

Versuch: Destillation von Rohöl

Zeitbedarf:

Vorbereitung: 20 Minuten, empfohlen wird zusätzlich das Vorheizen des Ölbades und ein Start der Destillation vor Stundenanfang, da es ca. 30 Minuten dauert, bis überhaupt ein Temperaturanstieg zu verzeichnen ist!

Durchführung: ca. 40 Minuten

Nachbereitung: 20 Minuten

Chemikalien:

Chemikalie	Menge	R-Sätze	S-Sätze	Gefahrensymbol	Bemerkungen
Rohöl	ca. 40 mL	-	-	-	Schuleinsatz erlaubt

Geräte:

100 mL Rundkolben

Destillationsaufsatz

Claisen-Destillationsbrücke

Destillationsvorstoß

Spinne als Fraktionierverteiler mit zugehörigen Kolben

Schläuche für die Wasserkühlung

Schliffthermometer (Anzeige bis ca. 300 °C)

Ölbad (alternativ Heipilz)

Magnetrührer mit Rührfisch

Hebebühne

Porzellanschale

Feuerzeug

Versuchsaufbau:



Durchführung:

Der Versuch wird aufgrund der entstehenden Dämpfe im Abzug durchgeführt, offene Flammen sind zu vermeiden!

In einen 100 mL Rundkolben führt man etwa 40 mL Rohöl einer Destillation mit Wasserkühlung zu. Das Ölbad wird dabei auf ca. 250 °C erhitzt. Mit Hilfe des Schliffthermometers kann während des Destillationsvorganges die Temperatur kontrolliert werden. Bleibt die Temperatur nach dem anfänglichen Anstieg jeweils eine Zeit lang auf einem konstanten Wert, so geht eine Fraktion über. Steigt die Temperatur dann wieder an, so

wechselt man an der Spinne zum nächsten Kolben und fängt die nächst höhersiedende Fraktion auf. Geht nichts mehr über, kann die Destillation beendet werden. Die Fraktionen werden auf Farbe, Viskosität und Entflammbarkeit untersucht.

Beobachtung:

Es dauerte ungefähr 45 Minuten, bis ein Anstieg der Temperatur zu beobachten war.

Zeit (min.)	Temperatur (°C)
Beginn	23
0	35
5	53 Fraktion 1
8	41
14	62 Fraktion 2
21	71 Fraktion 3
35	35

Bei allen drei Fraktionen handelt es sich um klare Flüssigkeiten in allerdings relativ geringen Mengen. Durch vorsichtiges Schütteln der Kolben konnte man erkennen, dass mit steigender Siedetemperatur die Viskosität zunimmt. Die Flüssigkeiten bzw. deren Dämpfe sind in der Porzellanschale leicht entzündbar, sie verbrennen mit leuchtend gelber Flamme, wobei der Rußgehalt entsprechend den Erwartungen mit der Siedetemperatur ebenfalls zunimmt.

Entsorgung:

Mit Petrolether können die Rohölreste gut aus dem Kolben entfernt und den organischen Abfällen zugeführt werden.

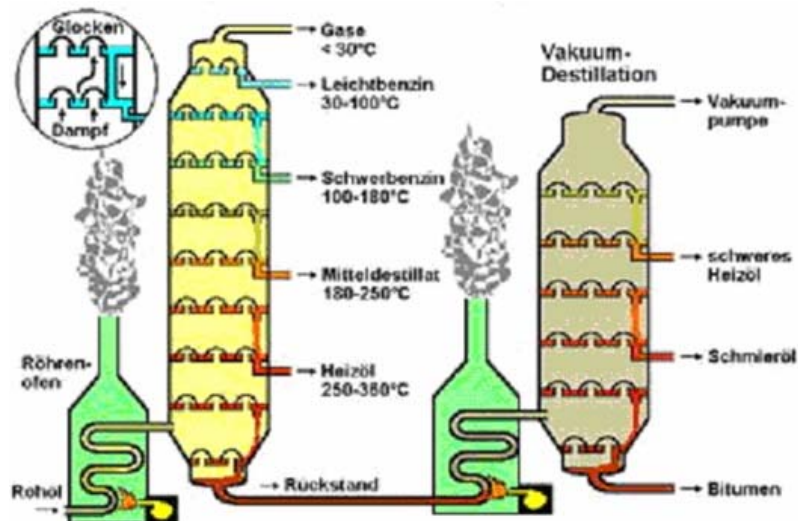
Fachliche Analyse:

Erdöl und Erdgas sind natürliche Grundstoffe für energieliefernde Verbrennungen und deren Aufbereitung bietet wichtige Ausgangsstoffe für nahezu alle synthetischen Produkte der organischen Chemie. Entstanden sind diese wichtigen Substanzen vor Millionen von Jahren beim Abbau von biologischen Materialien unter Ausschluss von Sauerstoff.

Das im Versuch verwendete Rohöl kommt in Farbabstufungen von hellbraun bis pechschwarz vor und ist ein Gemisch aus unterschiedlichen Kohlenwasserstoffen und einigen anorganischen Verbindungen. Frisch gefördertes Rohöl enthält noch Erdgas, Wasser und Salze und wird nach Entfernung dieser Anteile Erdöl genannt und durch Pipelines zu den Raffinerien gebracht, wo die weitere Aufarbeitung stattfindet.

In einer fraktionierten Destillation wird das Erdöl in der Raffinerie in Röhrenöfen sofort auf ca. 400 °C erhitzt, so dass es zum größten Teil verdampft. Die Dämpfe gelangen in einen Destillationsturm, der durch zahlreiche Glockenböden im Inneren in Stockwerke unterteilt wird. Je nach Siedepunkt der einzelnen Bestandteile und der von unten nach oben abnehmenden Temperatur im Destillationsturm sammeln sich die höhersiedenden Anteile auf den unteren Glockenböden, die niedriger siedenden auf den oberen Böden. Zur besseren Trennung werden die Dämpfe durch die Glockenböden geleitet, da dabei die Dämpfe noch einmal die Flüssigkeit auf dem entsprechenden Stockwerk passieren, und die in der Flüssigkeit noch gelösten niedriger siedenden Anteile weiter nach oben aufsteigen, höher siedende Anteile jedoch kondensieren und auf dem entsprechenden Stockwerk bleiben oder nach unten zurücklaufen, wenn das Niveau der Flüssigkeit die Oberkante des Durchlassrohres übersteigt.

Manche Anteile können bei diesen Temperaturen jedoch nicht zur Destillation gebracht werden, da sie sich bei Temperaturen oberhalb von 400 °C zersetzen würden. Aus diesem Grund wird der Rückstand einer Vakuumdestillation unterzogen, da im Vakuum die Siedetemperaturen deutlich niedriger liegen. Folgende Graphik verdeutlicht noch einmal den beschriebenen Ablauf und zeigt an, wo sich im Destillationsturm welche Fraktionen befinden:



Quelle: www.seilnacht.tuttlingen.com

In unserem Versuch wurde eine vereinfachte Destillation durchgeführt, bei der drei verschiedene Fraktionen erhalten werden konnten. Diese Fraktionen sind jedoch keine Reinstoffe, sondern Stoffgemische mit Bestandteilen mit ähnlicher Siedetemperatur. Untersucht man die gewonnenen Fraktionen auf Viskosität und Brennbarkeit, so stellt man fest, dass mit steigender Siedetemperatur Viskosität und Rußentwicklung bei der Verbrennung zunehmen. Dies erscheint logisch, da Kohlenwasserstoffe mit zunehmender Kettenlänge größere Van-der-Waals ausbilden und somit höher siedend bzw. viskoser sind bzw. durch den höheren Kohlenstoffgehalt mehr Ruß bei der Verbrennung bilden. Die Fraktionen wurden bei Siedetemperaturen von ca. 50 bis 70 °C gewonnen und sind somit dem Leichtbenzin zuzuordnen.

Didaktisch-methodische Analyse:

Einordnung:

Dieser Versuch kann sowohl als Einführung in die organische Chemie oder auch als weiterführendes Experiment dienen. Soll er als einführendes Element genutzt werden, so sollte vorher vielleicht kurz geklärt werden, was organisch und anorganisch überhaupt bedeutet. Dazu kann auch der Versuch „Elementarnachweis von Kohlenstoff und Wasserstoff dienen“, da die Schüler dort lernen, dass organische Verbindungen ganz allgemein Kohlenwasserstoffe sind, die verbrannt werden können. Dann ist dieser Versuch eigentlich ein

schöner Einstieg, da er an etwas Bekanntes aus dem Alltag der Schüler anknüpft und somit eher Interesse weckt als der Einstieg allgemein über Alkane. Anschließend könnte aufgrund der Siedetemperaturen auf Viskosität, Van-der-Waals-Kräfte übergeleitet werden und darüber die Brücke zur Löslichkeit geschlagen werden. Andererseits kann der Versuch auch als Anwendung von bereits Gelerntem dienen, wenn diese Eigenschaften bekannt sind und der Versuch die Anwendung im Alltag zeigen soll. Anschließend sollte auch auf die fraktionierte Destillation und Aufarbeitung des Erdöls in der Industrie eingegangen werden, und dabei auch die Entstehung, das Vorkommen und die daraus resultierenden Probleme (z.B. Ölpest) näher erläutert werden. Hier könnte man auch einen Exkurs oder eine Gruppenarbeit zum Thema alternative Energieträger, wie z.B. Rapsöl, angeknüpft. Ebenfalls ist hier der Brückenschlag zum politischen Unterricht möglich, da bei diesem Thema auch politische oder eher wirtschaftliche Probleme ansetzen. Das Thema alternative Energien ist auch in der aktuellen Politik und in der Diskussion um Klimaveränderungen und Umweltressourcen präsent.

Aufwand:

Leider ist der Aufwand in der Vorbereitung und in der Durchführung für diesen Versuch sehr hoch, so dass er nicht einfach mal in der Fünfminutenpause aufgebaut werden kann. Zudem muss abgeklärt werden, ob die benötigten Geräte (z.B. eine Destillationsbrücke) überhaupt vorhanden sind. Weiterhin kann es durchaus passieren, dass Erdölreste aus der Apparatur nicht mehr entfernt werden können, was zu kostspielig für die Schule ist. Allerdings werden keine außergewöhnlichen Chemikalien benötigt und Erdöl darf auch von den Schülern verwendet werden. Jedoch ist der apparative Aufwand im Vergleich mit seinem didaktischen und fachlichen Wert gerechtfertigt.

Durchführung:

Wie schon erwähnt, dauert der Versuch seine Zeit und es ist schwer abzuschätzen, wann endlich was übergeht und ob man den Versuch während der Stunde überhaupt noch fertig bekommt. Zudem ist es fraglich, ob dieser Versuch als Schülerversuch durchgeführt werden sollte oder auch könnte, da meistens nicht genügend Apparaturen vorhanden sind und das Aufbauen durch die Schüler sicherlich auch sehr lange dauert. Wird der Versuch als Lehrerversuch durchgeführt, so entstehen einerseits „Zeitlöcher“, in denen man am Versuch

nichts machen kann und die Zeit genutzt werden muss. Vielleicht würde sich eine Gruppenarbeit anbieten, mit Themen wie Erdölentstehung-, förderung und seine industrielle Aufarbeitung. Die Gruppen werden nacheinander während der Versuchsdurchführung und Durchführung der Gruppenarbeit kurz an die Apparatur geholt, um das Prinzip der Destillation zu verstehen, so dass später alle gemeinsam den Versuch auswerten können. Allerdings wäre die ganze Prozedur sehr zeitraubend, so dass man für den Versuch, die Gruppenarbeit und die Auswertung bestimmt 3 bis 4 Schulstunden brauchen würde.

Trotz der genannten Probleme zeigt der Versuch einleuchtend, dass Erdöl aus verschiedenen Bestandteilen mit unterschiedlichen Eigenschaften und viele Verwendungszwecke findet. Er knüpft anschaulich an nicht allzu chemisches Alltagswissen der Schüler an und kann hinreichend eine Überleitung oder Anknüpfung an das Thema Alkane bieten.

Literaturangaben:

Elemente Chemie I, 1. Auflage, Verlag Ernst Klett, Stuttgart, 1986

www.seilnacht.tuttlingen.com