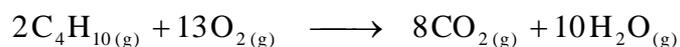


## Gruppe 2 – eigener Versuch

### Veränderung einer Kerzenflamme in Feuerzeuggas

#### Reaktion:



#### Zeitbedarf:

Vorbereitung: 10 min  
 Versuchsdurchführung: 5 – 10 min (abhängig von Wiederholungen des Versuchs)  
 Nachbereitung: 10 min

#### Chemikalien:

Chemikalien	Summen- formel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahren- symbole	Schuleinsatz (HessGiss)
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	100 mL (Gemisch)	12	(2)-9-16	F <sup>+</sup>	S 1  (wenn möglich Ersatz- stoffe verwenden)
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	100 mL (Gemisch)	12	(2)-9-16	F <sup>+</sup>	S 1
Iso-Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	100 mL (Gemisch)	12	(2)-9-16	F <sup>+</sup>	S 1

#### Geräte und Materialien:

- Kerze (am besten stabförmig)
- Stand- oder Messzylinder (nicht größer als 100 mL, ansonsten **Explosionsgefahr!**)
- Petrischale (ø ausreichend um die Öffnung des Zylinders abzudecken)
- Wasserbecken

### **Versuchsaufbau:**



Abb. 1: Kerze, Gaszylinder, Dose mit Feuerzeuggas.

### **Versuchsdurchführung:**

Eine stabförmige Kerze wird entzündet. Anschließend befüllt man einen 100 mL Stand- bzw. Messzylinder mit Feuerzeuggas (Gemisch aus Propan, Butan, Iso-Butan). Um dies unter Luftausschluss durchzuführen, geschieht die Befüllung in einem Wasserbecken. Nachdem der Zylinder mit dem Gas befüllt ist, wird der Boden mit einer Petrischale abgedeckt um einen frühzeitigen Gasaustausch zu vermeiden. Der Zylinder wird lotrecht mit der Öffnung nach unten gehalten. Die Petrischale wird langsam entfernt und der Zylinder ca. 10 cm über die brennende Kerze gestülpt. Nach wenigen Sekunden hebt man den Zylinder wieder an.

### **Beobachtungen:**

Die Kerzenflamme entzündet das Gas an der Öffnung des Stanzzylinders. Dabei schlagen die Flammen z. T. an der Außenseite des Zylinders hoch. Die Kerze erlischt, sobald sie im Innern des Zylinders ist. Dabei brennt das Feuerzeuggas weiter. Beim Entfernen des Zylinders wird die Kerze an der Gasflamme erneut entzündet.



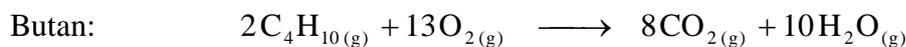
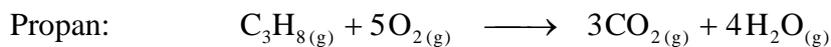
Abb. 2: Brennendes Feuerzeuggas, erloschene Kerze.

### Entsorgung:

Das verwendete Gas verbrennt rückstandsfrei. Es wird vollständig zu Kohlenstoffdioxid und Wasser umgesetzt, so dass keine zu entsorgenden Chemikalien anfallen.

### Fachliche Analyse:

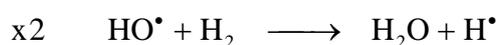
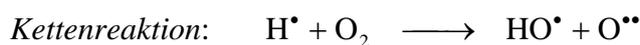
Feuerzeuggas besteht im Wesentlichen aus einem Gemisch von Propan, Butan und Iso-Butan. Der Anteil der jeweiligen Gase kann je nach Hersteller variieren. Alle drei Gase sind hochentzündlich. In Anwesenheit von Sauerstoff findet eine Redoxreaktion statt, wobei alle C-Atome der jeweiligen Verbindungen zu Kohlenstoffdioxid oxidiert werden. Dazu wird als Oxidationsmittel Sauerstoff benötigt.



Steht kein Sauerstoff zu Verfügung, so fehlt das Oxidationsmittel dieser Redoxreaktionen. Die Verbrennung kann nicht mehr aufrechterhalten werden. Somit erlöscht die Kerze, sobald sie von der reinen Gasatmosphäre im Innern des Zylinders umgeben war. Ausschließlich an der Kontaktfläche zur Luft, welche zu 20,95 % aus elementarem Sauerstoff besteht, brannten die Gase weiter. Damit sind Propan, Butan und Iso-Butan brennbar, unterhalten aber die Verbrennung (der Kerze) nicht.

Die Mischung von Propan, Butan und Iso-Butan mit Sauerstoff führt zur Bildung hochexplosiver Gasmischungen. Geschieht die Mischung mit dem Sauerstoff in einem dem jeweiligen Gas angepassten, idealen Verhältnis, so finden Verpuffungsreaktionen statt, welche mit der Knallgasreaktion vergleichbar sind. Dabei handelt es sich um Radikalkettenreaktionen.

Da dabei eine Vielzahl an Einzelreaktionen ablaufen, wird als Modell für eine solche Radikalkettenreaktion die Knallgasreaktion von elementarem Wasserstoff mit Elementarem Sauerstoff aufgeführt.



Um eine Verpuffung bzw. eine Explosion zu vermeiden wird empfohlen einen kleinen Mess- bzw. Standzylinder zu verwenden. Je geringer dabei der Durchmesser des Zylinders ist, desto kleiner ist die Grenzfläche der beiden Gase. Eine kleine Grenzfläche verringert die Möglichkeit zur Bildung explosiver Gasgemische.

### **Methodisch-didaktische Analyse:**

#### **1. Einordnung**

Der Versuch kann wie folgt in die Themengebiete des hessischen Lehrplans (G8) eingebettet werden.

<b>Jahrgangsstufe u. Unterrichtseinheit</b>	<b>Themengebiet</b>
7G.1	<u>Stoffe und ihre Eigenschaften:</u> Stoffe aus dem Alltag und aus der Chemiesammlung: untersuchen, charakterisieren und unterscheiden. Arbeitsweisen der Naturwissenschaften Chemie und Physik gegenüberstellen.
7G.2	<u>Verbrennungsvorgänge in Alltag und Umwelt:</u> Bedingungen für Verbrennungen / Brände / Explosionen kennen. Informieren, referieren über technische Vorkehrungen zum Feuerlöschen und Brandschutz. Beurteilen geeigneter Löschmaßnahmen.

#### **2. Aufwand**

Die verwendeten Geräte zählen zur Standardausrüstung einer chemischen Sammlung. Eine 200 -250 mL Dose Feuerzeuggas kostet etwa 2 – 3 € (2009). Da diese Gasmenge für eine große Anzahl an Versuchen reicht, verursacht das Experiment nur geringe Kosten. Durch die geringen Kosten, den einfachen Versuchsaufbau und die schnelle Versuchsdurchführung eignet sich das Experiment gut für den Einsatz in der Schule.

#### **3. Durchführung**

Achtet man darauf, dass der verwendete Zylinder nicht zu groß ist (max. 100 mL) so funktioniert der Versuch sehr zuverlässig. Die gewünschten Effekte (Entzünden des Gases, Erlöschen der Kerze, erneutes Entzünden der Kerze) sind eindeutig erkennbar. Der Versuch kann einfach und ohne großen Aufwand wiederholt werden, so dass alle Schüler die Möglichkeit haben die gewünschten Beobachtungen zu machen. Zwar sind alle verwendeten Gase nach HessGiss für Schülerexperimente ab der Sek. I zugelassen, dennoch kann ich diesen Versuch

nicht als Schülerversuch für diese Altersstufe empfehlen. Bei Unachtsamkeit können sich sehr schnell explosive Gasgemische bilden, die auch bei Verwendung kleiner Gasvolumina ein gewisses Gefahrenpotential bergen.

### **Literatur:**

- Versuchsvorschrift aus: M. Just, A. Hradetzky, **Chemische Schulexperimente, Band 4**, 2. Auflage, Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin, 1977.
- K. P. C. Vollhardt, N. E. Schore, **Organische Chemie, Dritte Auflage**, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2000.
- A. F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, **Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 102. Auflage**, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 2007.
- Reinhard Brückner, **Reaktionsmechanismen, 3. Auflage**, Elsevier GmbH, München, 2004.
- **HessGiss-Datenbank**, V 11.0 – 2006/2007.
- **www.dguv.de, GESTIS-Stoffdatenbank**, 2009.
- **Lehrplan Chemie, Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 7G bis 12G**, Hessisches Kultusministerium 2008.