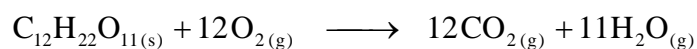


Gruppe 9 – vorgegebener Versuch

Verbrennung eines Gummibärchens in der Kaliumchlorat-Schmelze

Reaktion:



Zeitbedarf:

Vorbereitung: 15 min
 Versuchsdurchführung: 5 min
 Nachbereitung: 30 min

Chemikalien:

Chemikalien	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz (HessGiss)
Kaliumchlorat	KClO ₃	7 g	9-20/22-51/53	13-16-27-61	O, Xn, N	S 1 (*)
Gummibärchen	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁ (Saccharose)	1	-	-	-	S 1
Natriumthiosulfat-Lösung	Na ₂ S ₂ O ₃ · aq	nach Bedarf	-	-	-	S 1

(*) Ersatzstoffprüfung ist wichtig.

Geräte und Materialien:

- 1 x dickwandiges Reagenzglas
- Gasbrenner
- Feuerfeste, mit Sand gefüllte Schale
- Pinzette
- Pulvertrichter

Versuchsaufbau:

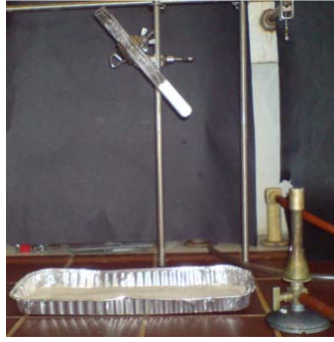


Abb. 1: Mit Kaliumchlorat befülltes Reagenzglas, feuerfeste, mit Sand befüllte Unterlage, Gasbrenner.

Versuchsdurchführung:

Es werden 7 g Kaliumchlorat in ein dickwandiges Reagenzglas gegeben und mit der Brennerflamme zur Schmelze gebracht. Nun wird mit einer Pinzette ein Gummibärchen vorsichtig in die Kaliumchlorat-Schmelze fallen gelassen.

Beobachtungen:

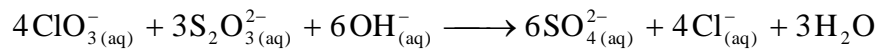
Beim Erhitzen mit dem Brenner begann das Kaliumchlorat zu schmelzen und bildete eine farblose Schmelze. Sobald das Gummibärchen in Kontakt mit dem Kaliumchlorat kam, begann es unter heller Flamme und starker Rauchentwicklung zu verbrennen. Zudem war ein zischendes Geräusch zu hören. Mit zunehmender Reaktionsdauer bildeten sich braune und schwarze Ablagerungen an der Reagenzglaswand. Während der Verbrennung wurde das Gummibärchen wild durch den unteren Teil des Reagenzglases gewirbelt.



Abb. 2: Das Gummibärchen verbrannte unter heller Flamme und heftiger Rauchentwicklung

Entsorgung:

Nach dem Abkühlen des Reagenzglases wurde das nicht umgesetzte Kaliumchlorat mit einer gesättigten, alkalischen Natriumthiosulfat-Lösung versetzt. Hierbei wird das Chlorat durch das Thiosulfat zu gefahrlosen Reaktionsprodukten reduziert. Die entstehende Lösung kann neutral in den Abguss gegeben werden.



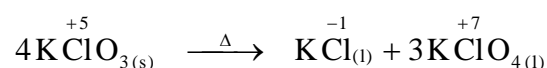
Fachliche Analyse:

Zucker, insbesondere Glucose ist ein wichtiger Energielieferant für den menschlichen Körper. Er wird unter anderem benötigt um den Hauptenergieträger des Körpers, das Adenosintri-phosphat (ATP) zu bilden. Im Blut ist Glucose in einer Konzentration von etwa 0,1 % enthalten. Insbesondere das Gehirn hat einen hohen Glucosemetabolismus und wird über den „Blutzucker“ direkt mit diesem Energieträger versorgt.

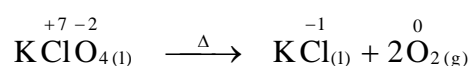
Da der Körper nicht in der Lage ist, Glucose und andere Zucker selbst synthetisieren zu können, müssen sie über die Nahrung aufgenommen werden. Ihr süßer Geschmack wird als sehr angenehm empfunden und ist in vielen Lebensmitteln entweder auf natürliche Weise enthalten oder wird zur Verbesserung des Geschmackes zugesetzt. Schon die Kleinsten erfreuen sich unter anderem am Traubenzucker, der in vielen Süßigkeiten enthalten ist. Auch Gummibärchen enthalten als Hauptbestandteil und Süßungsmittel Glucose und Saccharose. Durch den hohen Energiegehalt von Kohlenhydraten, führt übermäßiger Konsum von Süßigkeiten schnell zu Übergewicht. Über die „stille Verbrennung“ wird aus der Glucose über den Citronensäurecyclus und die Atmungskette die für den Körper benötigte Energie gewonnen. Dabei liefern 1 g Kohlenhydrat ca. 17,16 kJ Energie. Das energetische Potential von Zuckern (beim Gummibärchen 14,3 kJ/g) kann mit Hilfe von Kaliumchlorat sichtbar werden.

Wird pulverförmiges Kaliumchlorat im Reagenzglas bis zur Schmelze erhitzt und anschließend ein Gummibärchen hinzu gegeben, so findet eine heftige Reaktion statt. Dabei fungiert das Kaliumchlorat als Oxidationsmittel des Zuckers.

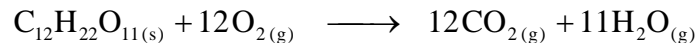
Durch das Erhitzen des Kaliumchlorats bis zur Schmelze disproportioniert dieses unter der Bildung von Chlorid und Perchlorat.



Bei noch stärkerem Erhitzen auf Temperaturen von etwa 400 °C zerfällt das so gebildete Kaliumperchlorat weiter in Kaliumchlorid und Sauerstoff.



Der auf diese Weise gelieferte gasförmige Sauerstoff unterhält nun als Oxidationsmittel die Verbrennung des Zuckers, indem er diesen zu Kohlenstoffdioxid oxidiert. Als zweites Verbrennungsprodukt wird Wasser gebildet.



Die Reaktion ist stark exotherm, so dass sie in Form einer hellen Flamme sichtbar wird. Die Reaktionsenthalpie beträgt $\Delta H = -5644 \text{ kJ/mol}$. Durch die hohen Temperaturen liegt auch das gebildete Wasser in Form von Wasserdampf vor. Die freigesetzten gasförmigen Produkte nehmen ein sehr viel größeres Volumen ein als die festen und flüssigen Edukte. Das Kohlenstoffdioxid und der Wasserdampf sorgen für einen heftigen Gasstrom, der aus dem Reagenzglas entweicht und damit das Gummibärchen zischend und brummend am Reagenzglasboden herumwirbelt. Der Wasserdampf ist als weißer, entweichender Rauch wahrnehmbar.

Da die Gummibärchen neben dem Zucker auch noch andere Inhaltsstoffe wie z. B. Gelatine aufweisen, kommt es zu weiteren Verbrennungsprodukten. Durch das N-Atom der Amino-Gruppen, die z. B. im molekularen Aufbau der Gelatine vorkommen, werden bei der Verbrennung auch toxische Stickoxide wie das $\text{NO}_{(g)}$ und das $\text{NO}_{2(g)}$ freigesetzt. Schließlich werden nicht alle Bestandteile des Gummibärchens sauber und vollständig verbrannt. Dadurch kommt es zu braunen und schwarzen Ablagerungen an der Reagenzglaswand. Bei den schwarzen Partikeln an der Gefäßwand handelte es sich um Russpartikel, also elementaren Kohlenstoff.

Dieser Versuch visualisiert auf eindrucksvolle Weise den hohen Energiegehalt von Süßigkeiten, indem die im Gummibärchen „gespeicherte“ Energie schlagartig freigesetzt wird. So wird für den Betrachter des Versuchs greifbar gemacht, weshalb übermäßiger Konsum von Süßigkeiten schnell zu Übergewicht führen kann.

Methodisch-didaktische Analyse:

1. Einordnung

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

Jahrgangsstufe u. Unterrichtseinheit	Themengebiet
7G.2	<u>Chemische Reaktionen und Energieumsatz</u> : Energiediagramme zu exothermen und endothermen Reaktionen aufstellen, Aktivierungsenergie erläutern.
11G.2	<u>Naturstoffe/ Kohlenhydrate</u> : Mono-, Di- und Polysaccharide: Vorkommen, Eigenschaften und Strukturen; Reaktionen/ Nachweisreaktionen; Bedeutung und Verwendung.
11G.2	<u>Identifizierung von Kohlenstoffverbindungen</u> : Qualitative und quantitative Nachweisverfahren für funktionelle Gruppen; Chemische Analyseverfahren zur Ermittlung der Summenformel und der Konstitutionsformel.
11G.2	<i>Fakultativ</i> : Energiespeicher und Gerüstsubstanz; Energiestoffwechsel (Fotosynthese/ Zellatmung).

2. Aufwand

Alle verwendeten Geräte zählen zum normalen Bestand einer Chemie-Sammlung. Für den Versuch wird die Verwendung eines dickwandigen, schwerschmelzbaren Reagenzglases empfohlen. Der Anschaffungspreis dieser Reagenzgläser liegt deutlich höher als der eines gewöhnlichen Reagenzglases. In der Regel kann das Reagenzglas nach Versuchsende gereinigt werden, so dass es für weitere Experimente zur Verfügung steht. Die Chemikalien werden nur in kleinen Mengen im Reagenzglasmaßstab benötigt, so dass der Versuch keine hohen Kosten verursacht. Der Versuch ist ohne Nachbereitung innerhalb einer Schulstunde durchführbar. Das nicht umgesetzte Kaliumchlorat muss nach Versuchsende zunächst abkühlen und aus dem Reagenzglas entfernt werden. Dieser Prozess, sowie die weitere Entsorgung mit einer angesäuerten Thiosulfat-Lösung können viel Zeit in Anspruch nehmen und sollten nach dem Unterricht durchgeführt werden. Der Versuch ist insgesamt gut für den Einsatz in der Schule geeignet.

3. Durchführung

Der Versuch funktioniert sehr zuverlässig. Das Abbrennen des Gummibärchens ist auch aus größerer Entfernung eindrucksvoll zu erkennen. Aufgrund der Entwicklung giftiger Gase und der großen freigesetzten Reaktionsenergie sollte der Versuch hinter einer Sicherheitsglas-scheibe und unter einem Abzug stattfinden. Alle verwendeten Chemikalien sind nach HessGiss für Schülerversuche ab der Sekundarstufe I freigegeben. Da der Versuch durch die heftige Reaktion ein großes Gefahrenpotential birgt, sollte der Versuch, wenn als Schülerversuch geplant, ausschließlich unter der Aufsicht des Lehrers durchgeführt werden.

Literatur:

- Versuchsvorschrift aus: **Praxis der Naturwissenschaften**, 5/44, 1995, 26.
- 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.
- **HessGiss-Datenbank**, V 11.0 – 2006/2007.
- www.dguv.de, **GESTIS-Stoffdatenbank**, 2009, Zugriff: 20.06.09.
- **Lehrplan Chemie, Gymnasialer Bildungsgang, Jahrgangsstufen 7G bis 12G**, Hessisches Kultusministerium 2008.