

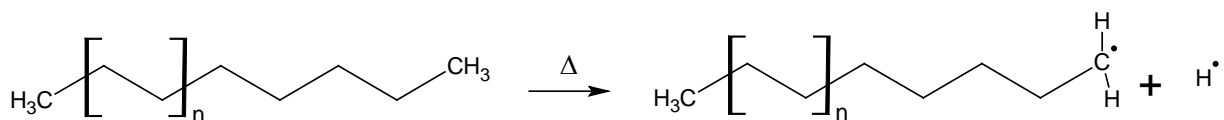
**Organisch-chemisches Praktikum für das Lehramt (LA)**

Torsten Lasse  
 Leitung: Dr. P. Reiß  
 WS 2008/09

Assistentin: Beate Abé

### Schulversuch (Gruppe 2/Selbst): Chemischer Flammenwerfer

Ein spektakulärer, aber einfacher Versuch, um die Radikalbildung zu verdeutlichen – mit Bezug zu weiterführenden Themengebieten.

**Reaktion****Chemikalien und eingesetzte Substanzen**

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrenkennzeichnung	Schuleinsatz (nach HessGiss 2006/07)
Stearin (Stearin- und Palmitinsäure) aus Teelicht Alternativ: Kerze	~	etwa 1g	~	~	~	~

**Geräte**

Reagenzglas  
 Reagenzglashalter  
 Bunsenbrenner  
 Eiswasser in Schale  
 (Alufolie o.Ä.)

**Versuchsaufbau**

-

## Durchführung und Beobachtung

Vor Durchführung des Versuches empfiehlt es sich, den Boden an der betreffenden Stelle mit Alufolie großzügig auszulegen.

Das Stearin-Wachs wurde zerkleinert in ein Reagenzglas gegeben. Über einer rauschenden Bunsenbrennerflamme wurde das Wachs unter Schütteln sehr stark erhitzt und schließlich abrupt schräg in ein Gefäß mit Eiswasser gestellt. Dabei war darauf zu achten, dass die Öffnung des Reagenzglases vom Durchführenden sowie den Zuschauern weggerichtet ist.

Daraufhin lässt sich eine kleine schwache sowie eine starke, ca. 1 m weit reichende Stichflamme beobachten (Abbildung 2, die größere Stichflamme bildet den oberen, voluminöseren Teil). Das Reagenzglas war an der Stelle zerbrochen bzw. gesprungen, an der es dem Eiswasser ausgesetzt war. Durch eine Variation der Menge des verwendeten Waxes und der Temperatur des flüssigen Waxes kann die Größe der Stichflamme(n) beeinflusst werden.

Bei nicht ausreichender Erhitzungsdauer trat keine Entzündung des Waxes auf (Abbildung 1).



Abbildung 1: Herausschießendes Wachs – keine Entzündung

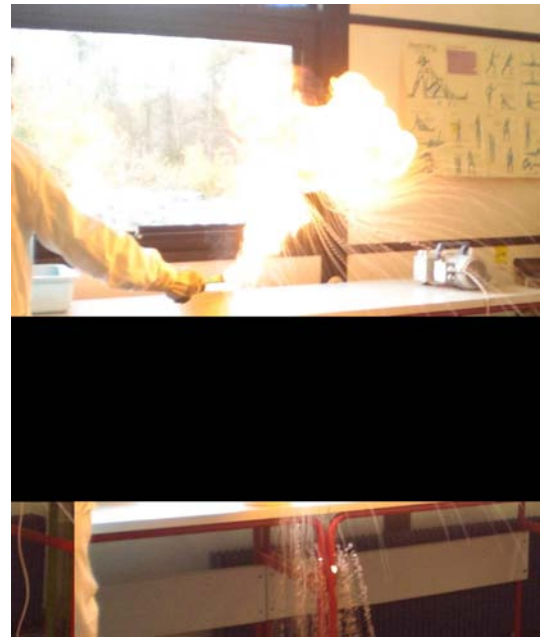


Abbildung 2: Herausschießendes Wachs – 2 Stichflammen

## Entsorgung

Saubere Glasstücke können im Glasmüll entsorgt werden, verunreinigte Glasabfälle im Feststoffmüll.



Bedingt durch den Ablauf dieser Reaktion, können nun auch die restlichen Wachsmoleküle (die (noch) nicht als Radikale vorliegen) ggf. Radikalcharakter gewinnen und verbrennen in einer zweiten Stichflamme<sup>1</sup>.

Dieser Mechanismus hat ebenfalls eine Bedeutung bei der Erscheinung des Klopfens im Ottomotor. Dabei zündet das in den Motor eingespritzte Benzin/Luftgemisch frühzeitig aufgrund vorhandener Wasserstoffradikale. Diese werden umso leichter gebildet, je länger die vorhandenen, v.a. langkettigen Kohlenwasserstoffketten sind, da hier die Radikale wesentlich leichter, d.h. unter weniger Energiezufuhr abgespalten werden können. Die Zündtemperatur ist somit relativ gering, es kommt zu spontanen Entzündungen durch vorhandenen Sauerstoff (also auch ohne Zündkerze!) außerhalb des Motortaktes sowie an verschiedenen Positionen im Motor. Dies kann in Form von Klopf- oder Klingelgeräuschen des Motors wahrgenommen werden. Dieser auf Dauer motorschädigende Erscheinung wird durch Zugabe von sog. Antiklopfmitteln verschiedenster Art entgegengewirkt. Frühere bleihaltige Zusatzstoffe werden aufgrund der hohen Schwermetallbelastung der Umwelt heute in Deutschland nicht (bzw. kaum) mehr eingesetzt. Durch eine Veredelung im Reforming-Prozess werden n-Alkane zusätzlich isomerisiert, cyclisiert und aromatisiert, so dass sie für die Radikalbildung weniger anfällig sind. Das Maß für die Klopfestigkeit eines (Benzin)-Kraftstoffes ist die Octanzahl (OZ), die sich aus dem Vergleich mit einem Referenzgemisch aus angepassten Anteilen eines äußerst klopfesten (i-Octan; OZ = 100) und stark klopfenden Kohlenwasserstoffes (n-Heptan; OZ = 0) zusammensetzen.

### **Methodisch-didaktische Analyse**

Der Versuch ist sehr spektakulär und dürfte bei den Schülern eine große Faszination hervorrufen. Bei Beachtung entsprechender Sicherheitsmaßnahmen kann er durchaus als Schülerversuch umgesetzt werden. Im Rahmen der Einführung in die Chemie der Alkane ist der Versuch gut geeignet, um in die Thematik der Radikalbildung einzuleiten (Klassenstufe 10). Weiterhin kann er einleitend für Themen wie das Cracken von Erdöl oder das beschriebene Prinzip des Ottomotors verwendet werden.

In der Vor- und Nachbereitung sowie in der Durchführung sind je etwa 5 Minuten einzuplanen. Dies ermöglicht eine spontane Durchführung ohne vorherige Planungen; es handelt sich hier um

---

<sup>1</sup> Daraus entsteht neben der Bildung von Wasser auch Kohlendioxid (abhängig von der Länge der gebildeten Alkyldradikale).

einen Versuch, der m.E. im Standardrepertoire eines Chemielehrers sein sollte. Bei der Durchführung als Schülerversuch ist zu beachten, dass das umherspritzende, heiße Wachs bei unsachgemäßer Handhabung ein erhebliches Gefahrenpotential besitzt.

Das häufigste Problem in der Umsetzung des Versuches dürfte eine unzureichende Erhitzung des Wachses sein, was zur Folge hat, dass ausschließlich heißes Wachs verspritzt wird. Dem Ansatz kann ein Siedestein zur Vermeidung von Siedeverzug zugefügt werden, dies dürfte eine längere Erhitzungsdauer problemloser gestalten.

Es konnte die Erfahrung gemacht werden, dass v.a. mit Geruchsstoffen versetzte bzw. eingefärbte Teelichter unzureichende Ergebnisse lieferten. Hier trat die Entzündung auch nach längerer Erhitzung und mehreren Versuchen nicht auf. Daher verweise ich an dieser Stelle ausdrücklich auf die Verwendung ‚normaler‘ Teelichter bzw. entsprechender Kerzen (Stearin, Paraffin).

### ***Literatur***

McMurry J: Organic Chemistry, 4. Auflage 1996, Brooks/Cole Publishing Company, Pacific Grove, CA, USA

Wollrab A; Organische Chemie; 2. Auflage 2002, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York

*Idee aus:*

[http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/07\\_01.htm](http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/07_01.htm) ; Zugriff am 11.11.2008

*Weitere Quellen:*

Hessisches Gefahrstoffinformationssystem Schule; <http://www.hessgiss.de/> ; Version 2006/07

Hessischer Lehrplan Chemie G8; unter <http://www.kultusministerium.hessen.de/> ; Zugriff am 15.11.08

[http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0039chemischer\\_Flammenwerfer.pdf](http://www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0039chemischer_Flammenwerfer.pdf) ; Zugriff am 25.11.08

[http://www.chids.de/dachs/experimente/018chemischer\\_flammenwerfer.pdf](http://www.chids.de/dachs/experimente/018chemischer_flammenwerfer.pdf) ; Zugriff am 25.11.08