

## VII.A.8

### Struktur und Eigenschaften organischer Verbindungen

# Fossile Brennstoffe im Fokus – ein Besuch an der Tankstelle

Ein Beitrag von Günther Lohmer

Mit Illustrationen von Oliver Wetterauer



© RAABE 2019

© Thinkstock/Stock

Erdöl kennen die Menschen bereits seit dem Altertum und schon damals wurde Erdöl in erster Linie als Brennstoff genutzt. Die erste Erdölbohrung erfolgte dann 1859 in dem Ort Pennsylvania in den USA. Doch was verbirgt sich chemisch hinter der schwarzen Flüssigkeit, die unsere moderne Welt antreibt? Wozu brauchen wir Raffinerien und was passiert bei der Verbrennung von Kraftstoffen? Erforschen Sie gemeinsam mit Ihren Schülern die Geheimnisse des Erdöls und entdecken Sie seine faszinierende Bedeutung für unsere mobile Welt.

---

#### KOMPETENZPROFIL

<b>Klassenstufe:</b>	9/10
<b>Dauer:</b>	8 Unterrichtsstunden (Minimalplan: beliebig)
<b>Kompetenzen:</b>	1. Die wichtigsten Eigenschaften von Erdöl benennen; 2. Die wichtigsten Schritte in einer Raffinerie darstellen; 3. Den Unterschied zwischen Benzin und Dieselmotorkraftstoff erklären; 4. Alternative Treibstoffe nennen; 5. Zielorientiertes Arbeiten im Team
<b>Thematische Bereiche:</b>	Organische Verbindungen, Energieträger

---

## Auf einen Blick

### 1./2. Stunde

**Thema:** Einstieg durch Thematisierung des Erdöls im Alltag und Erarbeitung der chemischen Zusammensetzung von Erdöl.

**M 1** Das „schwarze Gold“ – Erdölproduktion und -verwendung  
**M 2** Was ist Erdöl?

### 3./4. Stunde

**Thema:** Die Schüler erarbeiten sich selbstständig die Gewinnung von Erdöl aus Erdöllagerstätten und die Verarbeitung in Raffinerien.



**M 3** Gewinnung von Rohöl aus Erdöllagerstätten  
**M 4** Was passiert in einer Raffinerie?

### 5. Stunde

**Thema:** Vergleich von Diesel und Benzin. Veranschaulichung durch Schüler- und Lehrerversuch.

**M 5** Was ist der Unterschied zwischen Diesel und Benzin?

**Benötigt**

- |  |  |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> 1 Schutzbrille  | <input type="checkbox"/> 100 g Eis   |
| <input type="checkbox"/> 1 Becherglas    | <input type="checkbox"/> 135 g NaCl  |
| <input type="checkbox"/> 1 Thermometer   | <input type="checkbox"/> Benzin        |
| <input type="checkbox"/> 2 Reagenzgläser | <input type="checkbox"/> Sommerdiesel  |

### 6./7. Stunde

**Thema:** Kerosin sowie alternative Treibstoffe werden thematisiert. Der Schwerpunkt liegt auf der Gewinnung und Zusammensetzung alternativer Treibstoffe.

**M 6** Treibstoff für Flugzeuge – das Kerosin  
**Zusatz** Erdgas als Treibstoff  
**M 7** Alternative Treibstoffe



## M 2

## Was ist Erdöl?

Erdöl ist ein Gemisch aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen. Diese bestehen aus den Elementen Kohlenstoff und Wasserstoff.

**Aufgabe 1**

Lies dir den folgenden Info-Text durch. Markiere dabei alle Schlagwörter.

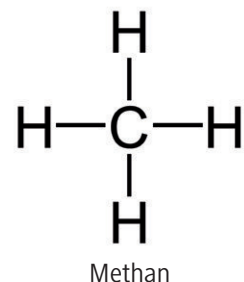
**Erdöl – chemisch betrachtet**

Die Kohlenwasserstoffe im Erdöl lassen sich in folgende drei Gruppen unterteilen:

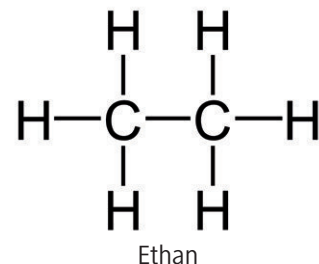
1. Alkane (Anteil ca. 60 %)
2. Aromaten (Anteil ca. 15 %)
- 5 3. Cycloalkane (Anteil ca. 25 %)

**Alkane**

Die Alkane gehören zur Gruppe der sogenannten gesättigten Kohlenwasserstoffe. Dabei sind die Kohlenstoffatome untereinander durch eine einfache Bindung miteinander verknüpft. Alle freien Bindungen sind mit Wasserstoffatomen besetzt, es bleibt keine Bindung frei. Daher kommt der Name gesättigte Kohlenwasserstoffe. Diese Verbindungen enthalten keine funktionellen Gruppen, daher zählen die Alkane zu den reaktionsträgsten organischen Verbindungen. Betrachten wir die einfachste Form einer gesättigten Kohlenwasserstoffverbindung: Sie besteht aus einem Kohlenstoffatom und vier Wasserstoffatomen. Diese Verbindung heißt Methan und ist gasförmig. Ausgehend von Methan lassen sich die weiteren Kohlenwasserstoffverbindungen in der Reihe der Alkane ableiten. Es kommt zu der bestehenden Verbindung immer eine  $\text{CH}_2$ -Gruppe hinzu.



Die Alkane mit 1 bis 4 Kohlenstoffatomen heißen: Methan, Ethan, Propan und Butan. Diese Verbindungen sind alle gasförmig. Die Verbindungen von 5 bis 16 Kohlenstoffatomen und die nachfolgenden Atome haben einen festen Aggregatzustand. Gemische von flüssigen Alkanen finden als Benzin für Autos und als Kerosin für Flugzeuge Verwendung.



**25 Tipp:** Willst du herausfinden, wie viele Wasserstoffatome eine Alkan-Verbindung hat? Dann hilft dir folgende Formel weiter:

Die allgemeine Formel für Alkane lautet:  $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ . Dabei steht n für die Anzahl der Kohlenstoffatome. Hat die Verbindung beispielsweise 3 Kohlenstoffatome, so hat sie  $2 \cdot 3 + 2 = 8$  Wasserstoffatome.

### Vakuumdestillation

Der verbleibende Rückstand aus der fraktionierten Destillation wird in einem anschließenden Prozess einer Vakuumdestillation unterzogen. Würde man ihn im Sumpf der Kolonne belassen und höheren Temperaturen aussetzen, so würde er sich zersetzen. In der Vakuumdestillationskolonne herrscht ein verminderter Druck von circa 10 bis 30 mbar, der dazu führt, dass der zugeführte Rückstand aus der fraktionierten Destillation früher siedet. Dadurch können Schmieröle und Bitumen gewonnen werden. Bitumen wird als Bestandteil in Asphalt und auch für Abdichtungen verwendet.

### 30 Cracken

Das Wort *cracken* stammt aus dem Englischen und bedeutet „spalten“. Die Nachfrage nach kurzkettigen Kohlenwasserstoffen in Form von Benzin, Diesel und leichtem Heizöl übersteigt die Nachfrage nach langkettigen Kohlenwasserstoffen in Form von schwerem Heizöl. Der weltweite Bedarf kann durch die fraktionierte Destillation von Rohöl nicht gedeckt werden. Daher setzen die Betreiber der Raffinerien bei der Erdölverarbeitung das Cracken ein, um aus langkettigen Kohlenwasserstoffen kurzkettige zu machen. Man unterscheidet zwei verschiedene Hauptarten:

- 40 a) **Thermisches Cracken:** Bei diesem Verfahren wird das Erdöl unter Druck auf Temperaturen von 450 °C bis 800 °C erhitzt. Dabei geraten die Bindungen zwischen den langen Kohlenstoffmolekülen in Schwingungen und brechen auseinander, wodurch kurzkettige Kohlenwasserstoffverbindungen entstehen. Beispielsweise entstehen aus Decan Heptan und Propen oder aus Octan Buten und Butan.
- 45 b) **Katalytisches Cracken:** Beim katalytischen Cracken werden die langkettigen Kohlenwasserstoffe mithilfe eines Katalysators bei Temperaturen zwischen 350 °C und 500 °C und einem Druck zwischen 70 und 200 bar aufgespalten. Das zusätzliche Einleiten von Wasserstoff sorgt für eine große Produktpalette an kurzkettigen Kohlenwasserstoffen. Die Qualität der Crackprodukte ist beim katalytischen Cracken besser als die beim thermischen Cracken.

### Aufgabe 2

- a) Erkläre, aufgrund welcher physikalischen Eigenschaft sich Erdöl in der Raffinerie trennen lässt.
- b) Erkläre den Unterschied zwischen einer Destillation und einer fraktionierten Destillation.
- c) Nenne alle Fraktionen, die bei der fraktionierten Destillation von Rohöl gewonnen werden, und ordne ihnen die jeweiligen Kondensationstemperaturen zu.
- d) Erkläre, was mit dem Rückstand aus der fraktionierten Erdöldestillation passiert.
- e) Nenne die zwei verschiedenen Hauptarten des Crackens und erläutere das jeweilige Verfahren in Stichpunkten.

### Zusatzaufgabe

Recherchiere und erkläre, was man unter dem Begriff Hydrocracken versteht.

