

**Chemie: Erdöl und Cracken**

Klassenstufe	Oberthemen	Unterthemen	Anforderungs- niveau	Durchführung sniveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
S2	Organische Chemie	Fraktionierte Destillation Cracken	● ●	■	- ca. 10-30 min. ca. 45min.

In dieser Versuchsanleitung wollen wir Ihnen einige mehr oder weniger bekannte Versuche um das Fraktionierte Destillation und Cracken vorstellen. Unsere Versuche haben folgende Vorteile:



- Schnelle und einfache Vorbereitung
- Problemlose Durchführung
- Die Versuche können auch einzeln in ein anderes Unterrichtskonzept integriert werden
- Die Versuchsreihe kann insgesamt als didaktische Einheit in den Unterricht integriert werden
- Außerdem bieten wir **weitere Anregungen**, um das jeweilige Thema

**An welche Stelle können diese Versuche in den Unterricht integriert werden? Welche Voraussetzungen müssen die Schüler haben?**

- Die homologe Reihe der Alkane muss im Unterricht ausführlich besprochen worden sein.
- Der Begriff der Isomerie sollte ausführlich behandelt worden sein.
- Die Schüler haben unterschiedliche Kohlenwasserstoffe mit Molekülbaukästen gebaut.
- Die Schüler haben erfahren, dass Erdöl aus sehr vielen Komponenten besteht (Entstehung, Vorkommen und Abbau sowie Weiterverarbeitung von Erdöl) dies kann, wie unten gezeigt auch von den Schülern erarbeitet werden!

**Tipp zur Einführung:**

1. **Beeindruckend ist die Vorstellung von völlig unterschiedlichen Produkten des alltäglichen Gebrauchs...**
2. **Kurze plakative Zeitungstexte zur Umweltproblematik, zu Kunststoffen, Medikamenten etc.**

Es hat sich als didaktisch sinnvoll erwiesen, den Schülern Kurzreferatthemen um das Thema Erdöl zu geben. Man kann z.B. eine Aufgabe so formulieren, dass die Schüler Information aus dem Internet zu **Entstehung, Vorkommen und Abbau** sowie Weiterverarbeitung des Erdöls sammeln und verarbeiten sollen (arbeitsteilige Gruppenarbeit) – Umfang ca. 1 Std.

In der 2. Schulstunde sollen die Schüler dann im **freien Vortrag** ihre Ergebnisse präsentieren. Durch die intensive Internetrecherche und dem Exzerpieren haben die Schüler das Thema sehr intensiv bearbeitet. Die Referate nach einer Stunde Vorbereitungszeit waren daher meist sehr ergiebig.

**Wichtig:**

Der Lehrer muss den Schülerinnen und Schülern klare und gut strukturierte Aufgaben geben!

Voraussetzung für die Arbeit ist eine ausreichende Ausstattung an PCs in der Schule in Form eines Computerarbeitsraumes.

**Rohöl und Erdöl**

Das aus der Erde unmittelbar kommende, ungereinigte Erdöl wird auch als Rohöl bezeichnet. Es stellt ein Stoffgemisch von mindestens 500 Komponenten dar. Die Zusammensetzung kann je nach Herkunft sehr unterschiedlich sein. Es enthält eine große Palette an Kohlenwasserstoffen (Alkane, Cycloalkane und Aromaten), sowie Harze, Aldehyde und andere organische Verbindungen. Die Färbung schwankt von hellgelb bis schwarz, unter Licht erfolgt allmählich eine Nachdunkelung. Bei längerem Aufenthalt an der Luft nimmt die Viskosität zu, da die leicht flüchtigen Bestandteile allmählich verdunsten. Rohöl ist nicht wasserlöslich und nur schlecht löslich in Ethanol. Dagegen löst es sich gut in Ether, Benzol oder Tetrachlorkohlenstoff.

Erdöl ist aus unserer Industriegesellschaft nicht mehr wegzudenken. Falls die Prognosen stimmen, dass die Ressourcen in 30 Jahren erschöpft sein werden, fällt der wichtigste Energielieferant weg! Doch Erdöl mit seinen über 500 Komponenten ist nicht nur für die Energiegewinnung von großer Bedeutung.

**1. Aufgabe für die Schüler:** Sie sollen sich über die weiteren Verwendungsmöglichkeiten von Erdöl informieren (Möglichkeiten eines Kurzreferates)

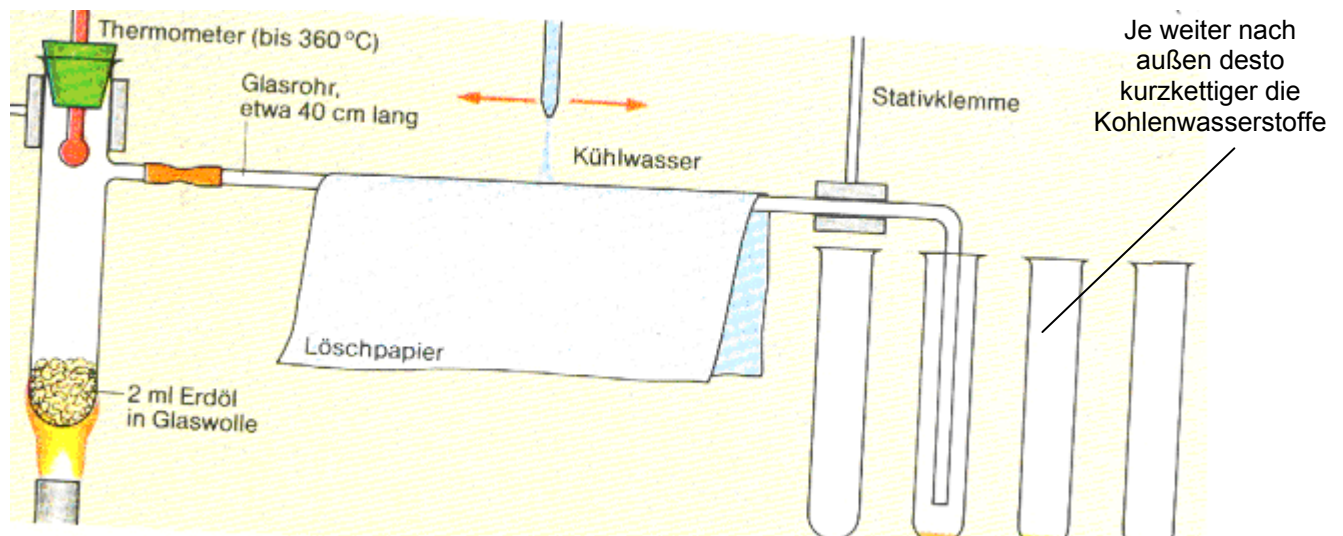
**Versuchsreihe 1: Destillation von Erdöl (Lehrerdemonstrationsexperiment)**

Falls Sie keine Erdöldestillationsapparatur besitzen sollten, dann wird die Vorbereitung des Versuches etwas langwieriger, die Mühe lohnt sich jedoch; denn aus dieser Destillation können Sie 5-6 Stunden aufbauen.

Mit einer Erdöldestillationsanlage (z.B. Best.-Nr. [200.6427](#)) kann es direkt logehen.

**Material:**

- Erdöl ( 10 ml)
- Großes wärmeresistentes Reagenzglas mit Seitenansatz
- Nichtbrennbare Stopfen mit Loch für Thermometer ( bis 360°C)
- Stativ und Stativklemme
- Längeres Glasrohr (mindestens 40cm lang)
- Löschpapier zum Abkühlen
- Stativklemme
- Mehrere Reagenzgläser
- Mehrere Porzellanschalen



### Arbeitsanleitung:

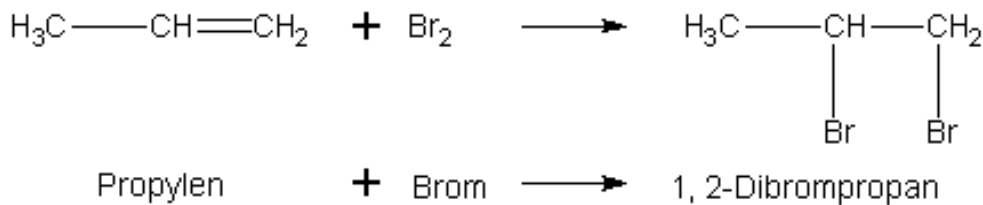
Zunächst wird das Erdöl leicht erhitzt, später etwas stärker. Wir fangen das entstehende Destillat in mehreren Reagenzgläsern bei circa 220°C, 170°, 120°C und 70°C auf. Das 40cm lange Glasrohr kann mit einem Löschblatt bedeckt werden und leicht mit Wasser besprengt werden, so dass die Temperatur von 360° relativ schnell fallen kann. Die Reagenzgläser werden nach dem Auffangen mit einem Stopfen verschlossen und für weitere Versuche aufgehoben. Die so gewonnen Destillate bezeichnet man auch als Fraktionen.

### Beginn der Schülerexperimente:

**Versuch 1:** jede der entstandenen Fraktionen wird in eine Porzellanschale gegossen.

1. **Aufgabe:** Untersuche Aussehen und Geruch!
2. **Aufgabe:** Vergleiche das Fließverhalten der Flüssigkeiten!
3. **Aufgabe:** Versuche einen kleinen Teil der Fraktion zu entzünden. Wenn dieser brennen sollte, dann beobachten die Schüler insbesondere die Flammenfärbung und die Intensität.
4. Die Fraktionen werden nach einander mit Bromwasser geschüttelt.
5. **Auswertung der Schüler:**
  - Die Schüler notieren zu jeder Aufgabe genau ihre Beobachtungen und stellen ebenfalls schon begründete Vermutungen an.
  - Falls sich das Bromwasser in einigen Fällen entfärbt, dann sollte der Lehrer auf dieses charakteristischen Nachweis eingehen (wenn dies nicht schon vorher geschehen ist).

- Die **elektrophile Addition** kann natürlich noch ausführlicher mit Zwischenschritten behandelt werden!



### Definition von Cracken

**Cracken**, von engl.: crack = spalten, zerplatzen, aufbrechen). In der Petrochemie übliche Bezeichnung für die im allgemeinen unter Anwendung von Hitze, Druck u. Katalysatoren vorgenommene Spaltung größerer in kleinere Mol., wie sie vornehmlich bei der Aufarbeitung des Erdöls u. seiner höher siedenden Fraktionen zu Motorkraftstoffen, insbes. zu dem sog. Crack-Benzin angewendet wird. Bei genügend hoher Temperatur (ca. 800°) läuft die Pyrolyse als thermisches Cracken zwar spontan ab, doch lässt sich eine bessere Reaktionsführung bei niedrigerer Temperaturen (400–500°) erreichen, wenn mit Katalysatoren gearbeitet wird (katalyt. cracken, Katcracken).



### Wozu Cracken ?

Die Mengen an Benzin, die wir tagtäglich brauchen sind enorm. Das Benzin, das durch die fraktionierte Destillation gewonnen wird, reicht da bei weitem nicht aus! Bei der fraktionierten Destillation von Erdöl fallen mehr langkettige Alkane (sog. Schmieröle) an, als gebraucht werden. Diesen Überschuss gibt man zum Cracken.

Im stark vereinfachten Prinzip werden die langkettigen Moleküle zum Schwingen gebracht bis sie reißen... So entstehen dann aus einem langkettigen Alkan mehrere kurz-kettige Alkene und Alkane.

In der Petrochemie übliche Bezeichnung für die unter **Anwendung von Wärme, Druck und Katalysatoren** vorgenommene **Spaltung größerer in kleinere Moleküle**. Bei genügend hoher Temperatur (ca. 800°) läuft die Pyrolyse als thermisches Cracken zwar spontan ab, doch lässt sich eine bessere Reaktionsführung bei niedrigerer Temperatur (400–500°)

erreichen, wenn mit Katalysatoren gearbeitet wird (katalytisches Cracken). Denn die Möglichkeiten des Zerbrechens in völlig unterschiedliche Moleküle nimmt mit der Kettenlänge zu.

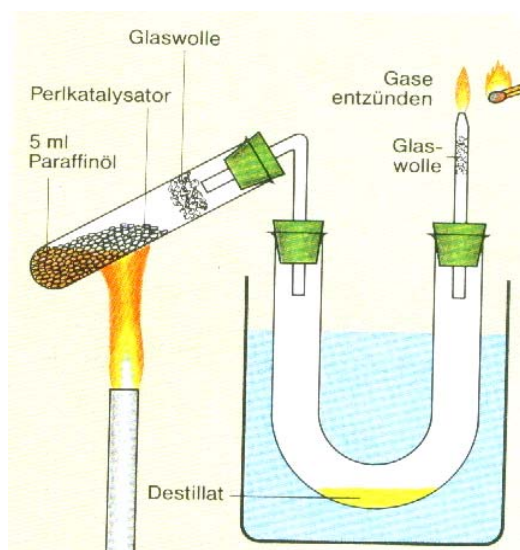
Benzine werden heute fast ausschließlich durch katalytische Cracken im Fließbett (Wirbelschicht-Verfahren, Fluid Catalytic Cracking, FCC). Neben Benzinen fallen bei der Pyrolyse der Erdöl-Kohlenwasserstoffe Methan, Ethan, Ethylen, Propen, Butene usw. an.



## Versuchsreihe 2: Cracken von Erdöl

Materialien:

- [U-Rohr](#)
- 3 [Stopfen](#) mit Loch
- Glasrohr mit gebogener Spitze
- Pneumatische Wanne ( oder anderer großer Behälter) mit Wasser gefüllt
- Bunsenbrenner
- Feuerzeug
- 2 [Stative](#)
- 2 [Muffen](#)
- [Tiegelzange](#)
- [Reagenzglasklammer](#)



Chemikalien:

- Paraffinöl
- Fraktion ( bei 220° aufgefangen) Eiswasser, Perlkatalysator, Glaswolle

### Arbeitsanleitung:

Man nimmt entweder die Fraktion, die wir bei circa 220° C gewonnen haben, oder wir füllen Paraffinöl in ein Reagenzglas.

Der Versuch wird unter dem Abzug durchgeführt. Man gibt 5ml Paraffinöl und etwas Glaswolle in ein schwer schmelzbares Reagenzglas. Dann füllt man den Perlkatalysator ein und verschließt das Reagenzglas mit einem Stopfen mit Loch, durch das ein Winkelrohr zum U-Rohr führt. Man erhitzt zuerst den Katalysator und bringt dann das Öl zum Sieden bis es fast verdampft ist. Die entweichenden Dämpfe werden an der Glasspitze entzündet. Die flüssigen Crackprodukte sammeln sich im gekühlten U-Rohr.

### Beobachtung:

Die Crackgase im U-Rohr, sowie die Flamme an der Glasspitze sind gut zu erkennen. Die leicht gelblichen Crackprodukte sammeln sich im U-Rohr.

### Deutung:

Dieses Verfahren dient der Gewinnung niedrig siedender Kohlenwasserstoffe. Durch das Cracken werden die langen Kohlenstoff-Ketten des Paraffinöls in kleinere Ketten gespalten, welche wesentlich reaktionsfreudiger sind.

Es empfiehlt sich Paraffin anstatt Paraffinöl zu verwenden.

### Tipps und weitere Schülerübungen:

1. Die Schüler sollen die Fraktion im U-Rohr auf Doppelbindungen untersuchen (Entfärbung von Bromwasser).
2. Das entstehende Gas kann ebenso auf das Vorhandensein von Doppelbindungen untersucht werden.
3. Die Schüler sollen mit dem **Molekülbaukasten** (z.B Best.-Nr. 200.0206 oder 200.0156) ein langkettiges Alkan cracken und aus diesem Molekül 2 neue basteln.
  - a) An einem Beispiel kann der Lehrer dies den Schülern demonstrieren ( siehe Beispiel unten)
  - b) Die Schüler sollen andere Produktmöglichkeiten finden und die gefundenen Moleküle benennen können.

