

## Analyse von Feuerzeuggas

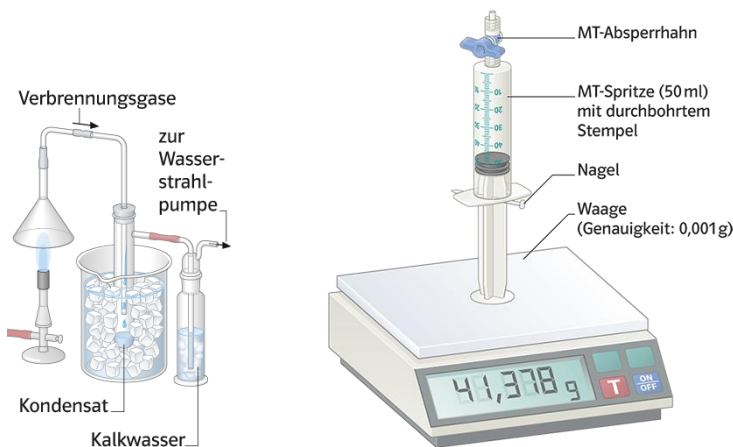
Im Handel werden Feuerzeuggase unterschiedlicher Zusammensetzung angeboten. Einige sollen reines Butan enthalten, andere geben Butan und Propan als Inhaltsstoffe an. In Experimenten kann Aufschluss über die Zusammensetzung eines Feuerzeuggases gewonnen werden.

Zunächst wird das Feuerzeuggas unter einem Glastrichter verbrannt. Die bei der Verbrennung gebildeten Stoffe werden durch die Apparatur nach B1 gesaugt. Nach kurzer Zeit kondensieren im eisgekühlten Reagenzglas kleine farblose Tröpfchen. Im Kalkwasser bildet sich ein weißer flockiger Niederschlag. Gibt man zu den farblosen Tröpfchen weißes Kupfersulfat, so wird dieses blau.

Im zweiten Schritt wird mithilfe einer Versuchsanordnung nach B2 die Dichte des Gases bestimmt, um die molare Masse des Feuerzeuggases zu ermitteln. 100 ml des Feuerzeuggases bei 20 °C und 1013 hPa haben die Masse  $m = 0,242\text{ g}$ .

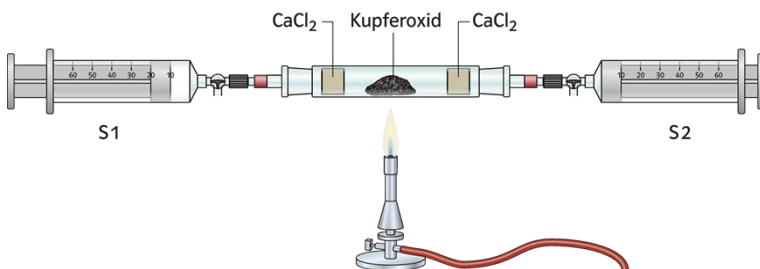
Im dritten Schritt der Analyse erfolgt eine quantitative Oxidation des Feuerzeuggases [B4]. In die Spritze S1 werden dazu 10 ml Feuerzeuggas geleitet. Das schwarze Kupfer(II)-oxid wird zum Glühen erhitzt. Anschließend wird das Feuerzeuggas durch das Quarzrohr mit dem glühenden Kupfer(II)-oxid in die Spritze S2 gedrückt und wieder zurückgeleitet. Dies geschieht so häufig, bis sich das Gasvolumen nicht mehr verändert. Dann lässt man die Apparatur abkühlen. Der überwiegende Teil des Feststoffes im Quarzrohr ist rot. Das Gasvolumen in der Apparatur, gemessen in S1, beträgt 40 ml. Das Calciumchlorid sieht feucht aus.

In einem weiteren Versuch wird das Feuerzeuggas gaschromatografisch untersucht und ein Chromatogramm erstellt [B5].



**B1** Verbrennung des Feuerzeuggases

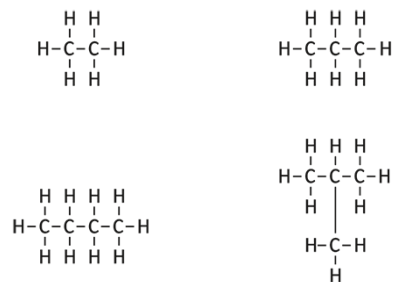
**B2** Ermittlung der Dichte



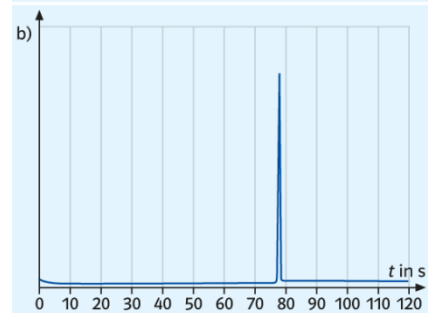
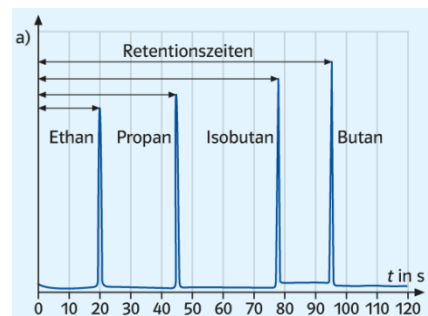
**B4** Oxidation des Feuerzeuggases

### Aufgaben

- 1 Werten Sie die beschriebene Versuchsreihe aus.
- ⊖ 2 Welches der beiden Gaschromatogramme gehört zu dem untersuchten Feuerzeuggas? Begründen Sie Ihre Entscheidung.



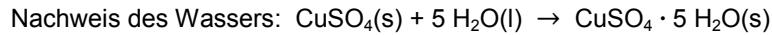
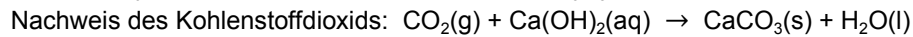
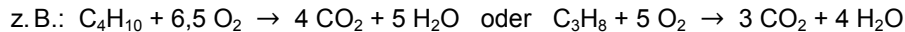
**B3** Strukturformeln von Alkan-Molekülen, die in vielen Feuerzeuggasen vorkommen



**B5** Gaschromatogramme

#### Analyse von Feuerzeuggas

- 1 Durch die Verbrennung des Feuerzeuggases unter dem Glastrichter und das Ableiten des Verbrennungsgases durch das eisgekühlte Glasrohr und das Kalkwasser wird nachgewiesen, dass bei der Verbrennung des Feuerzeuggases Kohlenstoffdioxid und Wasser gebildet werden.



Bestimmung der molaren Masse des Feuerzeuggases über die Dichte im zweiten Schritt:

Charakteristisch für gasförmige Stoffe ist, dass der Quotient aus dem Volumen und der Stoffmenge verschiedener Gase denselben Wert hat. Diesen Quotienten bezeichnet man als molares Volumen  $V_m$ .

Bei Normbedingungen (0 °C, 1013,25 hPa) ist das molare Volumen von Gasen  $V_m = 22,414 \text{ l/mol}$ .

Bei Zimmertemperatur (etwa 20 °C) und einem Luftdruck, der nicht weit vom Normdruck (1013,25 hPa) abweicht, kann mit dem Wert 24 l/mol gerechnet werden.

Es gelten die folgenden Größengleichungen:  $n = \frac{m}{M}$  und  $n = \frac{V}{V_m}$

Daraus ergibt sich:  $\frac{m}{M} = \frac{V}{V_m}$  und:  $M = \frac{m \cdot V_m}{V} = \frac{0,242 \text{ g} \cdot 24 \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1}}{0,1001} = 58 \text{ g/mol}$

Die molare Masse für Butan und Isobutan ist:  $M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58 \text{ g/mol}$ .

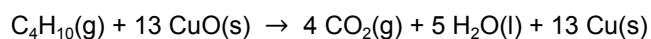
Die molare Masse für Propan ist:  $M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44 \text{ g/mol}$

Die quantitative Oxidation des Feuerzeuggases bestätigt, dass das Feuerzeuggas aus reinem Butan oder Isobutan oder einem Gemisch aus Butan und Isobutan besteht.

Nach dem Satz von AVOGADRO gilt, dass in gleichen Volumina verschiedener Gase gleich viele Teilchen enthalten sind, wenn gleicher Druck und gleiche Temperatur vorliegen.

Aus 10 ml Feuerzeuggas werden 40 ml Kohlenstoffdioxid gebildet.

Das Volumenverhältnis beträgt 40 ml(Kohlenstoffdioxid) : 10 ml(Feuerzeuggas) = 4, damit beträgt auch das Anzahlverhältnis  $N(\text{CO}_2) : N(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 4$ . Aus  $N$  Molekülen des Feuerzeuggases werden durch die Oxidation  $4 N$  Kohlenstoffdioxid-Moleküle gebildet.



Das bei der Oxidation gebildete Wasser wird vom Calciumchlorid gebunden.

Aus der Versuchsreihe geht hervor, dass das untersuchte Feuerzeuggas aus Butan oder Isobutan besteht.

- 2 Nur das Chromatogramm b) in B5 weist auf einen Stoff hin. Aus der Retentionszeit ergibt sich, dass es sich um Isobutan handelt.