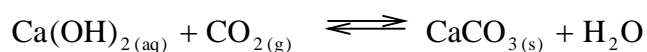


Gruppe 1 – Pflichtversuch

Qualitative Analyse: Nachweis von Kohlenstoff als Kohlendioxid

Reaktion:



Zeitbedarf:

Vorbereitung:	15 min
Versuchsdurchführung:	10 min
Nachbereitung	10 min

Chemikalien:

Chemikalien	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz (HessGiss)
Calciumhydroxid	$\text{Ca(OH)}_{2(s)}$	2-3 Sp.	41	22-24-26-39	Xi	S 1
Methanol	$\text{CH}_3\text{OH}_{(l)}$	ca. 6 mL	11-23/24/25-39/23/24/25	(1/2)-7-16-36/37-45	F, T	S 1
Ethanol	$\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}_{(l)}$	ca. 6 mL	11	(2)-7-16	F	S 1

Geräte und Materialien:

- großes Becherglas (mind. 600 mL)
- verschließbaren Messzylinder oder Standzylinder (mind. 500 mL)
- Glastrichter
- Filterpapier
- Verbrennungslöffel
- Schmelztiigel

Versuchsaufbau:



a)



Versuchsdurchführung:

Vorbereitend sind etwa 100 mL gesättigte Calciumhydroxid-Lösung herzustellen. Dazu gibt man etwa 2-3 Spatelspitzen des Calciumhydroxids in entionisiertes Wasser und filtriert diese Lösung, bis das Filtrat klar ist.

- a) Ein 600 mL Becherglas (oder größer) wird mit einer gesättigten Calciumhydroxid-Lösung gespült, so dass einige Tropfen der Lösung an der Gefäßwand haften bleiben. Nun befüllt man einen Schmelztiegel mit etwa 4 mL Ethanol (oder Methanol) und entzündet die Flüssigkeit. Das vorbereitete Becherglas wird nun mit der Öffnung nach unten über die Kerzenflamme gehalten. Dabei soll die Flamme nicht erstickt werden. Es wird lediglich das Verbrennungsgas mit dem Becherglas aufgefangen. Die Beobachtungen sind zu notieren.

- b) Etwa 2 mL Ethanol (oder Methanol) werden auf einen Verbrennungslöffel gegeben und entzündet. Der Verbrennungslöffel wird nun samt Flamme in einen 500 mL Messzylinder (oder Standzylinder) gehalten und langsam von oben nach unten abgesenkt. Nachdem die Flamme erloschen ist entnimmt man den Löffel und wiederholt diesen Vorgang noch ein bis zwei Mal. Nun befüllt man den Zylinder mit etwa 50 mL gesättigter Calciumhydroxid-Lösung. Der Zylinder wird verschlossen und gut geschüttelt. Die Beobachtungen sind zu notieren. Zum Vergleich führt man einen Referenzversuch ohne eine Verbrennung durch, da die Luft auch zu einem kleinen Teil $\text{CO}_{2(g)}$ enthält.

Beobachtungen:

- a) Es bildet sich Kondenswasser im Innern des Becherglases. Sobald das Becherglas etwas erwärmt ist geht der Kondenswasserfilm wieder in die Gasphase über. Die anfänglich klaren Tropfen der Calciumhydroxid-Lösung trüben sich allmählich. Nach etwa einer Minute sind die Tropfen milchig weiß.



Abb.: Trübe Flüssigkeitstropfen an der Gefäßwand.

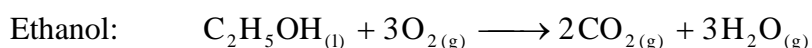
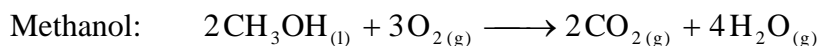
- b) Es bildet sich Kondenswasser im Innern des Zylinders. Die Flamme erlischt nach kurzer Zeit. Bei erneuter Zuführung der brennenden Flüssigkeit in den Zylinder kann die Verbrennung nur noch im oberen Teil des Gefäßes aufrechterhalten werden. Beim Befüllen des Zylinders mit der Calciumhydroxid Lösung wird die klare Flüssigkeit sofort getrübt. Schüttelt man den Zylinder, so wird die Trübung um ein vielfaches verstärkt. Beim Referenzversuch ist keine Trübung zu erkennen.

Entsorgung:

Der Filter mit Filterkuchen wird trocken in die Feststofftonne gegeben. Die Calciumhydroxid-Lösung wird neutralisiert und in den Ausguss gegeben.

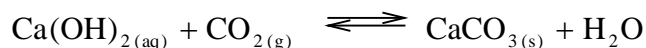
Fachliche Analyse:

Bei der Verbrennung von Ethanol bzw. Methanol werden $\text{CO}_{2(g)}$ und Wasser gebildet.



Beide Verbrennungsprodukte steigen als Gas in das Becherglas auf. Da das Becherglas zunächst auf Zimmertemperatur ist, kondensiert das Wasser und bildet einen dünnen Feuchtigkeitsfilm. Nach Aufheizen des Becherglases verdampft die dünne Feuchtigkeitsschicht erneut.

Das ebenfalls aufsteigende $\text{CO}_{2(g)}$ reagiert mit dem in den Tropfen gelösten Calciumhydroxid unter der Bildung von Kalkwasser.



Der entstehende weiße Niederschlag ist zunächst amorph (d. h. es existiert keine Fernordnung des Kristalls) und geht dann in Berührung mit der Lösung in die kristalline Form des Calcits (Kalkspat, Kalkstein) über.

Ein stärkerer Trübungseffekt kann beim Auffangen der Verbrennungsgase in einem Mess- bzw. Standzylinder beobachtet werden. Hierbei sinkt ein großer Teil des gebildeten $\text{CO}_{2(g)}$ in den unteren Teil des Standzylinders ab, da Kohlenstoffdioxid schwerer als die Hauptbestandteile der Luft ist. Auf diese Weise kann mit einer hohen $\text{CO}_{2(g)}$ Konzentration sowie mit einer größeren Menge an Calciumhydroxid-Lösung gearbeitet werden. Durch Ausschütteln wird die Grenzfläche von Gas zu Flüssigkeit vergrößert. Die Reaktion wird dadurch beschleunigt. Die beobachtbaren Effekte treten bei dieser Variante des Versuchs besser zum Vorschein.

Beim Referenzversuch kann keine Trübung wahrgenommen werden, da der $\text{CO}_{2(g)}$ Gehalt der Luft mit etwa 0,03 Vol.-% zu niedrig ist um einen sichtbaren Effekt herbeizuführen.

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	Stoffumwandlung, Experimentieren: Stoffumwandlung an charakteristischen Beispielen.
9G.2	Kalk, Kalkwasser, Kreislauf des Kalks
9G.3	Kohlenwasserstoffe als Stoffklasse
10G.1	Redoxreaktionen; ein Beispiel für eine Redoxreaktion einer Flüssigkeit mit einem Gas
11G.1	Alkanole, Eigenschaften von Alkanolen; ein Beispiel für die Verbrennung von Alkanolen

2. Aufwand

Für die Vorbereitung des Versuches werden etwa 15 min benötigt. Die Calciumhydroxid-Lösung muss frisch angesetzt werden, da die klare Lösung über einen längeren Zeitraum mit dem $\text{CO}_{2(g)}$ der Luft reagiert und die Lösung leicht trübt. Das Filtrieren der Lösung dauert dabei am längsten und kann parallel zum Unterrichtsgeschehen stattfinden. Der Versuchsaufbau ist schlicht gehalten, der Versuch einfach und schnell durchführbar. Die anfallenden Lösungen sind leicht alkalisch und schnell neutralisiert. Sie können Kosten sparend in den Abfluss gegeben werden. Der Versuch kommt ohne aufwendige Gerätschaften aus und benötigt nur geringe Mengen an Chemikalien. Damit ist das Experiment sehr preiswert und dieser Versuch gut in der Schule einsetzbar.

3. Durchführung

Der Versuch funktioniert sehr gut und stellt ein effektives Nachweisverfahren für $\text{CO}_{2(g)}$ da. Der Umschlag von klarer zu trüber Lösung geschieht sehr schnell und ist eindeutig erkennbar. Beschränkt man sich bei der Versuchsdurchführung auf die Verwendung von Ethanol, so sind alle Chemikalien nach Soester Liste freigegeben für Schülerexperimente. Damit muss man sich nicht auf Demonstrationsversuche beschränken. Im Vergleich von Methanol und Ethanol waren keine Unterschiede in der Intensität der beobachtbaren Effekte erkennbar. Damit sollte in der Schule auf den Einsatz von Methanol verzichtet werden.

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.
- **Organikum, 21. Auflage**, WILEY-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 2001.
- A. F. Holleman, E. Wiberg, N. Wiberg, **Lehrbuch der Anorganischen Chemie, 102. Auflage**, Walter de Gruyter & Co., Berlin, 2007.
- **www.dguv.de, GESTIS-Stoffdatenbank**, 2009, Zugriff: 18.05.09.