

## Schulversuch-Protokoll

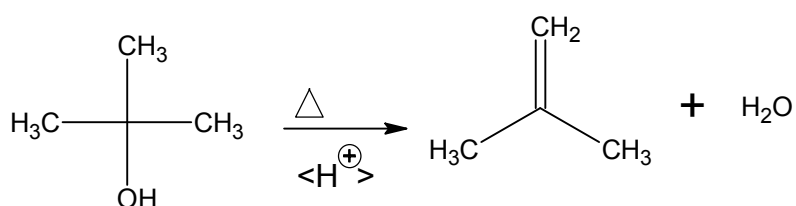
26.12.2007

Jan gr. Austing

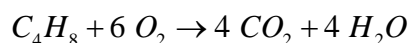
- 1) **Versuchsbezeichnung:** *Herstellung von Isobuten, Folgeversuch: CO<sub>2</sub>-Nachweis in Verbrennungsgasen*

2) **Reaktionsgleichung:**

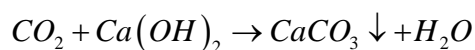
Darstellung Isobuten:



(vollständige) Verbrennung Isobuten:



CO<sub>2</sub>-Nachweis:



3) **Chemikalien:**

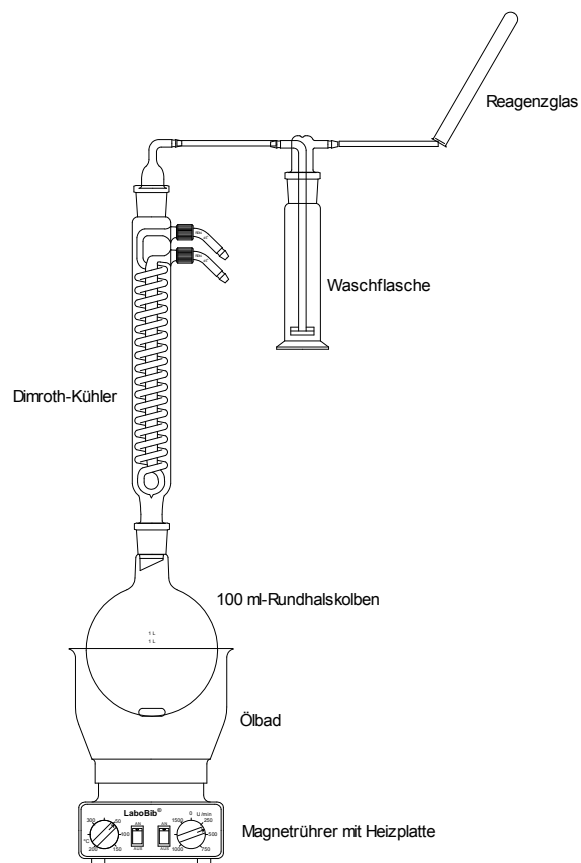
Stoffbezeichnung (Edukte)	Smp./Sd p. [°C]	Gefahren- symbole	R- und S- Sätze	Menge
tert.-Butanol	25,3 / 82	F, Xn	R: 11-20 S: 9-16	50 ml
konz. Schwefelsäure	/	C	R: 35 S: 26-30-45	5 ml
Ethylenglycol	-13 / 198	Xn	R: 22 S: -	ca. 150 ml (je nach Größe der Waschflasche)

Stoffbezeichnung (Produkte)	Smp./Sd p. [°C]	Gefahren- symbole	R- und S- Sätze	Menge
Isobuten	-140 / -7	F+	R: 12 S: 2-9-16-33	

#### 4) Geräte:

- 100 ml-Rundhalskolben
- Rückflusskühler
- Fritten-Waschflasche
- Schläuche
- Magnetrührer mit Ölbad
- Hebebühne

#### 5) Versuchsskizze/Foto(s):



## 6) Versuchsdurchführung/ Beobachtungen:

In den Rundhalskolben werden 50 ml *tert.*-Butanol und 5 ml konz. Schwefelsäure eingefüllt, die Waschflasche wird ungefähr halbvoll mit Ethylenglycol befüllt, das Ethylenglycol soll *tert.*-Butanol-Reste, die trotz des Kühlers zusammen mit dem Isobuten entwichen sind, lösen. Unter Rückfluss wird dann das Reaktionsgemisch im Ölbad erhitzt, sofort ist eine Gasentwicklung im Kolben zu beobachten. Man wartet, bis alle Luft aus der Apparatur verdrängt wurde, dann fängt man das entstehende Gas in einem Reagenzglas auf. Möchte man kein Gas mehr auffangen, entfernt man die Heizquelle, bei Bedarf kann durch erneutes Erwärmen neues Isobuten erzeugt werden, auch, nachdem die Apparatur längere Zeit unbenutzt blieb.

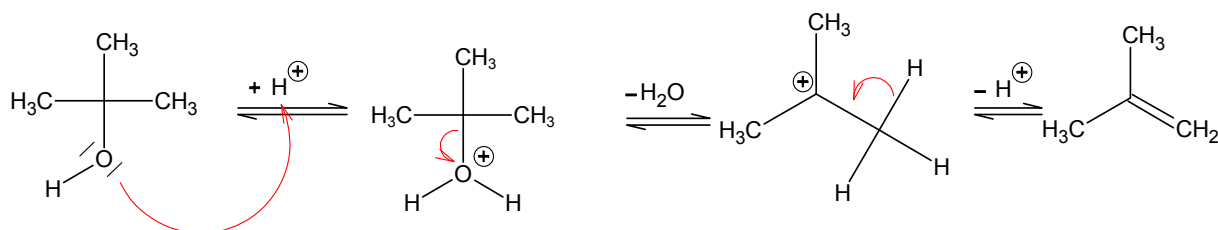
Zum Test wird eine Flamme an das Reagenzglas gehalten, das Gas entzündet sich. Hält man das Reagenzglas nun schräg nach unten, wird die gelbe Flamme größer und es ist eine merkliche Rußentwicklung zu beobachten. Für den CO<sub>2</sub>-Nachweis wird etwas klare Ca(OH)<sub>2</sub>-Lösung in das Reagenzglas gegeben, nach dem Schütteln des mit Stopfen verschlossenen Reagenzglases ist eine Trübung der Calciumhydroxid-Lösung zu beobachten.

## 7) Entsorgung:

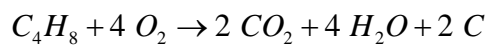
Das Reaktionsgemisch und das Etylenglycol werden neutral in die organischen Abfälle gegeben.

## 8) Auswertung der Versuchsergebnisse (fachlich):

Mechanistisch gesehen findet eine säurekatalysierte 1,2-Eliminierung statt, wobei diese aufgrund des stabilisierten (weil tertiären) intermediären Carbokations nach dem E1-Mechanismus abläuft. Da Wasser abgespalten wird spricht man auch von einer Dehydratisierung:



Die rußende Flamme beim Verbrennen des Isobutens ist ein Zeichen für eine unvollständige Verbrennung, z.B. nach der folgenden Reaktionsgleichung:



Reaktionsgleichung für den CO<sub>2</sub>-Nachweis siehe 2).

### 9) Methodisch-didaktische Analyse:

Der zeitliche Aufwand ist wie folgt zu veranschlagen: Vorbereitung: 15 min, Durchführung für eine Reagenzglasfüllung Gas: 5 min, Nachbereitung: 10 min. Ich denke, dass die verwendeten Chemikalien und Geräte in einer Schule zu finden sind.

Für die Demonstration der Darstellung eines neuen Stoffes finde ich den Versuch insofern etwas problematisch, als dass ein Gas produziert wird, ich halte es für möglich, dass Schüler bei der Interpretation auch davon ausgehen könnten, dass aus dem *tert.*-Butanol ein Gas „entweicht“ bzw. dass die Reaktion etwas mit dem Ethylenglycol zu tun hat. Ist man allerdings erst mal soweit, das klar ist, dass das entstehende Gas ein neues Produkt darstellt und dass es aus dem *tert.*-Butanol gebildet wird, so eignet sich der Versuch für mehrere Aspekte. Zum einen kann hiermit die homologe Reihe der Alkene eingeführt werden, der Gasentwickler kann für die Erzeugung weiterer Gasmengen für Folgereaktionen (Verbrennung des Produktes zum CO<sub>2</sub>-Nachweis, Bestimmung der Summenformel durch quantitative Analysen etc.) immer wieder in Betrieb genommen werden. Zum anderen bietet sich der Versuch an, um den Mechanismus der Eliminierung einzuführen und zu studieren, wobei auch der Aspekt eines Katalysators Beachtung findet. Ebenso hat man ein Reagenz hergestellt, an dem wiederum die Addition als mögliche Folgereaktion durchgeführt werden kann, deren Mechanismus auch Bestandteil des hessischen Lehrplans ist. Der Versuch kann sowohl als Lehrer- als auch als Schülerversuch durchgeführt werden.

Die Tatsache, dass bei Bedarf immer wieder Isobuten hergestellt werden kann, ist vorteilhaft, wenn in mehreren Unterrichtsstunden mit Isobuten gearbeitet werden soll.

### 10) Literatur:

Praxis der Naturwissenschaften, 3/50, 2001, S.21 ff.