffteilchen in der Luft) entstehen dabei größtenteils vor allem farblose, gasförmige Reaktionsprodukte (Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf).

**A19** Muster-Steckbrief

Farbe:	
Geruch:	
Dichte:	
Siedetemperatur:	
Löslichkeit in Wasser:	
Vorkommen außerhalb der Luft:	
Verwendungsmöglichkeiten:	

Das Muster für den Steckbrief kann verändert werden, wenn etwa die Dichte noch nicht erarbeitet wurde (denkbar ist jedoch, die Schüler diese Werte einfach recherchieren zu lassen, um dann später diese Eigenschaften aufzugreifen).

Die wichtigsten Informationen lassen sich anhand des Lehrbuchtextes recherchieren, weitere Informationen kann man einem Lexikon entnehmen (mögliche Stichworte: Luft, Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid, Edelgase).

**A20**

Kohlenstoffdioxid	Durch Verbrennen fossiler Brennstoffe (Kohlenstoff und Kohlenstoffverbindungen: Kohle, Erdöl (Benzin, Heizöl, Dieselkraftstoff), Erdgas) vor allem in Kraftwerken, Industrie- und Hausheizungen sowie in Motoren von Kraftfahrzeugen.
Schwefeldioxid	Entsteht vor allem bei der Verbrennung von fossilen Brennstoffen, vor allem Kohle und Mineralöl, hauptsächlich in Kraftwerken.
Stickstoffoxide („Stickoxide“)	Entstehen aus Stickstoff und Sauerstoff bei Verbrennungsvorgängen mit hohen Temperaturen unter Beteiligung von Luft, vor allem in Kraftwerken und in Kraftfahrzeugmotoren (Verbrennungsmotoren).

### 3.1 Feuer – nützlich und gefährlich (S. 106)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Der frühgeschichtliche Mensch nutzte das Feuer als Wärmequelle, als Lichtquelle, zum Braten von Fleisch und zum Schutz vor wilden Tieren. In unserer Zeit wird Feuer vor allem zum Wärmen, als Lichtquelle und zum Grillen genutzt. (Zusätzlich gibt es auch eine berufliche bzw. industrielle Nutzung wie beispielsweise in einer Schmiede.)

#### A2

erwünschte Verbrennungen	unerwünschte Verbrennungen
Erzeugung von Wärme und Licht	Gebäudebrand, z. B. durch Blitzschlag, defekte elektrische Geräte oder Unachtsamkeit
Kochen und Grillen	Waldbrand
Erzeugung von Bewegungsenergie in Verbrennungsmotoren	
Erzeugung von elektrischer Energie in Kohlekraftwerken	

#### A3

**a)** Die frühgeschichtlichen Menschen sind rein zufällig an Feuer gekommen, beispielsweise verursacht durch einen Blitzschlag in einen Baum, der sich daraufhin entzündete. Auch das Entzünden von Holz durch einen Lavastrom nach einem Vulkanausbruch ist denkbar.

**b)** Der brennende Baum war zwar für Menschen von Nutzen, aber streng genommen eine unerwünschte Verbrennung, da es sich hierbei um einen Brand handelt. Der Brand ist unerwartet aufgetreten, war für die Menschen nicht kontrollierbar und hat Schaden angerichtet.

### 3.2 Brennmaterial für ein Lagerfeuer (S. 107)

#### Zu den Versuchen

**V1** Stoffe, die sich leicht entzünden lassen, bilden den Kern des Lagerfeuers, beispielsweise Zeitungspapier. Danach folgen Schichten aus kleinen Ästchen, dickeren Ästchen und schließlich großen Holzstücken.

#### Aufgabenlösung:

Locker zerknüllte Papierseiten lassen sich rasch entfachen. Eine zusammengefaltete Zeitung brennt nur an den Rändern, da nur wenig Luft Zutritt zum brennbaren Stoff hat.

#### V2

**a)** Das Zeitungspapier, die Papiertüte und das Schreibpapier fangen schnell Feuer. Dicke Holzscheite und Holzkohle lassen sich kaum über der Kerzenflamme entzünden.

**b)** Das angefeuchtete Brennmaterial ist sehr schwer entflammbar, brennt schlecht und bildet Rauch.

#### Aufgabenlösungen:

##### 1.

- Zeitungspapier
- Papiertüte
- Schreibpapier
- Heu
- Stroh
- dünne Ästchen
- dicke Ästchen
- Watte
- Tannenzapfen
- Holzscheite
- Holzkohle

(Die Reihenfolge der Brennmaterialien kann je nach Zerteilungsgrad der Stoffe, Feuchtigkeit des Brennmaterials etc. geringfügig variieren.)

**2.** Die Brandreste bestehen überwiegend aus grau-weißer Asche.

**3.** Mit einem Blasebalg kann man das Feuer mit mehr Luft versorgen. Schwer entzündliche Stoffe flammen dann auf. Die Luft ist also förderlich für die Verbrennung.

**V3** Sobald ausreichend Sand auf die Feuerstelle gehäuft wurde, erlischt das Feuer.

**Aufgabenlösungen:**

1. Ein Feuer ist erst dann vollständig gelöscht, wenn in der Asche keine Glut mehr vorhanden ist.
2. Kommt starker Wind auf, kann sich ein Feuer wieder entzünden.
3. Die Brandwache beobachtet die Brandstelle, damit z. B. Glutnester durch plötzlich auftretende Winde nicht wieder entfacht werden.

**Zur Aufgabe**

**A1** Ein Lagerfeuer darf nur an einem genehmigten Platz entzündet werden. Die Gemeindeverwaltung oder auch die Forstverwaltung gibt Auskunft.

### 3.3 Ein Feuer entsteht (S. 108/109)

**Zu den Versuchen**

**V1** Beim Erhitzen der Metall- oder Ceranplatte von unten entflammen zuerst die Zündhölzer, danach beginnen Pappe, Holz und Kohle zu rauchen.

**V2** Die Flammtemperatur von Heizöl liegt unter 55 °C; je nach Zusammensetzung des Öls kann sie unterschiedlich sein.

**Zusatzinformationen:**

**Flammtemperaturen von brennbaren Flüssigkeiten**

Die Flammtemperatur ist die niedrigste Temperatur bei einem Luftdruck von 1013 hPa, bei der sich aus einer Flüssigkeit genügend Dämpfe entwickeln, die mit der Luft über dem Flüssigkeitsspiegel ein durch Fremdzündung entflammbares Gemisch bilden.

**Beispiele für Flammtemperaturen**

Brennbarer Stoff	Flammtemperatur
Benzin (Fahrbenzin)	– 40 °C
Aceton	19 °C
Brennspiritus	16 °C
Terpentinöl	35 °C
Dieselmotorenkraftstoff	> 55 °C
Stearin (Kerzenwachs)	196 °C
Olivenöl	225 °C

**Entzündungstemperatur eines Stoffes**

Ein Stoff kann sich entzünden, ohne dass dazu eine Flamme notwendig ist. Die Mindesttemperatur, die unter Normbedingungen zum Herbeiführen des Entzündens erforderlich ist, wird Entzündungstemperatur (oder Zündtemperatur) genannt. Die Zündtemperatur ist die niedrigste Temperatur einer erhitzten Wand oder Oberfläche, an der ein brennbarer Stoff in Berührung mit Luftsauerstoff nach kurzzeitiger Einwirkung (höchstens 5 Minuten nach DIN-Norm) gerade noch zum Brennen angeregt wird.

**Beispiele für Zündtemperaturen**

Brennbarer Stoff	Zündtemperatur
Benzin (Fahrbenzin)	220 °C
Terpentinöl	240 °C
Dieselmotorenkraftstoff	220 bis 350 °C
Stearin (Kerzenwachs)	395 °C
Brennspiritus	425 °C
Olivenöl	440 °C
Aceton	540 °C

**V3** Beim richtigen Mengenverhältnis kommt es zur Explosion. Im abgedunkelten Raum ist eine Flammenbildung gut zu beobachten. Ein zu „fettes“ oder zu „mageres“ Gemisch zündet nicht.

**Zusatzinformation:**

**Explosionsvorgänge**

- a) Verpuffung ist eine schwache Explosion, die nur mit geringer Druckentwicklung und schwacher Geräuschwirkung verläuft. Die Zündung schreitet in der Größenordnung von cm/s fort.
- b) Explosion ist eine schnell verlaufende Reaktion unter plötzlicher starker Wärme- und Druckentwicklung. Sie ist meist mit grellem Lichtblitz und heftigem Knall verbunden. Die Zündung schreitet in der Größenordnung von m/s fort.
- c) Detonation ist eine auf das äußerste gesteigerte Explosion. Der Vorgang verläuft mit Überschallgeschwindigkeit. Die Zündung schreitet in der Größenordnung von km/s fort.

**V4** Die Staubexplosion wird mit einem im Handel erhältlichen Modellsilo durchgeführt.

**Zu den Aufgaben**

**A1** Um ein Feuer zu machen, werden ein brennbarer Stoff und ein Mittel zum Entzünden des brennbaren Stoffes benötigt, in der Regel Streichhölzer oder ein Feuerzeug. Auch Luft könnte hier genannt werden. Da die Anwesenheit von Luft für die Schülerinnen und Schüler jedoch selbstverständlich ist, ist eine Erwähnung nicht zwingend erforderlich.

**A2** Ein Lagerfeuer sollte schichtweise und locker aufgebaut sein. Die unterste Schicht besteht aus Papier oder Stroh, darüber legt man z. B. Holzspäne oder dünne Ästchen, anschließend größere Holzstücke. So kommt es zu einer stufenweisen Entzündung des Brennmaterials. Die lockere Schichtung stellt eine ausreichende Luftzufuhr sicher.

**A3**

fest	flüssig	gasförmig
Papier	Heizöl	Erdgas (vor allem Methan)
Holz	Brennspiritus	Feuerzeuggas (Butan)
Kohle	Benzin	Campinggas (Propan)
Pappe	Diesel	Wasserstoff
Wachs	Petroleum	
Torf		

**A4** Beim Gasbrenner werden die drei Bedingungen für eine Verbrennung erfüllt:

1. Der brennbare Stoff ist das Gas, das am Brennerrohr ausströmt.
2. Die Anwesenheit von Luft kann mit der entsprechenden Einstellschraube reguliert werden.
3. Die Zündtemperatur des Gases wird mit einem brennenden Streichholz, einem Feuerzeug oder einem Gasanzünder erreicht.

**A5** Das Diskussionsergebnis ist offen, da es auch in der Literatur keine einheitliche Meinung darüber gibt, ob der Zerteilungsgrad zu den Bedingungen einer Verbrennung zählt oder nicht. Auch in Schulbüchern wird daher manchmal ein Verbrennungsviereck dargestellt. Das hier abgebildete Verbrennungsdreieck ist allerdings die Regel. Zerteilungsgrad und Verbrennung stehen zwar in einem engen Zusammenhang, aber man findet auch Beispiele, bei denen der Zerteilungsgrad keine Rolle für die Verbrennung spielt: Bei Waldbränden können sich trockene Bäume aufgrund der großen Hitzeentwicklung förmlich explosiv entzünden. Auch mit einem großen und gut brennenden Lagerfeuer ist es möglich, einen größeren Baumstamm zu entzünden. Dies liegt daran, dass die Temperatur des Feuers weit über der Zündtemperatur des brennbaren Stoffes liegt. Insofern sollten die Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Diskussion eher zu dem Schluss kommen, den Zerteilungsgrad nicht zu den Bedingungen einer Verbrennung zu zählen. Dass eine Verbrennung stattfindet, können sie alleine auf die drei behandelten Bedingungen zurückführen.

### 3.4 Versuche mit einer Kerze (S. 110)

#### Zu den Versuchen

**V1** Nach dem Entzünden eines kalten Dochtes muss das feste Wachs erst geschmolzen und verdampft werden, bevor eine Kerzenflamme entsteht. Das flüssige Wachs steigt im Docht nach oben und verdampft. Wird die Flamme ausgepustet, verbrennen die Wachsdämpfe nicht mehr, steigen aber weiterhin nach oben. Sie können oberhalb des Dochtes mit einem Streichholz entzündet werden. Diese Wachsdampf Flamme schlägt dann zurück auf den Docht, sodass die Kerze sich wieder entzündet. Die Streichholzflamme muss also den Docht nicht direkt berühren.

#### Aufgabenlösung:

Man kann die Kerze ohne Berührung des Dochts aus der Ferne entzünden. Die Überschrift „Fernzündung“ ist also passend.

**V2** Die Wachsdämpfe am Docht werden über das Röhrchen abgeleitet und können deshalb am Rohrende wieder entzündet werden.

#### V3

a) Ohne Luftzufuhr erlischt die Kerze nach kurzer Zeit.

b) Ist Frischluftzufuhr gewährleistet, brennt die Kerze ruhig weiter. Zusätzlich können bei diesem Versuchsaufbau die Verbrennungsgase nach oben entweichen.

**V4** Im unteren und mittleren Bereich der Kerzenflamme werden nur die Ränder des Holzstäbchens schwarz. Die Temperaturen im Flammensaum und im äußeren Bereich der Kerzenflamme sind höher, deshalb verkohlt bzw. entzündet sich das Holz hier schneller als im Flammenkern. Im Flammenkern findet keine Veränderung des Holzstäbchens statt.

#### Hinweis:

Die Temperaturzonen einer Kerzenflamme sind von innen nach außen abgestuft. Die Temperatur im Flammenkern liegt bei etwa 800 °C (bläuliche Flamme). Im gelblichen Teil der Flamme liegt die Temperatur bei ca. 1000 °C. Im unsichtbaren Flammensaum ist die Temperatur mit ca. 1400 °C am höchsten.

#### Zur Aufgabe

**A1** Aus den Versuchen kann man schlussfolgern, dass bei einer Kerze die Dämpfe des Wachses brennen. Besonders deutlich wird das im Versuch 2 („Tochterflamme“), da hier die weißen Wachsdämpfe deutlich aus dem Rohrende herausströmen, bevor sie mit dem brennenden Streichholz entzündet werden. Das Kerzenwachs wird also zuerst flüssig, steigt dann aufgrund von Kapillarkräften im Docht nach oben und verdampft schließlich am Dochtende, wo es verbrennt.

### 3.5 Eine Kerze verbrennt (S. 111)

#### Zum Versuch

**V1** Im gekühlten U-Rohr kondensiert eine Flüssigkeit. Sie kann nach Abschluss des Versuchs mit Watesmopapier als Wasser identifiziert werden. Beim Durchleiten der Verbrennungsgase durch das Kalkwasser wird dieses milchig trüb, ein Nachweis für Kohlenstoffdioxid. Beim Verbrennen des Teelichts (Paraffin) entstehen Wasser und Kohlenstoffdioxid.

#### Zu den Aufgaben

**A1** Die beiden Verbrennungsprodukte einer Kerze sind Wasser(dampf) und Kohlenstoffdioxid.

**A2** Das Nachweismittel für Kohlenstoffdioxid ist Kalkwasser. Wenn man Kohlenstoffdioxid in Kalkwasser einleitet, kommt es zu einer Trübung des Kalkwassers. (Die Trübung wird durch schwerlösliches Calciumcarbonat hervorgerufen:  $\text{CO}_2 + \text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ )

**A3** Mit der Wasserstrahlpumpe wird in der Apparatur ein Sog erzeugt, durch den die Verbrennungsgase der Kerze angesaugt werden. Auf diese Weise werden sie zügig in das U-Rohr und schließlich in die Waschflasche mit Kalkwasser geleitet.

### 3.6 Verbrennung, eine Stoffumwandlung (S. 112)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Im Text werden die Verbrennungsprodukte einer Kerze und die eines Lagerfeuers genannt: Kohlenstoffdioxid und Wasser.

**A2** In Haushalten und in der Industrie werden jeden Tag Brennstoffe wie Erdgas, Heizöl, Kohle und Holz verbrannt, um Energie in Form von Wärme freizusetzen. Die Wärme wird beispielsweise zum Heizen von Räumen und für die Warmwasserversorgung genutzt. (Bei einem Kamin wird neben der Wärme auch eine angenehme Atmosphäre erzeugt, hervorgerufen durch das Flammenspiel und die entstehenden Lichteffekte.) Bei einem Verbrennungsmotor wird die freigesetzte Energie als Bewegungsenergie genutzt. In einem Kohlekraftwerk wird mittels der freigesetzten Wärmeenergie Wasserdampf erzeugt, der zur Erzeugung von elektrischem Strom die Turbine eines Generators antreibt.

**A3** Da Asche aus den Bestandteilen des Holzes besteht, die nicht brennbar sind und die als Verbrennungsrückstand übrig bleiben, müssen die Schülerinnen und Schüler zu dem Schluss kommen, dass die Asche nicht brennen kann.

#### Hinweis:

Die Diskussion kann wieder aufgegriffen werden, wenn zu einem späteren Zeitpunkt der Aspekt „Katalysator und chemische Reaktion“ behandelt wird. Als Schauversuch bietet sich hier das Entzünden eines Zuckerwürfels an. Dies funktioniert erst, nachdem Asche auf den Zuckerwürfel gestreut wurde, da die Asche Mineralstoffe enthält, die als Katalysator wirken. So kann erneut die Frage aufkommen, ob der Zucker oder die aufgestreute Asche brennt.

### 3.7 Die chemische Reaktion (S. 113)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Bei einer chemischen Reaktion findet eine Stoffumwandlung statt. Aus Ausgangsstoffen (Edukten) entstehen andere Stoffe (Produkte) mit anderen Eigenschaften.

**A2** Beim Braten, Backen und Kochen finden chemische Reaktionen statt, die Stoffe verändern sich dauerhaft. Die dabei entstehenden Stoffe können sich im Aussehen, in der Farbe, im Geruch, im Geschmack und in der Beschaffenheit unterscheiden.

### 3.8 Die Zusammensetzung der Luft (S. 114)

#### Zu den Aufgaben

#### **A1**

1. Stickstoff (78,08%)
2. Sauerstoff (20,95%)
3. Edelgase (0,93%)
4. Kohlenstoffdioxid (0,04%)

**A2** Der Nachweis von Sauerstoff erfolgt mit der Glimmspanprobe. Dabei wird ein glimmender Holzspan in einen Behälter mit Sauerstoff gehalten. Der Holzspan entzündet sich sofort.

**A3** Den Hauptteil der Edelgase in der Luft macht Argon aus. Argon wird vor allem als Schutzgas beim Schweißen verwendet, findet sich aber auch als Füllgas von Glühlampen. Die anderen Edelgase kommen nur in Spuren in der Luft vor: Neon, Helium, Krypton und Xenon. Neon wird vor allem in Leuchtröhren und Glühlampen verwendet, Helium als Füllgas von Ballonen und als Bestandteil von „Taucherluft“, Krypton findet sich ebenfalls hauptsächlich als Füllgas von Glühlampen und Xenon wird in Blitzgeräten und Xenonlampen verwendet.



### 3.9 Holz verkohlen (S. 115)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Die Holzkohle, die die Köhler herstellten, war ein begehrtes Gut. Sie wurde für die Gewinnung von Metallen aus Erzen gebraucht (Verhüttung), vor allem für die Eisenherstellung. Anschließend benötigte man Holzkohle für die Weiterverarbeitung des Eisens in der Schmiede zur Erzeugung hoher Temperaturen. Weiterhin war Holzkohle für die Herstellung von Schwarzpulver notwendig.

**A2** Der Meiler musste an einem windgeschützten Ort stehen, da er auf keinen Fall von einem heftigen Windstoß getroffen werden durfte. Andernfalls bestand die Gefahr, dass das Holz des Meilers Feuer fing, anstatt langsam zu verkohlen. Daher wurde der Meiler immer auch in der Nähe eines Baches gebaut, um im Notfall den Meiler abkühlen bzw. löschen zu können – auch wenn die Chancen dafür sehr gering waren, wenn der Meiler einmal brannte. Abgesehen davon benötigte man das Wasser am Ende des Verkohlungsprozesses zum Abkühlen der heißen Holzkohle.

**A3** Der gesellschaftliche Nutzen der Arbeit eines Köhlers war groß. Holzkohle wurde zur Herstellung begehrter Stoffe wie Eisen und Schwarzpulver dringend benötigt. Besonders in Kriegszeiten war die Herstellung von Eisen für Waffen und die Produktion von Schwarzpulver zur Verwendung als Schießpulver sehr gefragt. Daneben wurde das mithilfe der Holzkohle gewonnene Eisen auch für friedliche Zwecke genutzt, beispielsweise zur Herstellung von Werkzeugen. Holzkohle war also auch für den technischen Fortschritt von Bedeutung.

Dagegen war die gesellschaftliche Stellung des Köhlers eher schlecht. Köhler verbrachten einen großen Teil ihrer Zeit im Wald und damit im wahrsten Sinne des Wortes am Rande der Gesellschaft. In dieser Zeit führten sie ein karges und entbehrungsreiches Leben. Sie bewohnten provisorisch aufgestellte Hütten und schliefen in ihrer Arbeitskleidung, da sie ständig – auch nachts – den Meiler kontrollieren mussten. Sie litten daher an Schlafmangel und vermutlich auch an Angstzuständen aufgrund von Einsamkeit und wilden Tieren. Zusätzlich hatten sie häufig Brandnarben aufzuweisen. Die Köhler machten also keinen sehr gepflegten Eindruck. Holzkohle war für die Gesellschaft zwar sehr begehrt, ein engerer Kontakt zum Köhler wurde aber von weiten Kreisen der Bevölkerung in der Regel nicht gesucht.

### 3.10 Brandbekämpfung (S. 116/117)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Für die Entstehung eines Feuers müssen drei Bedingungen erfüllt sein. Erstens muss ein brennbarer Stoff vorhanden sein. Zweitens muss der brennbare Stoff entzündet werden. Dies geschieht, wenn seine Zündtemperatur erreicht wird. Drittens muss genügend Luft vorhanden sein, damit der brennbare Stoff brennen kann.

**A2** Wasser ist das Löschmittel, mit dem man auf zwei unterschiedlichen Wegen einen Brand bekämpfen kann.

Durch den Einsatz von Wasser wird die Temperatur eines Brandes unter die Zündtemperatur des brennbaren Stoffes herabgesenkt. Außerdem ist Wasser dazu in der Lage, einen Brand zu ersticken. Dies geschieht dadurch, dass das Wasser verdampft, sobald es auf das heiße Feuer trifft. So wird die Luft um das Feuer verdrängt.

#### A3

<b>Brandklasse A</b>	Brände fester Stoffe wie z.B. Holz, Kohle, Papier, Stroh, Faserstoffe, Textilien
<b>Brandklasse B</b>	Brände flüssiger oder flüssig werdender Stoffe wie z.B. Benzin, Heizöl, Diesel, Alkohol, Ether, Wachs, Harze, Teer
<b>Brandklasse C</b>	Brände von Gasen wie z.B. Erdgas, Stadtgas, Methan, Propan, Acetylen, Wasserstoff

**A4** In einem Chemieraum befindet sich immer ein Feuerlöscher, meistens ein Kohlenstoffdioxid-Löscher. Kohlenstoffdioxid ist schwerer als Luft. Es breitet sich über den Brand aus und unterbricht damit die Luftzufuhr. Häufig findet sich auch eine Löschdecke im Chemieraum. Mit ihr wird ein Brand erstickt, indem sie über den Brand gelegt wird. Manchmal kann man in Chemieräumen auch noch einen Behälter mit Löschsand finden. Auch der Löschsand dient der Unterbrechung der Luftzufuhr.

**A5** Beim Löschen eines Fettbrandes mit Wasser kommt es aufgrund der hohen Temperatur des brennenden Fettes (ca. 400 °C) zu einem schlagartigen Verdampfen des Wassers. Aus 1 Liter Wasser entsteht ein Volumen von ca. 1700 Litern Wasserdampf. Dieser steigt auf und reißt dabei das brennende Fett mit sich. Dadurch wird auch der Zerteilungsgrad des Fettes erhöht. Die Folge ist eine Flamme mit verheerenden Auswirkungen. Häufig weist die Person, die das Wasser als Löschmittel benutzte, (zum Teil hochgradige) Verbrennungen auf. In der Regel ist auch die Küche zu einem großen Teil beschädigt und muss ersetzt werden. Es kann sogar passieren, dass die Flamme in die Dunstabzugshaube schlägt und dort alte Fettablagerungen zum Entzünden bringt. Das Feuer kann sich in diesem Fall ausbreiten und weiteren Schaden anrichten. Die beste Methode zum Löschen eines Fettbrandes ist das Unterbrechen der Luftzufuhr. In der Küche kann man sich dafür einen entsprechend großen Topfdeckel nehmen und zügig auf die Pfanne mit dem brennenden Fett legen. Dadurch wird der Fettbrand erstickt. Hat man einen solchen Deckel nicht zur Hand, hilft auch Sand oder Kochsalz beim Erstickten des Brandes.

**A6** Die Schneise muss breit genug sein, damit es im Falle eines Waldbrandes nicht durch Funkenflug oder durch die große Hitzeeinwirkung zur Entzündung der Bäume auf der unversehrten Seite des Waldes kommt. Schließlich soll an der Schneise der Waldbrand durch die Entziehung des Brennstoffes zum Erliegen kommen.

**A7** Brennen die Kleider eines Menschen, so ist die Unterbrechung der Luftzufuhr das geeignete Mittel zur Brandbekämpfung. Dazu kann die brennende Person in eine Löschdecke eingewickelt werden.

### 3.11 Brandgefahren kennen (S. 118/119)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Die häufigste Brandursache in privaten Haushalten sind defekte Elektrogeräte. Die größte Gefahr geht dabei von Heizlüftern, Heizkissen, Heizdecken und Bügeleisen aus. Auch Unachtsamkeit bei der Benutzung von Streichhölzern und Kerzen ist häufig eine Brandursache. Gerade an Weihnachten und Silvester geht eine besondere Gefahr von Weihnachtsbäumen mit echten Kerzen und Feuerwerkskörpern aus. Eine angeschaltete Herdplatte, die vergessen wurde, kann beispielsweise einen Fettbrand verursachen. Auch der Einschlag eines Blitzes kann für einen Brand verantwortlich sein.

**A2** Bei einer Brandmeldung soll man möglichst ruhig und deutlich sprechen. Nachdem der Name genannt wurde, sagt man zuerst, wo es brennt und was brennt. Möglicherweise kann man auch Angaben über Verletzte machen und über die Art der Verletzungen. Auf jeden Fall muss man auf Rückfragen warten.

**A3** Wenn in einer Wohnung oder in einem Wohnhaus nachts ein Brand ausbricht und die dort wohnenden Personen schlafen, können diese Personen den entstehenden Rauch nicht riechen, da im Schlaf der Geruchssinn des Menschen nicht aktiv ist. Sie werden also durch ihre Sinne nicht gewarnt und sterben zumeist an einer Rauchvergiftung und nicht am Feuer selbst. Bereits drei Atemzüge von hochgiftigem Brandrauch können tödlich sein. Zumeist verlieren die Opfer durch das Einatmen von Rauch ihr Bewusstsein und ersticken dann. Daher ist ein Rauchmelder so wichtig. Der Rauchmelder gibt bei einem Brand einen so eindringlichen Alarmton ab, dass man davon auf jeden Fall geweckt wird. Die Zeit sollte dann reichen, um andere Bewohnerinnen und Bewohner zu wecken und die Wohnung lebend zu verlassen.

**A4** Zehn Bundesländer haben eine Rauchmelderpflicht für private Haushalte bereits gesetzlich geregelt: Hessen, Rheinland-Pfalz, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Bremen, Hamburg, das Saarland und seit 2012 auch Niedersachsen. Zum Teil gibt es noch Übergangsregelungen, zum Teil ist die Installation von Rauchmelder aber tatsächlich bereits verpflichtend.

**A5** Man kann bei der Besprechung der Ergebnisse darauf eingehen, wo die sinnvollsten Installationsorte für Rauchmelder sind, und diese mit den von den Schülerinnen und Schülern vorgetragene Orten vergleichen. Rauchmelder werden an der Zimmerdecke montiert, wobei sie mindestens 1 m von Wänden und Ecken entfernt sein sollten. In jedem Schlaf- und Kinderzimmer sollte sich auf jeden Fall ein Rauchmelder befinden. Wichtig sind auch Rauchmelder im Flur oder in der Diele, in der Küche (allerdings nicht direkt über dem Herd) und im Wohnbereich. Wenn das Haus einen Keller aufweist, werden sich in Räumen mit elektrischen Geräten auch Rauchmelder anbieten.

### 3.14 Waldbrand (S. 122)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Die erste Stufe eines Waldbrandes ist immer ein Bodenfeuer. Wenn dieses Feuer bei trockenen Bäumen hoch in die Wipfel schlägt beginnt die zweite Stufe eines Waldbrandes: das Wipfelfeuer. Wird das Wipfelfeuer nicht aufgehalten, kann es mit dem Bodenfeuer zur dritten Stufe eines Waldbrandes werden, dem Flächen- oder Totalbrand.

**A2** Unachtsamkeiten sind beispielsweise weggeworfene Zigarettenkippen und Streichhölzer, aber auch Lagerfeuer, die eigentlich verboten sind. Brände können auch durch heiße Katalysatoren von Autos verursacht werden, wenn diese auf Waldboden oder dem Wald nahegelegene, trockene Rasenflächen geparkt werden. Das Entzünden von trockenem Gras oder Laub durch Sonnenlicht, das durch weggeworfene Glasflaschen oder daraus resultierenden Glasscherben gebündelt wird, ist dagegen nicht möglich.

**A3** Die meisten Waldbrände entstehen im Frühjahr, häufig im April. Gründe dafür sind dürres, ausgetrocknetes Pflanzenmaterial, zunehmende Erwärmung und sinkende Luftfeuchtigkeit. Die gefährlichsten Waldbrände brechen im Hochsommer aus, bei Tagestemperaturen über 28 °C, nach einer längeren Schönwetterperiode mit ausgetrockneten Waldböden. Etwa 95 % aller Waldbrände werden von Menschen verursacht, beispielsweise durch weggeworfene Zigarettenkippen, Entzünden von offenem Feuer oder Funkenflug. Nur der kleinste Teil der Waldbrände entsteht auf natürliche Weise, z. B. durch Blitzschlag.

### 3.16 Explosionen (S. 124)

#### Zur Aufgabe

**A1** Beim Abbau und Transport der Kohle wird die Kohle mit Wasser bespritzt, sodass der Kohlestaub gebunden wird. Entstandener Kohlestaub wird abgesaugt. Kohlestaubexplosionen können auch Folge einer Explosion von Grubengasen (Methangasexplosion) sein. Die wichtigste vorbeugende Maßnahme ist deshalb eine gute Wetterführung durch Frischluftzufuhr und Luftaustausch, sodass keine zündfähigen Gaskonzentrationen entstehen. Sehr wichtig ist auch Kapselung elektrischer Bauteile und Anlagen, sodass die Zündung explosionsfähiger Gemische aus Grubengas oder Kohlestaub durch einen elektrischen Funken verhindert wird. (Rauchen unter Tage ist selbstverständlich strengstens verboten!)

### Zusammenfassung und Übung (S. 126)

#### Zu den Aufgaben

**A1** Für das Entstehen eines Feuers müssen drei Bedingungen erfüllt sein: Erstens muss ein brennbarer Stoff vorhanden sein. Zweitens muss der brennbare Stoff entzündet werden. Dies geschieht, wenn seine Zündtemperatur erreicht wird. Drittens muss genügend Luft vorhanden sein, damit der brennbare Stoff brennen kann.

**A2** Zum Nachweis von Sauerstoff wird die Glimmspanprobe durchgeführt. Dazu nimmt man einen glimmenden Holzspan und führt diesen in den Behälter mit dem zu untersuchenden Gas. Handelt es sich dabei um Sauerstoff, flammt der glimmende Holzspan auf.

**A3** Bei einer Brandmeldung soll man möglichst ruhig und deutlich sprechen. Zuerst nennt man seinen Namen, anschließend teilt man mit, wo es brennt und was brennt. Wenn möglich kann man auch Angaben über Verletzte und über die Art der Verletzungen machen. Am Ende sollte man auf Rückfragen warten.

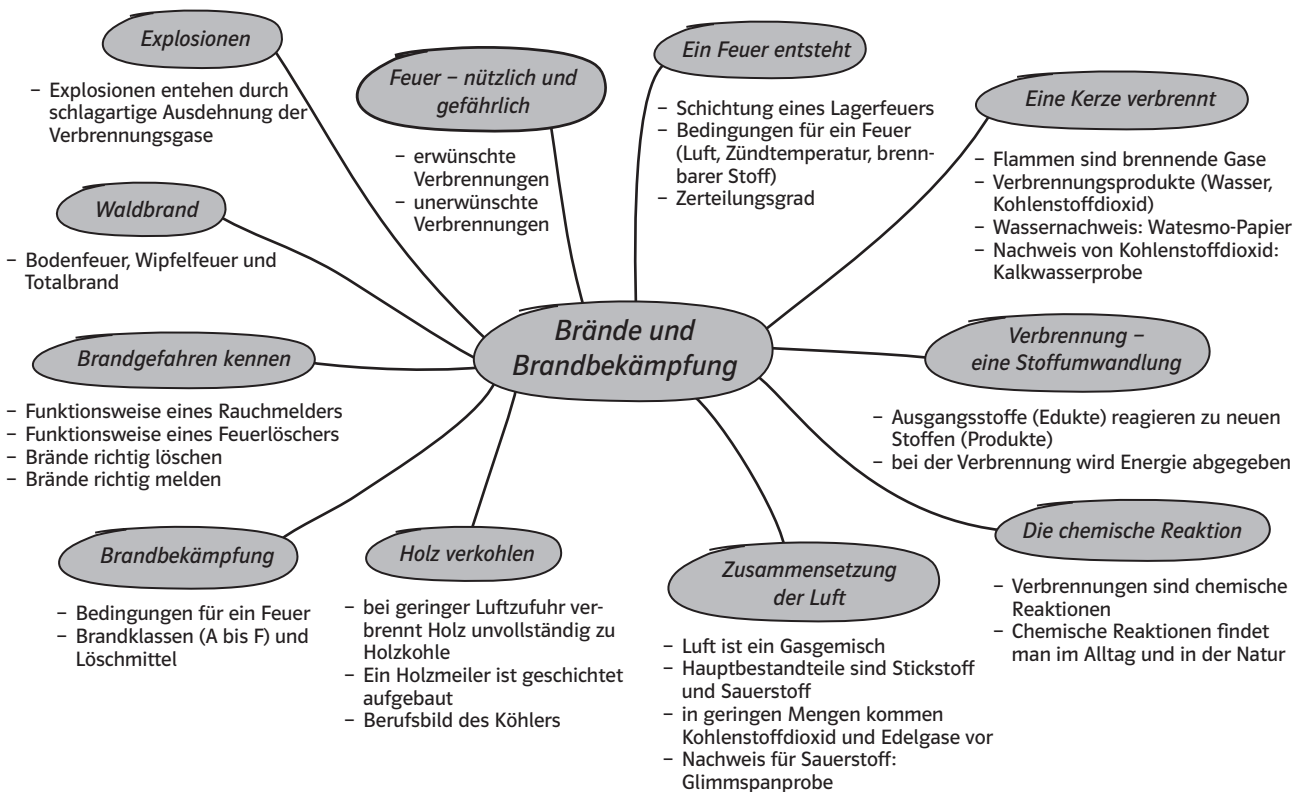
**A4** Das Reagenzglas wird durch die Brennerflamme immer heißer. Irgendwann ist es so heiß, dass die Zündtemperatur des Streichholzes erreicht ist und das Streichholz sich entzündet. Der Versuch zeigt, dass zum Entzünden eines brennbaren Stoffes dessen Zündtemperatur entscheidend ist und nicht etwa der Kontakt mit einer offenen Flamme.

**A5** Die Verbrennung von Benzin ist eine Stoffumwandlung. Benzin und Sauerstoff sind die Ausgangsstoffe der Stoffumwandlung. Benzin ist flüssig und hat einen intensiven, charakteristischen Geruch. Die Produkte der Stoffumwandlung sind Wasserdampf und Kohlenstoffdioxid. Kohlenstoffdioxid ist gasförmig und geruchlos. Auch Wasser ist geruchlos. Das Wasser kann flüssig oder als Wasserdampf in der Luft verteilt vorliegen.

**A6** Die beste Methode zum Löschen eines Fettbrandes ist das Unterbrechen der Luftzufuhr. In der Küche wird man sich dafür einen entsprechend großen Topfdeckel nehmen und zügig auf die Pfanne mit dem brennenden Fett legen. Dadurch wird der Fettbrand erstickt. Hat man einen solchen Deckel nicht zur Hand, könnte man den Brand auch mit Sand oder Kochsalz zum Erstickten bringen.

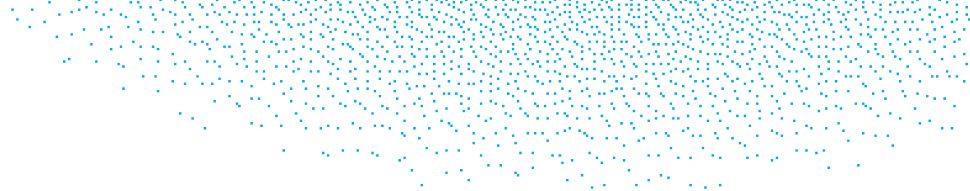
**A7** Zur Brandklasse B gehören flüssige oder flüssig werdende Stoffe wie Alkohol und Benzin. Brennendes Benzin würde aber auf dem Löschwasser schwimmen. Dadurch könnte sich der Brand sogar noch weiter ausbreiten.

**A8** Die angefügte Mindmap kann natürlich an die Bedürfnisse des einzelnen Schülers angepasst werden. Sie eignet sich auch, um eventuell ein Übersichtsposter zu gestalten, das beispielsweise im Klassenzimmer platziert werden kann.



**A9** Flammen sind brennende Gase oder Dämpfe. In einer Kerzenflamme verbrennt Wachsdampf, also gasförmiges Wachs. Es wird aus dem festen bzw. geschmolzenen Wachs immer wieder neu gebildet. Dafür sorgt die hohe Temperatur in der Flamme. Kupfer ist ein sehr guter Wärmeleiter. Stülpt man eine Kupferwendel, die etwa den Durchmesser der Kerzenflamme hat, über die Flamme, so wird sehr viel Wärme über das Kupfer abgeleitet. Dadurch wird die Temperatur des gasförmigen Wachses unter seine Zündtemperatur abgesenkt. Die Flamme erlischt. Nach kurzer Zeit wird auch das Wachs fest.

**A10** Am Anfang liegt das Wachs der Kerze (Brennstoff) im festen Aggregatzustand vor. Wird die Kerze entzündet, geht das feste Wachs zunächst in den flüssigen und dann am Dochtende in den gasförmigen Aggregatzustand über. Dort verbrennt dann das gasförmige Wachs. Es findet eine Stoffumwandlung statt. Aus dem Edukt Kerzenwachs entstehen die beiden Produkte Kohlenstoffdioxid und Wasser. Bei diesem Vorgang wird Energie in Form von Licht und Wärme frei.



**A11** Feuchtes Heu beginnt zu gären. Dabei entstehen brennbare Gase und Wärme. Wird die Zündtemperatur erreicht, kommt es zur Selbstentzündung.

**A12**

**a)** Kohlenstoffdioxid hat eine größere Dichte als Luft und sammelte sich deshalb unter Verdrängung der Luft am Boden der Grotte. Da Hunde und andere kleine Tiere nun dieses Gas einatmen, ersticken sie. Eine erwachsene Person „watet“ im Kohlenstoffdioxid, während ihr Kopf in die sauerstoffhaltige Luft ragt.

**b)** Der Kellermeister benutzt die brennende Kerze als „Warnsignal“ vor Erstickungsgefahr, da eine Kerzenflamme in Kohlenstoffdioxid erlischt. Wenn er die Treppe zum Gärkeller hinabsteigt, erlischt die in der Hand gehaltene Kerze, bevor er mit dem Kopf in das Kohlenstoffdioxid „eintaucht“.