

Chemie-Exkurs: Erdölprodukte

Lehrerinformation



1/7

Arbeitsauftrag	<ul style="list-style-type: none"> • Die Schüler lesen die Informationstexte. • Wichtige Begriffe markieren sie mit Farbe. • Sie betrachten die Grafik und erklären einander dazu als Repetition und Festigung die einzelnen Vorgänge bei der Rohölverarbeitung. • Sind geeignete Materialien und ein Chemiezimmer vorhanden, kann noch der Versuch durchgeführt werden (Reaktion Paraffin).
Ziel	<ul style="list-style-type: none"> • Die Schüler lernen Paraffin näher kennen. • Sie sind informiert über einige Vorgänge, die in der Raffinerie oder bei der Verbrennung passieren.
Material	<p>Arbeitsblatt Paraffin Kerzen Vaseline ...und ähnliche Produkte als Anschauungsmaterial Weitere Materialien → siehe Versuch</p>
Sozialform	<p>EA PA Plenum</p>
Zeit	40'

Zusätzliche
Informationen:

- Chemieversuch unter fachkundiger Anleitung: Destillation von Rohöl. Man destilliert Rohöl und wechselt nach einer Temperaturerhöhung von jeweils 40 °C die Vorlage (Vorsicht, brennbare Dämpfe!).
- Betrachtung von Proben verschiedener Produkte
- Sensibilisierung der Schüler für Gefahren im Umgang mit Flüssiggas und Benzin.
- Broschüre: Vorsicht im Umgang mit Motorenbenzin.
- (Bestellen unter: www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
- BBL-Artikelnummer: 311.788.d)
- Quelle und Idee für den Versuch: Uni Ulm
- (<http://www.chemie.uni-ulm.de/experiment/edm0309.html>)

Chemie-Exkurs: Erdölprodukte

Arbeitsblatt



2/7

Raffination: Trennung und Veredelung

Aufgabe:

Lies die Texte aufmerksam und markiere wichtige Begriffe und die verschiedenen Erdölprodukte mit Farbe.

Ziel: Du kennst Trennungs- und Veredelungsmethoden von Rohöl.
Du kennst verschiedene Produkte mit unterschiedlichen Siedebereichen, die bei Destillation, Cracking und Raffination entstehen (siehe dazu Grafik: Schema einer Raffinerie)

Rohöl/Destillation

Rohöl in seiner natürlichen Form wird selten genutzt, obwohl es theoretisch möglich wäre. Es ist jedoch weder wirtschaftlich noch energetisch sinnvoll, da man Rohöl in Bestandteile unterschiedlicher Qualität und von unterschiedlichem Wert zerlegen kann. Rohöl selbst ist kein einheitliches Produkt, sondern ein komplexes Gemisch aus verschiedensten Kohlenwasserstoffen, geringen Schwefelmengen und Spuren von Sauerstoff, Stickstoff und Metallen. Durch Destillation und Raffination entsteht daraus eine breite Palette wertvoller Produkte. Bei der Destillation wird das Rohöl in verschiedene Fraktionen mit unterschiedlicher Siedetemperatur aufgetrennt, die in der Raffination weiterverarbeitet werden.

Erhitzt man Rohöl in einer Destillationsapparatur (Bild), so kondensiert zunächst eine farblose Flüssigkeit, die deutlich nach Benzin riecht und leicht entflammbar ist. Beim Erhitzen beobachtet man ein ständiges Ansteigen der Siedetemperatur. Dies deutet darauf hin, dass Rohöl ein Gemisch verschiedener Stoffe mit unterschiedlichen Siedetemperaturen ist.

Da die Siedetemperaturen der Gemischbestandteile nahe beieinander liegen, erhält man bei der Destillation nicht einzelne Reinstoffe mit einer bestimmten Siedetemperatur, sondern Gemische mit einem Siedebereich. Solche Destillate nennt man Fraktionen.

Destillation in der Raffinerie

In der Raffinerie wird dieses Gemisch stark erhitzt und durch Destillation aufgetrennt – der gleiche physikalische Prozess, mit dem zum Beispiel Schnaps aus vergorenen Früchten gewonnen wird. Bei der Destillation macht man sich die unterschiedlichen Siedetemperaturen der verschiedenen im Erdöl enthaltenen Kohlenwasserstoffverbindungen zunutze. Flüssiggas, Benzin, Petrol, Mitteldestillate (Heizöl und Diesel), Schweröl und Bitumen können auf diese Weise sauber voneinander getrennt werden. Da bei der Destillation keine neuen chemischen Verbindungen hergestellt, sondern lediglich vorhandene Stoffe voneinander getrennt werden, fällt bei der Gewinnung eines bestimmten Produkts stets auch eine bestimmte Menge der anderen Produkte an. Diese so genannte Koppelproduktion ist ein typisches Kennzeichen für die Herstellung von Mineralölprodukten.



Chemie-Exkurs: Erdölprodukte

Arbeitsblatt



3/7

Die atmosphärische Destillation

In einer ersten Stufe, der atmosphärischen Destillation, wird das Rohöl erhitzt und in einen ersten Destillationsturm geleitet. Die Temperatur darf 350 °C nicht übersteigen, sonst beginnen sich die Kohlenwasserstoffverbindungen zu zersetzen. Die Mischung verdampft, steigt im Destillationsturm auf und kühlt dabei allmählich ab. Je tiefer die Siedetemperatur einer Verbindung, desto höher steigt sie, ehe sie sich wieder verflüssigt. Zwischenböden im Innern des Destillationsturms fangen die so getrennten Verbindungen einzeln auf. Gase durchströmen den ganzen Turm und werden zuoberst gesammelt. Benzin, Petrol und Gasöl werden auf verschiedenen Zwischenböden aufgefangen. Die schwersten Bestandteile des Rohöls bleiben jedoch auch bei den höchsten Temperaturen flüssig und sammeln sich am Boden des Destillationsturms an.

Die Vakuumdestillation

Der Rückstand wird abermals erhitzt und zur Vakuumdestillation geführt. In diesem zweiten Destillationsturm herrscht, wie der Name sagt, ein Teilvakuum. Dadurch werden die Siedetemperaturen um etwa 100 °C verringert, so dass sich die Rückstände aus der atmosphärischen Destillation weiter auftrennen lassen. Doch auch im Vakuum lassen sich nicht alle Bestandteile des Rohöls verdampfen. Die verbleibenden Rückstände werden je nach Qualität des Rohöls als schweres Heizöl verwendet oder zu Bitumen weiterverarbeitet und im Straßenbau eingesetzt.

Das Cracking

Unser westlicher Lebensstil führt zu einem großen Bedarf an leichten und mittelschweren Erdölprodukten wie Benzin oder Heizöl extra-leicht. Dagegen sinkt die Nachfrage nach schwerem Heizöl in Deutschland mit jedem Jahr. Es lohnt sich also für die Raffinerien, die Ausbeute an leichten Produkten weiter zu steigern. Viele moderne Raffinerien sind zu diesem Zweck mit einem Cracker ausgerüstet. Beim Cracking werden die komplexen und schweren Kohlenwasserstoffketten aus den Destillationsrückständen in kürzere Molekülketten gespalten. In modernen Raffinerien sind drei Verfahren anzutreffen: das thermische Cracking, das katalytische Cracking und das Hydrocracking.

Die Raffination

Auf die Destillation und das Cracking folgt die eigentliche Raffination, die Veredelung der bisher gewonnenen Produkte. Dazu zählen einerseits die chemische Umwandlung von Kohlenwasserstoffen in höherwertige Verbindungen (Konversion) und andererseits die Entfernung unerwünschter Inhaltsstoffe (z.B. Schwefel). Durch Reforming und Isomerisation werden bestimmte Kohlenwasserstoffmoleküle chemisch umgebaut. Verwendet werden diese Verfahren beispielsweise zur Erhöhung der Oktanzahl (und damit der Klopfestigkeit) von Benzin.

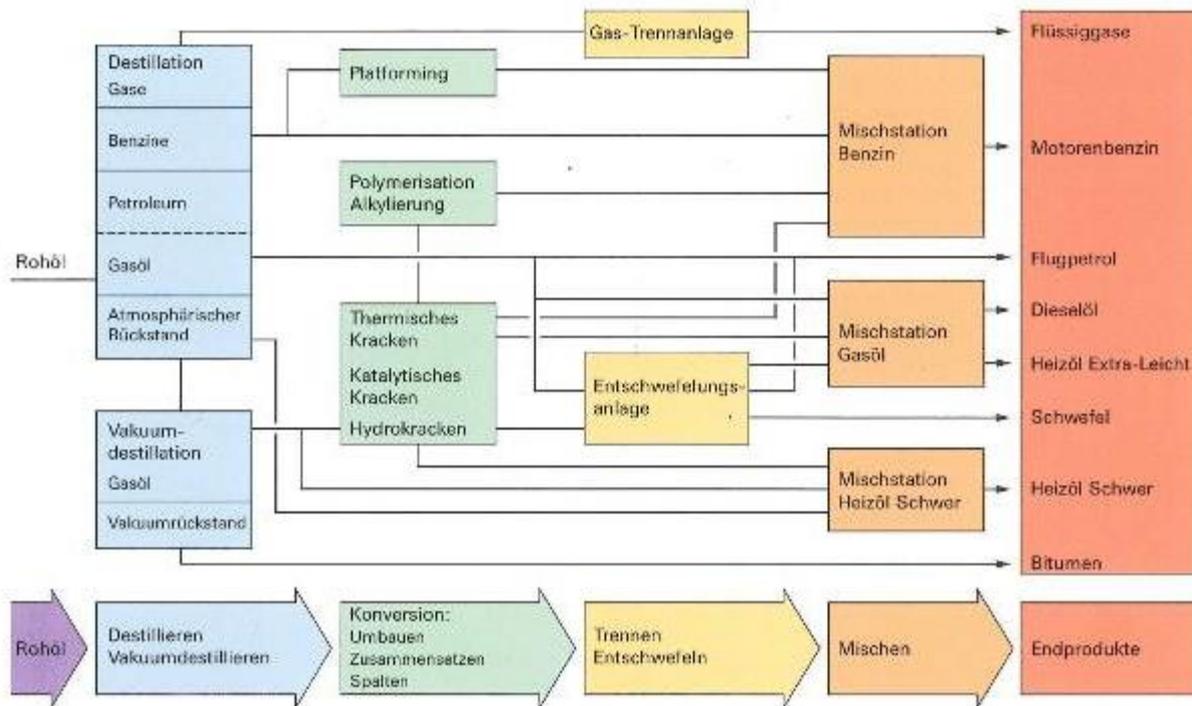
Chemie-Exkurs: Erdölprodukte

Arbeitsblatt



4/7

Grafik: Schema einer Raffinerie



Die Entschwefelung

Die Entschwefelung von Brenn- und Treibstoffen dient letztlich dem Schutz von Mensch und Umwelt. Der Schwefelgehalt von Benzin, Diesel und Heizöl wird in Deutschland gemäß den Luftreinhalteverordnungen begrenzt. Schwefel ist ein natürlicher Bestandteil des Erdöls und je nach Herkunft des Rohöls in unterschiedlicher Menge vorhanden. Um die stetig sinkenden Grenzwerte einzuhalten, muss er in der Raffinerie aus den Produkten entfernt werden. Die Produkte werden zu diesem Zweck unter hohem Druck und hoher Temperatur mit Wasserstoff vermischt und über einen Katalysator geleitet. Der dort gebildete Schwefelwasserstoff wird aufgefangen und zu reinem Schwefel umgewandelt, der als Rohstoff in der chemischen Industrie Verwendung findet. Die heute in Deutschland erhältlichen Benzin- und Dieselqualitäten sind alle praktisch schwefelfrei.



Chemie-Exkurs: Erdölprodukte

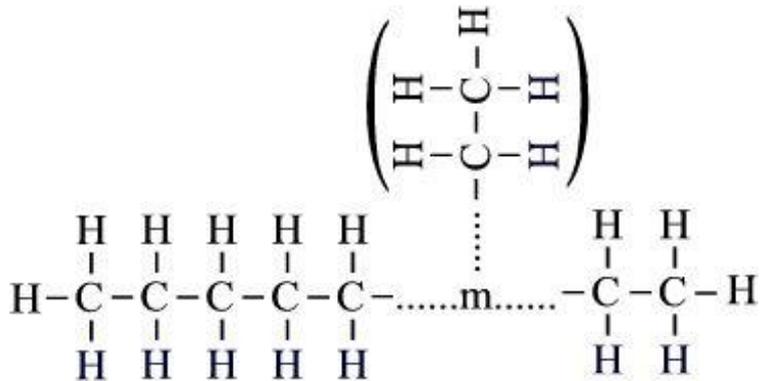
Arbeitsblatt



5/7

Paraffin

Rohöl oder unbehandeltes Erdöl enthält teilweise große Mengen an Paraffin. Dieses verhält sich in Ölleitungen ähnlich wie Kalk. Es lagert sich an, und muss dann entweder thermisch oder chemisch entfernt werden. Paraffin (Latein parum affinis, "wenig verwandt, wenig reaktionsfähig") bezeichnet ein Gemisch aus Alkanen (gesättigte Kohlenwasserstoffe) mit der allgemeinen Summenformel C_nH_{2n+2} . Die Zahl n liegt zwischen 20 und 45. Hartparaffin schmilzt zwischen 50 und 60 °C, Weichparaffin bei etwa 45 °C. Die Mikrowachse weisen sogar Erstarrungspunkte zwischen 70 und 80 °C auf und enthalten Kettenlängen (n) von bis zu 75 Kohlenstoff-Atomen. Zwischen den Hartparaffinen und den Mikrowachsen liegen die Intermediate, die Erstarrungspunkte von 60-70 °C aufweisen.



Spezielle Paraffine

Aufgrund unterschiedlicher Zusammensetzungen, Herstellungsmethoden und verschiedener Verwendungszwecke werden Paraffine auch als Mikrowachs, Ceresin, Petrolatum, Petroleum, Vaseline oder Wachse verkauft.

Eigenschaften

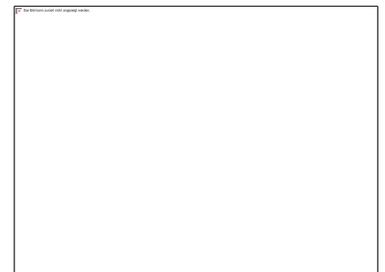
Paraffin ist wachsartig, leicht brennbar, geruchs- und geschmackslos, ungiftig und elektrisch isolierend, Wasser abstoßend, mit Fetten und Wachsen zusammenschmelzbar und gegenüber vielen Chemikalien reaktionsträge. In Reinform ist es weiß durchscheinend. Es ist unlöslich in Wasser, aber leicht löslich in Benzin, Ether und Chloroform.

Es wird unterschieden zwischen:

- dickflüssigen Paraffinen (Paraffinum liquidum)
- dünnflüssigen Paraffinen (Paraffinum perliquidum)
- Hartparaffinen (Paraffinum solidum)

Herstellung

Paraffin wird überwiegend aus Rückständen bei der Erdölraffination hergestellt. Als Zwischenprodukt entsteht Paraffin-Gatsch, der noch 2 bis 30% Ölanteile enthält. Aus dem Gatsch wird durch Entölung das Rohparaffin gewonnen. Das Rohparaffin wird anschließend noch raffiniert. Daneben wird es auch aus Braunkohle, aus bituminösen Schiefen und Torfkohlen hergestellt. In letzter Zeit werden auch synthetisch hergestellte Paraffine immer wichtiger. Bei der Gewinnung von Paraffinen fallen außerdem als Nebenprodukt Paraffinöle an, die weiter zu Weiß Ölen raffiniert werden können, welche als hochwertige Schmiermittel dienen.



Chemie-Exkurs: Erdölprodukte

Arbeitsblatt



6/7

Verwendung (Auswahl)

- Herstellung von Kerzen
- zum Tränken des Holzes von Streichhölzern
- Brennstoff für Öllampen
- als Wasser abweisender Überzug von Papier, Kleidung und Zelten
- zum Präparieren archäologischer Funde
- Lackpoliturzusatz
- In der Reifenherstellung

Wichtige Produkte

Hauptabnehmer von Paraffin ist weltweit die Kerzenindustrie (Teelichter, Haushaltskerzen, Dekorationskerzen).

Paraffin dient als Grundstoff für Salben und Cremes (Vaseline), für Kosmetik- und Medizinprodukte, (Fußboden) Pflege- und Putzmittel für beispielsweise Holz, Metall und Autopolituren oder Schuhcremes.

Bei der Herstellung von Käse dient es bei einigen Sorten als Überzug der Rinde, um den Laib zu konservieren und vor Austrocknung zu schützen, z.B. beim Edamer oder Bonbel/Babybel. Weiterhin wird es bei der Herstellung von Kaugummi und Süßwaren verwendet.

Große Mengen werden auch im Korrosionsschutz in der Autoindustrie (Flutwachse) oder als Zusatz zu Gummiprodukten z.B. Reifen (Lichtschutzwachse, Ozonschutzwachse) verwendet.

Weitere Produkte mit Paraffin sind etwa: Linoleum, gewachstes Papier, Malstifte, Baumwachse und Modelliermassen.



Quelle:
www.floorandmore.ch/shop/linoleum/linoklick-



Chemie-Exkurs: Erdölprodukte

Arbeitsblatt



7/7

Versuch: Reaktion Paraffin

Dass Alkane besonders reaktionsträge Verbindungen sind, wurde schon im 19. Jhd. erkannt. Das trug ihnen den Namen **Paraffine** ein (s. oben). Wird festes Paraffin mit konzentrierten Säuren versetzt, bleibt eine Reaktion aus. Zum Vergleich werden Proben anderer organischer oder anorganischer Stoffe mit diesen Säuren behandelt.

Geräte und Chemikalien:

- festes Paraffin
- Kristallzucker (Saccharose)
- Kupferspäne
- Konzentrierte Schwefelsäure
- Konzentrierte Salpetersäure
- Als Testsubstanz können evtl. auch Späne einer weißen Paraffin-Kerze verwendet werden
- Reagenzgläser oder Bechergläser.

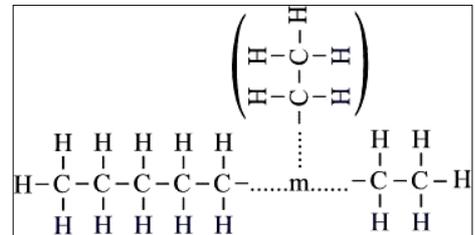
Durchführung:

In zwei trockenen Reagenzgläsern je eine Probe festes Paraffin und Zucker mit konzentrierter Schwefelsäure versetzen. Das Paraffin bleibt unverändert, Zucker dagegen verkohlt.

Zu einer weiteren Probe Paraffin bzw. einigen Kupferspänen wird konzentrierte Salpetersäure gegeben. Mit Kupfer tritt eine heftige Reaktion ein, wobei nitrose Gase entstehen. (Abzug!) Das Paraffin wird auch von Salpetersäure nicht angegriffen.

Erklärung:

Die Alkane besitzen nur C-C- und H-C-Einfachbindungen. Diese Bindungen sind chemisch sehr stabil und unipolar. Erst bei hohen Temperaturen oder unter energiereicher Strahlung gehen die Alkane mit starken Oxidationsmitteln Reaktionen ein (z.B. beim Verbrennen mit Sauerstoff, bzw. Reaktionen mit Halogenen). Dabei liegen radikalische Mechanismen vor. Bei Raumtemperatur sind die Alkane jedoch so reaktionsträge, dass sie weder von konzentrierten Säuren, noch von starken Oxidationsmitteln angegriffen werden. Nur mit elementarem Fluor reagieren die Alkane bei Raumtemperatur.



Entsorgung:

Die Rückstände aus Versuch 1 kann man neutralisieren und in den Abfall werfen, die neutralisierte kupferhaltige Lösung aus Versuch 2 kommt zum Schwermetall-Abfall.



Schwefelsäure und Salpetersäure sind stark ätzend. Bei der zweiten Reaktion entstehen giftige Stickstoffoxide. **Der Versuch darf nur von der Lehrperson unter der Kapelle (Abzug) durchgeführt werden. Es sind Schutzbrillen und Schutzhandschuhe zu tragen!**