

# Organisch-chemisches Praktikum für Studierende des Lehramts

## WS 2010/11

Praktikumsleitung: Dr. Reiß

Assistent(in): Sarah Henkel

Name: Johannes Hergt

Datum: 16.11.2010

Gruppe 2: Alkane

Versuch (Assi): Umgießen von Feuerzeuggas

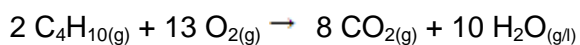
### Zeitbedarf

Vorbereitung: 5 Minuten

Durchführung: 5 Minuten

Nachbereitung: 5 Minuten

### Reaktionsgleichung



### Chemikalien<sup>[1]</sup>

Tab. 1: Verwendete Chemikalien.

Eingesetzte Stoffe	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbole	Schuleinsatz
Feuerzeuggas (Butangas)	1 Reagenzglas	12	(2)-9-16	F+	S1

### Geräte

- PVC-Schlauch (Durchmesser: 3 mm)
- 2 Reagenzgläser
- Teelicht
- Reagenzglasklammer

## Aufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau.

## Durchführung

Zunächst wird Feuerzeuggas einer Druckflasche über einen PVC-Schlauch in ein Reagenzglas eingeleitet (1 Sekunde Gaszufluss ist ausreichend): Abb. 2. Das Reagenzglas wird nun über einem zweiten Reagenzglas „ausgeschüttet“ (Abb. 3).

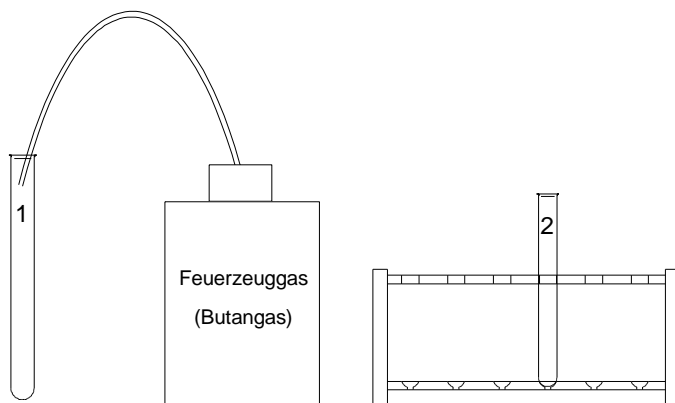


Abb. 2.: Erster Schritt der Versuchsdurchführung.

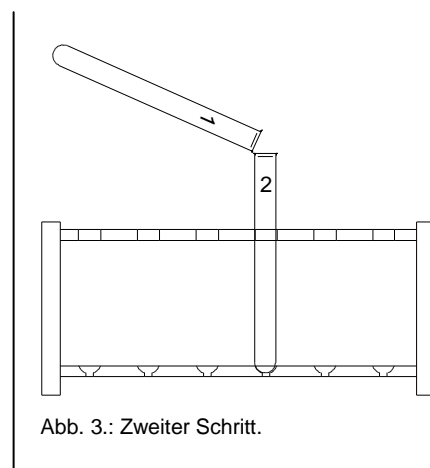


Abb. 3.: Zweiter Schritt.

Anschließend wird das erste, geleerte Reagenzglas mit der Reagenzglasklammer mit der Öffnung an die Flamme des Teelichts gehalten (Abb. 4) und im Anschluss daran das zweite Reagenzglas (Abb. 5).

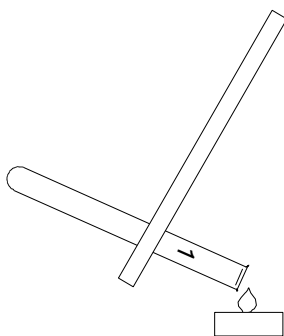


Abb. 4: Dritter Schritt.

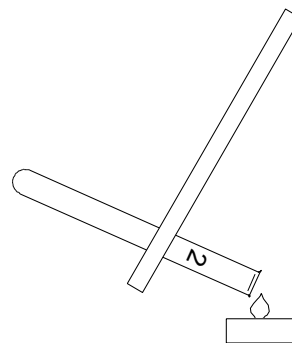


Abb. 5: Vierter Schritt.

## Beobachtung

Beim Kippen des ersten Reagenzglases auf die Flamme, wird nichts beobachtet. Sobald aber die Öffnung des zweiten Reagenzglases an die Flamme gehalten wird, steigt eine gelbe Flamme aus dem Reagenzglas auf, die sich mal abschwächt, dann wieder stärker wird und letztendlich erlischt. An der Wand des Reagenzglases ist eine kondensierte Flüssigkeit zu erkennen.

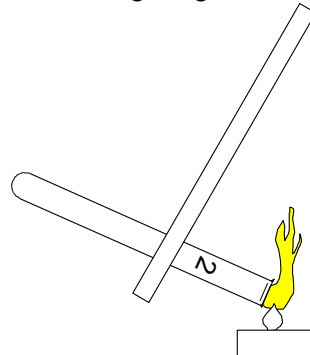


Abb. 6: Aufflammen an der Reagenzglasöffnung.

## Entsorgung

Es entstehen keine Abfälle.

## Fachliche Auswertung der Versuchsergebnisse <sup>[3-6]</sup>

Butan ist als Kohlenwasserstoff ein klassischer Energieträger. Beim Verbrennungsvorgang wird dabei Kohlenstoffdioxid und Wasser frei. Das Wasser kondensiert im Versuch an der Wand des Reagenzglases.

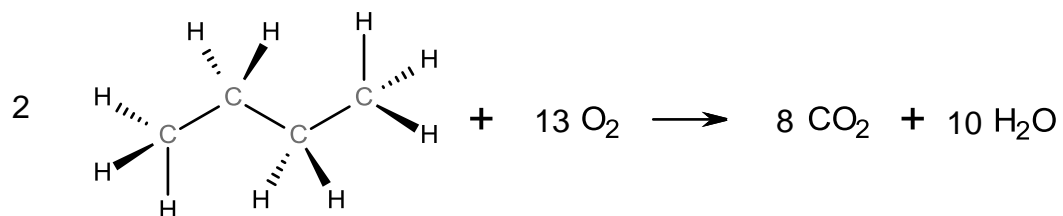


Abb. 7: Verbrennung von Butan.

Auf Grund seiner relativ kurzen Kohlenstoffkette im Vergleich zu anderen Kohlenwasserstoffen, die in der homologen Reihe der Alkane niedriger stehen (Hexan, Heptan ...), liegt Butan bei Zimmertemperatur im gasförmigen Zustand vor.

Der Unterschied in Schmelz- und Siedepunkten der verschiedenen Alkane kann mit den unterschiedlich zahlreichen Van-der-Waals-Kräften begründet werden, die als intermolekulare Kräfte die Alkanmoleküle zusammenhalten. Je länger die Kohlenstoff-Kette dabei ist, desto höher liegt der Siedepunkt des entsprechenden Alkans. Als einfachstes Alkan besitzt Methan deshalb einen sehr niedrigen Schmelz- und Siedepunkt, wohingegen

Decan z.B. bei Zimmertemperatur flüssig vorliegt und erst bei einer Temperatur von 174°C in den gasförmigen Zustand übergeht (siehe Abb. 8).

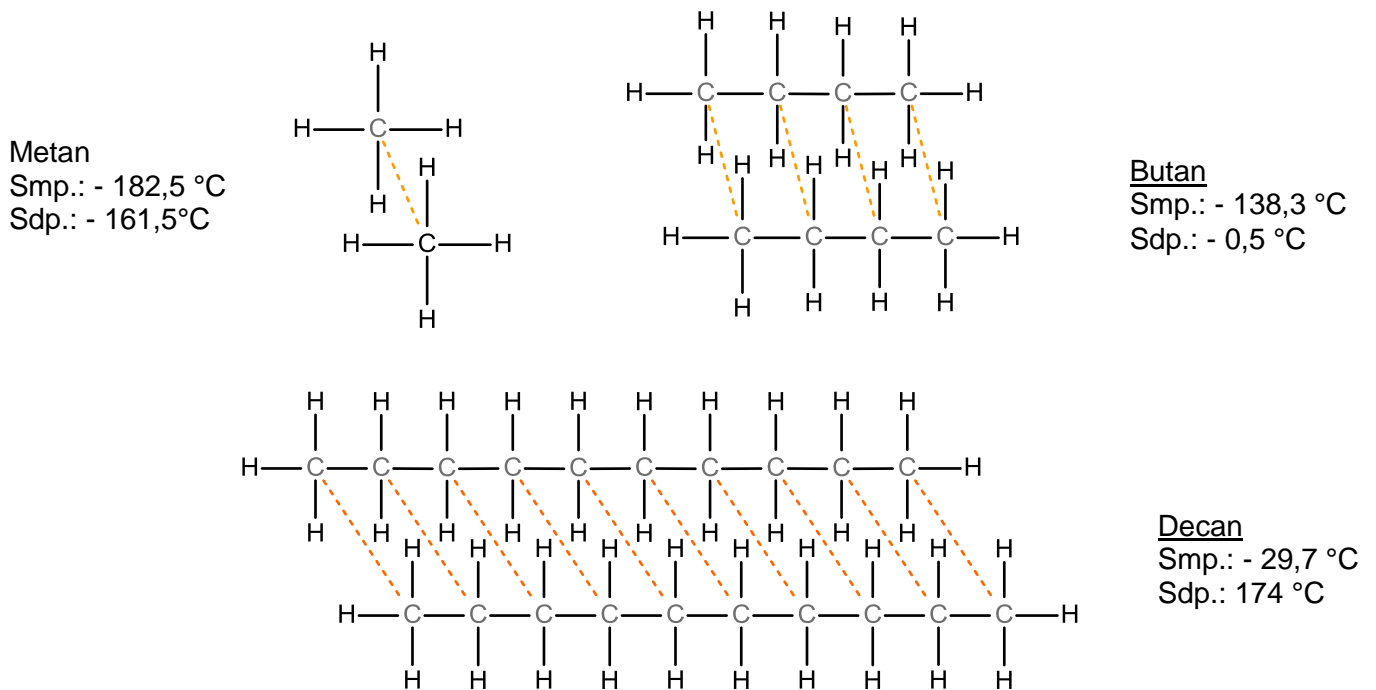


Abb. 8: Intermolekulare Van-der-Waals-Kräfte im Methan, Butan und Decan

Reines Butangas hat im Vergleich zu anderen Energieträgern eine relativ hohe Energiedichte. Diese ist in etwa doppelt so groß wie die der Hartbraunkohle und die normalen Brennholzes. Sie liegt sogar leicht über der des in vielen Haushalten verwendeten Heizöls (siehe Tab. 2).

Tab. 2:<sup>[3,4]</sup> Energiedichten verschiedener Energieträger.

Energieträger	Energiedichte [kWh/kg] (= Energiepotential pro Kilogramm)
Butan	13,8
Heizöl	11,9
Hartbraunkohle	5,5 - 8,3
Brennholz	5,0

Die hohe Energiedichte macht Butan so brauchbar als „Energieträger für Unterwegs“, wie z.B. für den kleinen Teekoher, das Feuerzeug oder den portablen Barbecuegrill. Dabei liegt Butan unter hohem Druck zum größten Teil flüssig in der Kartusche oder dem Feuerzeug vor. Die Flüssigkeit wird umgeben von einer gesättigten Butangasatmosphäre, die bei Öffnung der Kartusche/dem Feuerzeug entweichen kann und an der Luft entzündet wird. Da Butan mit -0,5 °C jedoch einen nicht allzu niedrigen Siedepunkt besitzt, ist die Verwendung von Butangas-Kartuschen bei Temperaturen unter dem Gefrierpunkt nur schwer möglich. Aus diesem Grund ist das kürzer kettige Propangas, dessen Siedepunkt niedriger liegt, meist ebenfalls in Campingkoher-Kartuschen enthalten.

Butan findet heute auch Verwendung als Kühlmittel in Kühlschränken. Früher benutzte man dazu ozonschädliche FCKWs (Fluorkohlenwasserstoffe). Butan ist nicht ozonschädlich und ungiftig, weshalb es als Kühlmittel deutlich besser geeignet ist.

Butan wird industriell vor allem durch die Verarbeitung von Erdöl gewonnen. Jenes besteht vor allem aus einer Vielzahl verschieden langkettiger Alkane. Durch eine fraktionierte Destillation lassen sich die verschiedenen Kohlenwasserstoffe auf Grund ihrer unterschiedlichen Siedepunkte voneinander trennen (siehe Abb. 9). In einem Röhrenofen wird das Erdöl dabei auf über 360 °C erwärmt. Es schließt sich eine sehr große Vigreux-Kolonne mit verschiedenen Auslässen an, in der nun die Gase auf unterschiedlichen Höhen kondensieren. (Dies hängt wieder von den Siedepunkten der unterschiedlichen Alkane ab.) Butan, dessen Siedepunkt bei einer relativ niedrigen Temperaturen liegt, tritt dabei als Gas aus der Kolonne aus. Durch Kühlung kann nun Butan (von anderen Gasen, wie Propan, Butan, Methan) isoliert werden.

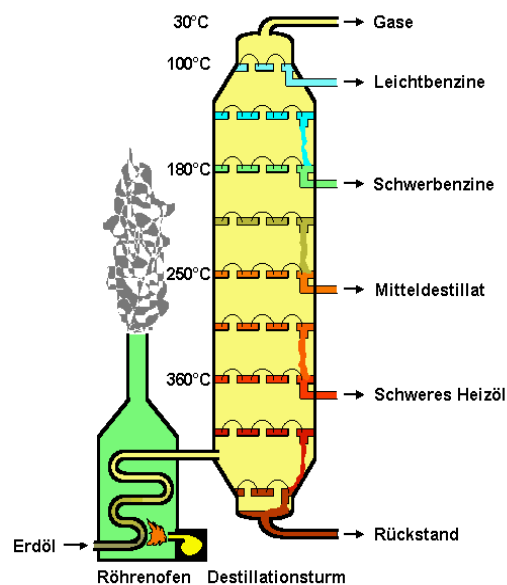


Abb. 9:<sup>[2]</sup> Destillation von Rohöl.

Mit einem Volumenanteil von unter 1-2 % ist Butan nur zu einem sehr geringen Teil im Rohöl enthalten. Den größten Anteil bilden schwere Diesel- und Schmieröle, die in einer weiteren Vakuumdestillation voneinander getrennt werden.

Eine weitere Möglichkeit, kurzkettinge Kohlenwasserstoffe wie Butan, zu gewinnen, besteht im sog. Cracken langkettiger Kohlenwasserstoffe. Dabei werden letztere im Crackverfahren (bei Temperaturen von 500 °C mit Katalysatoren wie z.B. Nickel, Zeolithen oder Wolfram) in kurzkettinge Kohlenwasserstoff „gebrochen“. Da bei dem Prozess Radikale entstehen, wird bevorzugt unter Wasserstoffatmosphäre gearbeitet. Entstehende kurzkettinge Alkylradikale und unerwünschte Alkene werden so hydriert und man erhält ein Gemisch an Gas (30 %),

Benzin (50 %) und Öl (20 %). Der Prozess des Crackens wird industriell im großen Maße zur Gewinnung von Benzin angewandt.

### Methodisch-Didaktische Analyse

#### **1 Einordnung<sup>[6]</sup>**

Laut hessischem Lehrplan werden in der neunten Klasse Kohlenwasserstoffe als Energieträger behandelt. Es werden explizit die Eigenschaften gasförmiger Alkane erwähnt, weshalb der Versuch als Demonstration der Entflammbarkeit und der Dichte/Schwere von Butan als sehr guter Einstieg in das Thema betrachtet werden kann.

#### **2 Aufwand**

Der Versuch kann auf Grund der wenigen Zeit, die für Vorbereitung, Durchführung und Nachbereitung benötigt wird, bereits als eine Art Handversuch bezeichnet werden. Es bedarf keiner aufwändigen Apparaturen, Butangas ist ungiftig und es fallen außerdem keine Abfälle bei der Durchführung an. Auf Grund der hohen Entzündlichkeit von Butan sollte nach Möglichkeit im Abzug gearbeitet werden.

#### **3 Durchführung**

Auf Grund seiner Simplizität ist der Versuch hervorragend als Einführungsversuch des Lehrers oder aber als Stations- oder Teilversuch eines Schülerexperiments geeignet.

Der Versuch wäre auch sehr gut als „Folgeversuch“ einer experimentellen Dichtebestimmung von Butangas geeignet. Dazu wären für den Vorversuch lediglich noch eine pneumatische Wanne mit Wasser und eine Waage von Nöten. Den Schülern würden dann Waage, Wasserwanne, Reagenzglas (besser noch Standzylinder) und Butandruckflasche mit PVC Schlauch zur Verfügung gestellt werden. Ohne weitere Arbeitsanweisung müssten die Schüler dann durch Überlegungen die Dichte von Butan bestimmen (Lernen durch Problemlösen). Würden sie nicht sofort auf die Lösung des Problems kommen, könnte der Lehrer ihnen Tipps geben. Im Endeffekt sollten die Schüler das Reagenzglas mit Wasser füllen, umgekehrt in die Wasserwanne stellen und dann Gas aus der Druckflasche (die zuvor gewogen wurde) einleiten. Anhand des verdrängten Volumens des Wassers und der Gewichts Differenz der Druckflasche, sollten die Schüler die Dichte von Butangas errechnen können und feststellen, dass diese größer ist als die Dichte der Luft. Im Anschluss daran würde der hier betrachtete Versuch durchgeführt werden. Die Schüler müssten nun schon wissen, wie sich Butangas verhält und könnten den Versuch als Beweis/Bestätigung ihrer Feststellung „Butan ist schwerer als Luft“ betrachten.

#### **4 Versuchseffekt, Wissensvermittlung und Fazit**

Der Versuch ist sehr effektiv. Dadurch, dass Butangas in Feuerzeugen enthalten ist, und im Versuch eine Druckgasflasche zum Füllen von Feuerzeugen verwendet wird, ist zudem ein sehr guter Alltagsbezug vorhanden.

Der Versuch ist auf Grund des geringen Vor- und Nachbereitungsaufwands und dem sehr guten Bezug zum Thema „Eigenschaften von Kohlenwasserstoffen“ und „Kohlenwasserstoffe als Energieträger“ sehr gut als Schüler- oder Lehrerexperiment geeignet.

#### Quellenverzeichnis

Versuchsquelle: Chemie und Schule 2/2003 S.18.

- [1] GESTIS - Stoffdatenbank:  
<http://biade.itrust.de/biade/lpext.dll?f=templates&fn=main-hit-h.htm&2.0>  
(Zugriff am 22.11.2010).
  
- [2] <http://www.seilnacht.com/Lexikon/erdoel.html>  
Titel: Erdöl und Erdölverarbeitung  
Urheber: Peter Seilnacht  
(Zugriff am 22.11.2010).
  
- [3] <http://www.solar-partner-sued.de/downloads/heizwerttabelle-10-06.pdf>  
Titel: Heizwert Hu von verschiedenen Brennstoffen im Vergleich  
Urheber: Solar Partner  
(Zugriff am 22.11.2010).
  
- [4] <http://www.energieinfo.de/eglossar/butan.html>  
Titel: Butan  
Urheber: Michael Bockhorst  
(Zugriff am 22.11.2010).
  
- [5] Vollhardt, K. Peter C. und Neil E. Schore: Organische Chemie. Vierte Auflage. Wiley-VCH Verlag. Weinheim **2005**. S. 108 ff.
  
- [6] Hessischer Lehrplan: Chemie. **2010**  
[http://www.hessen.de/irj/HKM\\_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2](http://www.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2)  
(Zugriff am 22.11.2010).