

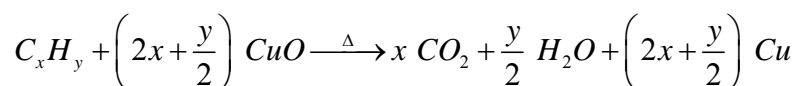
## Schulversuch-Protokoll

26.12.2007

Jan gr. Austing

1) **Versuchsbezeichnung:** *Halb-Quantitative Analyse eines Kohlenwasserstoffes-  
Bestimmung des Kohlenstoff-Anteils*

2) **Reaktionsgleichung:**



3) **Chemikalien:**

Stoffbezeichnung	Smp./Sdp. [°C]	Gefahren- symbole	R- und S- Sätze	Menge
CuO-Draht-Stückchen		Xn	R:22  S: 22	
Butan-Gas	-135/-0,5	F+	R: 12  S: 2-9-16	

4) **Geräte:**

- Bunsenbrenner
- Einwegspritzen, am besten mit mind. 60 ml Volumen, alternativ: Kolbenprober
- Quarzglasrohr
- Luftballon
- Vakuumschlauch
- Isolierband
- Glaswolle
- Glasstopfen, in Vakuumschlauch passend

## 5) Versuchsskizze/Foto(s):



## 6) Versuchsdurchführung/ Beobachtungen:

Es wurden mehrere Versuchsaufbauten ausprobiert, mehr dazu weiter unten. Erfolgreich war folgende Durchführung:

Ein Quarzrohr wird mit Kupferoxid-Draht-Stückchen beschickt und an beiden Seiten mit Glaswolle abgeschlossen. Über das eine Ende wird ein Stück Vakuumschlauch von ca. 8 cm Länge gestülpt, in das offene Ende des Schlauches wird ein passender (gasdicht sitzender!) Glastopfen gesteckt. Über das andere Ende stülpt man ein ca. 2 cm langes Vakuumschlauchstück, über welches man einen Luftballon zieht. Mithilfe von Isolierband o.ä. wird sichergestellt, dass der Luftballon (auch unter Druck) gasdicht mit der Apparatur verbunden ist.

Nun kann ein gasförmiger Kohlenwasserstoff, in meinem Fall Butan aus der Feuerzeuggasdose, mit der Einwegspritze abgemessen werden, nachdem die Spritze vorher mit dem Gas „gespült“ wurde. Da ich keine Spritzen mit mehr als 20 ml Volumen zur Verfügung hatte, habe ich 10 ml Butangas verwendet.

Um nach der Oxidation des Kohlenwasserstoffes das richtige Volumen ermitteln zu können, wird vor Versuchsbeginn mithilfe einer leeren Spritze, die man in das längere Vakuumschlauch-Stück einführt, der Druck in der Apparatur so eingestellt, dass der Luftballon entleert erscheint, so als wenn der Luftballon unter keinem Druckeinfluss steht. Das bedeutet, dass er auch nicht derart entleert sein soll, dass die Gummiflächen aufeinander „kleben“, weil ein dadurch in der Apparatur herrschender Unterdruck nicht sichtbar wird.

Mit dem Bunsenbrenner wird nun das Kupferoxid an einer Stelle erhitzt. Am besten geschieht das an einer Stelle, an der das Kupferoxid möglichst den gesamten Querschnitt des Quarzglases ausfüllt. Wenn das Kupferoxid nach ca. 5 Minuten rot glüht, wird das Kohlenwasserstoff-Gas in das längere Vakuumschlauch-Stück „injiziert“, wobei man die Spritze in dem Einstichloch belässt. Durch Ziehen und Drücken der Spritze wird nun das Gas immer wieder über das glühende Kupferoxid geleitet, man kann dabei auch am Luftballon sehen, wie sich das Volumen verändert. Zudem kann auch eine Kondensation von Wasser beobachtet werden, bei mir war das am Quarzglasrohr-Ende in Richtung Luftballon zu sehen. Auch konnte man nach dem Abkühlen an einigen Stellen im Quarzrohr blankes metallisches Kupfer beobachten.

Bleibt das Volumen konstant, so wird der Brenner abgestellt und man lässt die Apparatur abkühlen. Hat die Apparatur dann wieder Raumtemperatur erreicht, liest man das Volumen des Gases ab, indem man die Spritze (in meinem Fall musste eine zweite Spritze verwendet werden, da es keine Spritze mit dem notwendigen Volumen gab) so einstellt, dass der Luftballon wieder die Gestalt wie vor dem Versuch hat. Bei mir konnte ein Volumen von 40 ml (2 volle Spritzen à 20 ml) abgelesen werden, wobei dieses Ergebnis noch weiter unten diskutiert wird.

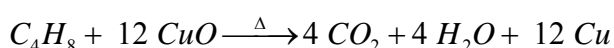
#### 7) Entsorgung:

Das Kupferoxid wird regeneriert, indem man durch das an beiden Seiten offene Quarzrohr einen Sauerstoffstrom leitet und dabei das Rohr mit einem Brenner erhitzt.

#### 8) Auswertung der Versuchsergebnisse (fachlich):

Bei der quantitativen Bestimmung wird der Kohlenwasserstoff durch das Kupferoxid vollständig oxidiert, wobei Wasser und Kohlenwasserstoff entsteht (siehe Reaktionsgleichung oben). Bei meinem Versuchsaufbau wird nur der Kohlenstoff-Anteil über die CO<sub>2</sub>-Menge ermittelt, das bei der Reaktion entstehende Wasser wird bei Raumtemperatur flüssig und ist daher vernachlässigbar.

Bei der Oxidation des Butans entstehen pro Butan-Molekül 4 Moleküle Kohlendioxid:



Aufgrund des Avogadro'schen Gesetzes („Gleiche Stoffmengen eines idealen Gases nehmen unter gleichem Druck und gleicher Temperatur gleiche Volumina ein“) und unter Vernachlässigung der Tatsache, dass hier kein ideales Gas vorliegt, muss also nach der

Reaktion die 4-fache Menge an Gas vorzufinden sein, dies war bei mir der Fall (10 ml Butan → 40 ml CO<sub>2</sub>).

### 9) **Methodisch-didaktische Analyse:**

Der Zeitaufwand für diesen Versuch ist etwas größer, man darf den Aufbau der Apparatur nicht unterschätzen. Die Vorbereitung dauert ca. 20 min, die Durchführung ca. 15 min (das Abkühlen dauert seine Zeit) und die Nachbereitung (Abbau und CuO-Regeneration) ca. 20 min. Die oben beschriebene Apparatur müsste in jeder Schule realisierbar sein, auch die verwendeten Chemikalien sollten kein Problem darstellen.

Der Versuch zeigt eindrucksvoll durch den Luftballon, wie sich während der Oxidation das Volumen in der Apparatur ändert, ebenso kann durch das entstehende Kupfer verfolgt werden, dass tatsächlich eine Reaktion abläuft.

Zum Gelingen des Versuchs möchte ich einige Bemerkungen machen. Ich habe auch andere Aufbauten als die obige ausprobiert sowie andere Kohlenwasserstoffe analysiert. Die meisten Anleitungen sind darauf ausgelegt, neben der CO<sub>2</sub>-Bestimmung auch noch die Menge des bei der Reaktion entstehenden Wassers zu ermitteln, darauf habe ich aufgrund von Vereinfachungs-Aspekten abgesehen.

Zunächst ist zu den Spritzen zu sagen, dass es auf jeden Fall wichtig ist, eine möglichst leichtgängige Spritze zu verwenden, damit ein in der Apparatur erzeugter Unterdruck/Überdruck von den Spritzen selbst nach dem Einstellen kompensiert wird. Für genauere Ergebnisse sollte man über den Einsatz eines Kolbenprobers nachdenken, der sich noch leichtgängiger in die „richtige“ Position ausrichtet. Der Einsatz eines Kolbenprobers könnte so realisiert werden, dass man ihn anstelle des Glasstopfens ins System einbaut und den gasförmigen Kohlenwasserstoff trotzdem mit der Spritze injiziert.

Des Weiteren ist zur Apparatur zu sagen, dass sie sich nur für die Analyse gasförmiger Kohlenwasserstoffe eignet, da bei flüssigen Stoffen nicht gewährleistet werden kann, dass eine vollständige Oxidation stattfindet. Auch wenn der flüssige Kohlenwasserstoff direkt vor dem Zusammenbau der Apparatur auf das Kupferoxid aufgetragen wird, kann es passieren, dass er zunächst nur verdampft und an anderen Stellen im System kondensiert, wobei dadurch natürlich das Ergebnis verfälscht wird (diese Erfahrung habe ich auch gemacht).

Insgesamt ist bei allen Apparaturen wichtig, dass es möglich ist, das Gas hin- und herzubewegen, um die Vollständigkeit der Reaktion erreichen zu können.

Dieser Versuch eignet sich meiner Meinung nach besonders gut, um in der Schule Summenformeln zu entwickeln, da anhand der Versuchsergebnisse der relative Anteil an Kohlenstoff in einem Kohlenwasserstoff errechnet werden kann. Bei der oben beschriebenen Variante wird allerdings nicht die Wassermenge bestimmt, dies wäre aber für die Ermittlung einer Summenformel notwendig. Will man sowohl  $\text{CO}_2$  und  $\text{H}_2\text{O}$  in einem Schritt ermitteln, macht es Sinn, die Apparatur völlig anders zu gestalten. Zum einen wird das  $\text{CO}_2$  nicht volumetrisch bestimmt, sondern durch die Aufnahme in Natronkalk, zum anderen, leitet man einen permanenten Luftstrom in einer Richtung durch die Apparatur, dadurch wird auch die Kondensation des Wasser in anderen Teilen als dem gewünschten Teil der Apparatur vermieden.

Führt man den Versuch als vollständige quantitative Analyse durch, wird also sowohl die Wassermenge und die  $\text{CO}_2$ -Menge ermittelt, so eignet sich der Versuch auch besonders gut dafür, um chemisches Rechnen mit den Schülern zu üben. Auf dem Weg hin zur Summenformel werden viele chemische Begriffe wie Molmasse, Stoffmenge, Masse, Volumen, Druck und Temperatur und deren Beziehungen zueinander für die Berechnungen benötigt, sodass die Schüler den Umgang mit Formeln üben und zugleich auch das Verständnis für die jeweiligen Größen vertieft wird.

Der Versuch kann als Lehrerversuch als auch als Schülerversuch durchgeführt werden, wobei man aufgrund des Zeitaufwands und der notwendigen Experimentiererfahrung sich überlegen sollte, ob der Versuch nicht als Lehrerversuch durchgeführt wird.

Abschließend kann ich sagen, dass der Versuch in der jeweils gewünschten Variation sehr viel für den weiteren Unterricht bietet, er zeigt anschaulich anhand des entstehenden Gases, dass etwas Neues entstanden sein muss, wobei die Auswertung dann Rückschlüsse auf den Kohlenwasserstoff und dessen Zusammensetzung zulässt.

## **10) Literatur:**

- <http://dc2.uni-bielefeld.de/dc2/r-oh/r-oh-v08.htm> ( am 29.11.06 zuletzt besucht, ungeeigneter!! Aufbau)
- Praxis der Naturwissenschaften Chemie, 1999, Heft 5, S. 38-40 (Versuchsaufbau mit Spritze)