

Vernzirke,



Einführung in die Organische Chemie

Philipps-Universität Marburg
Fachbereich Chemie
Marburg, den 29.01.2007

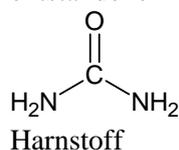
Station 1: Was ist organisch, was anorganisch?

Theorie:

Wenn verschiedene Stoffe in organische und in anorganische Stoffe unterteilt werden sollen, müssen wir wissen was anorganisch und organisch heißt.

Früher konnte man organische Stoffe nicht herstellen, man konnte sie nur als Lebendstoffe aus Pflanzen- oder Tiergewebe gewinnen. Man war der Meinung organische Substanzen konnten nur von Lebewesen hergestellt werden, und das zu ihrer Entstehung eine besondere „Lebenskraft“ (vis vitalis) nötig sei. Darum kam man auf folgende Definition: Organische Stoffe sind „Lebendstoffe“ oder Materie die mal gelebt hat. Anorganische Stoffe sind „tote Materie“.

Doch dann stellte der Chemiker Wöhler Harnstoff aus anorganischen Substanzen her. Er brachte Ammoniumsulfat ((NH₄)₂SO₄) und Kaliumcyanat (KOCN) zur Reaktion und vertrieb aus dem entstandenen Ammoniumcyanat (NH₄OCN) das Wasser. Es entstand Harnstoff.



Die Tatsache, dass ein organischer Stoff aus anorganischen Substanzen hergestellt werden kann zeigt, dass die alte Definition von anorganischer und organischer Materie überholt ist.

Die neue Definition der organischen Chemie lautet: *Organische Chemie ist die Chemie der Kohlenstoffverbindungen, außer Kohlensäure und deren Verbindungen, sowie Kohlenstoffdioxid).*

Betrachten wir das Periodensystem der Elemente, so bilden nur wenige Elemente organische Verbindungen. Der Hauptteil der Elemente ist anorganisch. Organische Verbindungen können aber anorganische Elemente enthalten. So enthalten z.B. Alkohole Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff und Harnstoff enthält Stickstoff als anorganisches Element.

	Organisch	Anorganisch	Begründung in Stichworten
Essig			
Öl			
Streichholz			
Glas			
Toilettenpapier			
Salz			
Zucker			
Speisestärke			
Mineralwasser			
Gelatine			
Erdöl			
Wein			

Station 2: Elementarnachweis: Kohlenstoff- und Wasserstoffnachweis

Theorie:

Die Elementaranalyse ist die Methode zur Feststellung der in organischen und anorganischen Verbindungen enthaltenen Elemente. In den meisten organischen Stoffen sind dies neben Kohlenstoff und Wasserstoff noch Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor und Halogene und in den sonstigen Stoffen alle übrigen Elemente. Unterschieden wird zwischen der bloßen Bestimmung der Bestandteile (qualitativer Elementaranalyse) und der Bestimmung des prozentualen Gehalts der gefundenen Elemente (quantitative Elementaranalyse).

Bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen, im vorliegenden Fall Methangas (CH_4) entsteht Kohlendioxid CO_2 und Wasser, beide Reaktionsprodukte sind zunächst gasförmig.



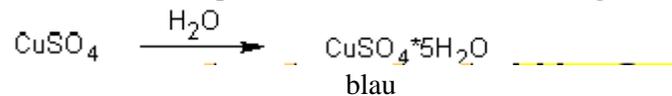
Kohlenstoffdioxid entstanden bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen trübt Kalkwasser (Kalkwasser ist Calciumhydroxid gelöst in Wasser).



es entsteht Calciumcarbonat welches in Wasser schwerlöslich ist. Vorsicht: leitet man zuviel CO_2 ein entsteht Calciumhydrogencarbonat welches in Wasser leichter löslich ist. Die Trübung verschwindet dann.

Wasserstoff bildet bei der Verbrennung Wasser. Eine einfache Erkennung ist also die Tröpfchenbildung bei der Kondensation des gebildeten Wasserdampfes

Ein weiterer Nachweis ist die Blaufärbung von weißem, wasserfreiem Kupfersulfat



Beobachtung:

Fragen:

1. Beschreibe deine Beobachtungen und erkläre sie mit der obigen Theorie.
2. Warum ist es so wichtig, dass das Reagenzglas vor dem Versuch trocken ist?
3. Wofür wird die Pumpe in diesem Versuch benötigt?
4. Könnte man noch andere Stoffe auf diese Weise prüfen? Wie würdet ihr bei einem Feststoff vorgehen?

Station 3: Elementaranalyse von Stickstoff

Theorie:

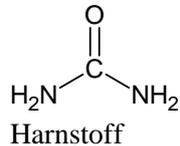
Die organische Chemie ist die Chemie der Kohlenstoffverbindungen. Im Jahr 2000 waren 16 Millionen organische Verbindungen bekannt. Man könnte annehmen Kohlenstoff sei eins der häufigsten Elemente. Die ist nicht der Fall. Kohlenstoff ist das 13 häufigste Element und nur ein Bruchteil von dem auf der Erde vorhandenen Kohlenstoff ist organisch, hauptsächlich liegt er als Carbonat gebunden vor.

Die Ursache für die Vielfalt der Kohlenstoffverbindungen liegt in der Vielfalt der Kettenlängen, Verknüpfungen und Ringbildungen. Kohlenstoff hat vier Valenzelektronen und die Kohlenstoff-Kohlenstoff-Bindung besitzt eine besondere Stabilität.

Viele organische Verbindungen enthalten nicht nur Kohlenstoff und Wasserstoff. Auch Elemente wie Sauerstoff, Schwefel, Chlor, Brom und Stickstoff können Bestandteil organischer Verbindungen sein.

Bei der Elementaranalyse von Stickstoff wird eine Stickstoffhaltige organische Verbindung mit Natronlauge (Natriumhydroxid) erhitzt. Dabei zersetzt sich die organische Stickstoffverbindung unter Bildung von Ammoniak. Da Ammoniak alkalisch ist kann es durch angefeuchtetes pH-Papier nachgewiesen werden.

In unserem Versuch diente Harnstoff als organische Verbindung.



Beobachtungen:

Fragen:

- Wie lautet die Reaktionsgleichung des Stickstoffnachweises?
- Ist Ammoniak (NH₃) auch organisch?
- Wie viele Möglichkeiten gibt es C₆H₉N zu einem Molekül zu verknüpfen? (zeichne die Möglichkeiten auf.)

Station 4: Weißer Zucker...schwarze Kohle

Allgemeines über den Zucker:

Zucker wird hauptsächlich aus Zuckerrohr (Anbau in den Tropen) und Zuckerrüben (Anbau in unseren Breiten) gewonnen, daneben auch in geringerem Umfang aus einigen anderen Pflanzen (z.B. in Form von Ahornzucker). Den Zuckergehalt der Runkelrübe wies 1747 der Chemiker Andreas Sigismund erstmals nach. Die Zuckerrübe wurde gegen Ende des 18. Jahrhunderts aus der Runkelrübe gezüchtet. Davor war Zuckerrohr die einzige Quelle, zur Zuckergewinnung. Aus den Anbaufrüchten wird Zucker durch Herauslösen, -kochen, oder -pressen in wässriger Lösung gewonnen. Beim weiteren Einkochen wird er in Kristallform ausgefällt.

Zum Versuch:

Zucker ist ein Kohlenhydrat, dessen Grundkörper sich aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff zusammensetzt. Konzentrierte Schwefelsäure ist stark hygroskopisch (wasserentziehend) und kann viele sauerstoffhaltige organische Verbindungen entwässern. Zurück bleibt reiner Kohlenstoff (Aktivkohle).

Beobachtungen:

Fragen:

- Aus welchen Elementen setzt sich Zucker zusammen (chemische Symbole)?
- Aus welchen Pflanzen kann Zucker gewonnen werden?
- Wie und in welcher Form wird der Zucker aus den Pflanzen gewonnen?
- Welche Eigenschaften besitzt die von euch hergestellte Aktivkohle? (siehe hierzu auch Versuch 5a)

Station 5 a): Entfärben von Cola

Allgemeines zum Thema Cola:

Am 8. Mai 1886 stellte der Apotheker Dr. John S. Pemperton in Atlanta einen Sirup her, der mit Sodawasser vermischt, zunächst gegen Kopfschmerzen, Müdigkeit, Völlegefühl sowie Abgeschlagenheit gedacht war. Auf der Suche nach einem "Allheilmittel" stellte Pemperton aus Wasser, Zucker, Kolanüssen, Coca-Strauchblättern und einigen bis heute "offiziell geheim gehaltenen" (natürlichen) Aromastoffen Coca-Cola® her. Einen unbeschreiblichen Siegeszug trat Coca-Cola® in über 160 Länder der Welt an und ist heute das bekannteste und meistgetrunkene Erfrischungsgetränk auf der Welt.

Wahrscheinlich verdankt Coca-Cola® seine munter machende Wirkung eher dem 11% Zuckeranteil als seinem Koffeingehalt, denn dieser ist in Kaffee drei- bis viermal so groß. Das Kokain aus den Coca-Strauchblättern wird heutzutage extrahiert.

Allseits bekannt ist, dass Coca-Cola® auch heute noch bei Durchfallerkrankungen als "Medizin" angewendet wird. So verwundert es auch nicht, dass Coca-Cola® in vielen Ländern als Desinfektionsmittel auf offenen Wunden verwendet wird.

Zum Versuch:

Cola ist ein sehr farbstoffhaltiges Getränk.

Beim behandeln von Cola mit Aktivkohle wird deren besondere Eigenschaft ausgenutzt. Aktivkohle besitzt ähnlich wie bei einem Schwamm poröse und vorallem große innere Oberfläche und ist in der Lage große Mengen organischer Stoffe, hier den Farbstoff sowie andere Aromastoffe zu adsorbieren. Aktivkohle hat je cm^3 (0,25g) eine innere Oberfläche zwischen 75 - 500 m^2 . 1 Liter Aktivkohle besitzt eine Adsorbtiionsfläche in der Größe zwischen 10 - 68 Fußballfeldern (Fußballfeld = 7350 m^2).

Aktivkohle wird in Dunstabzugshauben, in Gasmasken und bei der Trinkwasseraufbereitung verwendet. Ein weiteres Beispiel sind Kohletabletten, welche bei Magen-Darm-Infekten manchmal geschluckt werden.

Adsorbtiion:

Eine Adsorption liegt vor, wenn ein Gas oder eine Flüssigkeit durch wirksame Oberflächenkräfte eines anderen Stoffes festgehalten wird (von lat. adsorbere, "festhalten").

Feststoffe adsorbieren um so besser, je größer ihre Oberfläche, bzw. je poröser sie sind.



Aktivkohle besitzt winzige Poren, die Gase und Flüssigkeiten festhalten:

Der Farbstoff der Cola:

In der Cola wird der Farbstoff Zuckerkulör verwendet. Er ist eine Substanz, die man als "gebrannten oder karamelisierten Zucker" kennt und selbst zubereitet werden kann. Schon sehr früh stellten Menschen "Karamel" her, indem Sie eine Pfanne mit Zucker übers offene Feuer hielten. Diese Karamelart wird vor allem zur Geschmacksoptimierung verwendet, während der in Coca-Cola light verwendete Farbstoff ausschließlich wegen seiner farbgebenden Wirkung zum Einsatz kommt. Heute wird Farbstoff Zuckerkulör meist in kleinen Mengen verwendet, um Nahrungsmittel zu färben. Es handelt sich dabei um einen der ältesten und am weitesten verbreiteten Farbstoffe.

Fragen:

1. Was ist beim Versuch zu beobachten?
2. Erkläre diese Beobachtung kurz.
3. Warum denkt ihr ist es von Vorteil wenn man einen Stoff mit großer Oberfläche für diesen Versuch verwendet? Würde der Versuch mit wenig Oberfläche ebenso schnell verlaufen?

Station 5 b): Warum manche Getränke „light“ sind!

Theorie:

Auf einen Gegenstand, der sich in einer Flüssigkeit befindet, wirken zwei Kräfte:

Die Auftriebskraft ist nach oben gerichtet. Da diese nur vom Volumen abhängt, ist sie bei beiden Dosen gleich groß. Die Gewichtskraft ist nach unten gerichtet:

„Normales Cola“ hat einen sehr hohen Zuckergehalt. Die Gewichtskraft (je Volumeneinheit) einer Zuckermenge ist relativ groß. Die Dose geht unter.

In „Cola-Light“ ist der Zucker durch eine wesentlich geringere Menge an Süßstoff ersetzt. Die Gewichtskraft der Dose ist kleiner als die Auftriebskraft, sie schwimmt!

Beobachtung:

Fragen:

1. Handelt es sich bei dem Zucker um einen organischen Stoff?
2. Schätzt wie viel Würfelzucker in einem halben Liter Cola sind.
a) ca. 5 -8 b) ca. 10- 13 c) ca. 18-20 ?
3. Diskutiert ob Cola oder Cola light süßer schmeckt. Welche schmeckt euch besser?
4. Wisst ihr eigentlich das der Weihnachtsmann erst durch Coca-Cola® bekannt wurde?
Wenn es euch interessiert könnt ihr den unten stehenden Text dazu lesen.

Was hat Coca-Cola mit Weihnachten zu tun?

In den USA kam die Firma Coca-Cola auf die Idee, den Weihnachtsmann als Werbefigur für sich einzusetzen. Der Schwede Haddon Sundblom sollte im Jahr 1931 eine Weihnachtskampagne für die dunkle Limonade entwerfen. Als er eine Idee suchte, sah der Zeichner einen pensionierten alten Auslieferungsfahrer von Cola-Cola mit einem langen, weißen Bart. Da kam Sundblom die "Erleuchtung": Er zeichnete einen "Cola-Clown".

Die Figur des Weihnachtsmannes gab es schon vorher, aber er hatte keine einheitliche Kleidung (mal trug er einen grünen, mal einem blauen und manchmal auch einen roten Mantel). Doch die Firmenfarben von Coca-Cola sind bekanntlich weiß und rot. So wurde der Weihnachtsmann für die Werbung von Sundblom so eingekleidet, wie wir ihn heute noch kennen. Coca-Cola hat es geschafft, dass nun niemand mehr den Weihnachtsmann in einen blauen Wintermantel stecken würde.

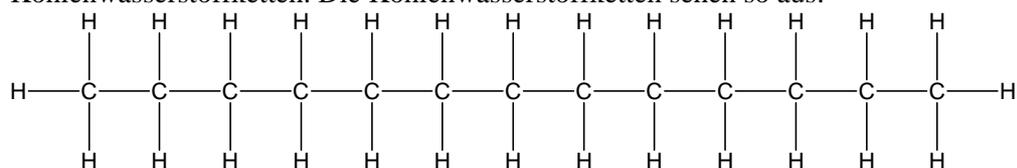
Er grinst nun von so vielen Werbeplakaten auf der ganzen Welt, dass er immer populärer wurde. So hat Coca-Cola unser Bild vom Weihnachtsmann geprägt.

Station 6: Der Flammenwerfer

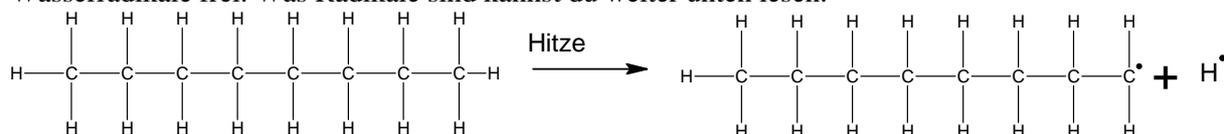
Theorie:

Der Versuch „Der Flammenwerfer“ beruht auf physikalischen wie auf chemischen Vorgängen. Betrachten wir erst einmal die physikalischen Vorgänge. Das im Reagenzglas geschmolzene Wachs besitzt eine Temperatur von ca. 400 °C. Wird das Glas, mit dem heißen Wachs, in Eiswasser gehalten entsteht eine so große Spannung, dass das Glas in feinen Rissen zerspringt. Durch die Risse kommt Wasser mit dem heißen Wachs in Berührung. Das Volumen von Wasser bei 400 °C ist 3000-mal so groß wie das Volumen bei Zimmertemperatur. Man kann sich also vorstellen, dass das Wasser explosionsartig verdampft und dabei aus dem Reagenzglas spritzt.

Chemisch kann der Versuch so betrachtet werden. Kerzenwachs besteht aus langen Kohlenwasserstoffketten. Die Kohlenwasserstoffketten sehen so aus:



Diese langen Ketten werden durch die Hitze, beim Schmelzen zersetzt. Bei dieser Zersetzung werden Wasserradikale frei. Was Radikale sind kannst du weiter unten lesen.



Die freien Radikale können in dem siedenden Wachs nicht reagieren und austreten. So können sich die freien Radikale ansammeln bis sie durch das Eindringen von Wasser und der damit verbundenen Wasserdampfentwicklung aus dem Reagenzglas ausgetrieben werden. Dabei geraten die Radikale in Kontakt mit dem Sauerstoff aus der Luft. Die zu beobachtende „Explosion“ ist eine Knallgasreaktion zwischen Wasserstoff und Sauerstoff.



Radikale sind Atome oder Moleküle mit einem freien Valenzelektron. Da die Valenzelektronen lieber gepaart sind, sind Radikale sehr reaktiv und suchen sich den nächstmöglichen Reaktionspartner um die Valenzschale aufzufüllen.

Radikale entstehen durch Spaltung von Elektronenpaarbindungen. Da diese Bindungen sehr stark sind muss große Energie aufgewendet werden um sie zu spalten.

Um Radikale bei einer Reaktionsgleichung kenntlich zu machen, kennzeichnet man sie mit einem Punkt für das ungepaarte Elektron.

Beobachtung

Fragen

Warum zerbricht das Reagenzglas wenn es in das Wasser getaucht wird?

Warum sticht eine Flamme aus dem Reagenzglas?

Wie kann die Knallgasreaktion die Flamme zum leuchten bringen?

Station 7 a) und b): Löslichkeit von Alkanen und Alkoholen

Theorie: Alkane ist die Bezeichnung für gesättigte aliphatische Kohlenwasserstoffe. Sie bestehen nur aus C- und H-Atomen, wobei jedes Atom mit vier anderen verbunden ist und keine Mehrfachbindungen vorliegen.

Ihre allgemeine Formel ist C_nH_{2n+2} . Als **Alkohole** bezeichnet man die Verbindungen, die eine oder mehrere funktionelle Hydroxylgruppe(n) (-O-H) besitzen. Alkohole leiten sich von den Alkanen ab.

Nomenklatur:

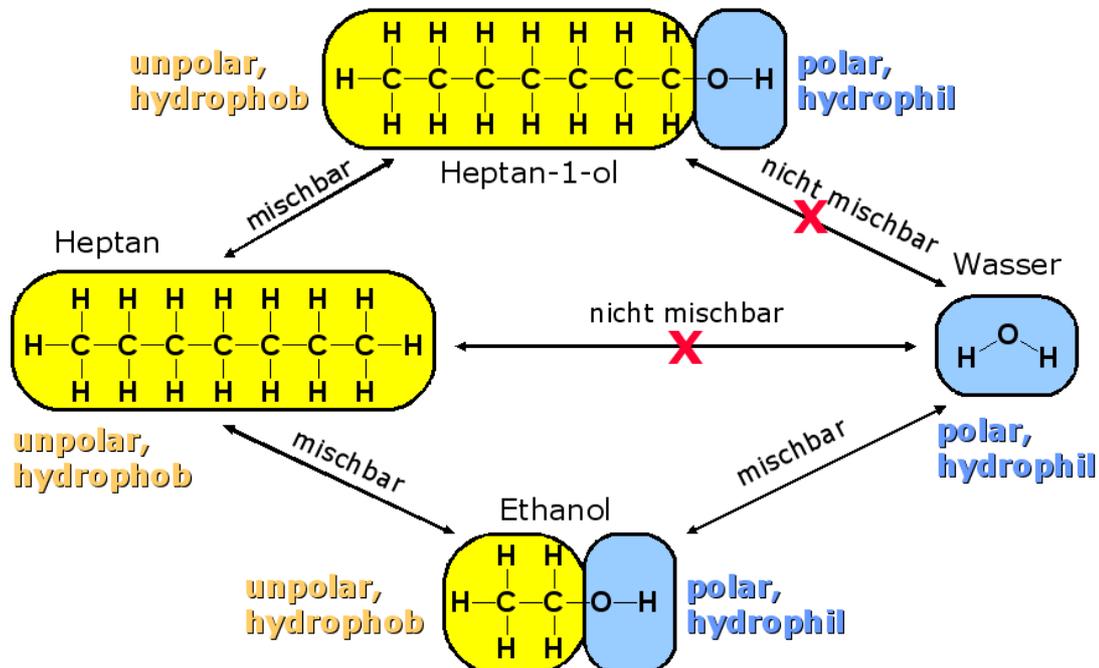
Anzahl der Kohlenstoffatome	Alkan	Alkohol
1	Methan	Methanol
2	Ethan	Ethanol
3	Propan	Propanol
4	Butan	Butanol
5	Pentan	Pentanol
6	Hexan	Hexanol
7	Heptan	Heptanol
8	Octan	Octanol
9	Nonan	Nonanol
10	Decan	Decanol

Hydrophil heißt wasserliebend, wasserfreundlich, hydrophob heißt wasserhassend, wasserabweisend. Man kann also auch sagen:

Hydrophil = lipophob (fetthassend)

Hydrophob = lipophil (fettliebend)

Überwiegt der hydrophobe Teil eines Moleküls, so ist der Stoff nicht in Wasser löslich, überwiegt der hydrophile Teil des Moleküls, so ist er in Wasser löslich. Alkane bestehen nur aus einem hydrophoben Teil und sind demnach nicht mischbar mit Wasser. Bei den Alkoholen ist Propanol die Grenze der Mischbarkeit. Butanol zum Beispiel zeigt bereits schon eine Mischungslücke.



Fragen und Aufgaben:

1. Fertige eine Tabelle an in der ihr die Mischbarkeit der untersuchten Alkane und Alkohole festhaltet (Beispieltabelle liegt aus).
2. Zeichne die Strukturformeln der eingesetzten Alkohole und Alkene.
3. Welche Mischbarkeit erwartet ihr für Methanol CH_4 ?

Wie ihr aus dem Haushalt sicher wisst ist Öl mit Wasser nicht mischbar, was vermutet ihr demnach über die Strukturformel von Ölen?

Station 8: Die vier Elemente

Warum mischt sich nichts?

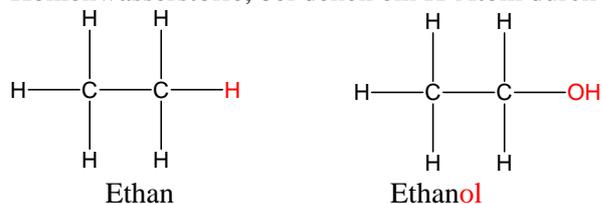
In dem Versuch „Die vier Elemente“ wird die Mischbarkeit verschiedener organischer Substanzen getestet.

In dem Versuch „Die vier Elemente“ wird die Mischbarkeit verschiedener organischer Substanzen getestet.

Die erste Phase wird von Sand gebildet. Dabei wird ein bisschen geschummelt, denn Sand bildet keine Phase. Er ist einfach unlöslich und fällt als Feststoff auf den Gefäßboden.

Die zweite unterste Phase besteht aus salzhaltigem Wasser. Das zu dem Wasser gefügte Kaliumcarbonat hat sich in dem Wasser gelöst. Diese Phase kann mit Methyleneblau eingefärbt werden, da dieser Farbstoff hydrophil, das heißt Wasser liebend, ist.

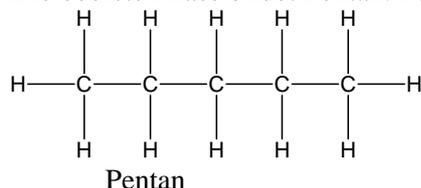
Die farblose Phase besteht aus Ethanol. Ethanol ist ein Alkohol (Endung: -ol). Ethan ist die Bezeichnung für zwei Kohlenstoffatome, die Endung -ol sagt uns das es ein Alkohol ist. Alkohole sind Alkane, also Kohlenwasserstoffe, bei denen ein H-Atom durch eine OH-Gruppe ausgetauscht ist.



Kurzkettige Alkohole sind in Wasser löslich. Die OH-Gruppe ist ein polarer Rest. Da der unpolare Rest, die C-H-Kette, sehr kurz ist, fällt der unpolare Charakter der Verbindung sehr gering aus. Im Methanol ist der polare Charakter stärker als der unpolare. Der polare Rest kann mit den polaren Wassermolekülen Wasserstoffbrückenbindungen aufbauen.

Sobald Kaliumcarbonat zu dem Wasser-Alkohol-Gemisch gegeben wird, bildet sich eine Salzlösung und Methanol ist nicht mehr in Wasser löslich. Wir beobachten eine Phasentrennung.

Die oberste Phase bildet Pentan. Pentan ist die Bezeichnung für fünf Kohlenstoffatome.



Pentan gehört, wie Ethan auch, zu der Gruppe der Alkane. Alkane haben keinen polaren Rest und bestehen nur aus der unpolaren Kohlenstoffkette. Sie sind also nicht in Wasser löslich.

Pentan ist auch nicht in Ethanol löslich, Ethanol aufgrund der kurzen Kohlenstoffkette eine polare Substanz ist.

Die rote Farbe erhält Pentan durch den Wasser abstoßenden (hydrophoben) Farbstoff Sudanrot.

Beobachtung

Fragen

Warum entsteht bei Ethanol und Salzwasser eine Phasentrennung und bei Ethanol und Wasser nicht?

Wann überwiegt der unpolare Rest eines Alkohols? Wäre der Alkohol dann noch in Wasser löslich?

Warum löst sich Sudanrot nicht in Wasser?

Notiert euch einen Merksatz für die Löslichkeit von Substanzen.

Station 9a): Petroleumlämpchen

Theorie:

Petroleum ist ein Gemisch schwer entflammbarer Kohlenwasserstoffe. Den Hauptanteil bilden Alkane. Die Zündtemperatur von Petroleum liegt bei 55-100 °C. Taucht man einen brennenden Glimmspan in Petroleum, erlischt die Flamme. Wenn Petroleum fein zerstäubt wird, kann eine Zündquelle die Tröpfchen aufgrund der Oberflächenvergrößerung sofort auf die Zündtemperatur bringen. Sie verbrennen durch den stark erhöhten Sauerstoffzutritt aus der Luft rasch („Feuerspuckerprinzip“). Im Falle einer Petroleumlampe wird ein Docht mit Petroleum getränkt. Zündet man den Docht an, verbrennt das Petroleum an dem Docht und unterhält die Flamme dadurch, dass es von unten nachgeliefert wird (Kapillarwirkung). Der Docht selbst verbrennt nicht.

Beobachtungen:

Fragen:

- Warum kannst du Petroleum in einer Schale nicht zum brennen bringen?
- Erkläre das Prinzip der Petroleumlämpchen-Flamme mit eigenen Worten.
- Worin besteht die Gefahr von Petroleum oder Heizöl-Dämpfen?
- Welche Endprodukte werden aus der Petroleumfraktion der Erdöldestillation gewonnen?
- Welche Verhaltensregeln lassen sich dadurch im Umgang mit Petroleum oder Dieseltreibstoff oder Heizölen herleiten?

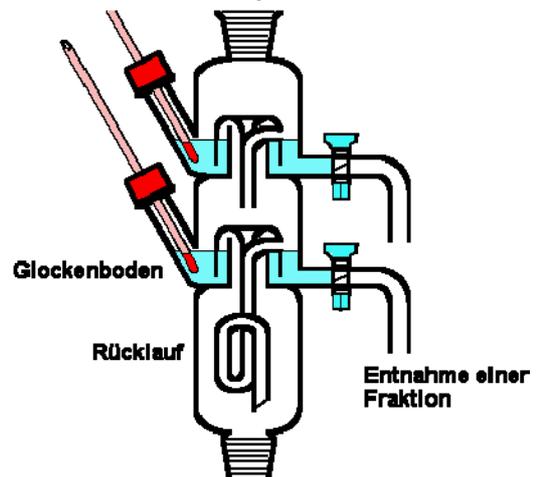
Station 9b): Theoriestation: Erdöldestillation

Theorie

Erdöl ist ein Naturprodukt aus vielen verschiedenen Komponenten. Bis heute ist aber nicht eindeutig geklärt wie es entstanden ist. Die bekannteste Theorie besagt, dass es sich bei Erdöl um marinen Faulschlamm handelt, der sich aus tierischen und pflanzlichen Meeresorganismen, die bei der in Randmeeren oder Binnenseen herrschenden Sauerstoffarmut nicht verwest sind, zusammensetzt. Dieser Faulschlamm wurde durch aerobe Bakterien und chemische Prozesse in Erdöl umgewandelt.

Rohöl ist in dem Zustand in dem es gewonnen wird nicht verwendbar. Es wird zunächst gereinigt und anschließend in verschiedene Bestandteile (Fraktionen) aufgetrennt, die dann unterschiedlich weiterverwendet werden. Ein Verfahren zur Trennung von Flüssigkeitsgemischen ist die Destillation. Eine Flüssigkeit wird dabei durch Erhitzen verdampft, durch Kühlen wieder verflüssigt und anschließend in einem Gefäß aufgefangen. Leicht verdampfbare Komponenten reichern sich in der Gasphase an, während schwerer verdampfbare Komponenten in der Flüssigkeit verbleiben. Die Voraussetzung für eine vollständige Trennung der Flüssigkeiten ist somit, dass die Siedepunkte der Komponenten weit genug auseinander liegen. Was aber geschieht, wenn die Siedepunkte zweier Flüssigkeiten sehr nah beieinander liegen? In diesem Fall erhält man bei einer einfachen Destillation immer ein Gemisch, in dem je nach Siedetemperatur Anteile von beiden Flüssigkeiten enthalten sind.

Will man ein Gemisch vieler Stoffe, mit nah beieinander liegenden Siedebereichen (wie Erdöl) vollständig trennen, werden Destillationskolonnen verwendet. Destillationskolonnen bestehen aus so genannten Glockenböden, auf denen sich Komponenten verschiedener Siedebereiche anreichern (kontrolliert durch Thermometer), die laufend entnommen werden können. Aufsteigende Dämpfe durchströmen die Flüssigkeiten in den Glockenböden. Dadurch werden Flüssigkeiten mit höheren Siedepunkten gekühlt, sie kondensieren wieder und bleiben zurück. Komponenten mit niedrigerem Siedepunkt reichern sich in der Destillationskolonne daher oben an, schwerer flüchtige Komponenten unten. Diese Destillationsmethode ist eine großtechnische Verarbeitungsmöglichkeit und steht am Anfang jeder industriellen Verarbeitung des Erdöls.



Bildquelle:
<http://www.seilnacht.com/versuche/destill.html>

An der Spitze der Destillationskolonne entweichen Gase (z.B. Methan, Ethan, Propan, Butan) die unter anderem als Heizgase Verwendung finden. Bei einer Temperatur bis 100 °C wird Leichtbenzin gewonnen (Treibstoff). Durch eine noch feinere Auftrennung werden Alkane wie Pentan, Hexan und Heptan gewonnen. bei 100-180 °C Schwerbenzin (Terpentinölersatz, Waschbenzin). Bei 180-250 °C wird Petroleum gewonnen, das als Flugzeugtreibstoff (Kerosin), Dieseltreibstoff, leichtes Heizöl oder Leuchtpetroleum verwendet wird und bei 250-350 °C Gasöl (Dieselöl). Fraktionen die bei über 350 °C gewonnen werden, können durch thermisches Cracken in niedriger siedende Kohlenwasserstoffe überführt werden oder sie werden einer Vakuumdestillation zugeführt. Hierbei werden die Siedepunkte der Erdölanteile durch Unterdruck um 100-150 °C gesenkt. Anschließend Aus Destillationsrückständen wird z.B. Paraffin (Paraffinöl) hergestellt, das unter anderem zur Herstellung von Kerzen dient.

Fragen:

- Welche Endprodukte der Erdöldestillation hast du heute für Versuche verwendet?
- Bei welchen Siedebereichen wurden diese Endprodukte gewonnen?
- Welches Verfahren zur Weiterverarbeitung hochsiedender Erdölanteile (> 350 °C) hast du heute kennen gelernt?
- Nenne 3 Endprodukte der Erdöldestillation, die du im Alltag verwendest.
- Beschrifte die beiliegende Grafik.

Station 10: Flüssiger Stickstoff

Theorie:

Stickstoff (Symbol: N (neulateinisch: Nitrogenium)) ist ein farb- und geruchloses, unbrennbares Gas mit einem Siedepunkt von $-195,8\text{ °C}$ (Schmelzpunkt -210 °C). Bei dieser Temperatur wird Stickstoff flüssig. Stickstoff ist ein wichtiger Bestandteil vieler organischer Verbindungen. Er ist z.B. in Proteinen und Nucleinsäure aller biologischen Organismen enthalten und damit essentiell für Pflanzen und Tiere.

Luft enthält zu 21% Sauerstoff und zu 78% Stickstoff (der verbleibende Rest setzt sich aus Argon, Kohlendioxid, Wasserstoff und weiteren Edelgasen zusammen). Wird Luft in einem Luftballon in flüssigen Stickstoff getaucht, kondensiert als erstes beim Abkühlen auf $-182,962\text{ °C}$ der Sauerstoff, während der Stickstoff bei $-195,82\text{ °C}$ flüssig wird. Man erhält im Ballon flüssige Luft, die beim Erwärmen wieder verdampft.

Flüssiger Stickstoff dient als Kältemittel für Lebensmittel oder in der Medizin zum Schockgefrieren von z.B. Gewebeteilen (bei Operationen), Blut, Antibiotika, Bakterienkulturen oder Impfstoffen.

Beobachtungen:

Fragen:

- Notiere deine Beobachtungen bei dem Versuch und formuliere eine kurze Erklärung.
- Aus welchen Bestandteilen setzt sich Luft zusammen?
- Wozu wird flüssiger Stickstoff eingesetzt?

Laufzettel: Einführung in die organische Chemie

Versuch	Pflicht	Durchgeführt
1. Welche Stoffe sind organisch, welche sind anorganisch?	Ja	
2. Qualitative Analyse	Ja	
3. Elementaranalyse von Stickstoff		
4. Weißer Zucker, braune Kohle		
5.a) Entfärben von Cola		
5.b) Warum manche Getränke „light“ sind		
6. Flammenwerfer		
7.a) Mischbarkeit von Alkanen		
7.b) Mischbarkeit von Alkoholen		
8. Die vier Elemente		
9. Öllampe	Ja	
10. Flüssiger Stickstoff		
11. Internetrecherche		

- Jede Gruppe soll mindestens sechs Versuche durchführen. Die Pflichtversuche müssen durchgeführt werden.
- Zu jedem Versuch liegt ein theoretischer Hintergrund aus. Die Fragen dazu könnt ihr auf den ausliegenden Zetteln beantworten.
- Die Reihenfolge der Versuche ist frei wählbar. Nur a) und b) Versuche sollten nacheinander durchgeführt werden.
- Die Versuchsaufbauten sollen sauber hinterlassen werden: Für entstandene Abfälle gibt es an jedem Versuch Behälter zur Entsorgung.
- Im Labor müssen Schutzbrillen getragen werden.
- Das Trinken, Essen und Rauchen ist im Labor verboten.

Wir wünschen Euch viel Spaß und erfolgreiches Experimentieren!

Station 1: Welche Stoffe sind organisch, welche sind anorganisch?

Gruppierere die unterschiedlichen Gegenstände in organische und anorganische Stoffe.

- **Tragt eure Ergebnisse mit einer kurzen Begründung in die Tabelle ein.**

Station 2: Elementarnachweis: Kohlenstoff- und Wasserstoffnachweis



4. Das trockene Reagenzglas wird in das Eiswasser gestellt.
5. In die Saugflasche füllt man etwas Calciumhydroxidlösung, sodass das Glasrohr der Saugflasche gerade so in die Calciumhydroxidlösung eintaucht.
6. Nun stellt man die Pumpe an und zündet den Bunsenbrenner für einige Minuten an (**VORSICHT MIT DEM BUNSENBRENNER NICHT ZU HOCH**, Schlauch kann verbrennen).

7. Anschließend wird die entstandene Flüssigkeit im Reagenzglas mit wasserfreiem Kupfersulfat getestet.
8. Zur Entsorgung müsst ihr MIT HILFE die Saugflasche abbauen und die Kalklösung in den Abfluss geben. Die Saugflasche gut ausspülen und wieder anbringen und sichern.
9. Die Kupfersulfatlösung wird in den Abfallbehälter gegeben und das Reagenzglas wird nach dem ausspülen in den Trockenschrank gelegt.

Station 3: Elementaranalyse von Stickstoff

5. Gebe in ein Reagenzglas zwei Spatelspitzen Harnstoff.
6. Gebe zu dem Harnstoff drei Pipettenspritzer Natronlauge.
7. Erhitze das Reaktionsgemisch vorsichtig über dem Bunsenbrenner (Reagenzglas umschwenken). Und entferne den Brenner wieder.
8. Halte ein angefeuchtetes Indikatorpapier in die Reagenzglasöffnung.

Station 4: Weißer Zucker...braune Kohle

1. **Schutzbrille und Schutzhandschuhe tragen!**
2. 35 g Haushaltszucker werden in einem Becherglas abgewogen.
3. **Der folgende Teil dieses Versuches ist von einem Assistenten durchzuführen!**



Der Versuch wird im Abzug durchgeführt!
Schwefelsäure wirkt ätzend. Berührung mit der Haut ist zu vermeiden. Die Dämpfe dürfen nicht eingeatmet werden.

C (Ätzend)

Der Haushaltszucker wird mit 10 ml konzentrierter Schwefelsäure (H_2SO_4) mit einem Glasstab verrührt.

4. Notiere deine Beobachtungen während und nach der Versuchsdurchführung bis zum Abklingen der Reaktion.
5. Nach beendeter Reaktion (ca. 10 min) werden zu dem Produkt vorsichtig 200 ml Wasser zugegeben und gut umgerührt.
6. Das Gemisch wird über einen Büchnertrichter im Vakuum filtriert.
7. Anschließend wird das Produkt mit Wasser gewaschen. Man erhält reine **Aktivkohle**.

Entsorgung:

Die Filtrate werden im bereitstehenden Abfall-Behälter gesammelt.

Station 5 a): Entfärben von Cola

Gebe je 100 mL der Cola-Lösung in ein Becherglas.

Führe mit der Lösung die Entfärbung durch, in dem du sie mit etwa 4g Aktivkohle versetzt und 15 min. kochst.

Danach wird das Gemisch über einen Faltenfilter abfiltriert.

Entsorgung:

Die entfärbte Colalösung kann in den Abfluss gegeben werden, die Faltenfilter samt Inhalt zum trocknen in den Feststoffbehälter der im Abzug steht geben.

- Station 5 b): Warum manche Getränke ‘light’ sind!

-

- In einen wassergefüllten Behälter gibt man eine handelsübliche Dose „Coca Cola“ und eine zweite Dose „Coca Cola light“ und beobachtet .

-

-

-

-

-

-

-

-

-

- **Station 6: Der Flammenwerfer**

Achtung:

Der Versuch darf nur mit einer Aufsicht durchgeführt werden!

4. Gebe in ein Reagenzglas ca. 2 Finger breit klein geschnittenes Kerzenwachs.
5. Stell dir das Eisbad auf einen Stuhl in Reichweite des Bunsenbrenners.
6. Erhitze das Wachs so lange bis es richtig brodelt und seine Farbe ändert (Achtung: Siedeverzug!). Schwenke das Reagenzglas beim Erhitzen vorsichtig.
7. Tauche nun schnell den Boden des Glases in Eiswasser. Die Reagenzglasöffnung muss dabei schräg nach vorne zeigen und darf nicht auf Personen gerichtet sein.

Station 7 a): Mischbarkeit der Alkane

5. Handschuhe anziehen!
6. Gib je ca. **2 Pipettenspitzen** (verwende die beschrifteten Pipetten für die jeweiligen Reagenzien) des jeweiligen Alkans (Heptan, Decan, Paraffinöl) in ein Reagenzglas
7. Gebe nun entweder das mit Methylenblau angefärbte Wasser oder eines der anderen Alkane (ebenfalls ca. 2 Pipettenspitzen) hinzu.
8. Prüfe die Mischbarkeit der Alkane untereinander und mit Wasser indem du einen **Stopfen** aufsetzt und kräftig schüttelst.

Entsorgung: Gebe die Lösungen in den Abfallbehälter

Station 7 b): Löslichkeit von Alkoholen

1. Handschuhe anziehen!
2. Man füllt in die drei Reagenzgläser jeweils ca. einem Fingerbreit des zu untersuchenden Alkohols (Methanol, 1-Propanol, 1-Pentanol).
3. Gib dann ohne umschütteln jeweils ca. halb soviel Wasser mit Kupfersulfat angefärbt hinzu.
4. Wenn du magst kannst du auch die Alkohole untereinander mischen.

Entsorgung:

Gib die Lösungen in den Abfallbehälter der im Abzug steht.

Station 8: Die vier Elemente

1. Gebe in ein Reagenzglas 1 Finger breit Ethanol und 1 Finger breit Wasser.
2. Gebe mit einem Spatel soviel Kaliumcarbonat in die Lösung bis eine gesättigte Lösung entsteht. Die Lösung ist gesättigt wenn sich kein Kaliumcarbonat trotz Umschwenken des Reagenzglases mehr löst.
3. Fülle 1 Finger breit Seesand in das Reagenzglas.
4. Gebe nun 1 Finger breit Pentan zu dem Gemisch.
5. Nun gibst du wenig Körnchen Sudanrot und Methylenblau hinzu.
6. Verschließe das Reagenzglas mit einem Gummistopfen und schüttele gut. Nimm dann den Stopfen wieder ab.

Station 9: Petroleumlämpchen

1. Schutzhandschuhe tragen!
2. Bohre ein Loch in den Deckel des kleinen Gläschens (ein Gläschen ist mit deiner Gruppennummer versehen!).
3. Befülle das Gläschen zur Hälfte mit Petroleum (Lampenöl).
4. Tauche einen Docht mit einer Pinzette (!) in das Gläschen, so dass der Docht mit Petroleum benetzt ist.
5. Ziehe den Docht durch das Loch im Deckel, so dass etwa 1 cm oben herausguckt.
6. Schraube den Deckel auf das Glas. Der Docht muss nun in der Flüssigkeit hängen und ein Stück muss oben aus dem Deckel heraus schauen.
7. Dieses Ende wird mit einem Feuerzeug entzündet.
8. Das fertig gestellte Petroleumlämpchen kann mit nach Hause genommen werden. Es muss darauf geachtet werden, dass das Loch im Deckel mit Klebeband gut verschlossen wird, so dass kein Petroleum auslaufen kann.

Station 10: Flüssiger Stickstoff

1. Stickstoff verflüssigt sich unterhalb einer Temperatur von $-195,82^{\circ}\text{C}$ zu einer farblosen, bei Zimmertemperatur dampfenden Flüssigkeit. **Berührungen mit derartigen "tiefkalten" Flüssigkeiten sind unbedingt zu vermeiden, da dabei schwere Erfrierungen auftreten können.**
2. Es muss eine **Schutzbrille** getragen werden!
3. Das **Fenster** im Bereich des Versuches muss **geöffnet** sein. (Aus einem Liter flüssigem Stickstoff entstehen durch Verdampfen 691 Liter gasförmiger Stickstoff. Dieser wirkt erstickend.)
4. Es dürfen nur kälteunempfindliche Dewar-Gefäße mit flüssigem Stickstoff befüllt werden.
5. Ein Dewar-Gefäß soll zu einem Drittel mit flüssigem Stickstoff befüllt werden. Dazu wird das Dewar-Gefäß auf den Boden gestellt. Aus dem Sicherheitsbehälter, in

dem der Stickstoff bereitsteht, wird zu zweit durch vorsichtiges Kippen, bzw. Anheben des Behälters Stickstoff umgefüllt. (Der Sicherheitsbehälter wird wieder verschlossen!)

6. In den Stickstoff wird eine Tulpe oder Rose eingetaucht (ca. 10 Sekunden) und danach sofort auf den Boden geschlagen.

7. Ein Luftballon wird etwas aufgeblasen und in den Stickstoff getaucht. Anschließend wird er mit einer Tiegelfzange (!) wieder herausgezogen (unter Umständen Stickstoff nachfüllen).

Beobachtungen werden notiert!

Station 11: Internetrecherche

Hier habt ihr die Möglichkeit Informationen für eure Präsentation zu sammeln, die folgenden Fragen können dabei eine Hilfestellung sein (ihr müsst nicht alle beantworten!!).

Überblick der organischen Chemie:

1. Nenne eine Definition der Organischen Chemie.
2. Wann tauchte die Bezeichnung „Organische Chemie zum ersten Mal auf?
3. Informiere dich in diesem Zusammenhang über Harnstoff (Was ist Harnstoff, wo kommt er vor?)
4. Welche Einteilung herrschte ursprünglich in der Chemie vor und mit welcher Begründung?
5. Welche Elemente sind hauptsächlich am Aufbau organischer Verbindungen beteiligt?

Kohlenwasserstoffen (Alkane):

1. Durch welche Eigenschaften zeichnen sich Alkane aus (z.B. Brennbarkeit, Mischbarkeit)?
2. Welche Eigenschaften hast Du heute durch Versuche kennen gelernt?

Erdöl/Erdölgewinnung:

1. Was ist Erdöl?
2. Welche Produkte werden aus Erdöl gewonnen?
3. Was versteht man unter fraktionierter Destillation?
4. Welche Brennstoffe wurden im Laufe der Zeit verwendet.

Vorführversuch: Gummibärchen im flammenden Inferno

Durchführung:

15g (oder weniger) Kaliumchlorat werden mit einem Bunsenbrenner in einem großen Reagenzglas, das schräg in ein Stativ eingespannt ist (Häufig ist die Reaktion so heftig, dass ein Teil des Kaliumchlorats mit dem entstehenden Kohlendioxid und Wasser hinausgeschleudert wird. Daher sollte das Reagenzglas leicht schräg eingespannt und nicht auf die Beobachter gerichtet werden), vorsichtig geschmolzen. Anschließend lässt man ein Gummibärchen mit der Tiegelzange in die Kaliumchloratschmelze fallen.

Entsorgung:

Das überschüssige Kaliumchlorat wird mit wässriger Salzsäure verkocht und anschließend mit Natronlauge neutralisiert. Die Salzlösung kann in das Abwasser gegeben werden.

Start	Welche allgemeine Formel haben die Alkane?
C_nH_{2n+2}	Was ist lipophil?
Fettliebend	Welche Stoffe erhält man bei der Verbrennung von Kohlenwasserstoffen?
CO ₂ und H ₂ O	Wofür war Coca-Cola® zunächst gedacht?
Gegen Kopfschmerzen und Völlegefühl	Was ist ein Alkohol?
Alkan mit (-OH)-Gruppe	Was sind organische Verbindungen?
Kohlenwasserstoffe	Wie heißt der Farbstoff der Cola?
Zuckerkulör	Was ist hydrophil?
Wasserliebend	Was machte den Weihnachtsmann berühmt?
Coca-Cola®	Ab welchem Alkohol ist die Grenze der Mischbarkeit erreicht?
Propanol	Wie kann man Stickstoff nachweisen?
Mit NaOH	Erdöl lässt sich fraktioniert destillieren in:
Leichtbenzin, Teer, Petroleum, Heizöl, Schweröle, Paraffine, Wachse, Koks	Wieviel Würfel Zucker sind in einem halben Liter Cola?

18	Welche Elemente kommen in organischen Verbindungen vor?
S, N, O, C, H	Warum ist Aktivkohle so gut zum Entfärben geeignet?
Feststoffe adsorbieren umso besser, je größer ihre Oberfläche ist.	Woraus besteht der Streichholzkopf?
Phosphor	Erdöl besteht aus
Alkanketten	Welcher Stoff trübt Kalkwasser (Calciumhydroxid-Lösung)
CO ₂	Wieviele organische Verbindungen gibt es ungefähr?

16 Millionen	Welcher Stoff war früher in der Cola?
Kokain	Mit welchem Stoff kann man Wasser nachweisen?
Wasserfreies Kupfersulfat	Wie groß ist die Oberfläche von 1 L Aktivkohle?
10-68 Fußballfelder	Aus welchen Bestandteilen setzt sich die Luft zusammen?
O ₂ , N ₂ , Ar, H ₂ , CO ₂	Was ist Adsorption?
Durch wirksame Oberflächenkräfte können andere Stoffe festgehalten werden	Aus welchen Elementen setzt sich Zucker zusammen?
C, O, H	Wie kalt ist flüssiger Stickstoff?
-195,8 °C	Ziel

Philipps-Universität Marburg

Fachbereich Chemie (15)

Wintersemester 2006/2007

Organisch Chemisches Grundpraktikum für Lehramtskandidaten

Leitung: Herr Reiß, Herr Hilt

Isabelle Kuhn, Sylvia Pross, Esther Schröder

Lernzirkel: Einführung in die Organische Chemie

Voraussetzung der Klasse:

Der Lernzirkel „Einführung in die Organische Chemie“ ist ausgerichtet auf eine zehnte, gymnasiale Klasse. In der Klasse sind 27 SchülerInnen die noch keine Vorkenntnisse in der Organischen Chemie besitzen. Die Klasse ist sehr experimentierfreudig und ist geübt selbstständig zu arbeiten.

Zwei SchülerInnen waren nicht anwesend, so dass später acht Gruppen zustande kamen.

Einführung des Themas:

Durch den Lernzirkel wird die Klasse in die Thematik der organischen Chemie eingeführt. Den SchülerInnen sollen verschiedene Aspekte der organischen Chemie anhand der ausgewählten Versuche verdeutlicht werden. Der Lernzirkel dient dazu ein Grundverständnis der organischen Chemie zu vermitteln, um dieses im nachstehenden Unterricht zu wiederholen und zu vertiefen.

Dabei gingen wir vor allem auf die folgenden Themengebiete ein:

1. Definition der organischen Chemie

Zu diesem Thema stellten wir den SchülerInnen eine Station zur Verfügung, bei der sie der Frage nachgehen sollten „Was ist Organisch, was ist Anorganisch?“. Sie konnten hier selbstständig Gemeinsamkeiten und Unterschiede (ausgewählter) organischer und anorganischer Stoffe entdecken und sich so eine Definition der organischen Chemie erarbeiten.

2. Wichtige Elemente der organischen Chemie

Die qualitative Elementaranalyse von Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff spielt im Lehrplan bei der Einführung der organischen Chemie eine entscheidende Rolle.

Außerdem werden den SchülerInnen durch diese Versuche die wichtigsten Elemente organischer Verbindungen vorgestellt.

3. Chemie der Alkane

Zu diesem Themenblock wurden den SchülerInnen Versuche zu den Eigenschaften (Mischbarkeit, Brennbarkeit) und der Gewinnung (Erdöl) der Alkane bereitgestellt. Hier sollten sie lernen, anhand welcher Charakteristika Stoffgruppen definiert werden können. Außerdem sollte ein Alltagsbezug, durch die, bei der Destillation gewonnenen Produkte, hergestellt werden. Die Chemie der Alkane stellte bei diesem Lernzirkel den wichtigsten Aspekt dar und war daher sehr umfangreich.

4. Spannende Versuche

Weitere Versuche sollten das Interesse der SchülerInnen wecken und den Umgang mit Gefahrstoffen sowie das Verhalten im Labor unterstützend lehren. Diesen Themenblock haben wir ausgewählt, da er in der Schule nicht ausreichend behandelt wird und aufgrund fehlender Möglichkeiten Versuche oft nicht durchführbar sind.

Ablauf des Lernzirkels

Begrüßung

Nach der Verteilung der Kittel und Schutzbrillen fand die Sicherheitsbelehrung statt. Anschließend wurden die SchülerInnen in Dreiergruppen eingeteilt. Dazu wurden mit Zaubertinte (Zitronensaft) präparierte Zettel zufällig verteilt. Die Zettel sollten die SchülerInnen auf Heizplatten legen. So konnten sie herausfinden, welcher Gruppe sie zugeteilt waren. Auf diese Weise wollten wir eine einigermaßen ausgeglichene Verteilung von leistungsstarken und leistungsschwachen SchülerInnen schaffen.

Wir führten den „Brummenden Gummibär“ als Einstiegsversuch vor, um die Gruppenarbeit zu eröffnen. Außerdem sollte dieser Versuch dazu dienen, die SchülerInnen auf mögliche Gefahren hinzuweisen und ihnen darzulegen wie wichtig es ist, sich an die Versuchsvorschriften zu halten.

Zu den Stationen

Insgesamt haben wir die folgenden elf Stationen vorbereitet (siehe Arbeitsanweisungen):

Station 1: Welche Stoffe sind organisch, welche sind anorganisch?

Station 2: Elementarnachweis: Kohlenstoff- und Wasserstoffnachweis

Station 3: Elementaranalyse von Stickstoff

Station 4: Weißer Zucker...braune Kohle

Station 5 a): Entfärben von Cola

Station 5 b): Warum manche Getränke "light" sind!

Station 6: Der Flammenwerfer

Station 7 a): Mischbarkeit der Alkane

Station 7 b): Löslichkeit von Alkoholen

Station 8: Die vier Elemente

Station 9: Petroleumlämpchen

Station 10: Flüssiger Stickstoff

Station 11: Internetrecherche

Von den aufgeführten Stationen mussten die SchülerInnen sechs Versuche durchführen.

Pflichtversuche waren Station 1, 2 und 9. Station 1 wurde als Pflichtversuch ausgewählt, da er für die Definition der Organischen Chemie wichtig ist. Der Elementarnachweis (Station 2) ist, wie oben schon erwähnt, ein wichtiger Aspekt bei der Einführung in die Organische Chemie. Zu dem *Petroleumlämpchen* gehörte die Theoriestation zur Erdöldestillation (siehe Heftchen).

Sie wurde ausgewählt, weil die Erdöldestillation sowie die Verwendung der

Destillationsprodukte im Alltag entscheidende Themen der Chemie der Alkane darstellen. Um die Vielfalt der Organischen Chemie zu demonstrieren, die Experimentierfreude der SchülerInnen anzuregen und um Warteschlangen an den Stationen zu vermeiden, wurden mehr Stationen angeboten, als Gruppen vorhanden waren.

Die Versuche der Stationen 4 und 5 a, b bauten aufeinander auf, worauf die SchülerInnen nach der Durchführung aufmerksam gemacht wurden. Ebenso verhielt es sich mit den Stationen 7 a, b und 8. Aus Sicherheitsgründen wurden Versuche wie der *Chemische Flammenwerfer* in einer abgesperrten Box durchgeführt. An manchen Stationen wurden die SchülerInnen darauf hingewiesen, dass eine Aufsichtsperson anwesend sein muss.

Pause

In einer etwas längeren Pause konnten die SchülerInnen die Versuche rekapitulieren, sich Ausruhen und von uns mitgebrachten Kuchen essen.

Sicherungsphase

Den SchülerInnen wurde schon während der Experimentierphase mitgeteilt, welchen Versuch sie ihren Mitschülern in der späteren Ergebnissicherung vorstellen sollen. Hierzu wurden folgende Präsentationsmethoden ausgewählt:

<i>Station</i>	Präsentationsart
<i>Welche Stoffe sind organisch, welche sind anorganisch?</i>	Podiumsdiskussion
<i>Elementarnachweis: Kohlenstoff- und Wasserstoffnachweis</i>	Polizeigespräch
<i>Elementaranalyse von Stickstoff</i>	Interview
<i>Weißer Zucker...braune Kohle</i>	Hausfrauengespräch
<i>Entfärben von Cola, Warum manche Getränke "light" sind!</i>	Pantomimische Darstellung
<i>Der Flammenwerfer</i>	Poster
<i>Mischbarkeit der Alkane, Löslichkeit von Alkoholen, Die vier Elemente</i>	Erklärung mittels Molekülbaukasten
<i>Erdöldestillation</i>	Overheadfolie (Arbeitsblatt)

Die SchülerInnen hatten eine halbe Stunde Zeit, ihre Präsentationen vorzubereiten. Diese sollten ca. 3 min. dauern.

Abschließend wurde mit allen SchülerInnen zusammen ein Dominospiel (siehe Datei Dominospiel), mit Fragen bzgl. aller Themen des Lernzirkels besprochen.

Analyse

Die Einteilung der Gruppen ging schnell und problemlos.

Die SchülerInnen hatten während der Experimentierphase viel Spaß und Interesse an den Versuchen. Es hat sich bewährt den Schwerpunkt auf die Versuche zu legen, die dann im späteren Unterricht durch die Lehrerin aufgegriffen werden können. Es gab keine Probleme an den Stationen, weder durch Unverständnis, unsachgemäßen Umgang mit den Chemikalien noch im zeitlichen Ablauf. Lediglich eine Gruppe ist in der vorgegebenen Zeit nicht mit den sechs Versuchen fertig geworden, was jedoch in der langen Mittagspause nachgeholt wurde.

Bei der Vorbereitung der Gruppenpräsentationen muss eingeräumt werden, dass der Schwierigkeitsgrad bei den Versuchen variierte. Daher hätten manche Gruppen etwas mehr Zeit benötigt. Auch sollte man sich vorher im Klaren darüber sein, dass es mit Methoden Probleme geben könnte, z.B. traten unerwartete Probleme im Umgang mit dem Molekülbaukasten auf. Die Methodenvielfalt machte den SchülerInnen zwar Spaß, hat aber in einigen Fällen die Ergebnissicherung beeinträchtigt, da die SchülerInnen mehr mit der Umsetzung der Präsentationsmethode beschäftigt waren, als mit dem theoretischen Hintergrund.

Bei der Auswahl der Präsentationsmethoden legten wir den Fokus darauf, welche Versuche für den späteren Unterricht entscheidend sind. Diese wurden in Gesprächen dargestellt und waren deshalb leichter verständlich. Wir wollten ein ausgewogenes Verhältnis zwischen informativen und spaßigen Präsentationsmethoden schaffen, um die Aufmerksamkeit der SchülerInnen länger aufrechterhalten zu können.

Das Dominospiel war sehr gut geeignet zur abschließenden Ergebnissicherung und Wiederholung. Die SchülerInnen konnten hier sehr gut selbst ihr Wissen kontrollieren.

Arbeitsblatt zur Erdöldestillation

