

Kohle und Erdöl

1) *Entstehung von Braun- und Steinkohle, von Erdöl und Erdgas*

a) Definitionen:

Braunkohle:

jüngste aller Kohlearten

man unterscheidet zwischen holzig bis erdiger Kohle (= Weichbraunkohle) und dichte, feste Kohle (= Hartbraunkohle)

Farbe: hell- bis dunkelbraun

Steinkohle:

im Karbon-Zeitalter entstanden

Arten: Anthrazit, Mager- und Esskohle

Aussehen: schwarz, fettig glänzend

Sedimentgestein

Gemisch aus Kohlenstoff (Gehalt steigt mit wachsendem Alter), Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff

Erdöl:

auch Rohöl genannt

Farbe: wasserklar bis fast schwarz

Gemisch aus 90% Kohlenstoff, 10% Wasserstoff \Rightarrow Kohlenwasserstoffverbindungen= Alkane (außerdem geringe Mengen Sauerstoff, Schwefel und Stickstoff in Erdöl vorhanden)

Erdgas:

Hauptsächlich aus Methan bestehend (Methan ist Nebenprodukt der Erdölentstehung)

Unterscheidung zwischen trockenem und nassem Erdgasen

Nasses Erdgas hat größeren Anteil an Propan, Butan und Pentan, sowie höhere gesättigte Kohlenwasserstoffe \Rightarrow leichter kondensierbar

b) Entstehung:

Stein- und Braunkohle

Die Entstehung der Steinkohle beginnt vor etwa 350 Mio. Jahren in der Steinkohlezeit genannt Karbon. Damals herrschte in Mitteleuropa ein wärmeres und feuchteres Klima als heute in Europa. Üppige Stumpfwälder mit Riesenfarne, große Schachtelhalme und Bärlappgewächsen konnten sich gut entwickeln. Kräfte im Erdinneren sorgten dafür, dass sich die Erdoberfläche senkte. So überflutete das Meer diese Wälder. Die absterbenden Pflanzen waren auf diese Weise von der Luftzufuhr abgeschnitten. Deshalb verweseten sie nicht, sondern zerfielen zu **Torf**. Sand und Tonschichten, die das Meer ablagerte, deckten die Torfschichten ab. Dann hob sich der Untergrund wieder, neue Sumpfländer wuchsen. Bei erneutem Absinken der Erdoberfläche konnte sich ein neues Torflager bilden, dass auch wiederum von Sand und Ton bedeckt wurde. Dieser Vorgang konnte sich noch Hunderte Male wiederholen. Druck und Temperatur nahmen zu, so dass sich aus dem Torflager schließlich **Braunkohle** bildete. Die Sand- und Ton-Ablagerungen verfestigten sich im Laufe von Millionen Jahren immer mehr und übten noch mehr Druck auf den Untergrund aus. So wurde aus der Braunkohle schließlich **Steinkohle**.

In vielen Millionen Jahren bildete sich aus den Meeresablagerungen (Sand und Ton), das Deckgestein oder Deckgebirge, aus den Sumpfwäldern die Kohle. Steinkohle brennt besser als Braunkohle weil sie weniger Wasser und Gas enthält. Denn je länger Druck und Wärme einwirken, desto mehr nimmt der Kohlenstoffgehalt zu, wäh-

rend gleichzeitig Wasser entweicht.

Erdöl und Erdgas

Entstanden ist **Erdöl** aus Kohlenhydraten, Eiweißstoffen und Fetten in tierischer und pflanzlicher Substanz, hauptsächlich Plankton. Vor Urzeiten sank dieses Plankton in flachen Uferregionen ab, es wurde unter Luftabschluss nach und nach zu sog. Faulschlamm. Druck, Hitze und Bakterien leisteten Zersetzungsreaktionen, bei denen Erdöl ähnliche Substanzen entstanden. **Erdgas** kommt sehr häufig zusammen mit Erdöl vor. Über den Erdölfeldern befindet sich eine Gaskuppel, in der das Erdgas unter hohem Druck eingeschlossen ist. Da das Methan ein Nebenprodukt der Erdölbildung ist, bestehen einige Arten des Erdgases fast ausschließlich aus diesem Kohlenwasserstoff.

Julia Hieronymus, Sarah Wagner, Stephanie Völk

2) **Verkokung von Kohle (Trockendestillation)**

a) **Definition:**

Die Verkokung ist ein Kohleveredelungsverfahren, um aus Steinkohle das wesentlich kohlenstoffreicheren "Koks" durch Trockendestillation zu gewinnen. Dabei wird Steinkohle unter Luftabschluss auf Temperaturen von rund 1200°C erhitzt, d.h. einer Pyrolyse (thermische Spaltung chem. Verbindungen in Abwesenheit von Sauerstoff bzw. unter Sauerstoffmangel => Vakuum) unterworfen. Kohle ist ein Feststoff, deshalb bezeichnet man ihre Destillation als Trockendestillation.

b) **Sinn der Verkokung:**

Bei der direkten Verfeuerung der Kohle würden die in ihr enthaltenen wertvollen Bestandteile verloren gehen. Um diese Vergeudung zu vermeiden, hat man wirtschaftlichere Verfahren (z.B. Verkokung) zur Aufarbeitung der Kohle entwickelt.

Heute wird nur noch Hochofenkoks und bisweilen Gießereikoks produziert. Gaskoks wie ihn früher zahlreiche Gaswerke herstellten gibt es nicht mehr, da die Gaswerke (Betriebe, in denen das Gas Hauptprodukt der Erzeugung ist) verschwunden sind.

c) **Verfahren:**

Bei der Verkokung (Entgasung) der Steinkohle werden die in ihr enthaltenen organischen Verbindungen zum größten Teil zersetzt. Die Bruchstücke der organischen Verbindungen vereinigen sich zu einfacher gebauten, thermisch beständigeren Molekülen, die in Gas- bzw. Dampfform entweichen. Der Rückstand ist der aus fast reinem Kohlenstoff (98%) bestehende Koks, der als Heizmaterial und bei der Eisenerzverhüttung großtechnisch verwertet wird. Durch Kondensation der Dämpfe erhält man eine schwarzbraune, zähe Flüssigkeit, den Steinkohlenteer, der ein nahezu unerschöpfliches Rohstoffgemisch für die chemische Industrie darstellt. Er ist ein Gemenge aus etwa zehntausend Verbindungen von denen etwa zwanzig großtechnische Bedeutung erlangt haben und durch fraktionierte (teilweise) Destillation aus ihm isoliert werden.

Beim ältesten Verfahren zur Verkokung stapelte man Kohle unter freiem Himmel zu großen Haufen auf, bedeckte diese mit Erde und ließ im Inneren der Haufen horizontale und vertikale Rauchkanäle frei. Diese Zwischenräume füllte man mit Holz und setzte das Ganze in Brand. Wenn der größte Teil der flüchtigen Stoffe in der Kohle verbrannt war, erstarben die Flammen; das Feuer wurde mit Kohlenstaub erstickt und der Haufen mit Wasser besprengt.

Später wurde Koks in so genannten Bienenkorböfen (so benannt wegen ihrer Ges-

* da restliche Bestandteile der Kohle verdunsten

** Koks ist ein harter, poröser Rückstand der trockenen Destillation von Kohle, Torf, Holz oder Pech. Koks ist dunkelgrau bis schwarz gefärbt und besitzt einen metallischen Glanz. Koks besteht zu etwa 98 Prozent aus Kohlenstoff, der Rückstand ist Asche.

talt) hergestellt. Wie bei der Verkokung im Freien verzichtete man darauf, verwertbare Nebenprodukte wie Gas und Teer aufzufangen.

Heutzutage wird Koks in Kokereien gewonnen, wobei die modernen Öfen mit Vorrichtungen zur Wiedergewinnung der Nebenprodukte (z.B. Steinkohlenteer, Benzol, Ammoniak) ausgestattet sind. Kokereiöfen sind meist in Batterien zu 60 Stück angeordnet und haben schmale, vertikale Kammern aus Schamotte (gebrannter, feuerfester Ton). Jeder Ofen wird durch eine obere Öffnung mit 10 bis 20 Tonnen Kohle beschickt. Die Kohle wird rund 17 Stunden lang unter Luftabschluss auf Temperaturen bis zu 1200°C erhitzt. Die bei diesem Prozess entstehenden Gase werden im oberen Teil des Ofens gesammelt. Der Steinkohlenteer wird kondensiert, während man die Gase zum Heizen der Kokereiöfen einsetzt. Die Gase müssen zuvor von Ammoniak und von Benzol gereinigt werden. Am Ende der Verkokung stößt man den rot glühenden Koks mit einer Ramme aus dem Ofen direkt auf Loren. Diese transportieren ihn zu einer Löschvorrichtung, wo er mit Wasser besprengt wird.

Entstehende Produkte und ihre Verwendung: Neben dem Rückstand Koks entstehen u. A. versch. Gase und Teer.

Da Steinkohlenteer krebserzeugende Inhaltstoffe enthält, spielt Teer im Straßenbau keine bedeutende Rolle mehr.

Bei der Weiterverarbeitung der primär gewonnenen Kohlenwertstoffe Rohteer, Rohbenzol und Ammoniak können viele für die Industrie wichtigen Stoffe hergestellt werden, z.B. Kunststoffe, Heiz- und Treiböle, Benzin, Waschmittel (aus Paraffin), Soda, Schädlingsbekämpfungsmittel, Farbstoffe, Sprengstoffe.

Natalie Schweiger, Stephanie Kurz

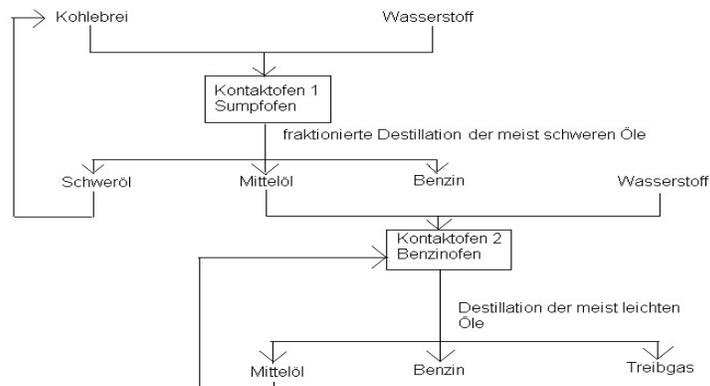
3) Die Kohlehydrierung

Definition: Kohle ist ein Gestein fast ausschließlich pflanzlichen Ursprungs. Die Pflanzen wurden von Wasser überdeckt, dadurch wurden sie luftdicht unter Druck der oberen Schichten abgeschlossen.

Definition: Hydrierung ist eine Umwandlung chemischer Stoffe durch Zugabe von Wasserstoff. Statt Hydrierung könnte man auch von Verflüssigung sprechen.

a) Verfahren (nach Bergius¹):

Bei der Kohlehydrierung wird fein zerkleinerte Kohle mit Schweröl oder Teer vermengt und in Hochdrucköfen an einem Katalysator² (v.a. Eisenoxid) mit Wasserstoff bei 460° und 200-700 bar umgesetzt. Durch Destillation und nochmalige Umsetzung mit Wasserstoff an Katalysatoren (z.B.: Wolfram), erhält man Benzine mit hoher Oktanzahl³ (etwa 1 t Benzin aus 4 t Kohle und 2000 m³ Wasserstoff). Bei der Kohlehydrierung wird von der gesamten Einsatzkohle nur etwa ein Drittel zu flüssigen Produkten hydriert; zwei Drittel der Kohle werden zur



¹ Friedrich Bergius (1884 -1949), Chemiker, erhielt für dieses Verfahren zusammen mit Carl Bosch 1931 einen Nobelpreis

² Beschleuniger einer Reaktion

³ Zahleneinheit der Zündträhigkeit von Treibstoffen (0= zündfreudig, 100= zündträge)

Wasserstoff- und Energieerzeugung benötigt.

Der Rohstoff Kohle hat gegenüber Erdöl den Nachteil, dass die Verfahren zur Herstellung chem. Produkte im allgemeinen komplizierter und umweltbelastender sind und mit geringeren Ausbeuten ablaufen.

b) Bedeutung:

Kohlehydrierung, ein Verfahren zur Gewinnung von flüssigen Treibstoffen und anderen Mineralölprodukten aus Braun- und Steinkohle, das im erdölarmeren Vorkriegsdeutschland zur Sicherung des Treibstoffbedarfs entwickelt wurde.

Die Kohlehydrierung ist heute (weltweit nahezu vollständig) zugunsten der billigeren Benzinproduktion aus Erdöl eingestellt, sie bleibt jedoch im Hinblick auf die abnehmenden Erdölreserven für den Treibstoffbedarf interessant. Denn mit zunehmender Verknappung der Welterdölreserven wird man wieder auf die in weitaus größerer Menge vorhandene Kohle als Quelle für flüssige Treibstoffe und Chemierohstoffe zurückgreifen müssen.

Sarah Popp, Verena Hochreiter

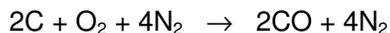
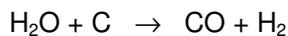
4) Kohlevergasung

a) Definition:

Unter Kohlevergasung versteht man eine Reihe von Verfahren zur Kohleumwandlung. Dabei wird gemahlene Kohle mit Wasserdampf und Sauerstoff bei Temperaturen von 650-2000° Celsius und unter Druck (bis 100 bar) zu flüssigen oder gasförmigen Energieträgern umgewandelt.

b) Verfahren und Bedeutung

Bei der Vergasung von Kohle lässt man überhitzten Wasserdampf über glühende Kohle streichen, so erhält man Wassergas (auch Synthesegas genannt, welches ein Gasgemisch ist, das hauptsächlich aus Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff besteht). Da die Bildung von Wassergas ein endothermer Prozess ist, wird er mit der exothermen Herstellung von Generatorgas ($2\text{CO} + 4\text{N}_2$) gekoppelt, bei der Luft durch eine Koksschicht geleitet wird.



Je nach Verfahren, entsteht Synthesegas mit verschiedenen Anteilen von H_2 , CO und Methan.

Das Ziel ist es, mit dem Synthesegas höhere Kohlenwasserstoffe wie z.B. Benzin herzustellen. Synthesegas mit hohem Methananteil wird auch als Erdgasersatz verwendet und ist die Ausgangssubstanz der chemischen Industrie (Ammoniaksynthese).

c) Das Fischer-Tropsch-Verfahren

Das Synthesegas bei diesem Verfahren wird dabei in großen Kontaktöfen bei 170 C° und Normaldruck in ein Dampfgemisch aus Wasser und Kohlenwasserstoff umgewandelt.

Dabei entsteht ein Gemisch von unverzweigten und verzweigten Kohlenwasserstoffen, die zwischen 1- und 70-C-Atome haben. Die niedrig siedenden Anteile wie Treibgas und Benzin werden durch Absorption an Aktivkohle abgetrennt. Durch Kühlung des Restdampfes wird Wasser und Kogasin (Gemisch höher siedender Kohlenwasserstoffe) abgeschieden.

Julia Hofbauer, Denise Schlosser

5) **Zusammensetzung und Eigenschaften von Erdöl**

Erdöl wird auch Petroleum genannt. Dieser Name setzt sich aus dem lateinischen Wort „petra“ (Stein) und „oleum“ (Öl) zusammen.

a) **Definition von Erdöl:**

In der Erdkruste, vorkommendes natürliches Kohlenwasserstoffgemisch, das sich aus Zersetzungsprodukten von pflanzlichen und tierischen Ablagerungen auf Meeresböden im Laufe von Jahrmillionen gebildet hat.

b) **Zusammensetzung:**

Erdöle unterscheiden sich je nach Herkunft ganz erheblich. Man unterscheidet drei Hauptgruppen.

- Das pennsylvanische Erdöl enthält fast ausschließlich Grenzkohlenwasserstoffe (normal und verzweigt).
- Das russische Erdöl enthält dagegen etwa 80% Naphtene (Cycloalkane); Diese sind ringförmig aufgebaut und haben die Summenformel C_nH_{2n}
- Die rumänischen und galizischen Erdölsorten nehmen eine Mittelstellung zwischen den oben genannten Vorkommen ein.

Im Allgemeinen besteht Erdöl aus verschiedenen Verbindungsklassen:

- Alkane
- Cycloalkane (Kohlenwasserstoffe sind ringförmig angeordnet)
- Alkene
- Aromatische Kohlenwasserstoffe
- Schwefelverbindungen

Zerlegt man Rohöl in seine Elemente, so erhält man 83 bis 87 Gewichtsprozent Kohlenstoff (C), 11 bis 15 Gewichtsprozent Wasserstoff (H), bis zu 6 Gewichtsprozent Schwefel sowie Spuren von Sauerstoff, Stickstoff und Metallen.

c) **Eigenschaften:**

Das Erdöl, ein Naturprodukt aus vielen verschiedenen Stoffen, hat keine einheitlichen Eigenschaften.

Farbe: Es handelt sich um eine gelbe bis fast schwarze, viskose Flüssigkeit, die gelb bis grünblau fluoresziert und im Licht bei Sauerstoffzutritt allmählich nachdunkelt, da sich asphaltartige Stoffe bilden.

Geruch: Kann von angenehm aromatisch bis extrem unangenehm reichen.

Die **Dichte** der Rohöle variiert zwischen 0,65-1,02 liegt aber meistens zwischen 0,82 und 0,94.

Aggregatzustand: Die Kohlenwasserstoffe deren Moleküle aus Ketten mit weniger als 5 Kohlenstoffatomen bestehen, sind gasförmig, dann folgen flüssige Verbindungen mit mittellangen Molekülen und schließlich feste Substanzen wie Paraffin (Kerzenwachs), deren Moleküle sehr lange Ketten sind. Obwohl die einzelnen Bestandteile bei Zimmertemperatur verschiedene Aggregatzustände aufweisen, ist diese Mischung bei Temperaturen um 20° für gewöhnlich flüssig. Grund dafür, ist das sich feste Bestandteile des Erdöls in den flüssigen Bestandteilen lösen.

Es gibt keinen konstanten und fest abgrenzbaren Siedepunkt sondern einen Siedebereich. Die wird bei der Destillation von Erdöl deutlich. Je niedriger der Siedepunkt ist, desto klarer und farbloser ist das Öl. Mit steigendem Siedepunkt nimmt die Beweglichkeit der Flüssigkeit ab (steigende Viskosität). Je niedriger der Siedepunkt, desto leichter lässt sich die Fraktion entzünden.

Brennbarkeit: Erdöl brennt, wobei CO_2 und H_2O entsteht.

Diese verschiedenen Eigenschaften wie Siedebereich, Brennbarkeit, Viskosität und Dichte sind wichtig für die technische Verwendung als Benzin, Kerosin, Dieselkraft-

stoff und Heizöl, Schmieröl, Vaseline, festes Paraffin, Bitumen für Isolieranstriche oder als Asphalt für Straßenbeläge.

Simone Wimmer, Melanie Sommer K12

6) Die Erdölfractionen

Durch Destillation lässt sich Erdöl in verschiedene **Fractionen** trennen. Dazu wird das Erdöl auf etwa 400 °C erhitzt und das entstehende Dampf-Flüssigkeitsgemisch in einen gekühlten Fraktionsturm geleitet. Die Dämpfe steigen in dem Turm nach oben, kühlen sich dabei ab und kondensieren.

Je niedriger der Siedepunkt der einzelnen Dampfbestandteile ist, umso höher können sie bis zur Kondensation in dem Fraktionsturm nach oben steigen. Die nach Siedebereich getrennten Fraktionen werden schließlich aus dem Turm abgezogen.

Man unterscheidet folgende **Fractionen**:

Fraktion	Siedebereich
1. Raffineriegas/Erdgas	<15 °C
2. Flüssiggas und Benzin	25-200 °C
- Petrolethen	
- Leichtbenzin	
- Schwerbenzin	
3. Petroleum und Kerosin	200-250 °C
4. Dieselöl, Gasöl und Heizöl	250-360 °C
5. Schmieröle	>350 °C
6. Bitumen	Rückstand

Bei der weiteren Aufarbeitung des Erdöls in den Raffinerien nach den verschiedensten Verfahren fallen als Hauptprodukte an:

-  **Raffineriegas (Wasserstoff H₂, Methan CH₄, Ethan C₂H₆):** Deckung des Energiebedarfs in der Raffinerie
-  **Flüssiggas (Propan C₃H₈, Butan C₄H₁₀):** Propan wird durch Komprimieren verflüssigt, in Flaschen abgefüllt und dient als Kochgas. Butan wird dem Benzin beigemischt, findet Verwendung bei der Stadtgasherstellung und ist ein bedeutender chemischer Rohstoff.
-  **Rohbenzin:** wichtiger Grundstoff für die chemische Industrie
-  **Flugbenzin:** enthält iso-Alkane, dient als Kraftstoff für Propellermaschinen
-  **Fahrbenzin und Superkraftstoff:** unterscheiden sich unter anderem in im Gehalt an verzweigten Alkanen
-  **Spezial- und Testbenzine:** sind Kohlenwasserstoffe, finden in Fleckenentfernungsmittel, Lösungs- und Verdünnungsmittel Verwendung
-  **Petroleum:** für Beleuchtungszwecke (Signallampen) und als Lösungsmittel
-  **Flugturbinenkraftstoffe (Kerosin):** Verwendung in der Zivilluftfahrt
-  **Gasöl:** Kraftstoff für schnelllaufende Fahrzeugdieselmotoren
-  **Marinedieselöl:** verschieden schwere Gasölfractionen werden gemischt, dient zum Betreiben von großen Dieselmotoren mit geringen Drehzahlen (Schifffahrt)
-  **Heizöl:** entweder für Kleinverbraucher (wird rot eingefärbt zum Schutz gegen missbräuchliche Verwendung in Fahrzeugdieselmotoren) oder für die Industrie (zur Dampferzeugung in der Gasindustrie)
-  **Schmieröl:** aus Fraktionen der Vakuumdestillation gewonnen
-  **Industrieschmierstoffe:** Entsprechend der Vielfalt der industriellen Produktionsprozesse wird eine große Anzahl von Schmierstoffen benötigt, die jeweils stark un-

terschiedlichen Anforderungen genügen müssen. So umfasst das Sortenprogramm einzelner Ölkonzerne etwa 300 Industrieschmiermittel. Auch die Schmierfette fallen in diese Gruppe.

 **Bitumen:** Der Rückstand der Vakuumdestillation wird als Destillationsbitumen bezeichnet; seine Hauptverwendung liegt im Straßenbau. Durch Einleiten von Luft wird er auch zu Oxidationsbitumen verarbeitet (Herstellung von Dachpappen und Kabelisolierungen).

 **Schwefel:** fällt in großen Mengen bei der Entschwefelung der verschiedenen Fraktionen in großer Reinheit an

Catja Schneider und Claudia Pichler K 12

7) Die fraktionierte Destillation

Bei der fraktionierten Destillation können mehrere Komponenten eines Flüssigkeitsgemisches getrennt werden. Voraussetzung ist das Vorliegen unterschiedlicher Siedetemperaturen der verschiedenen Flüssigkeiten.

Ihr Prinzip besteht darin, dass man durch Zwischenschalten einer Säule (Kolonne) zwischen Verdampfungsgefäß und Kühler eine Anreicherung der leichtflüssigen Komponente in der Gasphase herbeiführt. Man erreicht dies dadurch, dass der an leichtsiedender Flüssigkeit schon angereicherte Dampf am Kolonnenkopf kondensiert und in der Kolonne zurückläuft (Rücklauf). Dabei wird er von aufsteigendem Dampf durchströmt und erwärmt. Durch einen Wärme- und Stoffaustausch geht aus dem zurücklaufenden Gemisch der leichtflüchtige Teil in den Dampf, und aus dem aufsteigendem Dampf kondensiert der schwerflüchtige Anteil. Das Resultat ist ein Dampf, der an leichtflüchtiger Komponente stärker angereicht ist, als der zuerst aufgestiegene.

Iris Steinberger und Melanie Hautsch

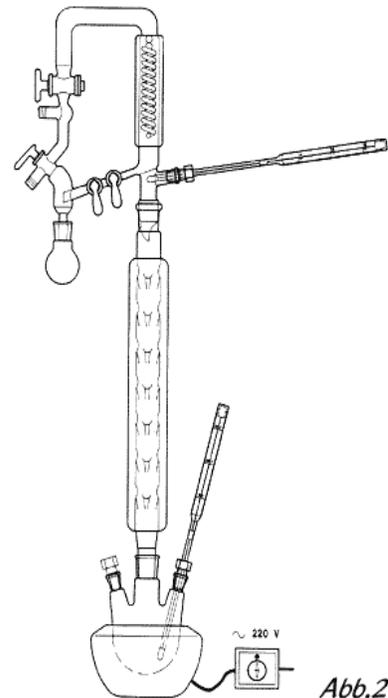


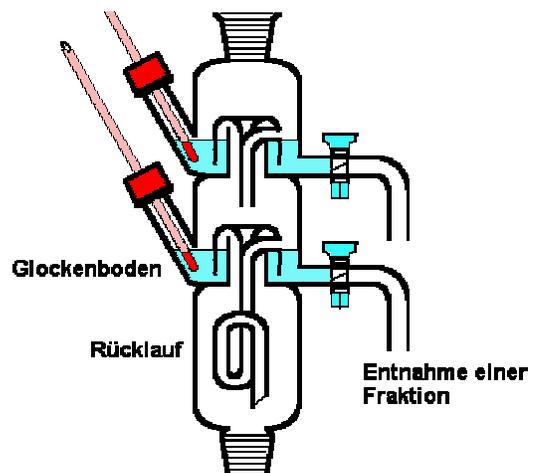
Abb.2

8) Funktionsweise des Glockenbodens

Bei der fraktionierten Destillation sammeln sich auf *Glockenböden* Fraktionen eines bestimmten Siedebereiches, die entnommen werden können.

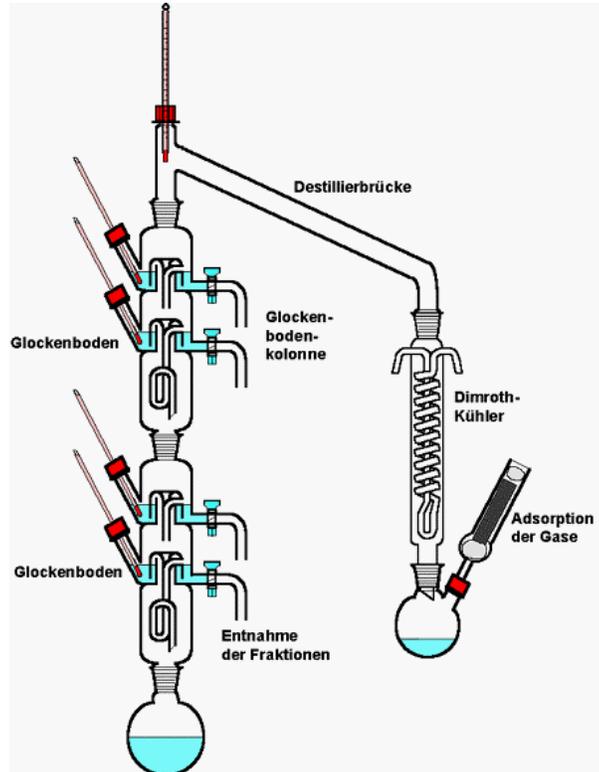
a) Funktionsweise des Glockenbodens

Der aufsteigende Dampf durchsteigt die Glockenböden, die eine bestimmte Temperatur besitzen. Dabei kondensieren alle Stoffe mit einem höheren Siedepunkt in der Flüssigkeit im Glockenboden. Die einzelnen Fraktionen können durch die seitlich liegenden Hähne entnommen werden. Durch seitlich angebrachte Schraubenschlösser können Thermometer eingeführt werden, um die Temperatur der Fraktionen zu messen. Ist der Glockenboden voll, fließt die Flüssigkeit durch einen Überlauf in den Kolben zurück

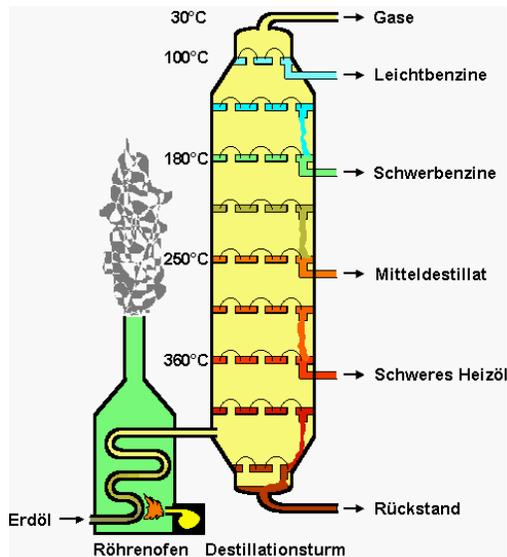


b) Glockenbodenkolonnen

Mehrere Glockenböden bilden eine Kolonne



Diese Technik wird auch im großindustriellen Maßstab bei der fraktionierten Erdöldestillation angewandt.



Die Bögen in dem Destillationsturm sind Zeichen für Glockenböden.

Katharina Holzapfel, Martina Bindig

9) **DAS CRACKEN**

Das Cracken wird abgeleitet vom Englischen „to crack“ was auf Deutsch zerbrechen bedeutet. Cracken ist daher ein chemisches Verfahren, bei dem meist organische Substanzen in einfachere Verbindungen aufgebrochen oder gecrackt werden.

Dazu muss man entweder die Stoffe unter hohem Druck erhitzen (= **thermisches Cracken**) oder neben Wärme einen Katalysator einsetzen (= **katalytisches Cracken**)

Man unterscheidet drei verschiedene Crackarten:

Thermisches Cracken: Beim thermischen Cracken entsteht bei 500 °C Gasöl als Destillat.

Katalytisches Cracken: Bei dieser Methode verwendet man Silikat und Aluminium als Katalysatoren. Dabei entstehen die folgenden Destillate: leichte Gasöle, versch. Benzine und Gas.

Hydrocracker: Der Hydrocracker hinterlässt im Erdöl dank der Zugabe von Wasserstoff unter sehr hohem Druck und hohen Temperaturen keine Rückstände mehr. Dem Erdöl werden dabei versch. Metalle und Schwefel entfernt. Dabei entstehen die Destillate, Benzin und Gasöl.

Cracken spielt bei der Erdölraffination eine besondere Rolle: Die Ausbeute an Benzin kann auf Kosten der schwereren, aber wertloseren Stoffe Petroleum und Heizöl erhöht werden.

c) **DAS THERMISCHE CRACKEN**

Das älteste und einfachste Crack-Verfahren ist das thermische Cracken. Während bei der Destillation nur die von Natur aus im Rohöl vorkommenden Kohlenwasserstoffe voneinander getrennt und in Gruppen aufgeteilt werden können, verwandeln Crack-Verfahren größere Wasserstoffketten in kleinere.

Um den Ertrag an Benzin und leichterem Heizöl zu erhöhen, wird das thermische Cracken eingesetzt. Bei diesem Verfahren werden die schweren Bestandteile des Rohöls unter hohem Druck erhitzt. Dabei spalten sich die großen Kohlenwasserstoffmoleküle in kleinere.

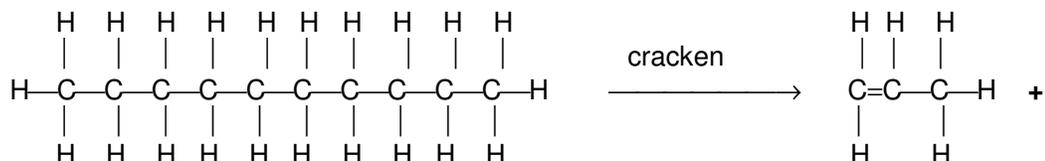
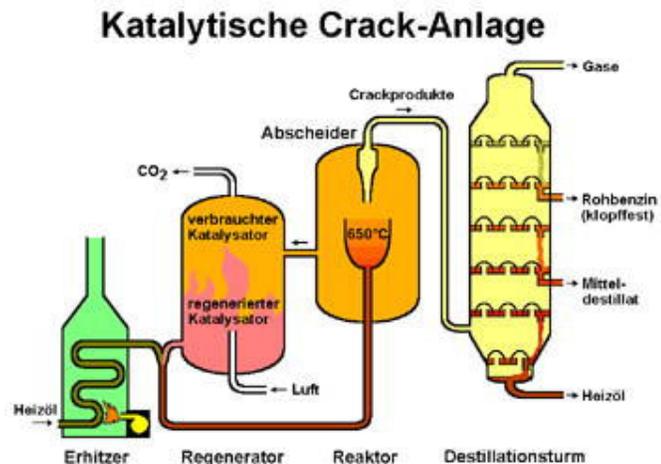
Das thermische Verfahren wurde von zahlreichen Raffinerien innerster kürzester Zeit übernommen.

d) **DAS KATALYTISCHE CRACKEN**

Beim katalytischen Verfahren wird die Erdölfraction bei 450-550 °C unter leichtem Druck kurzzeitig mit einem feinverteilten Katalysatorgemisch (Al_2O_3 (Aluminiumoxid)/- SiO_2 (Siliciumdioxid)) in Kontakt gebracht, wobei größere Moleküle in, als Treibstoff geeignet, niedermolekulare Kohlenwasserstoffe und Kohlenstoff gespalten werden.

Durch Cracken lässt sich zum Beispiel aus Paraffinöl oder aus Kerzenwachs Benzin herstellen.

Bei dem folgenden Beispiel zerbricht Decan in zwei kleinere Moleküle:



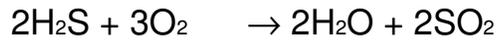
bei in Kohlenwasserstoffe und Schwefelwasserstoff umgewandelt.

Beispiel:

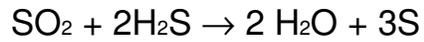


Der Schwefelwasserstoff wird abgetrennt und (teilweise) zu Schwefel und Wasser oxidiert:

Ein Teil des Schwefelwasserstoffs wird zunächst zu Schwefeldioxid verbrannt.



Der nichtoxidierte Schwefelwasserstoff reduziert das gebildete Schwefeldioxid zu Wasser und Schwefel.



Johanna Lay, K12