

**Versuch: Thermisches Cracken von Paraffinöl****Zeitbedarf:**

Vorbereitung: 5 Minuten

Durchführung: 5 Minuten

Nachbereitung: max. 5 Minuten

**Chemikalien:**

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Bemerkung
Paraffinöl	Einige mL	-	-	-	Schuleinsatz erlaubt
Aktivkohle (oder zerkleinerte, körnige Tonscherben)	-	-	-	-	gekörnt

**Geräte:**

Reagenzglas

Bunsenbrenner

Gewinkeltes Glasrohr mit Pipetten-ähnlichem Ende oder alternativ eine Pasteurpipette biegen

250 mL-Becherglas

Reagenzglasklammer

Durchbohrter Stopfen

Porzellanschale

Feuerzeug

Trichter

Porzellanschale

Stativmaterial

### **Durchführung:**

In das Reagenzglas werden ca. 4 cm gekörnte Aktivkohle mit Hilfe eines Trichters eingefüllt und anschließend so viel Paraffinöl hinzu gegeben, dass es gerade aufgesaugt wird. Das Reagenzglas wird befestigt, so dass es schräg steht und mit einem Stopfen versehen. Durch das Loch des Stopfens bringt man das gewinkelte Glasrohr mit Pipettenspitze an und stellt ein Kühlbad (Wasser und etwas Eis) in einem Becherglas bereit. Nun erhitzt man mit der rauschenden Flamme das Paraffinöl und beginnt dabei an der oberen Grenze der Aktivkohle. Entstehende Gase werden an der Pipettenspitze auf Brennbarkeit geprüft und anschließend in der Kühlfalle aufgefangen und auf Brennbarkeit und Viskosität getestet.

### **Beobachtung:**

Es entstehen sehr schnell weißliche Dämpfe im Reagenzglas, die mit heller, gelber Flamme brennen. In der Kühlfalle befindet sich ein gelbliches Kondensat, das etwas flüssiger als das Paraffinöl ist und entzündbar war.



## **Entsorgung:**

Das Kondensat in die organischen Abfälle entsorgen oder komplett verbrennen. Die Aktivkohle wird trocken in die Feststoffabfälle gegeben.

## **Fachliche Analyse:**

Das Cracken ist ein chemisches Verfahren, um hochsiedende, längerkettige Kohlenwasserstoffe in kürzerkettigere Bestandteile zu zerlegen. Das Verfahren findet vor allem bei der Aufbereitung von Erdöl Verwendung: die Nachfrage der Industrie nach Benzin, leichtem Heizöl, Ethen und Propen zur Herstellung von Polymeren oder auch Alkanen wie Methan und Butan ist so groß, dass sie mit den bei der fraktionierten Destillation gewonnenen Anteilen nicht gedeckt werden kann.

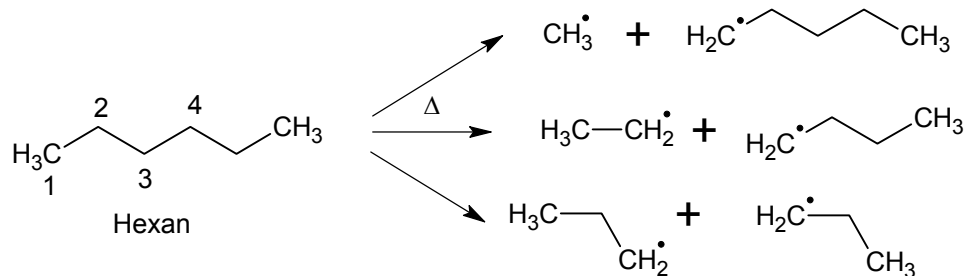
Man unterscheidet grundsätzlich das katalytische und das thermische Crackverfahren. Vorteile des katalytischen Crackens sind die hohe Effektivität, kleine Apparaturen und niedrigere Temperaturen (ca. 500 °C) während des Prozesses. Nachteil ist hierbei, dass Bestandteile aus den Rückständen der Destillation nicht gecrackt werden können, da die darin oft enthaltenen Schwermetalle oder Schwefelverbindungen den Katalysator schädigen könnten.

Dem thermischen Crackverfahren können prinzipiell alle Bestandteile der Destillation zugeführt werden. Diese werden dabei unter Druck auf ca. 800 °C erhitzt, wobei die Moleküle in solch starke Schwingungen geraten, dass sie brechen. Man nennt dieses Verfahren auch Pyrolyse.

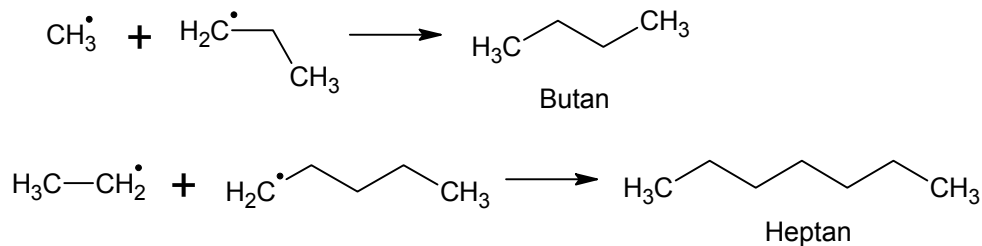
In unserem Versuch wurde als zu crackendes Reagenz Paraffinöl verwendet. Es handelt sich dabei um ein Alkangemisch mit der allgemeinen Summenformel  $C_nH_{2n+2}$ . Die weißen Dämpfe zeigen die Entstehung von kürzerkettigen Bestandteilen, die beim Abkühlen kondensierten. Es waren sowohl die Dämpfe als auch das Kondensat brennbar, welches zudem weniger viskos wirkte. Bei diesem Versuch sind vermutlich Stoffe wie Butan, Propan, Ethen, Propen oder auch Hepten entstanden. Die Aktivkohle fungierte hierbei als Katalysator, wobei die Moleküle sich wahrscheinlich an die sehr große innere Oberfläche anlagern und durch den Katalysator der Bindungsbruch zusätzlich erleichtert wird.

Die oben genannten kürzerkettigen gesättigten oder ungesättigten Kohlenwasserstoffe können prinzipiell auf drei Wegen entstehen:

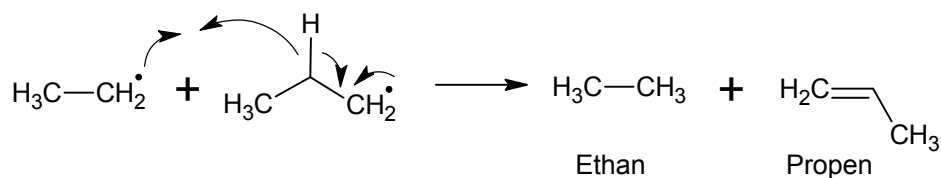
1. Radikalbildung (Homolytische Spaltung kann an unterschiedlichen Stellen des Moleküls erfolgen)



2. Kurz- und langkettige gesättigte Kohlenwasserstoffe durch Radikalkombination



3. Entstehung von ungesättigten Kohlenwasserstoffen durch Wasserstoffabspaltung



In Abwesenheit von Sauerstoff können sich die entstehenden Radikale zu neuen Kohlenwasserstoffen zusammensetzen. Ein Radikal kann aber auch das zum radikalischen Zentrum benachbarte Wasserstoffatom eines anderen Radikals abspalten (Wasserstoffabstraktion), wodurch ein Alken entsteht.

Durch Cracken bzw. Pyrolyse entsteht also ein komplexes Gemisch aus unterschiedlichen Alkanen und Alkenen. Als Katalysatoren werden Natriumaluminumsilikate, sogenannte Zeolithe, verwendet, die die Pyrolysegeschwindigkeit erhöhen und die Entstehung bestimmter Produktgemische begünstigen. Über die Wahl eines bestimmten Katalysators kann also die Reaktion gesteuert werden.

## **Didaktisch-methodische Analyse:**

### *Einordnung:*

Das Cracken von Kohlenwasserstoffen wird im hessischen Lehrplan als fakultativer Unterrichtsinhalt in der 9. Klasse zum Thema Fossile Brennstoffe / Gesättigte Kohlenwasserstoffe vorgeschlagen. Innerhalb einer Unterrichtsreihe zu diesen Themen steht das Cracken als weiterführendes Experiment. Als Vorwissen benötigen die Schüler Kenntnisse über die Aufarbeitung des Erdöls und damit verbunden über die Notwendigkeit für ein solches Verfahren. Hier könnte man ein kleines Gedankenexperiment machen, bei dem die Schüler mit dem Fakt konfrontiert werden, dass der Bedarf der Industrie an kürzerkettigen Kohlenwasserstoffen durch die fraktionierte Destillation nicht gedeckt werden kann. Die Schüler sollen als „Forscher“ fungieren und anschließend das Crackverfahren selber entwickeln, wobei auch durchaus schon angesprochen werden kann, wie der Katalysator hier grundsätzlich funktioniert, obwohl darüber noch kein Wissen vorliegt.

### *Aufwand:*

Der Versuch ist im Unterricht gut einzusetzen, da er schnell geht und weder einer großen Vor- noch Nachbereitung bedarf. Es werden dafür keine ungewöhnlichen Materialien und Chemikalien benötigt. Allerdings sollte der Versuch in einem Abzug durchgeführt werden, da verschiedene Gase entstehen. Laut der vorgegebenen Literatur (*Chemie Heute II*) sollte als Katalysator eigentlich Perlkatalysator verwendet werden. Da dieser aber an Schulen eher nicht vorhanden ist, wurde hierbei auf Aktivkohle zurückgegriffen.

### *Durchführung:*

Es handelt sich hierbei um einen Versuch, der eigentlich immer klappt und schnell zu zeigen ist. Die Effekte, also die Brennbarkeit von Dampf und Kondensat, sind gut sichtbar. Er kann sowohl als Lehrer- oder auch als Schülerversuch eingesetzt werden, da durch den simplen Versuchsaufbau keine großen Verzögerungen durch den Aufbau von den Schülern auftreten sollten. Allerdings sollte man bei einer großen Klasse überlegen, ob dieser Versuch im

Hinblick auf die Verwendung von Feuerzeugen und Bunsenbrennern durchgeführt werden sollte.

**Literaturangaben:**

<http://www.uni-giessen.de/~ge1016/skripte.htm>

*Chemie Heute Sek. II*, 7. Auflage, Schroedel Verlag, Hannover, 2004