

Fort- und Weiterbildung
für Lehrerinnen und Lehrer
Fachfortbildung Chemie

***Kontext- und kompetenzorientierte
Unterrichtsentwicklung am Beispiel
„ Chemie macht mobil“***

Moderatorinnen:

Petra Schütte

Gesamtschule-Schlebusch Leverkusen

Beate von Bülow

Kardinal-Frings-Gymnasium Bonn

Stand: Oktober 2011

Einführung in die Organische Chemie – Chemie macht mobil

Inhalte:	Material:	Seite
1. Was sind organische Stoffe? Histor. Begriffsentwicklung „Organische Stoffe“ und Überblick über die zugehörigen Stoffe • Fotoassoziation • Bearbeitung AB: “Was sind organische Stoffe?” mit anschließendem Spickzettelvortrag • Fotopräsentation und Klassifizierung	• Anleitung • AB/Infotext: Was sind organische Stoffe? • Überschriften für die Fotopräsentation	5
2. Einstieg in das Thema „Chemie macht mobil“ (Motivation/Alltagsbezug/Interessen/Sensibilisierung für Sicherheitsaspekte) • Motivationsfoto (OHP oder Beamer) z.B. als Stiller Impuls • Nach der Festlegung des Themas „Treibstoffe“ Brainstorming und Zettelabfrage: „Welche Aspekte sollten bei der Behandlung des Themas „Treibstoffe“ behandelt werden bzw. welche sind besonders interessant?“ (Aspekte der Vertiefung s. 9.) • Mobilität bei SuS: Vorerfahrungen mit Hilfe eines Fragebogens ermitteln (Papierform oder digital mit Grafstat) • LV: Benzin-Luft-Gemisch-Explosion • Unfall in der Garage	• Anleitung • Motivationsfoto • Fragebogen • Befragung mit Grafstat (2006) • Versuchsanleitung LV “Benzinexplosion“ • Fotos: Brennende Garage • Befragungsergebnisse	7
3. Stationenlernen mit SV zum Thema: Eigenschaften und Verwendung von Benzin • Löslichkeitsuntersuchungen mit Benzin und Wasser • Brennbarkeit von Benzin und Nachweis von Kohlenstoffdioxid als Reaktionsprodukt • Löschen von brennendem Benzin mit Wasser • Funktionsweise des Otto-Motors	• Anleitung • AB/Aufgaben und Lösungen für die Stationen 1-4	9
4. LV: Untersuchung der Reaktionsprodukte bei der Verbrennung von Heptan - des Hauptbestandteils des Benzins (Aufstellen der Reaktionsgleichung in der Wort- und Formelschreibweise)	• Anleitung • Apparaturpuzzle • AB „Verbrennungsprodukte des Heptans“ • OHP-Folie zur Wdhg.	21
5. Durch welche Kräfte werden die Kohlenstoff- und Wasserstoffatome im Heptan zusammengehalten? • Einführung Chemische Bindung/Elektronenpaarbindung • Aufstellen von Strukturformeln – auch am Beispiel von Alkanen	• Anleitung „Chem.Bindung“ • Karteikarten • Folienschnipsel • AB „Strukturformeln“ • AB/Lückentext: Elektronenpaarbindung • AB/Lückentext:	*1

- Wasserunlösliches Benzin?? Einführung in die polare Elektronenpaarbindung - Anleitung: Treibstoffe und Octanzahl / Einführung Isomerie - Anleitung: Gruppenpuzzle zur Erarbeitung der Nomenklaturregeln - Anleitung „Stille Post“ zur Festigung der Nomenklaturregeln	- polare Elektronen- paarbindung - Anleitung Octanzahl und Isomerie - AB/Infotext „ Treibstoffe und Octanzahl“ - Gruppenpuzzle - Stille Post	27 29 39
6. Entstehung und Verarbeitung von Erdöl Infotexte zu den Themen: - Entstehung von Erdöl - Fraktionierte Destillation und dem - Cracken Erarbeitung mit der Tableset-Methode	- Anleitung Tableset - AB/Infotexte	44
7. Umweltaspekte: Treibhauseffekt und alternative Treibstoffe Erarbeitung von Grundlagen zur Gestaltung einer Podiumsdiskussion (nochmal Bezug zu den Grafstat- Befragungsergebnissen herstellen)	- Anleitung - Karikatur Treibhauseffekt - Infotext Treibhauseffekt - Experiment Treibhauseffekt - Infotext Biodiesel - Infotext Wasserstoff - Beispiel für Recherauftrag - Zeitungsartikel (Bsp.)	48
8. Zusammenfassung, Wiederholung und Festigung der Unterrichtsinhalte mit Hilfe einer Mindmap, einem Kurzvortrag und verschiedener digitaler Rätsel und Übungen, die teilweise schon als AB vorgekommen sind;	- Mindmap (doc) - Mindmap (mmp) - AB/Arbeitsauftrag: „Vorbereitung Vorstellungsgespräch “ - Verschiedene digitale Rätsel und Übungen	* ¹
9. Anwendung/Transfer sowie Vertiefung - Die SuS wenden ihr Wissen auf einen anderen Treibstoff an. - Sie beschäftigen sich in Kurzreferaten mit Powerpointunterstützung mit interessanten, weiterführenden Aspekten des Themas „Chemie macht mobil“. Besondere Intention: von der Fremd-, über die Mit- zur Selbstbewertung;	- Schriftliche Übung - Erwartungshorizont - Rahmenbedingungen und Bewertungsmaßstäbe für eine Partner- oder Kleingruppenarbeit - Beispielpräsentation	56 *¹

*¹ Anregungen hierzu finden sich unter:

www.PS-Chemieunterricht.de

s. Chemie macht mobil

Kompetenzorientierung in „Chemie macht mobil“

Fachwissen: Die SuS lernen chemische Phänomene, Begriffe und Gesetzmäßigkeiten kennen wie z.B.: • Begriff „Organische Stoffe“ • Benzin (Eigenschaften, Verwendung, Zusammensetzung, Gefahren im Umgang, energetische Aspekte bei der Oxidation) • Elektronenpaarbindung im Zusammenhang mit Alkanen u.a. Verbindungen • Begriff „Isomerie“ im Zusammenhang mit der Octanzahl • Entstehung und Verarbeitung (Destillation, Cracken) von Erdöl • Umweltproblematik: Treibhauseffekt und alternative Treibstoffe	Kommunikation: Die SuS erschließen sich sach- und fachbezogen Informationen und tauschen sie untereinander aus: • Sie nutzen verschiedene Informationsquellen wie das Chemiebuch, Infotexte, Befragungsergebnisse, Internet und Zeitungsartikel. • Sie werden durch verschiedene methodische Arrangements zum intensiven Informationsaustausch angeregt wie z.B. bei der Fotoassoziation, beim Stationenlernen, durch die Tableset-Methode, dem Gruppenpuzzle, der Stillen Post und bei der Podiumsdiskussion.
Erkenntnisgewinnung: Die SuS nutzen experimentelle Methoden und Modelle: • z.B. Experimente zum Thema Eigenschaften und Verwendung von Benzin, Zusammensetzung von Benzin, Modellexperiment zum Treibhauseffekt; • Anwendung von Modellen z.B. beim Aufstellen von Reaktionsgleichungen und bei der Erklärung der Löslichkeit von Benzin (unpolare und polare Elektronenpaarbindung)	Bewertung: Die SuS erkennen und bewerten chemische Sachverhalte in einem Kontext: • Sie erkennen ihre (Mit)-Verantwortung für den Treibhauseffekt vor dem Hintergrund ihrer Rolle als (zunehmend) aktiver Teilnehmer am motorisierten Straßenverkehr und als Energieverbraucher und bewerten Verhaltensweisen diesbezüglich.

Anleitung: 1. Was sind organische Stoffe?

Formen selbstständigen Lernens:

- Markieren, Strukturieren und Spickzettelvortrag
- Fotoassoziationen

Material:

- Werbungen oder Bilder aus Zeitschriften, die organische Stoffe oder Produkte aus der organischen Chemie darstellen (im DIN-A-4-Format evtl. in Prospekthüllen);
- Informationstext „Was sind organische Stoffe?“
- leere Karteikarten
- Überschriften für die Fotopräsentation und das Clustern (evtl. auf farbigem Papier ausdrucken und laminieren):
Organische Stoffe
Kunststoffe, Farbstoffe, Medikamente, Waschmittel bzw. Seifen, Kosmetikprodukte, Treibstoffe/Brennstoffe, Textilien aus Natur- bzw. Kunstfasern, Nahrungsmittel

Ablauf:

- Bilder im gesamten Raum auslegen
- SuS bekommen die Aufgabe:
 - sich erst einmal jedes Bild genau anzusehen
 - sich zu überlegen, welche zwei bis drei Bilder den Schüler persönlich in einer gewissen Weise ansprechen; d.h. Bilder herauszufinden, mit denen man etwas positives oder auch negatives assoziiert;
- Auf ein Zeichen des Lehrers hin soll sich nun jeder Schüler ein solches Bild nehmen.
- Alle anderen Bilder werden eingesammelt.
- Die SuS stellen sich nacheinander ihre ausgewählten Bilder in Zufallspaaren vor. Dabei erzählt zuerst z.B. der/die Jüngere: „Ich habe mir dieses Bild ausgewählt, weil“ Der andere hört nur zu und spiegelt anschließend den Inhalt der Erklärung wider: „Wenn ich Dich richtig verstanden habe, hast Du Dir dieses Bild ausgesucht, weil“ Erst dann werden die Rollen getauscht und der Ältere stellt sein Bild vor.
- L bittet einige SuS die interessanten Bilder ihrer Partner im Plenum vorzustellen.
- SuS stellen meist selbst die Frage: aber was hat das mit Chemie zu tun?
- SuS äußern Vermutungen (Meldekette)
- L : Der Zusammenhang wird deutlich/deutlicher, wenn Ihr folgenden Informationstext bearbeitet habt: L. teilt Infotext aus und vergewissert sich, dass die Aufgabenstellung klar ist (AB s. unten);
- Spickzettelerstellung, Spickzettelvortrag üben im Kugellager, Spickzettelvortrag im Plenum;
- Präsentation und Clustering aller Bilder an der Wand in Form einer Staffetten-Präsentation: Nach einer kurzen Murrelphase mit ihrem Partner (Was hat mein persönliches Bild mit der organischen Chemie zu tun?) gehen die SuS einzeln nach vorne, zeigen ihr Bild, erläutern den Zusammenhang (evtl. gibt es auch mehrere Zusammenhänge) mit der OC und hängen ihr Bild unter der entsprechenden Überschrift (lamierte Zettel) an die Wand.

Es ist nicht gerade ein schöner Anblick, wenn das Toastbrot zum Frühstück schwarz wird oder die Würstchen beim Grillen verkohlen. Ohne es zu wollen hat man damit einen chemischen Nachweis durchgeführt: Würstchen und Brot zersetzen sich bei höheren Temperaturen. Übrig bleibt eine ungenießbare, schwarze Masse aus Kohlenstoff. Stoffe, die sich beim Erhitzen zersetzen und schwarz werden, enthalten Kohlenstoff. Fast alle Verbindungen mit Kohlenstoff-Atomen zählt man zu den organischen Stoffen.

Zucker ist ein organischer Stoff. Gibt man etwas Zucker in ein Reagenzglas und erhitzt es, wird der Zucker zunächst braun, er karamelisiert. Erhitzt man weiter, wird er dunkelbraun und schließlich schwarz, er verkohlt. Daraus kann man folgern, dass auch Zucker Kohlenstoff enthält.

Kochsalz und Haushaltszucker sehen sich zum Verwechseln ähnlich, verhalten sich jedoch beim Erhitzen unterschiedlich: Erhitzt man Kochsalz auf 800°C, so schmilzt es und wird wasserklar. Auch bei stärkerem Erhitzen verändert Kochsalz seine Farbe nicht. Beim Abkühlen entsteht wieder weißes Salz. Es findet also keine Zersetzung statt. Daraus kann man schließen, dass Kochsalz keinen Kohlenstoff enthält. Kochsalz ist ein anorganischer Stoff.

Nur wenige Kohlenstoff-Verbindungen rechnet man nicht zu den organischen, sondern zu den anorganischen Stoffen. Dazu gehören beispielsweise Kohlenstoffdioxid, Kohlenstoffmonooxid, Kohlensäure und deren Salze, die Carbonate



Jans Jakob Berzelius



Friedrich Wöhler

Arbeitsauftrag:

- EA: Markiere und Strukturiere den Text in Einzelarbeit.
- PA: Erstellt einen Spickzettel mit höchstens 10 Wörtern, aber so vielen Zeichen oder Symbolen, wie ihr wollt.

Organische Stoffe. Im Jahr 1806 führte der schwedische Chemiker BERZELIUS den Begriff „organische Stoffe“ ein. Man war damals der Ansicht, dass organische Stoffe nur durch die besondere „Lebenskraft (vis vitalis)“ der Organismen entstehen würden, also unter Mithilfe von Mensch, Tier oder Pflanze. Berzelius wollte sie bewusst von den anorganischen Stoffen abheben, denn damals hielt man es für ausgeschlossen, dass man jemals organische Stoffe im Labor künstlich herstellen könnte. Ganz neue Wege in die Chemie eröffnete die Entdeckung des Chemikers Friedrich WÖHLER im Jahre 1828. Er hatte zufällig im Labor den organischen Stoff Harnstoff hergestellt. Harnstoff entsteht im Körper von Mensch und Tier als Abbauprodukt von Eiweißen und ist im Urin enthalten. Wöhlers Entdeckung ist in einem Brief an seinen Kollegen Berzelius festgehalten:

„... muß ich Ihnen erzählen, daß ich Harnstoff machen kann, ohne dazu Nieren oder überhaupt ein Thier, sey es Mensch oder Hund nöthig zu haben ... Es bedürfte nur weiter Nichts als einer vergleichenden Untersuchung mit Pisse-Harnstoff, den ich in jeder Hinsicht selbst gemacht hatte, und dem Cyankarnstoff.“

Nach dieser Entdeckung dauerte es noch einige Jahre, bis die Synthese weiterer organischer Stoffe begann. Die Begriffe „anorganisch“ und „organisch“ haben eigentlich nur noch historische Bedeutung. Trotzdem gibt es diese Einteilung noch heute in der Chemie. Bei den organischen Stoffen handelt es sich immer um Kohlenstoffverbindungen wie z.B. Erdgas, Erdöl und Kohle. Auf ihrer Grundlage lassen sich viele weitere Produkte der chemischen Industrie (Petrochemie) wie Kunststoffe, Treibstoffe, Farbstoffe herstellen. Aber auch Alkohole, Nahrungsmittel, Waschmittel und Seifen, Medikamente, Kosmetikprodukte sowie Kunstfasern gehören zu der Stoffgruppe der organischen Chemie. Die organische Chemie beinhaltet derzeit mehr als 10 Millionen Stoffe – und täglich werden neue Verbindungen entwickelt.

Anleitung: 2. Einstieg in das Thema „Chemie macht mobil“

(Motivation/Alltagsbezug/Sensibilisierung für Sicherheitsaspekte)

- Lehrer/in projiziert mit OHP oder Beamer das Motivationsfoto und lässt die Schüler die Abbildungen beschreiben und Vermutungen über den unterrichtlichen Zusammenhang äußern;
- Thema wird genannt: „Treibstoffe“ bzw. „Chemie macht mobil“
- Brainstorming und Zettelabfrage: „Welche Aspekte sollten behandelt werden oder sind besonders interessant im Zusammenhang mit dem Thema Treibstoffe?“ (EA: Begriffe notieren PA/KG: Austausch mit den MitSuS; Einigung auf einige wesentliche Begriffe und Verschriftlichung auf Zetteln, Präsentation und Clustering;). Interessante Themen, die nicht von allen SuS bearbeitet werden sollen, können als Partner- oder Kleingruppenarbeit in den Unterricht integriert werden (s.9. Vertiefung).
- Durchführung einer Befragung zum Thema: „Mobilität der Schülerinnen und Schüler“ entweder in Papierform oder mit Hilfe von Grafstat;
- Auswertung der Befragung (entweder sofort mit Hilfe von Grafstat oder später) zeigt die aktuelle und zukünftige Bedeutung des Themas Mobilität für die SuS;
- L. informiert die SuS darüber, dass man sich zu Beginn des neuen Themas etwas näher mit Benzin beschäftigt und führt ein Lehrerdemonstationsexperiment vor: Benzin-Luft-Gemisch-Explosion
- L. fordert die SuS auf, in Kleingruppen ihre Versuchsbeobachtung zu formulieren und soweit wie möglich das Experiment zu deuten. Wichtige Zusatzfrage: Was bedeutet der Ausgang des Experimentes für unsere weiteren Experimente und v.a. Schülerexperimente? Jede Kleingruppe soll ihre Ergebnisse stichwortartig festhalten.
- SuS tragen ihre Ergebnisse vor; L. thematisiert unter Verwendung der Fotos „Brand in der Garage“ die zu beachtenden Sicherheitsaspekte im Umgang mit Benzin;

Chemie macht mobil !	Benzinexplosion	Lehrerversuch
----------------------	------------------------	---------------


Geräte/Chemikalien:

Blechdose (z.B. Kaffeedose oder Schafskäsedose) mit Deckel und kleinem, seitlichem Loch im unteren Bereich, einige kleine Korkstopfen, Pasteurpipette, 15 Tropfen Heptan, Holzspan, Streichhölzer, Schutzbrille;

Durchführung:

15 Tropfen Heptan werden mit einer Pasteurpipette in die Blechdose, in der sich einige kleine Korkstopfen befinden, gefüllt. Die Dose wird mit dem Deckel verschlossen und kräftig geschüttelt. Die Korken helfen beim Durchmischen der Heptandämpfe und der Luft. Nun nähert man sich dem kleinen Loch im unteren Bereich der Dose mit einem brennenden Holzspan.



Bei dem richtigen Verhältnis von Luft zu Heptandämpfen ertönt ein lauter Knall, wenn die Flamme an die Öffnung kommt und der Deckel fliegt weg. Bei zu viel Benzin (zu fettes Gemisch) kommt eine Stichflamme aus der Öffnung. Deshalb zur Vorsicht einen langen Holzspan zum Entzünden verwenden und kein Feuerzeug.

Chemie Jg. 10 / Fragebogen zum Thema "Mobilität"

1. Wie viele Autos gibt es in deiner Familie?

- a ☐ keins b ☐ eins c ☐ zwei d ☐ mehrere

2. Mit welchem Treibstoff wird das Auto betankt?

- A ☐ Diesel C ☐ Benzin E ☐ Benzin Super Plus
B ☐ Erdgas D ☐ Benzin Super

3. Wie kommst Du überwiegend zur Schule?

- a ☐ zu Fuß c ☐ mit dem Mofa o.ä. e ☐ Bus/Bahn
b ☐ mit dem Fahrrad d ☐ Auto

4. Wie kommst du in der Regel zu deinen Freizeitaktivitäten (z.B. Sport, Musikunterricht, Freunde etc)?

- a ☐ zu Fuß c ☐ mit Inliner, Skateboard o.ä. e ☐ Auto
b ☐ mit dem Fahrrad d ☐ Mofa o.ä. f ☐ Bus/Bahn

5. Wie häufig in der Woche begibst du dich zu deinen Freizeitaktivitäten?

- a ☐ gar nicht c ☐ zweimal e ☐ täglich
b ☐ einmal d ☐ mehrmals (3-6)

6. Möchtest du einen Führerschein für Pkw's und/oder Motorrad machen?

- a ☐ ja b ☐ nein c ☐ vielleicht

7. Bist du daran interessiert, den Führerschein schon mit 17 Jahren zu machen?

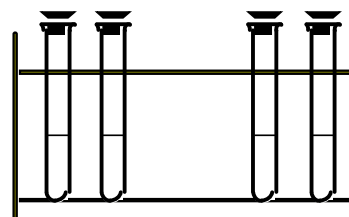
- a ☐ ja b ☐ nein c ☐ unentschieden

- Stellen Sie alle Materialien und Chemikalien (s. Arbeitsblatt) zusammen, die für das Stationenlernen benötigt werden. (Versuche vorher noch mal selbst durchführen, um sicherzugehen, dass alles in Ordnung ist.)
- Die experimentellen Stationen 1-3 so aufbauen, dass – wenn möglich - drei Arbeitsgruppen gleichzeitig arbeiten können; d.h. jeweils 3 Arbeitsanleitungen in Klarsichthüllen auslegen;
- Die Stationen 2 und 3 (brennendes Benzin!) an benachbarten Tischgruppen so positionieren, dass der Lehrer/die Lehrerin diese gut beaufsichtigen kann.
- An der Theorie-Station 4 für jeden Schüler ein AB bereitlegen;
- Nach der Bearbeitung einer Station kann jede Gruppe mit Hilfe einer Lösungskarte überprüfen, ob ihr Ergebnis richtig ist (Die Lösungskarten liegen auf dem Lehrerpult, so dass die SuS weniger verleitet sind, auf die Lösungskarte zu schauen, wenn sie die Lösung nicht auf Anhieb finden.)
- Per Zufallslos Dreiergruppen einteilen;
- Die Arbeitsgruppen sollen in selbst gewählter Reihenfolge alle vier Stationen bearbeiten.
- Das Stationenlernen wird nach genau 60 Minuten beendet, so dass die SuS im Durchschnitt nach 15 Minuten die Arbeit an einer Station beendet haben müssen (Zeitmanager benennen!).
- Für die Durchführung des Stationenlernens in einer Einzelstunde könnte man die Station 4 als H.A. bearbeiten lassen.
- SuS, die schneller fertig, sind sollen auf DIN-A5 Zetteln stichwortartig (1 Zettel – 1 Wort) festhalten, was Sie heute über Eigenschaften und Verwendung des Benzins gelernt haben.
- ... am Stundenende können die Ergebnisse des Stationenlernens unter den Überschriften: „Eigenschaften des Benzins“ und „Verwendung des Benzins“ in Form einer Zettelpräsentation an der Wand festgehalten werden.

Chemie macht mobil !	Benzin als Lösungsmittel	Station 1
----------------------	---------------------------------	-----------

Hinweise:

Lange Haare zusammenbinden und Schutzbrille aufsetzen! Gefahren- und Sicherheitshinweise beachten (Flaschenetikett)!



Geräte: 4 Reagenzgläser (RG), 4 Stopfen, Reagenzglasständer, Trichter, Spatel, Messer, Papierhandtücher (zentral bereitgestelltes Abfall-Becherglas)

Chemikalien: Heptan als Ersatzstoff für Benzin (leicht entzündlich), Wasser, Kochsalz, farbiges Bienenwachs bzw. Kerzenwachs

Versuchsdurchführung:

- 1) Gib in zwei Reagenzgläser 2 Finger breit Heptan und in die anderen beiden Reagenzgläser genauso viel Wasser.
- 2) In je ein Reagenzglas Heptan und Wasser wird eine Spatelspitze Kochsalz gegeben, die Reagenzgläser werden mit einem Stopfen verschlossen und kräftig geschüttelt.
- 3) In je ein Reagenzglas Heptan und Wasser werden einige sehr kleine (!) Krümel Bienen- bzw. Kerzenwachs gegeben. Du kannst das Kerzenwachs mit dem Messer von einer Kerze abkratzen. Verschließe die Reagenzgläser und schüttele sie mindestens eine Minute lang.

Beobachtung:

Stoff \ Lösungsmittel	Kochsalz	Kerzenwachs
Wasser		
Benzin		

Schreibe die Überschrift der Station, die Tabelle (vergrößert) und die Fragen / Aufgaben auf ein Blatt und bearbeite sie schriftlich:

- 1) Trage deine Beobachtungen in die Tabelle ein.

Das Lösen eines Stoffes in einem Lösungsmittel geschieht vereinfacht ausgedrückt nach dem Prinzip: **Gleiches löst sich in Gleichem**



- 2) d.h. polare Stoffe lösen sich in polaren Lösungsmitteln (wie z.B. Wasser) und unpolare Stoffe in unpolaren Lösungsmitteln, polare aber nicht in unpolaren und umgekehrt.
 - a) Welche Rückschlüsse kannst du damit über Benzin ziehen?
 - b) Was würde demnach passieren, wenn du Benzin und Wasser zusammengibst?
 - c) Überprüfe deine Hypothese von b) experimentell.
- 3) Zur Reinigung von Kleidung wird oftmals Reinigungsbenzin verwendet. Für welche Art von Flecken eignet es sich?

Entsorgung und Aufräumen:

Die heptanhaltigen RG in das zentral bereitgestellte Abfall-Becherglas entleeren. Die wasserhaltigen RG im Waschbecken ausgießen. Alle Geräte und die Kiste säubern. Alles ordentlich in die Kiste zurückstellen.

Chemie macht mobil !	Benzin als Lösungsmittel	Station 1
----------------------	---------------------------------	-----------

Lösungszettel

1)

Stoff Lösungsmittel	Kochsalz	Kerzenwachs
Wasser	löst sich	löst sich nicht; Wachs schwimmt auf dem Wasser
Benzin	löst sich nicht	löst sich: Wachs sinkt im Benzin

2)

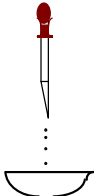
a) Wasser ist ein polares Lösungsmittel. Da Kochsalz sich gut in Wasser löst, muss es ebenfalls polar sein. Da Kerzenwachs sich nicht in Wasser löst, muss es demnach unpolar sein. Wachse, Fette und Öle sind unpolare Stoffe. Sie lösen sich gut in unpolaren Lösungsmitteln. Da sie sich in Benzin lösen, muss **Benzin** also **unpolar** sein. (Wenn du ein zu großes Stück Kerzenwachs nimmst, dann löst es sich nur teilweise, was du an der Trübung der Flüssigkeit erkennst. Der Rest bleibt als festes Kerzenwachs übrig.)

b) Wasser (polar) und Benzin (unpolar) lösen sich nicht ineinander.

c) Gib in ein Reagenzglas ein wenig Heptan und ein wenig Wasser. Es entsteht eine deutliche Phasengrenze zwischen den beiden Flüssigkeiten.

3)

Reinigungsbenzin löst alle **unpolaren** Schmutzflecken, z.B. Make up, Fettflecken, ...

Chemie macht mobil !	Zusammensetzung von Benzin	Station 2
Hinweis: Lange Haare zusammenbinden und Schutzbrille aufsetzen! Gefahren- und Sicherheitshinweise beachten (Flaschenetiketten)! Geräte: Pipette, kleiner Porzellantiegel, Holzspan, Weithals-Erlenmeyerkolben, Stopfen, Streichhölzer, Spülmittel, Spülbürste, Papierhandtücher, Strohhalm; Chemikalien: Heptan als Ersatzstoff für Benzin (leicht entzündlich), Kalkwasser (reizend) Versuchsdurchführung: 1) Gib mit Hilfe einer Pipette 6 Tropfen Heptan in eine Porzellanschale und zünde sie mit einem Holzspan (nicht direkt mit einem Streichholz!) an. 2) Halte einen Weithals-Erlenmeyerkolben über die Flamme und fange so die Verbrennungsgase auf.  ACHTUNG: Nicht zu nah an die Flamme halten, da du dir sonst die Finger verbrennst! 3) Fülle etwas Kalkwasser in den Erlenmeyerkolben mit den Verbrennungsgasen, verschließe ihn mit einem Stopfen und schüttele ihn etwa eine Minute lang. Beobachte!  ACHTUNG: Der Kolbenrand ist heiß! Schreibe die Überschrift der Station und die Aufgabe auf ein Blatt und bearbeite sie schriftlich: 1) Fertige ein kurzes Versuchsprotokoll (Aufbau, Durchführung, Beobachtung und Deutung) an. Welches Element muss in Verbindungen des Benzins enthalten sein? Zusatzinfo: 1) Kalkwasser ist ein Nachweismittel. Erinnerst du dich noch wofür? 2) Versuche, bei denen herausgefunden wird, aus welchen Elementen ein Stoff besteht, nennt man qualitative Analysen. Entsorgung und Aufräumen: Erlenmeyerkolben ins Waschbecken entleeren und gründlich mit Spülmittel und Bürste säubern. Von außen trocknen. Pipette nicht spülen. Tiegel mit Papier auswischen. Alles ordentlich in die Kiste zurückstellen. Der gebrauchte Strohhalm kommt in den Papierkorb.		
    		
		

Chemie macht mobil !	Zusammensetzung von Benzin	Station 2
----------------------	-----------------------------------	-----------

Lösungszettel

Vorbemerkung:

Löst man Calciumoxid (CaO) oder Calciumhydroxid (Ca(OH)_2) in Wasser und filtriert die Suspension, erhält man **Kalkwasser** (Ca(OH)_2 -Lösung).

Wird Kohlenstoffdioxid (CO_2) in Kalkwasser geleitet, trübt sich dieses. Dabei entsteht Kalk (CaCO_3), daher der Name.

Kalkwasser ist also ein **Nachweismittel für CO_2** .

Zum Versuch:

Die Trübung des Kalkwassers zeigt, dass bei der Verbrennung von Benzin CO_2 entstanden sein muss. Benzin muss daher **Kohlenstoff** enthalten. Da der Sauerstoff des CO_2 aus der Luft stammen kann, ist es nicht sicher, ob Benzin auch Sauerstoff enthält oder nicht. Das muss in einem anderen Experiment überprüft werden.

In der **Biologie** hast du bestimmt schon einmal Kalkwasser verwendet, um zu sehen, dass ausgeatmete Luft CO_2 enthält. Puste einfach vorsichtig mit einem Strohhalm in ein Reagenzglas mit Kalkwasser (Schutzbrille, Kalkwasser ist reizend).

Das CO_2 entsteht im Körper bei der „Verbrennung“ von Zucker und anderen Nährstoffen. Außerdem entsteht Wasser.

Chemie macht mobil !	Löschen eines Benzinbrands	Station 3
----------------------	-----------------------------------	-----------

Hinweis: Lange Haare zusammenbinden und Schutzbrille aufsetzen!



Gefahren- und Sicherheitshinweise beachten (Rückseite)!



Geräte: feuerfestes Blech (Blechwanne), Porzellantiegel, Pipette,

Holzstäbchen, Spritzwasserflasche, Streichhölzer, Handtuch, Schwammtuch

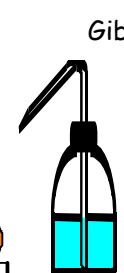
Chemikalien: Heptan als Ersatzstoff für Benzin (leicht entzündlich)

Versuchsdurchführung:

- 1) Handtuch nass machen und sehr gut auswringen.
- 2) Auf ein feuerfestes Blech wird ein Porzellantiegel gestellt. 40 Tropfen Heptan in den Tiegel und zünde es mit Hilfe eines Holzstäbchens (nicht direkt mit einem Streichholz!) an.
- 3) Versuche nun das Feuer mit Hilfe der Spritzwasserflasche zu löschen. Höre erst auf, wenn das Feuer erlischt, auch wenn der Tiegel überläuft. Die Spritze der Spritzflasche nicht in die Flamme halten!



ACHTUNG: Zur Not nasses Handtuch zum Löschen über den Brand legen.



Notiere deine Beobachtungen! _____

Schreibe die Überschrift der Station und die Fragen /Aufgaben auf ein Blatt und bearbeite sie schriftlich:

- 1) Warum ist es gefährlich, einen Benzinbrand mit Wasser zu löschen?
- 2) Welche **beiden** Eigenschaften von Heptan (und auch von Benzin) außer der Brennbarkeit sind die Ursache für die Beobachtungen.
- 3) Überlege dir weitere Möglichkeiten, wie ein Benzinbrand gelöscht werden kann.

Entsorgung und Aufräumen:

Tiegel ausgießen und mit Papier trocknen. Wanne an einem großen Waschbecken ausspülen und mit einem ausgewrungenen Schwammtuch trocknen. Alles ordentlich in die Kiste zurückstellen. Handtuch - falls benutzt - auswaschen und gut auswringen. Die letzte Gruppe der Stunde legt es ausgebreitet über die Kiste.

Chemie macht mobil !	Löschen eines Benzinbrands	Station 3
----------------------	-----------------------------------	-----------

Lösungszettel

1)



Wird versucht, Benzinbrände mit Wasser zu löschen, dann verteilt sich das Benzin (bei uns Heptan) großflächig und brennt auf dem Wasser weiter.

Dadurch vergrößert sich der Brand.

!!! Es ist also sehr gefährlich, einen Benzinbrand mit Wasser zu löschen !!!

2) Die Ursachen für dieses Verhalten von Benzin (und Heptan):

1. Benzin löst sich nicht in Wasser.

2. Benzin schwimmt auf dem Wasser (geringere Dichte).

Diese Gefahr besteht also bei allen brennbaren Flüssigkeiten mit diesen beiden Eigenschaften (auch bei den meisten Ölen, z.B. Speiseöl).

3) Möglichkeiten zum Löschen eines Benzinbrandes sind:

Ersticken des Brandes durch **Sauerstoffentzug**:

z.B. eine feuerfeste Decke über den Brandherd legen, Sand, Schaum-löcher...

In unserem Versuch diente das nasse Handtuch dazu.

Beim Braten mit Öl sollte immer ein passender Deckel bereit liegen.

Chemie macht mobil !	Der Ottomotor	Station 4
----------------------	------------------------	-----------

Dass ein Benzin-/Luft-Gemisch explodieren kann, wenn es gezündet wird, habt ihr bereits im Lehrerversuch gesehen. Dies geschieht auch im Motor eines Autos.

Im **Ottomotor** (erfunden von Nicolaus August Otto) wird Benzin verbrannt. Er arbeitet nach einem **Viertaktprinzip**:



1. Takt: Ansaugtakt

Der Kolben bewegt sich nach unten und saugt dabei ein Benzin-Luft-Gemisch, das in früheren Jahren vom Vergaser, heute i.d.R. von der Einspritzanlage erzeugt wird, in die Brennkammer des Zylinders.

2. Takt: Verdichtungstakt

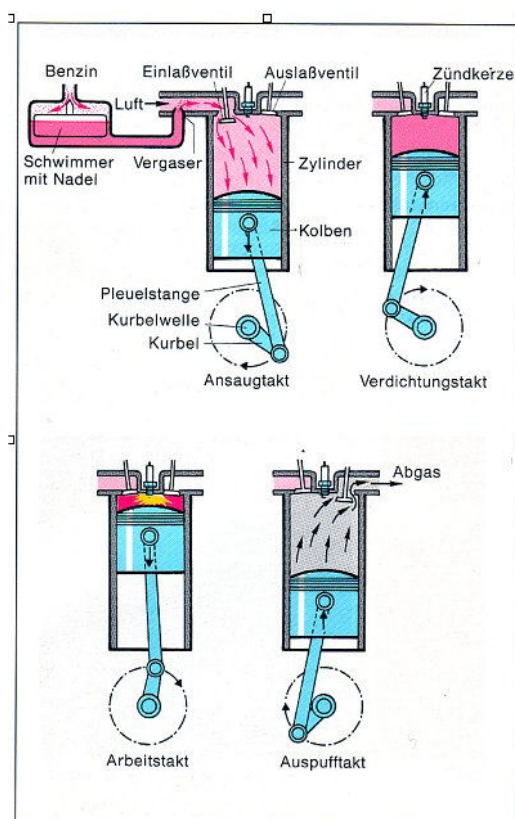
Bei der folgenden Aufwärtsbewegung drückt der Kolben das Gemisch zusammen.

3. Takt: Arbeitstakt

Durch den elektrischen Funken der Zündkerze wird das Benzin-Luft-Gemisch gezündet. Bei der Verbrennung entstehen hohe Temperaturen (2000 °C) und gasförmige Reaktionsprodukte. Dabei baut sich ein Druck von bis zu 50 bar auf, wodurch der Kolben abwärts gedrückt wird. Kurbelwelle und Getriebe übertragen die Bewegung auf die Räder.

4. Takt: Auspufftakt

Der Druck, den die Verbrennungsgase aufbauen, gibt dem Kolben einen solchen Schwung, dass er sich wieder nach oben bewegt. Dabei stößt er das Abgas durch das geöffnete Auslassventil aus. Der Schwung des Schwungrads sorgt dafür, dass ein neues Benzin-Luft-Gemisch angesaugt wird und das Ganze mit dem 1. Takt wieder neu beginnt.



1. Arbeitsweise eines Viertaktmotors

Aufgabe:

1. Lies den Text.
2. Öffne mit einem Browser die Datei engine.swf (im Verzeichnis V:\Chemie\Motor) bzw. den Link <http://static.howstuffworks.com/flash/engine.swf> und mache dir klar, was der Reihe nach im Motor passiert. Achte dabei auch auf das Einlass- und das Auslassventil.
3. Erkläre Deinem Nachbarn die Funktionsweise des 4-Taktmotors.
4. Anschließend tauscht ihr die Rollen.
5. Fülle dann **ohne Hilfe** den Lückentext aus!
6. Lasse deinen Nachbarn den ausgefüllten Lückentext kontrollieren.

1. Chemie macht mobil !	Der Ottomotor	Station 4
Tankt ein Auto Benzin, so wird es von einem _____ angetrieben. Er arbeitet nach einem _____. Im ersten Takt, dem _____, wird eine kleine Menge Benzin und Luft in die Brennkammer des _____ gesaugt. Im zweiten Takt, dem _____ wird das _____ komprimiert. Der elektrische Funken der _____ startet im dritten Takt, dem _____ die Verbrennung des Benzin-Luft-Gemisches, bei der Temperaturen über 2000 °C sowie gasförmige Reaktionsprodukte entstehen. Durch die Gasentstehung baut sich ein _____ von bis zu 50 bar auf, der Kolben wird nach unten gedrückt und so das Getriebe in Gang gesetzt. Im vierten Takt, dem _____, öffnet sich das _____ und die Abgase werden durch den Kolben aus der Brennkammer gepresst.		
<i>Ansaugtakt, Arbeitstakt, Auspufftakt, Auslassventil, Benzin-Luft-Gemisch, Druck, Ottomotor, Verdichtungstakt, Viertaktprinzip, Zündkerze, Zylinder</i>		

Chemie macht mobil: Eigenschaften von Benzin (Stationenlernen)

Chemikalien:

Stoff	Menge	Gefahren	R- und S-Sätze
n-Heptan (aufgrund der häufig ungeklärten Zusammensetzung von Benzin und der Gefahr, dass Benzol > 1% enthalten ist, wird Heptan als Ersatzstoff verwendet)	max. 2,5 mL oder 40 Tr.	 F  Xn  N	R 11-38-50/53-65-67 S 9-16-29-33-60-61-62
Kalkwasser	wenige mL	 Xi	R 41 S 22-24-26-39

Gefährdungsbeurteilung nach dem Einfachen Maßnahmenkonzept Gefahrstoffe der BAuA:

Randbedingungen:

- kleine Mengen (Gramm-Bereich)
- keine großflächige Anwendung
- Feststoffe wenig staubend
- eventueller Hautkontakt kleinflächig (Spritzer) und kurzzeitig (<15 Minuten)

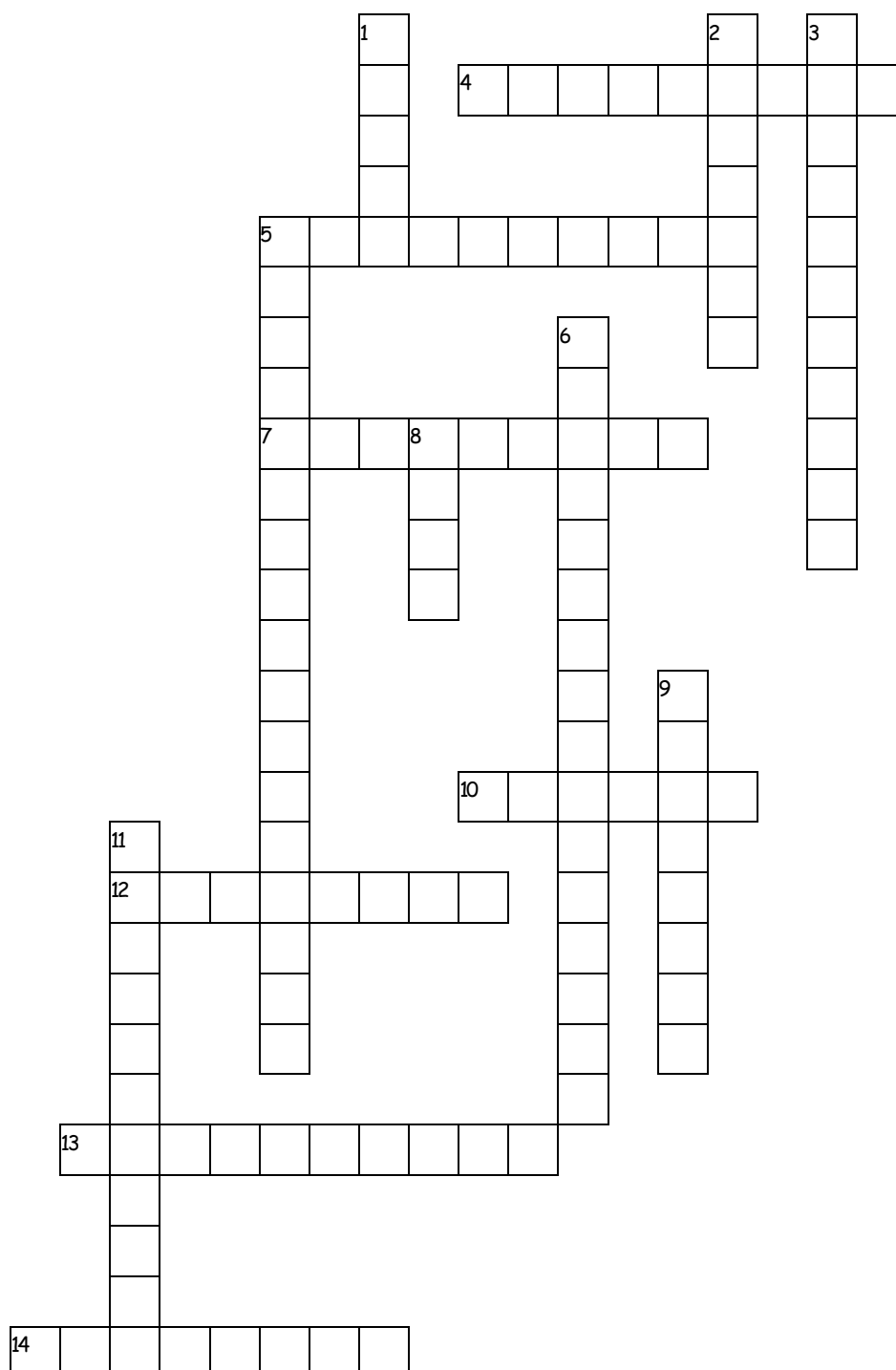
Substitutionsprüfung	nicht erforderlich
Maßnahmenbedarf für inhalative Gefährdungen	Mindeststandards der TRGS 500 reichen aus. Vgl. auch RiSU NRW-III-6.1.
Maßnahmenbedarf für dermale Gefährdungen	Mindeststandards der TRGS 500 reichen aus. Vgl. auch RiSU NRW-III-6.1.
Brandgefahren	vorhanden
sonstige Gefährdungen	sehr heiß
Versuche möglich für	Schülerexperiment Klasse 5 -13

Schutzmaßnahmen:

TRGS 500			 Abzug	 geschlossenes System		 Lüftungsmaßnahmen	Weitere Maßnahmen
☒	☒	☐	☐	☐	☒	☐	Station 3: gezielte Verbrennung mit Brandschutzmaßnahmen:
							Blechwanne, hesses Handtuch

erstellt am 09.11.2009

erneut geprüft am: _____ Unterschrift: _____

**Waagerecht:**

4. Ein Benziner wird damit angetrieben. 5. Damit weist man Kohlenstoffdioxid nach. 7. Das passiert, z.B. an Tankstellen, wenn Benzindämpfe mit Feuer in Kontakt kommen. 10. Damit darf man Benzinbrände nicht löschen. 12. In Benzin lösen sich nur ... Stoffe. 13. Um Benzinbrände zu löschen muss man ihnen ... entziehen. 14. Ein Stoff löst sich in einem Lösungsmittel nach dem Prinzip „Gleiches löst sich in ...“

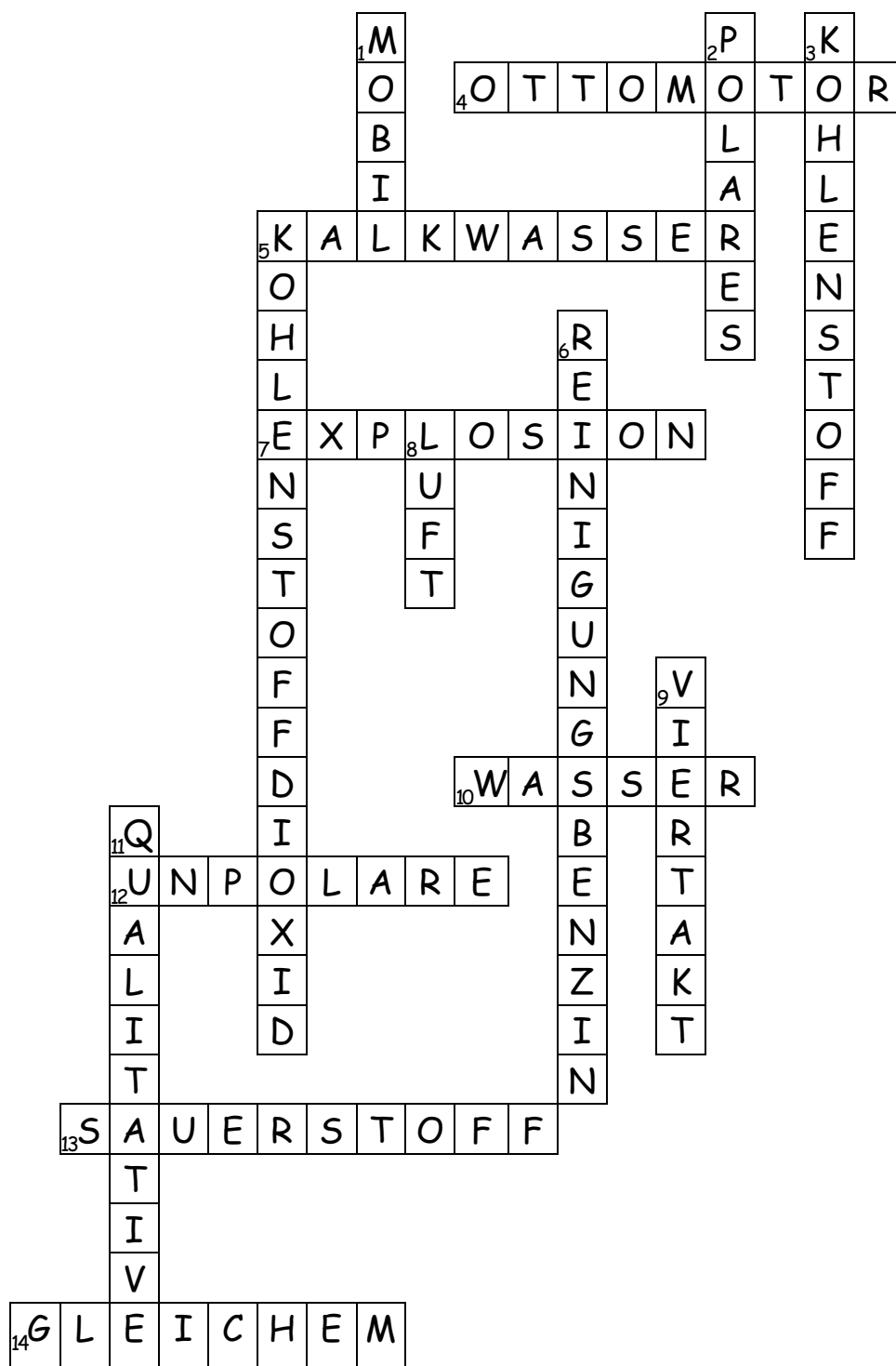
Senkrecht:

1. Chemie macht ... ! 2. Wasser ist im Gegensatz zu Benzin ein ... Lösungsmittel. 3. Verbindungen des Benzins bestehen aus Wasserstoff und diesem Element. 5. Wenn man Benzin verbrennt entsteht u.a. dies. 6. Damit bekommst du Fettflecken aus der Kleidung. 8. In der Brennkammer des Ottomotors explodiert ein Benzin- ... -Gemisch. 9. Ein Ottomotor arbeitet nach dem ... -Prinzip. 11. Versuche, bei denen herausgefunden wird, aus welchen Elementen ein Stoff besteht, nennt man ... Analysen.

Chemie macht
mobil !

Eigenschaften und Verwendung von Benzin

Rätsel



Anleitung: 4. Untersuchung der Verbrennungsprodukte von Heptan

Unterrichtsziel:

Die SuS sollen die Funktionsweise einer geeigneten Apparatur zum Nachweis von Kohlenstoffdioxid und Wasser in den Verbrennungsprodukten des Heptans kennenlernen und daraus auf die Elemente Kohlenstoff und Wasserstoff in der Verbindung Heptan schließen.

Teillernziele:

Die SuS sollen...

- eine Gaswaschflasche als praktisches Gerät zum Kohlenstoffdioxidnachweis kennenlernen und benennen können.*
- die Verwendung eines gekühlten U-Rohres (Kühlfalle) damit begründen, dass darin der in den Verbrennungsgasen enthaltene Wasserdampf kondensieren kann.*
- aus der Blaufärbung von weißem Kupfersulfat im Kontakt mit einer farblosen Flüssigkeit auf das Vorliegen von Wasser schließen.*
- sollen begründen können, warum die Kühlfalle vor die Waschflasche montiert wird.*
- sollen aufgrund der Nachweise von Wasser (Wasserstoffoxid) und Kohlenstoffdioxid auf das Vorhandensein von Kohlenstoff und Wasserstoff in der Verbindung Heptan schließen.*

- **Lehrervortrag:**
Wie bereits bei der Benzinexplosion und bei den Experimenten beim Stationenlernen zu erkennen war, ist Benzin brennbar. Mit Hilfe von Kalkwasser konnte bereits nachgewiesen werden, dass bei der Verbrennung gasförmiges Kohlenstoffdioxid entsteht, d.h. dass im Heptan (Hauptbestandteil des Benzins) chemisch gebundener Kohlenstoff enthalten sein muss. Es gibt eine Apparatur, mit der man noch mehr über die Zusammensetzung des Hauptbestandteils im Benzin – dem Heptan – erfahren kann.
- **Auftrag für die GA (je 4 SuS):** *Ihr bekommt pro Gruppe alle Geräte, die für diese Apparatur benötigt werden in Form von Puzzleteilen und habt nun die Aufgabe, diese so zusammenzusetzen, damit wir mehr über die Zusammensetzung von Heptan erfahren. Fehlende Informationen z.B. Namen für die verwendeten Geräte oder Stoffe sollt ihr entweder im Chemiebuch nachschlagen oder durch die Nutzung der auf dem Pult liegenden Hilfekärtchen(s.u.) sammeln. Erklärt euch gegenseitig die Funktionsweise der gepuzzelten Apparatur.*
- *Kommen die SuS zu keinem zufriedenstellenden Ergebnis, können sie vom Lehrer noch Leitfragen bekommen.*

- *Präsentation: Eine (per Zufall ausgeloste oder freiwillig gemeldete) Gruppe stellt ihr Ergebnis am OHP mit Folienschnipseln dar und erläutert ihre Ideen dazu (SuS vorher darüber informieren, wie die vortragende Gruppe ermittelt wird). Anschließend: Schülerfeedback ggf Lehrerimpuls bei Fehlern im Gedankengang z.B. „Spielt die Reihenfolge von U-Rohr und Gaswaschflasche eine Rolle?“.*
- *Durchführung des LV*
- *Bearbeitung des AB (Beschriftung Versuchsaapparatur, Versuchsbeobachtung, Versuchsdeutung, energetische Betrachtung, Formulierung des Ergebnisses: Heptan ist eine Verbindung aus Kohlenstoff und Wasserstoff. Aufstellen der Reaktionsgleichung in der Wortschreibweise:
Heptan + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser
und in der Formelschreibweise:
 $C_7H_{16} + 11O_2 \rightarrow 7CO_2 + 8H_2O$
(ggf. an weiteren Beispielen üben lassen; z.B. Octan, Hexan etc.)*
- *Betrachtung energetischer Aspekte (Rückseite AB);*
- *Reflexion: Die SuS sollen den Weg der Erkenntnisgewinnung noch einmal gedanklich nachvollziehen und verbalisieren (vorbereitende Murmelphase einschieben);*

Abfolge der Unterrichtsphasen:

- *Problem: Zusammensetzung des Heptans?*
 - *Apparatur zusammenpuzzeln*
 - *Apparatur verwenden und Experiment auswerten*
 - *Reaktion energetisch betrachten*
- (Diese Abfolge der Unterrichtsphasen eignet sich auch als Ablaufplan der Unterrichtsstunde/Agenda und kann zu Beginn bekannt gegeben werden.)*

Mögliche Leitfragen zum Apparaturpuzzle

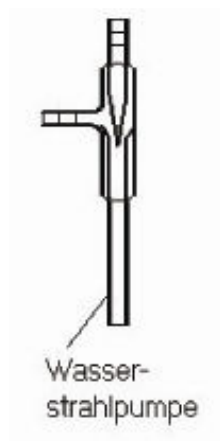
Wie gelangen die Verbrennungsprodukte des Heptans in das dünne Rohrsystem?
 Welche Stoffe können nachgewiesen werden?
 Mit welchen Bauteilen / Nachweismitteln können diese Stoffe nachgewiesen werden?
 In welchem Aggregatzustand gelangen die Verbrennungsprodukte in das Rohrsystem?
 Warum muss gekühlt werden?
 Warum ist die Reihenfolge der Bauteile wichtig?
 Welche Elemente aus den nachgewiesenen Stoffen müssen bestimmt oder können eventuell in Heptan enthalten sein?

Informationskärtchen:

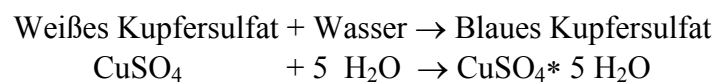
Gaswaschflaschen sind Behälter, die in einen Gasfluss eingeschaltet werden, wobei das Gas mittels eines Tauchrohres gezwungen wird, durch eine Flüssigkeit zu perlen, bevor es den Behälter wieder verlässt. Das Gas wird sozusagen gewaschen.

**Informationskärtchen:**

Eine Wasserstrahlpumpe ist eine Pumpe, die verwendet wird, um ein Vakuum zu erzeugen oder Flüssigkeiten oder Gase abzusaugen.

**Informationskärtchen:**

Nachweisreaktion von Wasser:

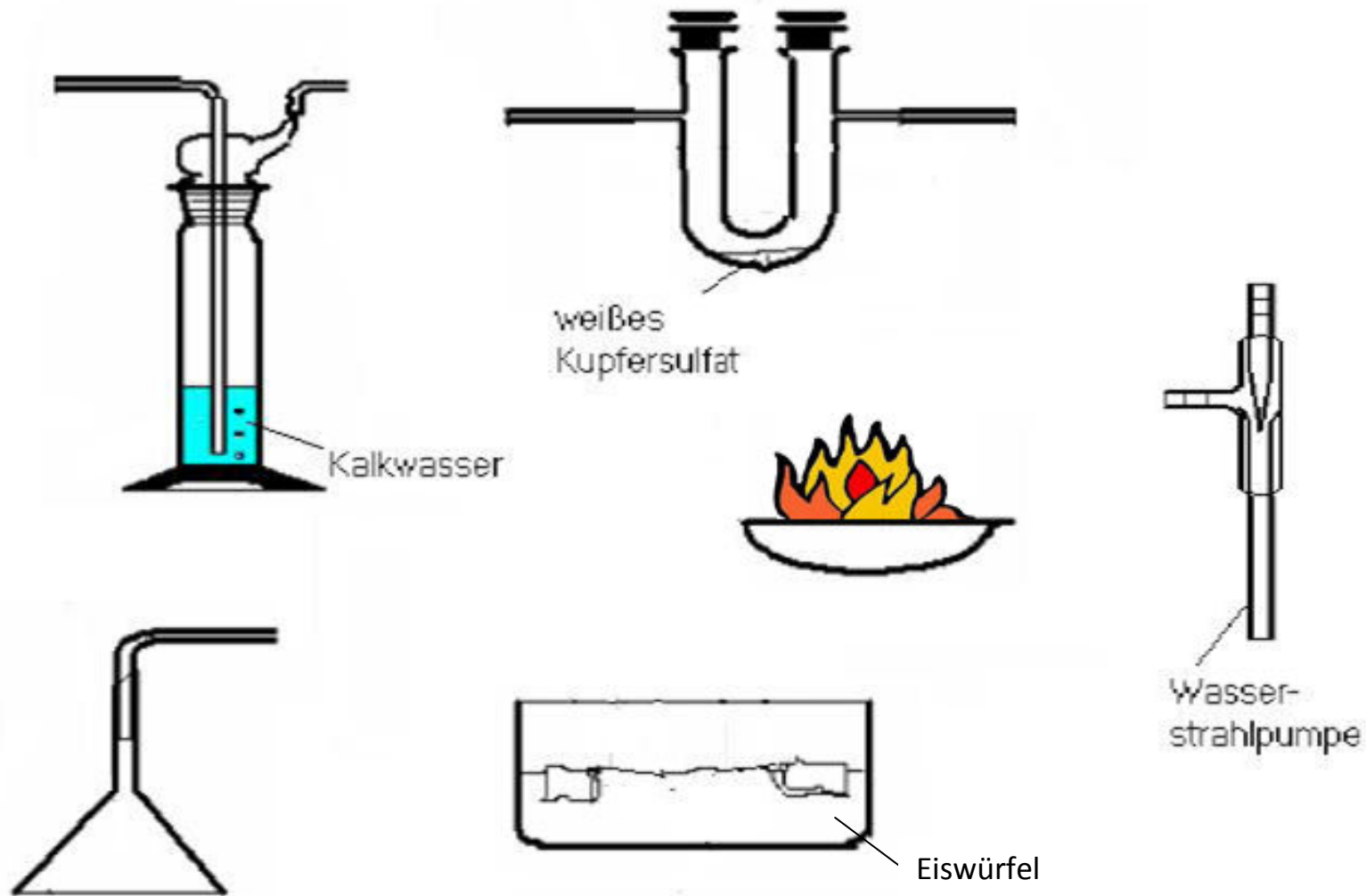


Bei der Reaktion von weißem Kupfersulfat mit Wasser zu blauem Kupfersulfat (genaue Bezeichnung: Kupfersulfat Pentahydrat) handelt es sich um ein Nachweisverfahren für Wasser.

Informationskärtchen:

Kohlenstoffdioxid (CO₂) ist ein farbloses Gas. Die Siedetemperatur von Kohlenstoffdioxid beträgt bei Atmosphärendruck -79 °C.

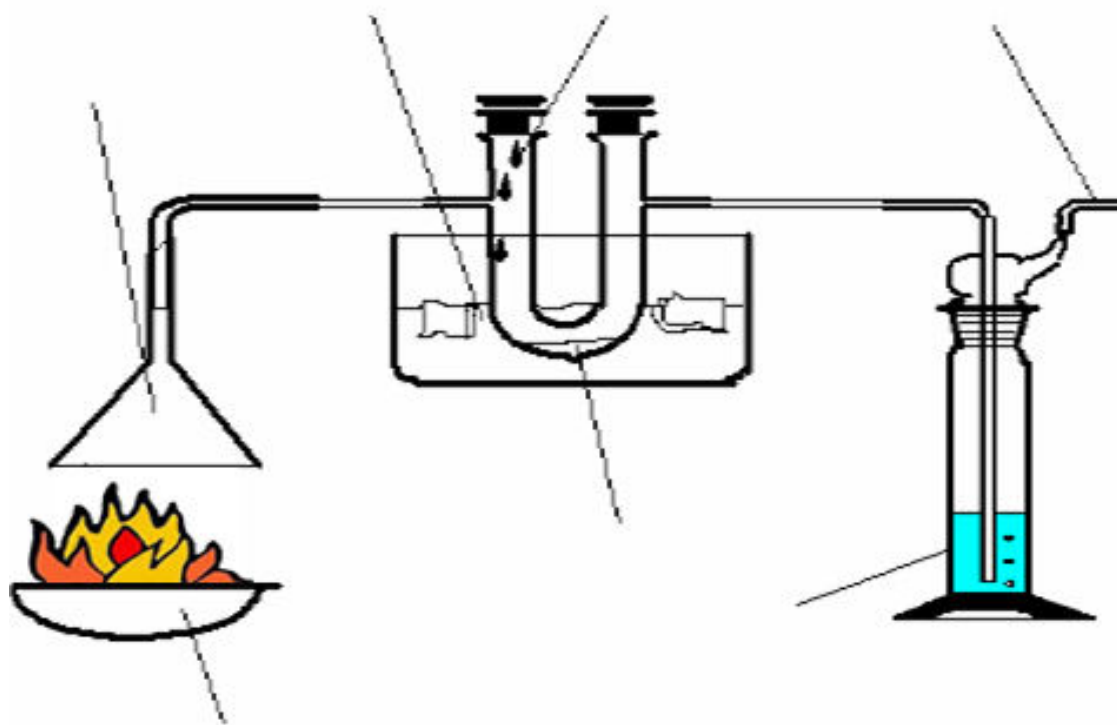
Arbeitsauftrag: Setzt die ausgeschnittenen Geräte zu einer sinnvollen Apparatur zusammen, mit der man die Verbrennungsprodukte des Heptans untersuchen kann! Unklarheiten im Zusammenhang mit Gerätenamen oder Stoffen bitte im Buch nachschlagen bzw. die am Pult ausliegenden Hilfekärtchen benutzen!



Chemie macht
mobil !

Verbrennungsprodukte des Heptans

Versuchsaufbau:



Versuchsbeobachtung:

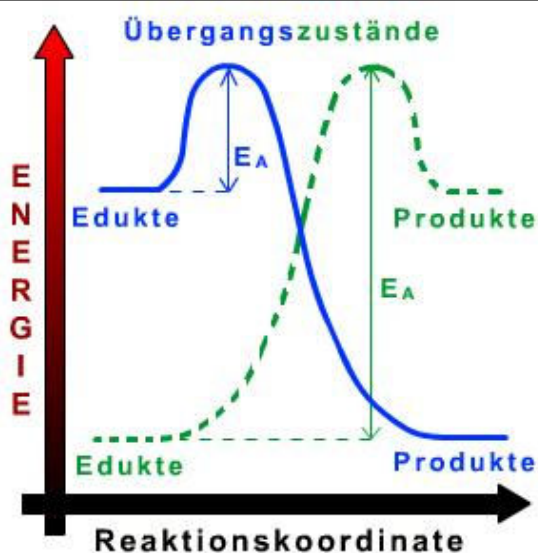
Versuchsdeutung:

Energetische Betrachtung

Bei der Verbrennung von Heptan (z.B. in der Porzellanschale oder bei der Benzinexplosion) wird Energie freigesetzt. In welchen Formen wird dabei die Energie freigesetzt?

Antwort:

Ordne der Verbrennung von Heptan/Benzin eine der unten angegebenen Kurvenverläufe (gestrichelte oder durchgezogene Kurve) im Energiediagramm zu und begründe!



E_A = Aktivierungsenergie

Antwort:

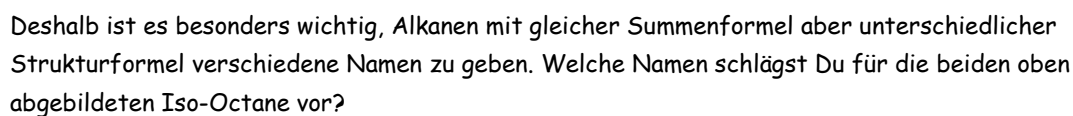
Merksatz:

Chemische Reaktionen, die unter **Energieabgabe** verlaufen, bezeichnet man als **exotherme Reaktionen** (gestrichelte/durchgezogene Kurve). Chemische Reaktionen, die unter **Energieaufnahme** verlaufen bezeichnet man als **endotherme Reaktionen** (gestrichelte/durchgezogene Kurve).

Anleitung: 5. Treibstoffe und Octanzahl –

Einführung Isomerie und Benennung von Isoalkanen

- OHP-Folie mit den Zapfsäulen einer Tankstelle als Impuls, sich mit dem Begriff „Octanzahl“ auseinanderzusetzen.
- Infotext zum Thema: Treibstoffe und Octanzahl; die SuS sollen Ideen entwickeln, wie man Alkane, die die gleiche Summenformel, jedoch unterschiedliche Strukturformeln besitzen, exakt benennt.
- Erarbeitung der Nomenklaturregeln mit Hilfe eines Gruppenpuzzles;
- Üben und Anwenden der Nomenklaturregeln im Rahmen des Spieles „Stille Post“.



Anleitung zum Gruppenpuzzle

Prinzip:

Erarbeitungsphase:

Fünf Schülergruppen zu je 5 SuS erarbeiten sich jeweils eines von fünf verschiedenen Themen.

Präsentationsphase:

Es werden fünf neue Gruppen so zusammengesetzt, dass in jeder Gruppe je ein Experte zu den fünf verschiedenen Themen sitzt (z.B. in jeder Gruppe Durchzählen oder Zettelchen austeilen von 1 bis 5 und jeweils die 1er, 2er, 3er, 4er und 5er treffen sich und bilden die neue Gruppe). Nun stellen sich die SuS ihre Ergebnisse gegenseitig vor und lösen mit ihrem neu erworbenen Wissen eine gemeinsame Aufgabe.

Vorbereitung:

- Kopieren: AB zur Regel 1 und Regelübersicht für jeden Schüler einmal; AB zu den Regeln 2-6 jeweils 5 mal (bei 25 SuS); Folie vom AB zur Regel 1 und von der Sitzordnung herstellen;
- Bilden Sie fünf Gruppentische für jeweils 5 SuS (Sitzordnung s. unten).
- [Da Regel 5 und 6 etwas anspruchsvoller sind, sollten an diesen Tischen eher etwas leistungsstärkere SuS sitzen.]

Durchführung:

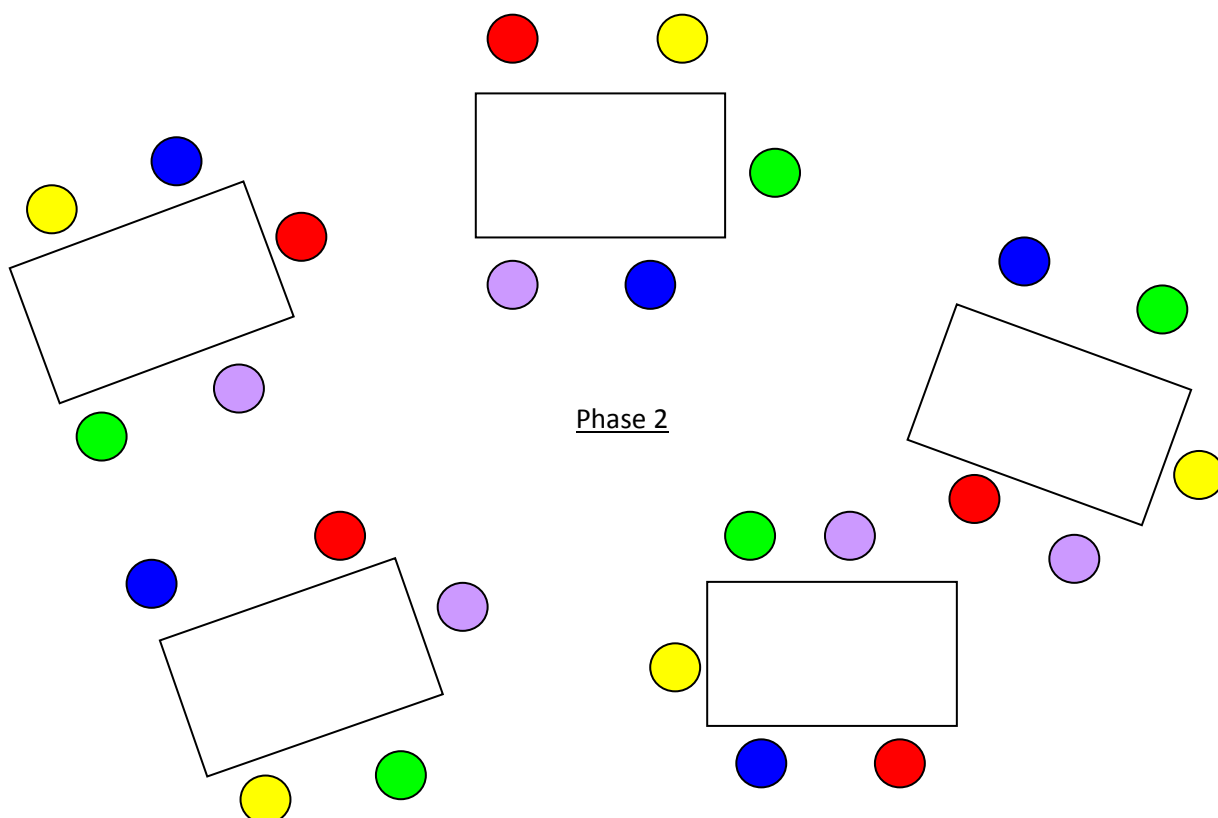
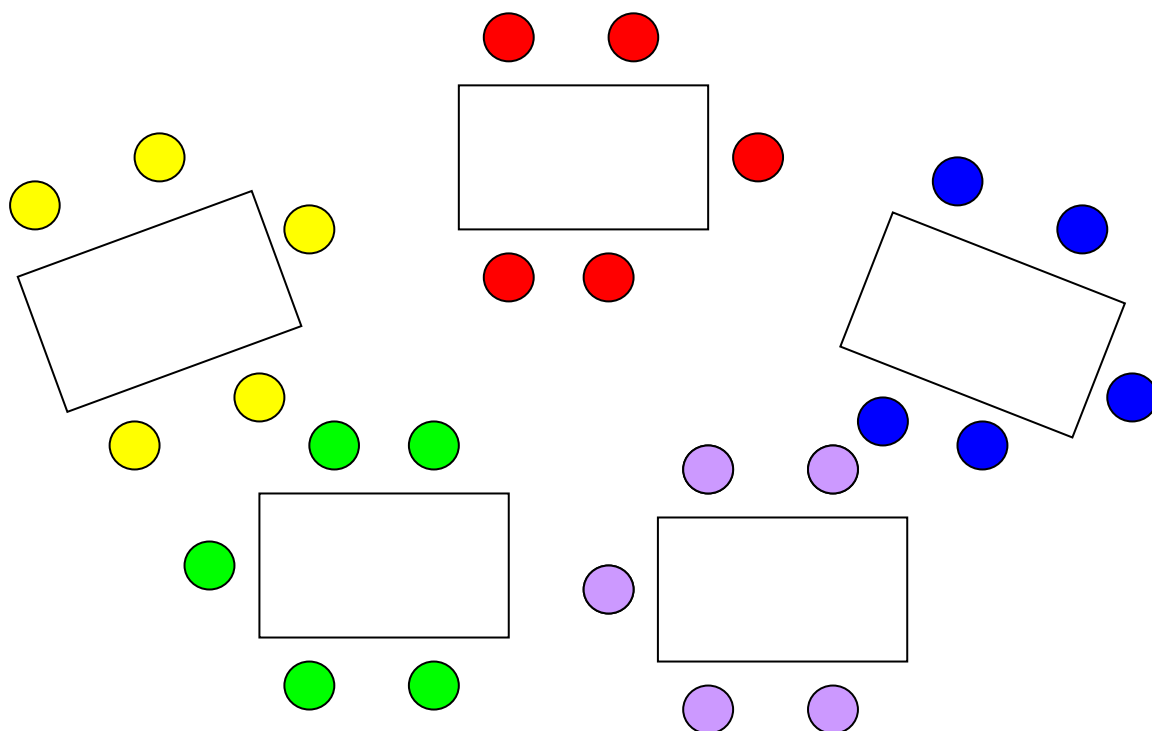
- Thema: Erarbeitung von Nomenklaturregeln zur eindeutigen Benennung verschiedener Octan-Isomere (s. AB Treibstoffe u. Octanzahl);
- Den SuS wird anhand der Folie mit der Sitzordnung erklärt, wie das Gruppenpuzzle abläuft.
- Mit Hilfe der OHP-Folie zu Regel 1 und der Erarbeitung der Regel 1 im Plenum wird den SuS der Ablauf der sich anschließenden Gruppenarbeit verdeutlicht (Transparenz schaffen / Startschwierigkeiten abbauen).
- (Es empfiehlt sich, mit einem Rotstift auf der Folie die C-Kette einzukreisen und zu nummerieren → Um die Folie mehrfach verwenden zu können, legen Sie eine leere Folie auf die bedruckte Folie und malen Sie dann darauf.)
- Jede Gruppe bearbeitet nun gemeinsam eine Regel mit Hilfe des Arbeitsblattes, d.h. sie vergleicht die abgebildeten Verbindungen und deren Namen, leitet anhand der Unterschiede die Regel ab, die dann formuliert und auf dem AB notiert wird. Anschließend wird eine weitere Verbindung gemeinsam benannt.
- Auf dem Lehrerpult liegt für jede Gruppe eine Lösungskarte, auf der sich die zu benennende Verbindung als Strukturformel (längste C-Kette ist markiert) sowie deren Name befindet. [Die Regel ist nicht auf der Lösungskarte formuliert]
- Hat jede Gruppe ihre Regel formuliert und verstanden, werden die Gruppen neu arrangiert, so dass aus jeder Gruppe Regel 2 bis 6 je eine Person in der neuen Gruppe ist
[Bei weniger als 25 SuS z.B. 23: Phase 1 – 5 Gruppen mit mind. 4 SuS pro Gruppe d.h. 5, 5, 5, 4, 4; Dann werden in Phase 2 nur noch 4 Gruppen gebildet, wobei in drei Gruppen je 2 Experten zu den Regeln 2, 3 und 4 sitzen. Bei mehr als 25 SuS z.B. 25: Phase 1 – 5 Gruppen mit 5, 5, 5, 6, 6 SuS. Phase 2 mit 5 Gruppen und doppelt besetzte Regel 5,6. Bei 30 SuS Phase 1 – 5 Gruppen à 6 SuS; Phase 2 – 6 Gruppen à 5 SuS;]
- Die SuS erklären sich nun gegenseitig die Regel, die sie bearbeitet haben, und notieren sich die Regeln der anderen. Anschließend benennen sie gemeinsam die zwei Isomere des Octans vom AB „Treibstoffe und Octanzahl“ unter Berücksichtigung aller Nomenklaturregeln.

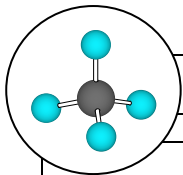
- Präsentation im Plenum: Benennung der isomeren Octane unter Nennung der angewendeten Regeln an der Tafel;

Tipps:

- Das Gruppenpuzzle ist in einer Unterrichtsstunde durchführbar.
- In der folgenden Unterrichtsstunde sollten die Regelformulierungen optimiert werden.

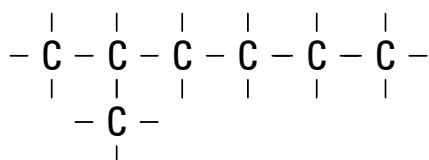
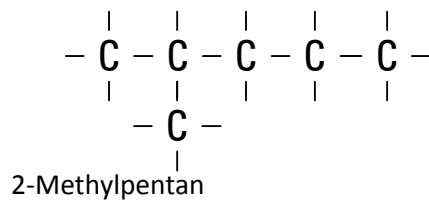
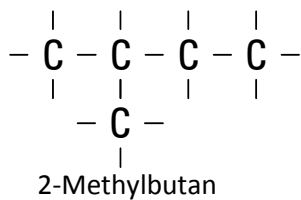
Gruppenpuzzle



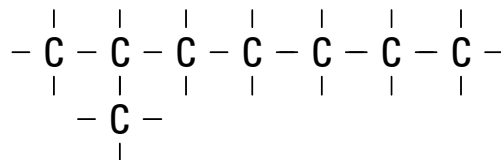


Nomenklatur der Alkane

REGEL 1



2-Methylhexan



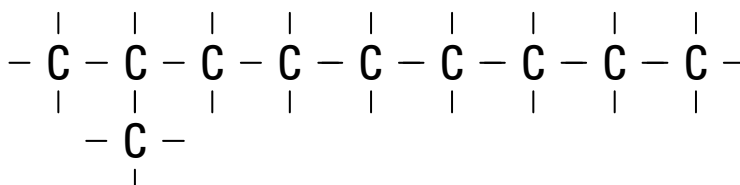
2-Methylheptan

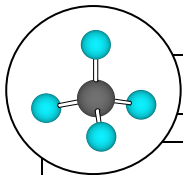
REGEL: _____

Aufgabe:

1) Vergleicht die Verbindungen und deren Namen, markiert die **Unterschiede** und formuliert **nur bezüglich dieser Unterschiede** eine Regel zur Benennung von Alkanen. Den übereinstimmenden Teil der Namen lasst ihr bei der Regel außer Acht.

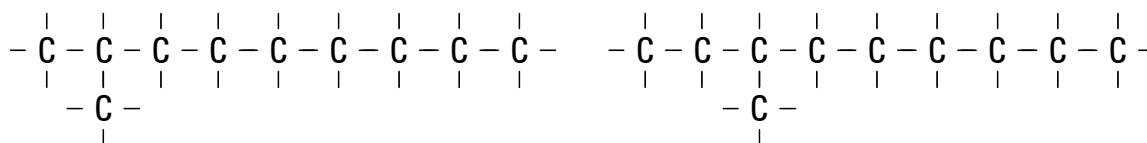
2) Wie heißt demnach folgende Verbindung?





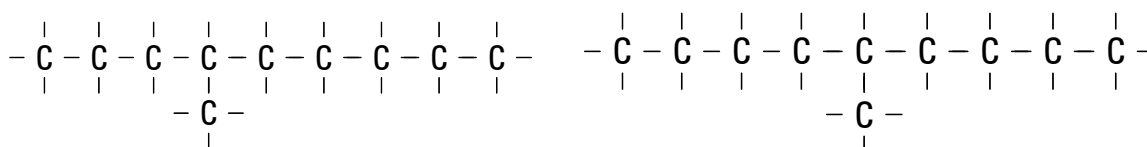
Nomenklatur der Alkane

REGEL 2



2-Methylnonan

3-Methylnonan



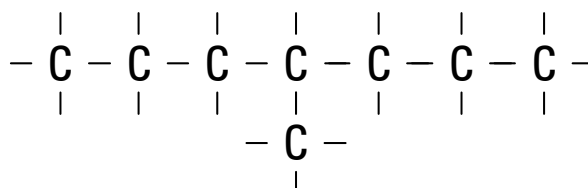
4-Methylnonan

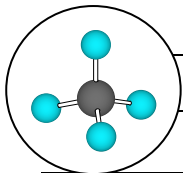
5-Methylnonan

REGEL:

Aufgabe:

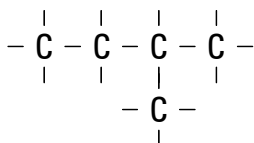
- 1) Vergleicht die Verbindungen und deren Namen, markiert die **Unterschiede** und formuliert **nur bezüglich dieser Unterschiede** eine Regel zur Benennung von Alkanen. Den übereinstimmenden Teil der Namen lasst ihr bei der Regel außer Acht.
- 2) Wie heißt demnach folgende Verbindung? Kontrolliert euer Ergebnis mit der Lösungskarte auf dem Lehrerpult.



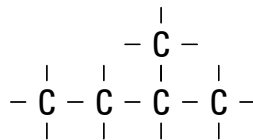


Nomenklatur der Alkane

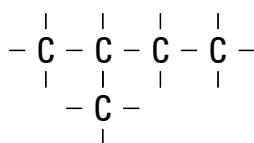
REGEL 3



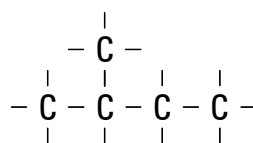
2-Methylbutan



2-Methylbutan



2-Methylbutan



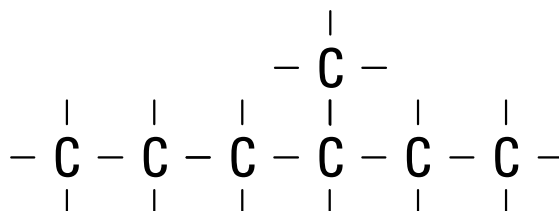
2-Methylbutan

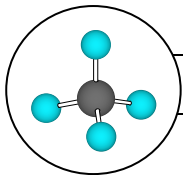
REGEL: _____

Aufgabe:

1) Vergleicht die Verbindungen (Ihr könnt sie auch nachbauen). **Worauf muss man beim Nummerieren achten?** Formuliert eine Regel.

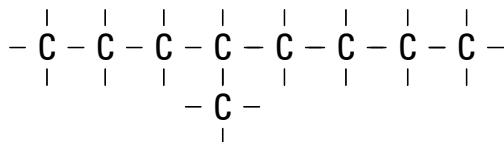
2) Wie heißt demnach folgende Verbindung (3-Methylhexan oder 4-Methylhexan)? Kontrolliert euer Ergebnis mit der Lösungskarte auf dem Lehrerpult.



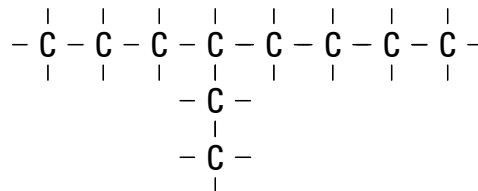


Nomenklatur der Alkane

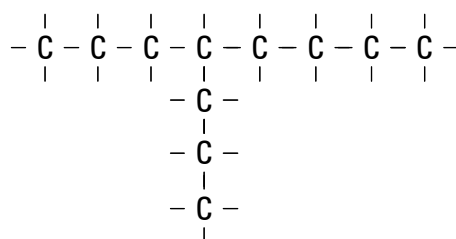
REGEL 4



4-Methyloctan



4-Ethyloctan



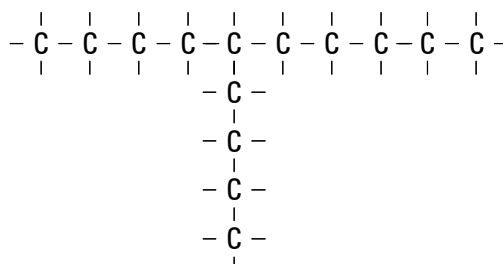
4-Propyloctan

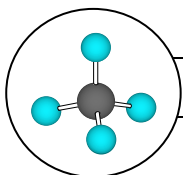
REGEL: _____

Aufgabe:

1) Vergleicht die Verbindungen und deren Namen, markiert die **Unterschiede** und formuliert **nur bezüglich dieser Unterschiede** eine Regel zur Benennung von Alkanen. Den übereinstimmenden Teil der Namen lasst ihr bei der Regel außer Acht.

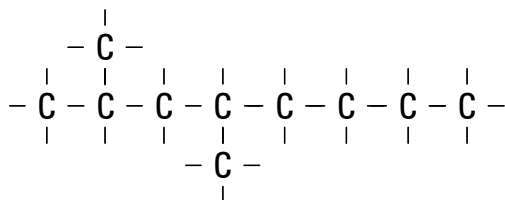
2) Wie heißt demnach folgende Verbindung? Kontrolliert euer Ergebnis mit der Lösungskarte auf dem Lehrerpult.



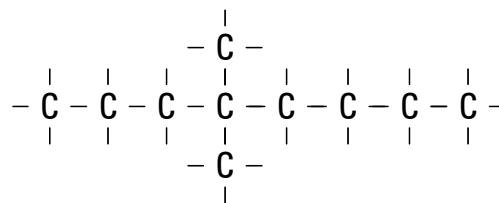


Nomenklatur der Alkane

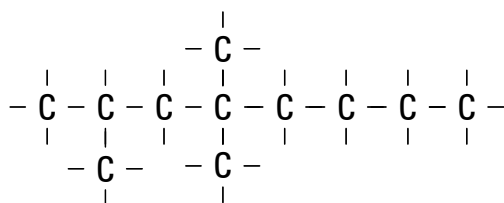
REGEL 5



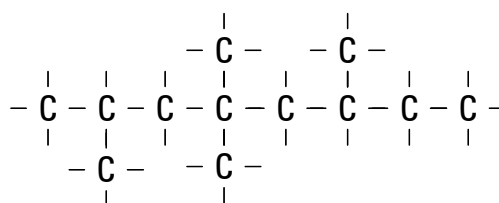
2,4-Dimethyloctan



4,4-Dimethyloctan



2,4,4-Trimethyloctan



2,4,4,6-Tetramethyloctan

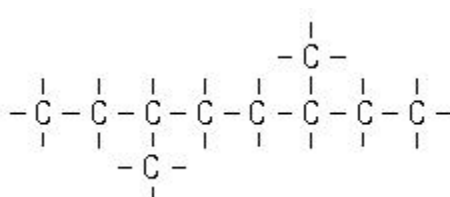
griechische	2	3	4	5	6
Zahlwörter	di-	tri-	tetra-	penta-	hexa-

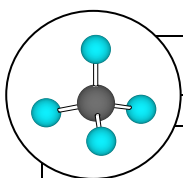
REGEL:

Aufgabe:

1) Vergleicht die Verbindungen und deren Namen, markiert die **Unterschiede** und formuliert **nur bezüglich dieser Unterschiede** eine Regel zur Benennung von Alkanen. Den übereinstimmenden Teil der Namen lasst ihr bei der Regel außer Acht.

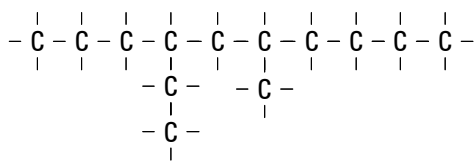
2) Wie heißt demnach folgende Verbindung? Kontrolliert euer Ergebnis mit der Lösungskarte auf dem Lehrerpult.



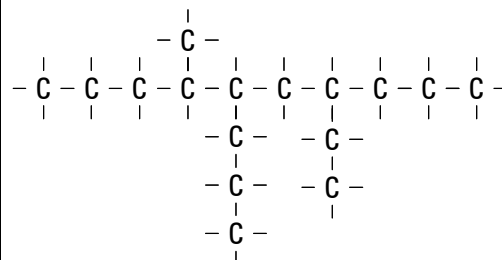


Nomenklatur der Alkane

REGEL 6



4-**E**thyl-6-**m**ethyldecane



7-**E**thyl-4-**m**ethyl-5-**p**ropyldecane

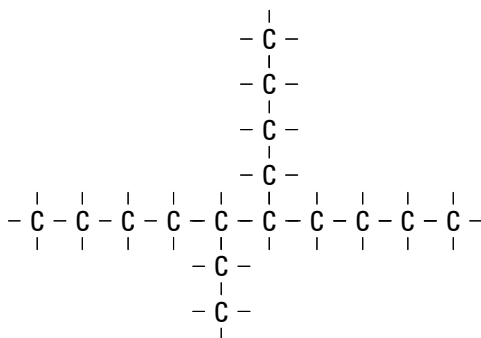
REGEL:

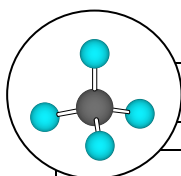
Aufgabe:

1) Vergleicht die Verbindungen und deren Namen. Achtet auf die

fettgedruckten/unterstrichenen Buchstaben in den Namen der Verbindungen und formuliert **nur bezüglich dieser Buchstaben** eine Regel zur Benennung von Alkanen. Den Rest der Namen lasst ihr bei der Regel außer Acht.

2) Wie heißt demnach folgende Verbindung? Kontrolliert euer Ergebnis mit der Lösungskarte auf dem Lehrerpult.





Nomenklatur der Alkane

Regel 1: Die längste, ununterbrochene Kohlenstoffkette wird durchnummeriert. Sie ergibt den Stammnamen.

Regel 2: _____

Regel 3: _____

Regel 4: _____

-CH₃ = ; -C₂H₅ = ; -C₃H₇ =

Regel 5: _____

2x = **di-** ; 3x = **tri-** ; 4x = **tetra-** ; 5x = **penta-**

Regel 6: _____

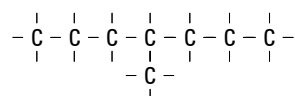
Aufgabenstellung :

- 1) Erklärt Euch reihum (Regel 2-6) die erarbeiteten Regeln.
- 2) Jeder notiert sich die Regeln, die die anderen erarbeitet haben.
- 3) Benennt nun gemeinsam die Isomere des Octans auf dem AB „Treibstoffe und Octanzahl“. Bereitet Euch darauf vor, dass Ihr in einem Kurzvortrag an der Tafel die Benennung dieser beiden Isooctane vorstellt.

Lösungszettel

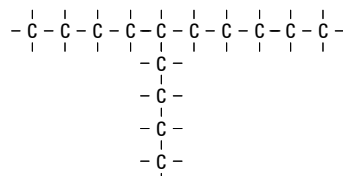
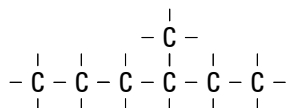
Regel 1: 2-Methylnonan (siehe Folie)

Regel 2: 4-Methylheptan



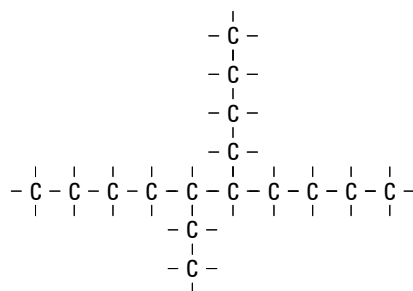
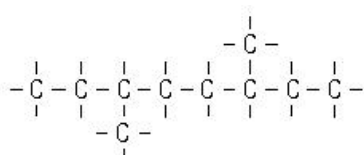
Regel 3: 3-Methylhexan

Regel 4: 5-Butyldecan



Regel 5: 3,6-Dimethyloctan

Regel 6: 5-Butyl-6-ethyldecan



- 1) Längste, ununterbrochene Kohlenstoffkette suchen und durch-nummerieren. Sie ergibt den Stammnamen.
- 2) Vor dem Namen der Seitenkette steht die Nummer des Kohlenstoffatoms, an dem diese geknüpft ist.
- 3) Bei der Nummerierung der längsten Kohlenstoffkette ist darauf zu achten, dass die Seitenketten möglichst **kleine** Zahlen erhalten.
- 4) Seitenketten heißen - der Anzahl der Kohlenstoffatome entsprechend - wie die Alkane, jedoch mit der Endung **-yl** anstelle von -an.
 $-\text{CH}_3$ = Methyl-
 $-\text{C}_2\text{H}_5$ = Ethyl-
 $-\text{C}_3\text{H}_7$ = Propyl-
 $-\text{C}_4\text{H}_9$ = Butyl- usw.
- 5) Treten gleiche Seitenketten mehrfach auf, so werden zunächst die Nummern der Verknüpfungsstellen genannt, und anschließend die Anzahl der Seitenkette mit dem griechischen Zahlwort ausgedrückt.
2 mal = di-
3 mal = tri-
4 mal = tetra- usw.
- 6) Die verschiedenen Seitenketten werden alphabetisch geordnet.
Butyl- ; **E**thyl- ; **M**ethyl- ; **P**ropyl-

Anleitung: Stille Post

Prinzip: Die SuS müssen durch Arbeitsaufträge einen Sachverhalt in eine jeweils andere Darstellungsform „übersetzen“. Es wird in Gruppen gearbeitet. Wenn der Sachverhalt wieder in der Ausgangsgruppe angekommen ist, wird überprüft, ob er die Bearbeitung in den Gruppen fehlerfrei überstanden hat, also ob die „Stille Post“ funktioniert hat.

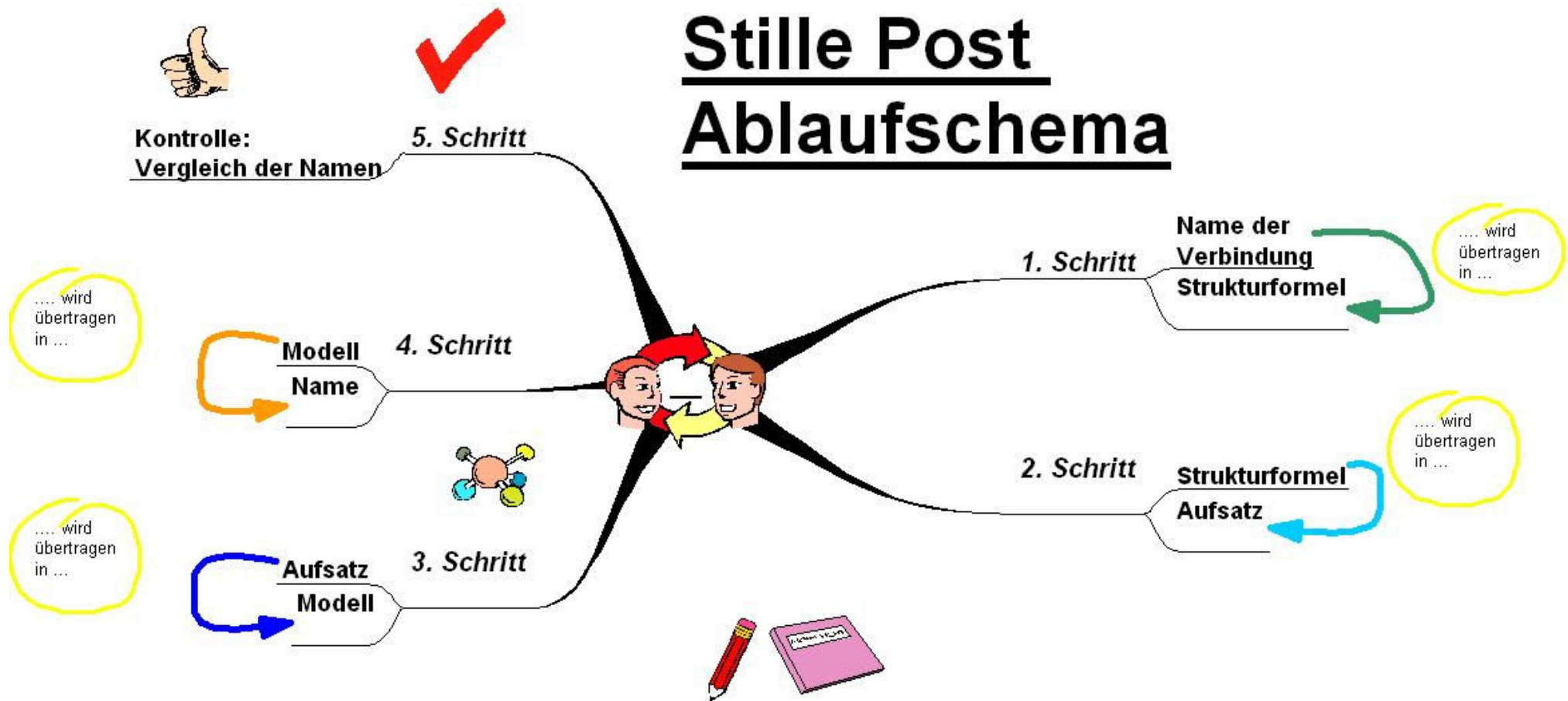
Material:

- OHP-Folie mit Ablaufschema und Auswertungsfolie
- 4 Namen von verzweigten Alkanen in doppelter Ausführung
- 8 Molekülbaukästen

Ablauf:

- Bildung von 8 Gruppen ca. gleich großen Gruppen (à 3 oder 4 SuS)
- Jeweils 4 Gruppentische als Außenkreis (Gr.1-4) und 4 als Innenkreis aufstellen (Gr.5-8).
- Außenkreis und Innenkreis spielen gegeneinander.
- OHP: Ablaufschema (Mindmap) auflegen und erläutern;
- 1. Schritt: jede Gruppe bekommt auf einem Zettel oder einer laminierten Karteikarte den Namen eines verzweigten Alkans. Jetzt muss jede Arbeitsgruppe die zum Namen passende Strukturformel auf einen separaten Zettel schreiben. Außer der Strukturformel dürfen sich **keine** weiteren Informationen auf dem Zettel befinden. Wenn die Lehrerin sieht, dass alle Gruppen damit fertig sind, fordert sie alle Gruppen **gleichzeitig** auf, ihr Ergebnis (ein Zettel mit der Strukturformel) im Uhrzeigersinn an die nächste Gruppe (entweder im Außen- oder im Innenkreis) weiterzugeben.
- 2. Schritt: Jetzt wird – wieder auf einen separaten Zettel - zu der vorliegenden Strukturformel ein kurzer Aufsatz geschrieben, der die Struktur treffend wiedergibt. Sind alle Gruppen mit ihrem Aufsatz fertig, wird dieser auf das Zeichen der Lehrerin hin gleichzeitig im Uhrzeigersinn weitergereicht.
- 3. Schritt: Mit Hilfe des Aufsatzes muss nun jede Arbeitsgruppe ein Molekülmodell bauen. Sind alle mit dem Modell fertig, wird dieses im Uhrzeigersinn weitergereicht.
- 4. Schritt: Nun muss jede Gruppe, das vorliegende Molekülmodell nach den Nomenklaturregeln exakt benennen und den Namen auf einen separaten Zettel schreiben, der dann wieder zeitgleich im Uhrzeigersinn weitergereicht wird.
- 5. Schritt: Nun erfolgt die Kontrolle. Der Name der Verbindung muss – wenn alles korrekt gelaufen ist – mit dem Namen der Verbindung, die man zu Spielbeginn erhalten hat, übereinstimmen. Zur Visualisierung werden die Namen auf der Auswertungsfolie eingetragen. Der Außen- und der Innenkreis können maximal 4 Punkte erhalten. Bei geringen Fehlern kann man einen halben Punkt abziehen.

Viel Spaß!



Stille Post – Gruppe 1 3-Methylheptan	Stille Post – Gruppe 2 2,4-Dimethylhexan
Stille Post – Gruppe 3 2,3,3-Trimethylpentan	Stille Post – Gruppe 4 3-Ethylhexan

Stille Post – Gruppe 7 3-Methylheptan	Stille Post – Gruppe 8 2,4-Dimethylhexan
Stille Post – Gruppe 5 2,3,3-Trimethylpentan	Stille Post – Gruppe 6 3-Ethylhexan

Stille Post – Benennung von Isoalkanen

Gr.	gegeben:	angekommen
1	3-Methylheptan	
7		
2	2,4-Dimethylhexan	
8		
3	2,3,3-Trimethylpentan	
5		
4	3-Ethylhexan	
6		

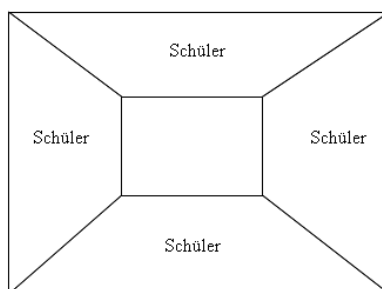
Mit Hilfe der Table-Set-Methode sollen die vorgelegten Infotexte:

- „Entstehung und Gewinnung von Erdöl und Erdgas“
- „Erdölaufbereitung“ und
- „Cracken“

in Gruppen bearbeitet werden. Dazu werden die Schüler in Tischgruppen von je vier SuS aufgeteilt. Ist die Schüleranzahl nicht durch vier teilbar, werden zusätzlich auch 3er-Gruppen gebildet. (Beispiel Zufallsauslosung bei 30 SuS: durchzählen lassen bis 8 ergibt sechs 4er-Gruppen und zwei 3er-Gruppen)

Es beschäftigen sich immer mehrere Gruppen (2-3) mit demselben Text, wobei es ratsam ist, die anspruchsvolleren Texte häufiger zu vergeben. Tischgruppen mit denselben Texten am besten nicht benachbart positionieren.

Alle Gruppenmitglieder einer Tischgruppe erhalten jeweils den gleichen Text. Zudem erhält jede Gruppe ein Plakat (DIN A1), ein Flipchart-Blatt oder ein Stück Tapete, auf dem bereits die Abschnitte - wie folgt - eingezeichnet sind, und 4 Eddings.



Nach der Verteilung der Texte folgt eine Stillarbeitsphase, in welcher die Schüler in Einzelarbeit ihre Texte lesen und die jeweiligen Aufgaben auf dem entsprechenden Posterbereich beantworten sollen.

Nach ca. 15 Minuten sollte diese Phase beendet sein. Die Gruppenmitglieder lesen nun durch mehrfaches Drehen des Posters die Beiträge der anderen. In der folgenden Gruppenarbeitsphase soll sich dann über Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei der Beantwortung der Aufgaben ausgetauscht werden.

Schließlich muss sich die Gruppe auf eine Form der Ergebnispräsentation einigen, welche in der Postermitte dargestellt wird. Dieser Phase werden auch ca. 15 Minuten eingeräumt.

Die Präsentation der einzelnen Gruppen erfolgt durch Aufhängen der Poster an den Wänden. So können sich die Schüler bei einem Rundgang alle Ergebnisse ansehen. Zu jedem Text präsentiert dann eine Gruppe ihre Ergebnisse vor der Klasse, damit alle Schüler über alle Themen informiert werden und nachfragen können. (15 Minuten) **Tipp:** Zur besseren Beschreibung der fraktionierten Destillation sollte man in die Postermitte die schematische Darstellung des Destillationsturms kleben. Eine alternative Methode der Ergebnispräsentation wäre mittels einer Folie, von welcher für die Ergebnissicherung allen Schülern Kopien gemacht werden könnten.

Entstehung und Gewinnung von Erdöl und Erdgas

Vor 200 Millionen Jahren bildeten sich in den Meeren riesige Planktonmengen. Diese Kleinlebewesen sanken nach dem Absterben auf den Meeresgrund, wo sie unter Luftabschluss zersetzt wurden. Dadurch entstand eine Faulschlammschicht mit einem hohen Anteil an Kohlenwasserstoffen.

Durch Bewegungen der Erdkruste gelangte der mit Sand und Ton bedeckte Faulschlamm in die Tiefe. Dort bildeten sich unter hohem Druck und bei hohen Temperaturen Erdöl und Erdgas. Unter undurchlässigen Schichten bildeten sich große Lagerstätten.



Die Lagerstätten von Erdöl und Erdgas sind weit über die Erde verteilt. Um Öl und Gas führende Schichten in einer Tiefe von mehreren Kilometern aufzuspüren, werden seismographische Untersuchungen durchgeführt. Hierzu bohrt man etwa 10 m tiefe Löcher und löst dort eine Sprengung aus. Die Erschütterungswellen, die vom Explosionsherd ausgehen, pflanzen sich durch das Gestein fort und werden an Schichtgrenzen reflektiert. Sie kommen mit unterschiedlicher Verzögerung an die Oberfläche zurück. Die Auswertung der Signale liefert ein Bild vom Aufbau des Untergrunds. Fachleute lesen in diesen Bildern wie in einem Buch und sagen voraus, wo Erdöl und Erdgas zu vermuten ist.

Erdölförderung

Zuerst werden Probebohrungen durchgeführt und Gesteinsproben aus großer Tiefe heraufgeholt. Wenn schließlich Öl aus einem dieser so genannten Bohrkerne tropft, besteht Hoffnung auf ein ergiebiges Erdöllager. Mit einem einzigen Bohrloch kann man aber kein Erdölfeld erschließen. Darum wächst bald ein ganzer Wald von Bohrtürmen. Eines Tages ist es so weit, Erdöl sprudelt an die Oberfläche. Die Bohrtürme werden abgebaut und Pumpen, die das „flüssige Gold“ Tag und Nacht heraufholen, nehmen ihren Platz ein.

Der Druck, der das Öl anfänglich wie von selbst heraufbringt, lässt mit der Zeit nach, und auch die Pumpen können schließlich kaum noch etwas nach oben befördern. Nun wird Wasser in das Gestein gepresst, um das Öl aus den Poren auszutreiben. Aber selbst mit den besten Methoden lassen sich meist nicht mehr als 30% des tatsächlich vorhandenen Öls gewinnen.

Über Pipelines gelangt das Erdöl zu Aufbereitungsanlagen oder zu Häfen, wo es in Tankern gepumpt und über die Meere transportiert wird.

Aufgaben

1. Erkläre in Stichworten die Entstehung von Erdöl und Erdgas.
2. Fasse die Vorgänge bei der Gewinnung und Förderung von Erdöl stichwortartig zusammen.

Erdölaufbereitung

Erdöl kann nicht direkt weiterverarbeitet werden, weil es noch mit Salz, Sand und Wasser vermischt ist. Durch die Entfernung dieser Verunreinigungen erhält man Rohöl. Dieses Rohöl wird in einer Raffinerie (franz. raffiner: verfeinern) weiterverarbeitet.

Fraktionierte Destillation

Rohöl ist ein Gemisch aus verschiedenen Kohlenwasserstoffen. Die Auftrennung des Stoffgemisches erfolgt durch **Destillation**. Dabei wird das Rohöl auf ca. 400°C erhitzt, so dass ein großer Teil verdampft. Die Dämpfe steigen in den Destillationsturm auf und kühlen sich ab, je weiter sie nach oben steigen. Auf zahlreichen Zwischenböden kondensieren dann die Kohlenwasserstoffe entsprechend ihrer Siedetemperatur. So sammeln sich auf den unteren Böden höher siedende, langkettige und weiter oben niedriger siedende, kurzkettige flüssige Kohlenwasserstoffe an. Am Kopf des Destillationsturms entweichen gasförmige Kohlenwasserstoffe. Die flüssigen Kondensate, die ähnliche Siedetemperaturen besitzen und sich auf einen Boden ansammeln, bezeichnet man als Fraktion. Bei der fraktionierten Destillation werden die Inhaltsstoffe des Erdöls in Stoffgemische mit ähnlichen Siedetemperaturen (Fraktionen) aufgetrennt, wie z.B. Schweröl, leichtes Heizöl, (Dieselöl), Petroleum, Kerosin und Benzin. Bei dieser Destillation bleibt ein schwarzer zähflüssiger Rest aus besonders langkettigen Kohlenwasserstoffen unten im Destillationsturm übrig. Höhere Temperaturen als 400°C würden nicht zum Verdampfen der Kohlenwasserstoffe sondern zu ihrer Zersetzung führen. Aus diesem Grunde wird dieser Rückstand mithilfe einer **Vakuumdestillation** weiter verarbeitet. Der Rückstand wird in einem anderen Destillationsturm unter

vermindertem Druck nochmal destilliert. So erhält man weiteres schweres Heizöl und verschiedene Schmieröle. Übrig bleibt dann lediglich **Bitumen**, das im Straßenbau als Asphalt verwendet wird.

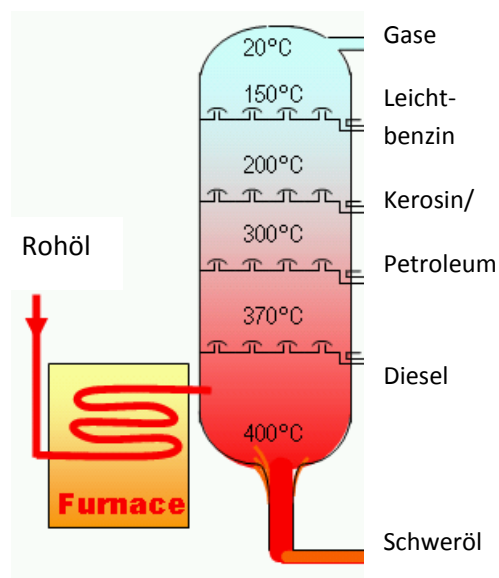


Abb.: Destillationsturm

Aufgaben:

1. Erläutere das Prinzip der fraktionierten Destillation!
2. Was ist unter einer Vakuumdestillation zu verstehen?
3. Welche Verbindungen sind im Benzin enthalten?

Der Anteil an Benzin, Dieselkraftstoff und leichtem Heizöl (an relativ kurzkettigen Kohlenwasserstoffen) ist im Erdöl wesentlich niedriger als der Anteil am tatsächlichen Bedarf. In den Raffinerien werden daher die in größeren Mengen vorhandenen längerkettigen Kohlenwasserstoffe zu Benzin und Dieselkraftstoff bzw. leichtem Heizöl weiterverarbeitet. Dazu müssen diese großen Kohlenwasserstoffmoleküle in kleinere zerlegt werden. Diese Zerlegung nennt man Cracken (von engl. to crack: aufbrechen).

Crackverfahren

Beim **thermischen Cracken** lässt man Schweröl auf eine heiße Eisenplatte (450 bis 500°C) tropfen. Dabei entstehen Dämpfe von niedrig siedenden Kohlenwasserstoffen. Plötzliches Erhitzen lässt also langkettige Alkan-Moleküle in kürzere Moleküle zerbrechen. Beim thermischen Crack-Prozess führen die hohen Temperaturen dazu, dass die großen Moleküle in so starke Schwingungen geraten, dass die C-C-Bindungen aufbrechen.

Beim **katalytischen Cracken** leitet man 650°C heiße Schweröl-Dämpfe in einen Reaktor mit umherwirbelnden Katalysator-Perlen, an deren Oberfläche die Moleküle gecrackt werden. Dabei wird ein wesentlich höheres Umwandlungsergebnis und eine bessere Qualität erreicht. Neben dem Benzin werden beim Cracken, besonders beim katalytischen Cracken, gasförmige Kohlenwasserstoffe, Kohlenwasserstoffe, die eine oder mehrere Doppelbindungen enthalten, und auch elementarer Kohlenstoff gewonnen, der sich als Ruß auf dem Katalysator niederschlägt. Zur Trennung des Kohlenwasserstoffgemisches schließt sich eine Destillation an. Damit der Katalysator erneut verwendet werden kann, wird der Kohlenstoff abgebrannt.

Aufgabe: Beschreibe den Ablauf des Crack-Prozesses!

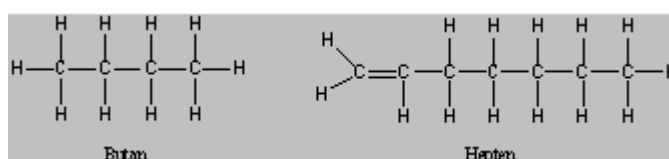
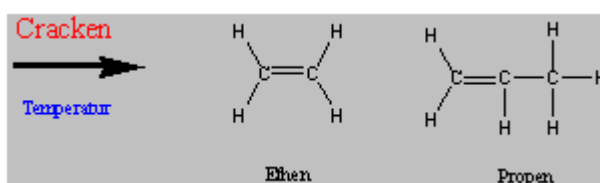
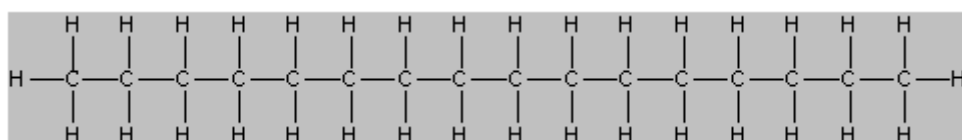


Abb.: Cracken schematisch

Anleitung: 7. Umweltaspekte: Treibhauseffekt und alternative Treibstoffe



Einstieg:

- Der/die Lehrer/in leitet zum Thema Treibhauseffekt hin, z.B. mit Hilfe einer Karikatur oder eines Hörausschnittes von SWR 3 z.B. „Pisa-Polizei“ oder „Bei Gerda“ (www.swr3.de).
- Die Schülerinnen und Schüler sollen zunächst in Einzelarbeit Stichworte zu dem Thema „Treibhauseffekt“ aufschreiben. Hiernach tauschen sie sich mit ihrem/er Tischpartner/in aus. In Partnerarbeit einigen sie sich auf die wichtigsten Begriffe.
- Ein durch Zufall ausgelostes Paar stellt seine Begriffe kurz vor. Das Plenum nimmt Stellung dazu bzw. macht Ergänzungen.
- Der/die Lehrer/in oder ein(e) vorher bestimmte(r) Schüler(in) fasst am Schluss zusammen und hält wesentliche Aspekte auf Karten geschrieben und an die Wand geklebt fest.

Informationsphase „Treibhauseffekt“:

- Die Schülerinnen und Schüler sollen in Einzelarbeit den Infotext (s. Beispiel) über den Treibhauseffekt lesen, markieren und strukturieren.
- Danach sollen sie einen „Spickzettel“ mit höchstens 10 Wörtern, aber Zeichnungen und Symbolen in unbeschränkter Anzahl, erstellen.
- Mit Hilfe des Spickzettels üben die SuS ihren Vortrag im Kugellager, um ihn anschließend ggf. vor der Klasse vorzutragen. Nach dem Kugellager werden zwei Schüler/Schülerinnen ausgelost.
- Der/Die erste Schüler/in hält seinen Vortrag, während der/die andere Schüler/in vor der Klassentür mit seinem Spickzettel wartet. Nach einem differenzierten Feedback aus der Lerngruppe hält der zweite Schüler seinen Vortrag mit anschließendem Feedback.
- Zur Festigung können die SuS einen Lückentext (siehe Rätselkiste unter 8.) bearbeiten.

Experimentierphase „Treibhauseffekt“:

- Durchführung und Auswertung des Modellexperimentes zum Treibhauseffekt (je nach Material als LV oder SV).

Gruppenpuzzle zu den alternativen Treibstoffen Biodiesel und Wasserstoff

- Die Schülerinnen und Schüler werden durch Abzählen in zwei Gruppen eingeteilt.

- Die erste Gruppe bekommt das Thema Biodiesel und 4 SuS mit demselben Thema sitzen an einem Tisch. Die zweite Gruppe bekommt das Thema Wasserstoff und auch hier sitzen 4 Personen mit demselben Thema an einem Tisch.
- Die SuS lesen in der ersten Phase in Einzelarbeit den Text durch und beantworten die Fragen.
- Hiernach tragen sie ihrer Tischgruppe ihre Antworten vor und diese macht Ergänzungen bzw. Verbesserungen.
- In der zweiten Phase setzen sich je zwei SuS aus einer Gruppe (Biodiesel) mit zwei SuS aus der anderen Gruppe (Wasserstoff) an einen Tisch. In den neu gebildeten Gruppen übernehmen alle SuS die Rolle des Berichterstatters über ihr eigenes Thema und das Ergebnis aus der ersten Phase.
- In der dritten Phase berät die gesamte Gruppe aus Phase 2 erneut und trägt ihre Ergebnisse auf einer Folie aus beiden Themen zusammen.
- Per Zufall (z.B. Losen) stellt eine Gruppe ihre Ergebnisse am OHP aus der zweiten Phase in der ganzen Klasse vor. Die anderen SuS nehmen Stellung dazu.
- Zur Festigung und Kontrolle können die SuS nach dem Gruppenpuzzle einen Lückentext bearbeiten (siehe Rätselkiste unter 8.).

Podiumsdiskussion:

Die Intention der Durchführung der Podiumsdiskussion stellt vor allem das Erlangen oder Festigen von Bewertungskompetenz dar.

Die SuS setzen sich kontrovers mit gesellschaftsrelevanten Themen dieser Zeit auseinander. Sie sollen lernen, die Argumente auf den sachlichen und ideologischen Anteil zu prüfen und ihre Entscheidungen sachgerecht, selbstbestimmt und verantwortungsbewusst zu treffen.

Durch die Betrachtung aus unterschiedlichen Perspektiven können die Lernenden erkennen, dass Problemlösungen von Werteinschätzungen abhängig sind. Die Diskussion ermöglicht es den SuS, Fachkenntnisse auf neue vergleichbare Fragestellungen zu übertragen, auftretende Interessenskonflikte zu erkennen, Lösungsstrategien zu entwickeln und die Folgen dieser zu erörtern. Durch die Podiumsdiskussion soll das Artikulieren von Meinungen eingeübt und hiermit das Grundrecht auf Meinungsfreiheit qualifiziert werden. Die SuS lernen durch eine Teilnahme an einer Diskussion eine eigene Meinung zu entwickeln, argumentativ zu vertreten, zu formulieren, Gegenargumente auszuhalten, die eigene Meinung in der Diskussion zu festigen oder zu überdenken oder gegebenenfalls zu ändern. Ein weiteres Ziel der Diskussion ist, dass sie lernen in Bezug auf ihre MitSuS, andere Auffassungen zu tolerieren und sich in andere Sichtweisen hineinversetzen zu können.

- Vorbereitungsphase sollte ca. einen Zeitraum von 2 Wochen umfassen.
- Lehrer/in oder Lehrer/in gemeinsam mit den SuS legen ein kontroverses Diskussionsthema fest: z.B. „Verbindliche Einführung des autofreien Sonntags“ oder „Benzinpreissteigerung um 300 %!“ o.ä. .
- Die SuS ordnen sich unterschiedlichen Interessensgruppen mit vorgegebener Position zu, z.B. Automobilindustrie, Umweltorganisation, Autofahrer etc. Man sollte auf eine gleichmäßige Verteilung achten. Zwei SuS übernehmen die Aufgabe der Diskussionsleiter/in.
- Die Recherche der SuS besteht zum einen darin, die im Klassenraum in Form einer Wandzeitung ausgehängten Zeitungsartikel zu lesen sowie eine selbstständige Internetrecherche (z.B. als HA) durchzuführen. Die SuS sollen Argumente zu ihrer jeweiligen Position herausarbeiten und diese schriftlich formulieren. Die Diskussionsleiter bekommen die Aufgabe, im Rahmen der Recherche Fragen für die Podiumsdiskussion zu entwickeln (Beispiel für einen Arbeitsauftrag: siehe Material)

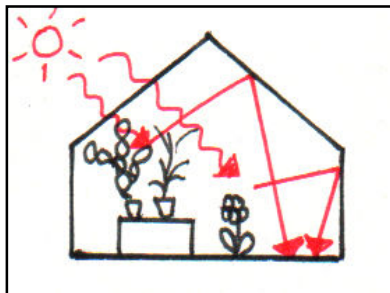
- Die Mitglieder der gleichen Interessengruppen treffen sich, um ihre Argumente auszutauschen und mögliche Gegenargumente zu sammeln und zu entkräften.
- Je nach Vertrautheit mit dieser Methode sollen die Interessengruppen selbst ihren Teilnehmer für die Podiumsdiskussion bestimmen oder er/sie wird per Zufallslos ermittelt.
- Als erstes sollten diskussionsfreundliche Rahmenbedingungen geschaffen werden. Im Raum sollten nur vorne Tische und Stühle für die Diskutanten bereitstehen. Jede/r Teilnehmer/in bekommt ein Namensschild mit einem fiktiven Namen auf den Tisch gestellt. Um eine realistische Atmosphäre zu schaffen, werden Gläser und Getränke auf den Tischen bereitgestellt. Die SuS, die nicht an der Diskussion teilnehmen, sitzen mit ihren Stühlen in der Mitte des Raumes mit dem Blick auf die Diskutanten gerichtet.
- Als erstes eröffnen die Diskussionsleiter mit der provokanten Fragestellung die Debatte. Hiernach tragen die Diskutanten ein kurzes Plädoyer vor, indem sie ihre Pro- oder Kontraposition darstellen. Dieses erfolgt innerhalb einer festgelegten Zeit (z.B. 2 Minuten).
- Nun beginnt die eigentliche Phase des Diskutierens, bei dem die Diskutanten ihre Pro- und Kontraargumente ausdiskutieren. Hierbei sollte jede/r darauf achten, dass die Diskussionsregeln (s.u.) eingehalten werden. Die Diskussionsleiter lenken durch Fragen und Impulse das Streitgespräch. Weiterhin sollten sie die Teilnehmer/innen zur Äußerung kontroverser Meinungen ermuntern.
- Die SuS im Publikum haben durch Meldungen auch die Möglichkeit, sich in die Diskussion einzubringen.
- Am Ende leiten die Diskussionsleiter die Schlussrunde ein. Jede/r Teilnehmer/in wird aufgefordert, ihre/seine abschließende Meinung zu formulieren.
- Nach der Beendigung der Diskussion und Herstellung der eigentlichen Sitzordnung sollen die SuS ein Feedback zum Diskussionsverlauf und/oder zur Methode geben.
- Mögliche HA: Darstellung der persönlichen Meinung zum diskutierten Thema in einem Brief an XY.

Diskussionsregeln:

1. Beteilige dich aktiv.
2. Begründe deine Meinung.
3. Höre gut zu.
4. Lass andere ausreden.
5. Rufe nicht dazwischen.
6. Streite nur mit fairen Mitteln.
7. Sei nicht übertrieben rechthaberisch.

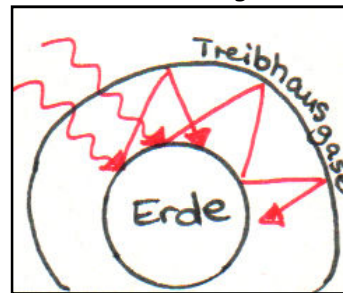
Der Treibhauseffekt

Im Fernsehen und in der Zeitung wird seit kurzem wieder heftig über die Erderwärmung und



deren Folgen für Mensch und Natur diskutiert. Ursache ist der Treibhauseffekt. Um ihn verstehen zu können, müssen wir uns vorher das Prinzip des Treibhauses ansehen.

In einem Treibhaus, einem Glasgewächshaus für Pflanzen,



können Pflanzen wachsen, die sonst nicht wachsen würden, da

die Temperatur im Treibhaus größer ist als außerhalb. Sonnenlicht, das sehr energiereich ist, durchdringt die Glasscheiben und wird von der Luft, den Pflanzen und dem Boden absorbiert, so dass sich diese aufheizen. Dadurch wird die *energiereiche* Sonnenstrahlung in Wärmestrahlung und Wärme umgewandelt. Die aufgewärmte Luft kann das Treibhaus nicht verlassen und daher bleibt es erstmal warm in Treibhaus.

Beim **natürlichen Treibhauseffekt** dringen Sonnenstrahlen in die Atmosphäre ein und werden von der Luft, die Treibhausgase enthält, absorbiert und somit in Wärme verwandelt. Die Atmosphäre heizt sich auf. Ohne Treibhauseffekt wäre die mittlere Lufttemperatur nicht 15°C sondern -18°C , und ein Leben für Menschen, Tiere und Pflanzen wäre nicht möglich.

Zu den Treibhausgasen zählen hauptsächlich Wasserdampf, Methan und Kohlenstoffdioxid (CO_2).

Auf der Erde besteht ein Gleichgewicht zwischen freiem Kohlenstoffdioxid in der Luft und gebundenem Kohlenstoffdioxid, das im Kalkgestein und in den Ozeanen gelöst ist.

Pflanzen nehmen bei der Photosynthese CO_2 auf und bilden mit dem darin enthaltenen Kohlenstoff biologische Stoffe, die von Tieren und Menschen



aufgenommen und im Körper verbrannt werden.

Dabei wird CO_2 ausgeatmet. Dieser natürliche Kohlenstoffkreislauf wird aber seit dem 19.

Jahrhundert von den Menschen beeinflusst, da durch die Verbrennung der fossilen Brennstoffe

Kohle, Erdöl und Erdgas vermehrt CO_2 gebildet wird. Das führt zu dem



anthropogenen (mensenverursachten) Treibhauseffekt. Der Mensch produziert immer mehr Treibhausgase, die dann den natürlichen Treibhauseffekt verstärken, und so steigt die Durchschnittstemperatur auf der Erde. Durch Industrie-, Auto- und Flugzeugabgase, das bei der Rinderzucht und beim Reisanbau freiwerdende Methan, Brandrodung von Regenwäldern etc. stieg die Temperatur auf der Erde in den letzten 150 Jahren bereits um $0,6^{\circ}\text{C}$. Die Auswirkungen der Erderwärmung sind enorm. Gletscher und die Polkappen schmelzen, der Meeresspiegel steigt, so dass Küstenregionen verloren gehen und es zu Überschwemmungen kommt. Wirbelstürme nehmen zu, die Wüste breitet sich aus...



Da vermutet wird, dass gerade das Kohlenstoffdioxid eine entscheidende Rolle beim Treibhauseffekt spielt, versuchen Politiker den CO_2 - Ausstoß zu verringern: Verminderung des Verbrauchs von fossilen Brennstoffen, Energiesparen, weniger Flugverkehr, Förderung alternativer Energiequellen sind einige Ansätze, die umgesetzt werden oder werden sollen.

AUFGABEN:

1. Lies den Text und unterstreiche die wichtigsten Dinge.
2. Erstelle einen Spickzettel mit maximal 10 Worten aber so vielen Symbolen/ Zeichnungen wie du willst.
3. Übe mit dem Spickzettel abwechselnd Vorträge.

Chemie macht
mobil!

Ein Treibstoff aus Biomasse:

Biodiesel- eine Alternative

Die heute gängigen Kraftstoffe (Benzin bzw. Diesel) basieren auf Erdöl. Dies hat zum einen zur Folge, dass die natürlichen, begrenzten Ressourcen vermindert werden und zum anderen, dass umwelt- und gesundheitsschädliche Schadstoffe bei der Verbrennung der Kraftstoffe erzeugt und ausgestoßen werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, neue Techniken und alternative Brennstoffe zu verwenden.



Biodiesel ist die Bezeichnung für den aus Pflanzenölen hergestellten Brennstoff. Als Rohstoff ist Raps unter europäischen Verhältnissen die geeignete Pflanze mit einem Ölgehalt von 40 bis 45 %. Vor der Produktion von Biodiesel steht die Gewinnung des Rapsöls. Rapsöl

wird aus Rapssamen gewonnen. Die Samen werden zunächst ausgepresst und das verbliebene Öl aus dem Presskuchen anschließend mit Hexan herausgelöst. Aus 2710 kg Rapssamen erhält man auf diesem Weg 1015 kg Rapsöl. Die Presskuchen werden anschließend als Futtermittel für die Tierhaltung verwendet. Zur Herstellung von Biodiesel wird das Rapsöl mit ca. 10 % Methanol und Natriumhydroxid als Katalysator versetzt. Aus 1015 kg Rapsöl können durch eine chemische Reaktion mit Methanol 1000 kg Biodiesel hergestellt werden. Bei der Reaktion entsteht Glycerin, das aus dem Reaktionsgemisch entfernt wird und vor allem in der kosmetischen Industrie Verwendung findet, wo es als Emulgator in Cremes und Pflegemitteln eingesetzt wird.

Rapsöl + Methanol → Biodiesel + Glycerin

Biodiesel ist „CO₂-neutral“, d.h. dass das bei der Verbrennung von Biodiesel freigesetzte Kohlenstoffdioxid zuvor bei der Photosynthese in Pflanzen gebunden wurde. Es darf aber nicht vernachlässigt werden, dass bei der Produktion von Biodiesel Energie verbraucht und klimarelevante Gase produziert werden, z.B. Emissionen von Methan und Lachgas in der Landwirtschaft oder Kohlendioxid beim Vertrieb. Bei der Biodieselproduktion werden aber auch Nebenprodukte hergestellt; so können insbesondere das Rapsschrot und das Glycerin Rohstoffe aus anderen Produktionslinien

ersetzen, was wiederum eine Einsparung von klimarelevanten Gasen zur Folge hat. Biodiesel hat den Vorteil einer hohen Umweltverträglichkeit, die auf dem biologischen Abbau des Treibstoffs basiert. So stellen Bodenverunreinigungen beim Transport und eventuellen Verkehrsunfällen keine große Gefahr der Umweltverschmutzung dar.

1. Aufgabe:

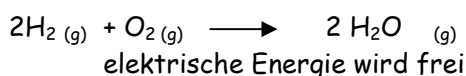
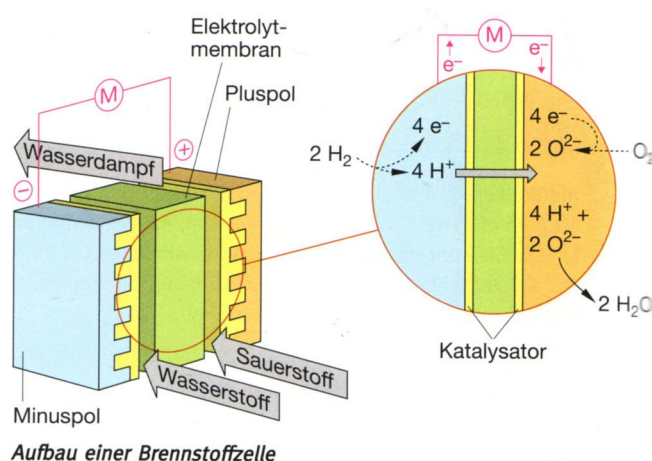
- a) Lies den Text und schreibe stichwortartig alle wichtigen Informationen über die Gewinnung von Biodiesel und die Verwendung von Biodiesel heraus.
- b) Tausche deine Informationen mit den Mitgliedern deiner Arbeitsgruppe aus und vervollständige sie gegebenenfalls.
- c) Bereite dich so vor, dass du den anderen Gruppen mit Hilfe deiner Stichwörter über die Informationen berichten kannst.

2. Aufgabe:

- a) Berichte der anderen Gruppe über dein Thema.
- b) Mache dir auch Notizen zu den Informationen über Wasserstoff.
- c) Tragt eure Ergebnisse aus beiden Themen auf einer Folie gut strukturiert und übersichtlich zusammen.

Die heute gängigen Kraftstoffe (Benzin bzw. Diesel) basieren auf Erdöl. Dies hat zum einen zur Folge, dass die natürlichen, begrenzten Ressourcen vermindert werden und zum anderen, dass umwelt- und gesundheitsschädliche Schadstoffe bei der Verbrennung der Kraftstoffe erzeugt und ausgestoßen werden. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, neue Techniken und alternative Brennstoffe zu verwenden.

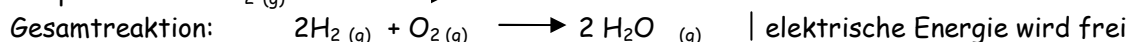
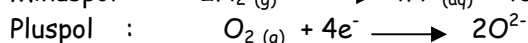
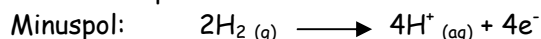
In wenigen Jahren sollen Autos, die mit Wasserstoff angetrieben werden, in großem Umfang auf den Markt kommen. Das Besondere an diesen Kraftfahrzeugen ist, dass sie praktisch keine Schadstoffe erzeugen. Sie setzen Wasserstoff mit Luftsauerstoff zu Wasser um. Dabei wird elektrische Energie für den Antrieb gewonnen.



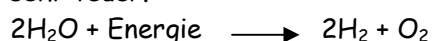
Die Reaktion verläuft in einer Brennstoffzelle. Eine Brennstoffzelle kehrt die Elektrolyse (= Zerlegung einer chemischen Verbindung mit Hilfe elektrischer Energie;

$2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow 2\text{H}_2 + \text{O}_2$) des Wassers um: An einer Elektrode, die mit einem Katalysator beschichtet ist, werden Wasserstoff-Moleküle zunächst in Wasserstoff-Atome gespalten, die dann ihr Elektron abgeben. Die so gebildeten Wasserstoff-Ionen (H^+) durchdringen eine Membran, die als Elektrolyt dient.

Sie gelangen an eine zweite Elektrode, die ebenfalls mit einem Katalysator beschichtet ist, aber von Luft umspült wird. Die Sauerstoff-Moleküle nehmen dort Elektronen auf und werden zu Oxid-Ionen (O^{2-}). Zusammen mit den Wasserstoff-Ionen bilden sie das Endprodukt Wasserdampf.



Wasserstoff ist ein künstlich zu erzeugender Energieträger. Wasserstoff kann in unterschiedlicher Weise produziert werden. So kann die Erzeugung von sehr reinem Wasserstoff beispielsweise durch Elektrolyse von Wasser durch Strom aus Sonnenenergie oder anderer Energiequellen erfolgen. Der nötige Energieaufwand macht die Produktion allerdings sehr teuer.



Eine wesentlich preiswertere Wasserstoffgewinnung erfolgt bei Raffinerieprozessen, da bei diesen Wasserstoff als „Abfallstoff“ erhalten wird. Der dabei anfallende Wasserstoff enthält allerdings einen relativ hohen Kohlenstoffanteil, welcher den Katalysator verunreinigt und unbrauchbar macht.

In der Industrie werden verschiedene Verfahren erprobt, um den für die Brennstoffzelle benötigten Wasserstoff im Auto bereit zu stellen. Die ersten Versuchsfahrzeuge führten Wasserstoff in Druckgasflaschen mit. Die hat jedoch den Nachteil, dass ein großer Teil des Laderaums blockiert wird und wegen des hohen Gewichts der Kraftstoffverbrauch steigt. Seit einigen Jahren wird an der Entwicklung so genannter Reformer gearbeitet. Das sind praktisch kleine chemische Fabriken, in denen Wasserstoff direkt im Fahrzeug aus anderen Verbindungen

(z.B. Kohlenwasserstoffgemischen) gewonnen wird. Das dabei entstehende Kohlenmonoxid stört die Brennstoffzelle und wird deshalb weiteroxidiert zu Kohlendioxid. Dabei bildet sich weiterer Wasserstoff.

1. Aufgabe:

- a) Lies den Text und schreibe stichwortartig alle wichtigen Informationen über die Brennstoffzelle, die Gewinnung von Wasserstoff und die Bereitstellung von Wasserstoff im Auto heraus.
- b) Tausche deine Informationen mit den Mitgliedern deiner Arbeitsgruppe aus und vervollständige sie gegebenenfalls.
- c) Bereite dich so vor, dass du den anderen Gruppen mit Hilfe deiner Stichwörter über die Informationen berichten kannst.

2. Aufgabe:

- a) Berichte der anderen Gruppe über dein Thema.
- b) Mache dir auch Notizen zu den Informationen über Biodiesel.
- c) Tragt eure Ergebnisse aus beiden Themen auf einer Folie gut strukturiert und übersichtlich zusammen.

Schriftliche Übung zum Thema: Eigenschaften und Verbrennung von Alkanen und der Isomeriebegriff am Beispiel des Kerosins

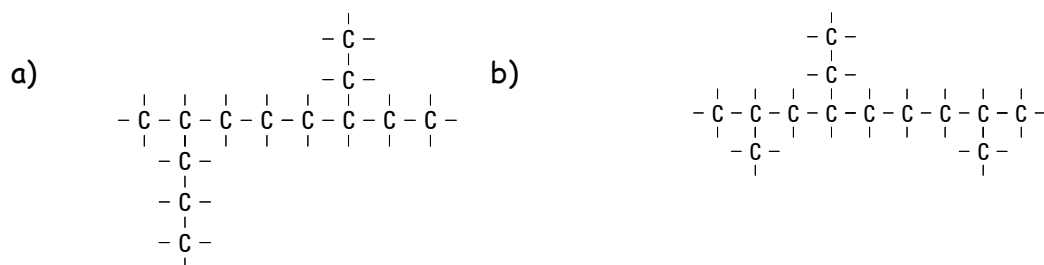
Vorgaben:



Lisa fliegt mit ihren Eltern und ihrem kleineren Bruder in den Sommerferien nach Spanien ans Meer. Als sie im Flughafenrestaurant sitzen und auf die Rollbahn schauen, fragt sie ihre Mutter, womit Flugzeuge angetrieben werden. Sie erfährt, dass Flugzeuge mit Kerosin betankt werden. Kerosin ist, wie Benzin, ein Gemisch aus mehreren Kohlenwasserstoffverbindungen, das zum Antrieb der Flugzeuge verbrannt wird. Als Lisa die startenden

Flugzeuge beobachtet, fällt ihr auf, dass sie einen weißen Streifen am Himmel hinterlassen. Sie fragt ihren Vater, was das sei. Er sagt: „Das sind Kondensstreifen, die entstehen, weil es da oben viel kälter ist als hier auf der Erde.“ Da Flugzeuge Kerosin nicht immer vollständig verbrennen und Kerosin Verunreinigungen enthält, blasen Flugzeuge auch Ruß- und Schwefelpartikel in die Luft. Diese sorgen in den hohen, kalten Luftschichten dafür, dass Eiswolken, die so genannten Zirren, entstehen. Diese tragen zum Treibhauseffekt bei. Plötzlich fragt Lisa: „Hey, was passiert eigentlich, wenn zwei voll getankte Flugzeuge zusammenstoßen und Feuer fangen?“ Ihr kleiner Bruder antwortet: „Macht Euch keine Sorgen. Die haben hier genug Wasser, um den Brand zu löschen.“

Kerosin enthält u.a. folgende Verbindungen:

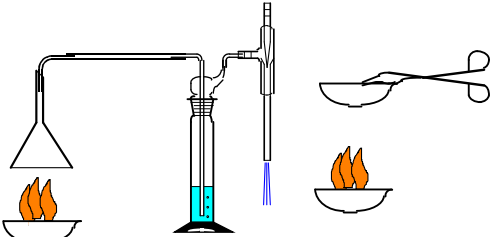


Aufgabenstellung:

- Benenne die beiden im Kerosin enthaltenen Verbindungen exakt, definiere den Begriff ‚Isomerie‘ und erkläre ihn an den oben genannten Verbindungen.
- Erkläre, warum Kerosin (wie Benzin) bei Normalbedingungen flüssig ist und Methan z.B. gasförmig.
- Wie könntest du experimentell zeigen, dass Kerosin Kohlenstoff enthält? Fertige eine Versuchsskizze an und erkläre diese.
- Formuliere die Reaktionsgleichung für die Verbrennung von Kerosin ($C_{11}H_{24}$) in der Wort- und Formelschreibweise.
- Erkläre kurz, was der Treibhauseffekt ist und wie er entsteht! Was könntest Du persönlich tun, um dem Treibhauseffekt entgegen zu wirken? Nenne drei Maßnahmen!
- Was würdest du Lisas Bruder antworten?



Erwartungshorizont:

Aufgabe	Erwartete Schülerleistung	AFB	Standards			
			F	E	K	B
1.	a) 3-Ethyl-7-methyldekan b) 4-Ethyl-2,8-dimethylnonan Isomerie liegt vor, wenn Verbindungen die gleiche Anzahl an Atomen gleicher Art aber eine unterschiedliche Verknüpfung vorweisen (gleiche Summenformel, unterschiedliche Strukturformel). z.B. Verbindungen a + b: je 13 C- und 28 H-Atome unterschiedlich verknüpft;	I+II	1.5 2.1		4	
2.	Van-der-Waalskräfte / Massenanziehungskräfte wirken zwischen den unpolaren Molekülen - je länger die Kette, desto mehr Anziehungskräfte - größere Molekülmasse => höhere v.d.W.-Kräfte	II	1.1 2.1 2.2			
3.	 a) Kerosin wird verbrannt, die entstehenden Gase durch eine Wasserstrahlpumpe in eine Waschflasche mit Kalkwasser geleitet, welches sich bei CO₂ trübt. $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ Nachweis des Oxidationsproduktes CO₂ bedeutet, dass im Kerosin das Element Kohlenstoff enthalten ist. b) Über das brennende Kerosin wird eine weiße Porzellanschale gehalten, die sich durch den Ruß schwarz färbt.	II	1.1 3.1	2		
4.	Kerosin + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser $\text{C}_{11}\text{H}_{24} + 17 \text{O}_2 \rightarrow 11 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O}$	II	3.2 3.4			
5.	Erläuterung des Treibhauseffektes Treibhausgase H ₂ O _g , CH ₄ , CO ₂ sind verantwortlich für den - natürlichen Treibhauseffekt - von Menschen verursachten Treibhauseffekt - Konsequenzen Maßnahmen: weniger fliegen, weniger Auto und mehr Fahrrad fahren, Öffentliche Verkehrsmittel benutzen, Energie sparen, duschen statt baden ...	II	2.1 2.3 3.6	8	4 5 8	3

6.	- Wasser fließt (aufgrund seiner höheren Dichte) unter das Kerosin, Kerosin brennt weiter auf dem Wasser - Brandherd vergrößert sich - Geeignete Löschmittel: Löschsand, Löschdecke, Feuerlöscher, ...	I II	1.1 (2.1) 2.3		2 4 8	3 4 6