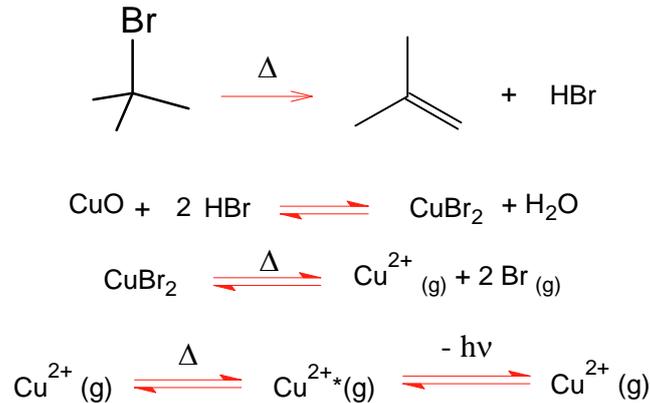


Gruppe 5  
Beilsteinprobe

**Reaktionsgleichung:**



**Zeitbedarf:**

Vorbereitung: 2 min  
Durchführung: 1 min  
Nachbereitung: 1 min

**Eingesetzte Substanzen:**

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	Gefahrensymbole	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Kupferblech oder Draht	Cu					S 1
CuO			Xn	22	2-22	S 1
PVC-Schlauch	(CCl <sub>2</sub> ) <sub>n</sub>	0,2 g				S 1
2-Brom-2 Methylpropan	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> Br	Mehrere µL	F, Xn	11-20	9-16	S 1
Ethanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	Ca. 200 µL	F	11	7-16	Sek. 1

**Materialien:**

Tiegelzange, Bunsenbrenner, Feuerzeug, Messer

**Durchführung:**

Ein Kupferdraht oder ein Kupferblech wird über der rauschenden Bunsenbrennerflamme zum Kupferoxid oxidiert. Nun gibt man einen Tropfen 2-Brom-2 Methylpropan auf das Kupferblech und hält dieses wieder in die Brennerflamme. Den Selben Vorgang wiederholt man mit Alkohol und einem PVC-Schlauch.



### Beobachtung:

Das rote Metall Kupfer bekommt in der Brennerflamme schnell eine schwarze Oxidschicht. Wenn man nun den Kupferdraht in 2-Brom-2-Methylpropan hält und dieses wieder in die Brennerflamme hält ist eine deutliche Grünfärbung der Brennerflamme zu erkennen.

Wenn man den Vorgang mit einem kleinen Stück PVC-Schlauch wiederholt, beobachtet man das Selbe Ergebnis.

Wenn man Alkohol anstatt des Bromalkans verwendet wird keine Flammenfärbung beobachtet.



### Entsorgung:

Das Halogenalkan und der Alkohol können zu den Lösungsmittelabfällen gegeben werden.

Das Kupferblech kann nach erneutem Ausglühen wieder verwendet werden.

### Fachliche Analyse:

Die Beilsteinprobe kann als zuverlässiger und einfacher Nachweis von Halogenalkanen verwendet werden. Entwickelt wurde sie von Friedrich Konrad Beilstein (1838-1906).

Allerdings ist der Nachweis nicht eindeutig, weil auch viele organische Stickstoffverbindungen die Brennerflamme grün färben können, also ist stets zu raten vor dem Auftragen der Probe den Kupferdraht ordentlich durchzuglühen.

Sobald das 2-Brom-2-Methylpropan in die Brennerflamme gerät, wird durch die thermische Anregung eine Eliminierung von HBr verursacht und es entsteht 2-Methylpropen.



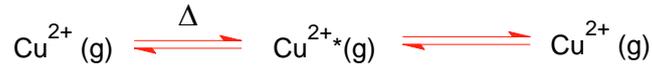
Die weitere Oxidation des entstandenen Alkens soll uns hier nicht weiter interessieren. Der entstandene Bromwasserstoff reagiert nun mit dem Kupferoxid auf dem Kupferdraht unter Wasserabspaltung zu Kupferbromid.



Dieses Kupfersalz wird nun durch die thermische Anregung verdampft und es entsteht gasförmiges Brom und gasförmige Kupferionen.



Diese Kupferionen werden nun thermisch in einem elektronisch angeregten Zustand versetzt (\*) und dieser Zustand stabilisiert sich unter Aussendung von grünem Licht.



Dabei wird aufgrund der gequantelten Energiebeträge für den Elektronenübergang eines Elektrons von einem angeregten Orbitalzustand zu seinem Grundzustand nur eine bestimmte Wellenlänge abgegeben und somit erscheint die Flamme in diesem Fall des Kupfers eben leuchtend grün.

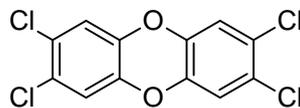
### Didaktische Analyse:

Der Versuch ist in der 10G.2.3 anzusiedeln, da hier die Halogenalkane und auch ihr Nachweis behandelt werden. Der Versuch kann auch an vielen anderen Stellen im Unterricht durchgeführt werden, um zum Beispiel nach der Addition von Brom an ein Alken zu Beweisen, dass sich dieses an das Alken addiert hat. Außerdem kann man den Test beim Thema Kunststoffe in der 11G.2 zur Unterscheidung von halogenhaltigen Kunststoffen von nicht halogenhaltigen Kunststoffen verwendet werden.

Der apparative Aufwand dieses Versuches ist nicht sehr hoch.  
Der finanzielle Aufwand ist nicht groß, da man nur kleine Mengen der Halogenalkane benötigt.

Der Effekt der Flammenfärbung ist gut zu sehen und für die Schüler eindeutig erkennbar.

Der Versuch ist sehr sicher und einfach in der Durchführung, allerdings entsteht unter den Bedingungen leider auch eine Reihe von halogenierten Dioxinen. So kann unter den Reaktionsbedingungen der Beilsteinprobe zum Beispiel 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin **TCDD** entstehen.



2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxin

Dieses auch unter dem Namen **Seveso-Dioxin** bekannte sehr giftige Dioxin (siehe Vergiftung des ukrainischen Präsidentschaftskandidaten Juschtschenko im Jahr 2004) wurde auch von den Amerikanern unter dem Namen Agent Orange als Entlaubungsmittel im Vietnamkrieg eingesetzt. Bis heute leidet die Bevölkerung des Landes unter einer ungewöhnlich hohen Missgeburtenrate und Behinderungsfällen.

Dieses bekannteste Dioxin war auch am größten **Chemieunfall** in der europäischen Geschichte mitbeteiligt. Am 10 Juli 1976 explodierte in der italienischen Stadt Seveso (20 km nördlich von Mailand) ein Kessel zur TCP (Trichlorphenol) Herstellung. Dabei gelangten *nur* 1-3 kg des entstandenen Dioxins in die Umgebung. Dieses Dioxin ist vermutlich zehntausend Mal giftiger als Zyankali und verseuchte ein 6 km<sup>2</sup> großes Gebiet in dem 200 Tierkadaver und entlaubte Bäume am nächsten Tag vorgefunden wurden. Die menschlichen Opfer sind nicht bekannt, aber es wurden aber viele Leute Tage danach mit Chlorakne in die Krankenhäuser eingeliefert und es gibt eine auffällig hohe Krebsrate in dem betroffenen Gebiet.

Der Versuch ist trotzdem sogar als Schülerversuch durchführbar.  
Doch Aufgrund der möglichen Dioxinbelastung ist der Versuch **an nordrhein-westfälischen Schulen verboten**.

Der Zeitaufwand ist auch sehr gering, weil man nur kurz den Kupferdraht vorglühen muss, dann in die zu untersuchende Probe und zum Nachweiß nur noch einmal kurz in die Brennerflamme halten muss.

### **Literatur:**

- <http://www.chids.de/dachs/experimente/017beilsteinprobe.pdf>
- Soester Liste Version 2.7
- Hessischer Lehrplan G8 der Chemie für Gymnasien