

Organische Chemie – die Alkane- gesättigte Kohlenwasserstoffe

[Organische Chemie – die Alkane]

Klassenstufe	Oberthemen	Untertemen	Anforderungs- niveau	Durchführungs- niveau	Vorlauf Vorbereitung Durchführung
(10 -) Sek II	Organische Chemie	Alkane	• (- ••)	■ (- ■■■)	-



I Inhaltsverzeichnis

II	Einleitung	Seite 2
III	Allgemeines über Kohlenwasserstoffe	Seite 3
IV	Herstellung von Methan aus Alkalimetallacetat (V1)	Seite 6
V	Erzeugung von Biogas aus Küchenabfällen (V2)	Seite 7
VI	Darstellung von Methan	Seite 10
VII	Alkane in der Flamme	Seite 13
VIII	Löslichkeit von Alkanen	Seite 13

II Einleitung

In dieser Versuchsanleitung stellen wir Ihnen verschiedene Versuche rund um die Chemie der **Alkane (gesättigte Kohlenwasserstoffe)** vor, die sich optimal in den naturwissenschaftlichen Unterricht integrieren lassen:

- Schnelle und einfache Vorbereitung
- Problemlose Durchführung
- Versuche können einzeln das Unterrichtskonzept integriert werden
- Eine Sachanalyse mit interessanten naturwissenschaftlichen, aber auch geschichtlichen Bezügen gibt die wichtigsten fachlichen Hintergrundinformationen.

Viele Wege führen bekanntlich nach Rom.... Auch in der Chemie sollte manchmal einen klassischen Weg verlassen, um neue Wege zu suchen. Die Einführung in die organische Chemie bietet sich hierfür besonders an !

Hinweis: Wir haben darauf verzichtet, R- und S-Sätze hinzu zufügen..... Im Umgang mit Methan und niederen Alkanen sollte mit Vorsicht agiert werden!

Mögliche Einführung in das Thema Alkane:

- A) Klassische Vorstellung von **Methan**: Reaktion von Aluminiumcarbid mit Wasser (starker Geruchsbelästigung !). Alternativ kann Methan durch das Zerreiben von Natronlauge mit Natriumacetat und anschließendem Erhitzen hergestellt werden. Anschließend kann man Brennbarkeit, Löslichkeit etc. demonstrieren
- B) Lockere Einführung von **Methan**: Präsentation zur Nutzung von Biogas, Heizöl und Erläuterung zur Entstehung von Grubenunglücken.
- C) **Demonstrationsexperiment**: Fraktionierten Destillation von Erdöl. Die Schüler erkennen die Komponentenvielfalt von Erdöl. [Vergabe von kurzen Referaten über die Entstehung (und möglicherweise Förderung) von Erdöl und Erdgas]
- D) Darstellung der **Modifikation von Kohlenstoff**: Modelle vom Diamanten, Graphit und Fulleren. Exkurs: Entstehung von Kohle entstanden / Nutzung / Nachteile der Kohlenutzung / Treibhauseffekt.

III Allgemeines über Kohlenwasserstoffe



Vor etwa 4,7Mrd. Jahren war die Erde wahrscheinlich von einer hauptsächlich aus Wasserstoff, Wasserdampf, Methan, Schwefelwasserstoff und Ammoniak bestehenden Atmosphäre umgeben. Die ersten Syntheseschritte dieser „Uratmosphäre“ sind im Labor bereits unter simulierten Bedingungen nachvollzogen worden :

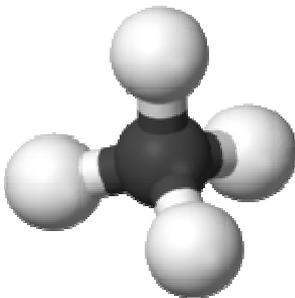
Bestrahlung von Kohlendioxid, Wasser und Wasserstoff mit Elektronen lässt Ameisensäure und Formaldehyd entstehen. Aus der mit sehr kurzwelligem UV-Licht bestrahlten Mischung von **Methan**, Ammoniak und Kohlendioxid entsteht neben Aminosäuren ebenso wie aus CH_4 , NH_3 , H_2 u. Wasserdampf bei Einwirkung starker elektrischer Entladungen.

Methan ist der einfachste Vertreter der Alkane. Das Wort griechischen Ursprungs zeigt, dass das entzündliche Gas bereits in der Antike bekannt war. In Kleinasien wurde ein Gebiet, in dem sich Methangas entzündete nach dem Alkan benannt: Methana. Im Mittelalter war den Alchemisten dieses Fäulnisgas bereits als Sumpfluft bekannt. Heute wissen wir, dass Methan [CH_4], ein Hauptbestandteil von Erdgas, Biogas, Erdöl und Sumpfgas ist. Spektralanalysen zeigten, dass Methan ein Hauptbestandteil der Atmosphäre einiger Planeten ist.



Methan wird ständig neu gebildet. Erst vor einigen Jahren hat man in der Tiefsee riesige Mengen an Methanhydrat , auch als Methaneis bezeichnet, entdeckt. Forscher halten diese brennbare Substanz aus Eis und Methan schon seit längerem für die Energiequelle der Zukunft. Allerdings wird die Förderung und Nutzung erst in mehreren Jahrzehnten möglich sein. Angesicht der immer schneller steigenden Öl- und Gas- und Strompreise könnten diese enormen Reserven unser Energieproblem für mehrere Jahrhunderte lösen, denn Forscher schätzen, dass das Vorkommen von Methaneis doppelt so groß ist wie die gesamten Erdgas-, Kohle- und Erdölvorkommen! Die Förderung ist derzeit technisch noch nicht möglich !

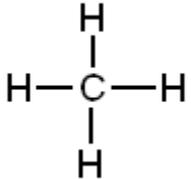
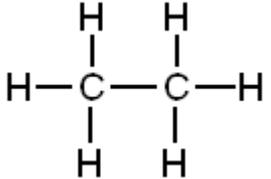
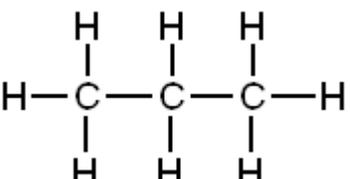
Methan ist Hauptbestandteil von Erdgas. Auch in Steinkohlelagern findet sich meist Methan als Grubengas, welches auch noch in der jüngsten Vergangenheit (Ukraine, China) zu fatalen Grubengasexplosionen geführt hat. Es entsteht ebenfalls als Abfallprodukt intensiver Tierhaltung oder beim Reisanbau! Seit Beginn der Industrialisierung hat der Methangehalt in der Atmosphäre um über 100% (von 0,8 ppm auf 1,75 ppm) zugenommen. Allgemein entsteht Methan durch Verfaulung von organischen Substanzen unter Luftabschluss (Sümpfe).

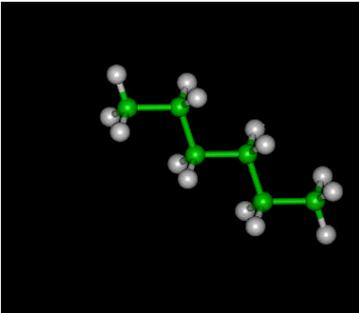
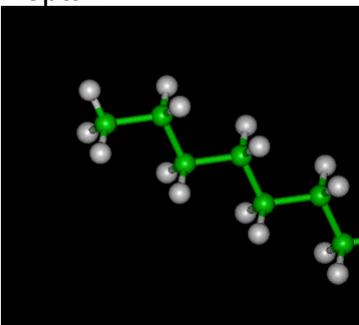
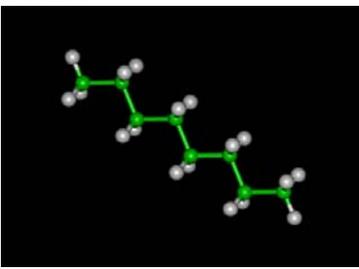


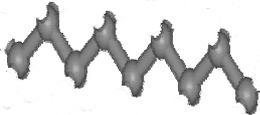
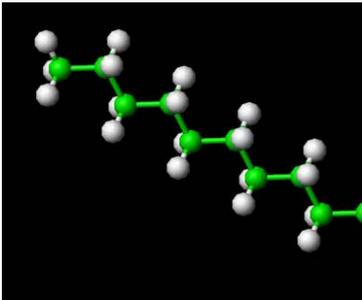
Alkane haben die allgemeine Formel C_nH_{2n+2} . Man unterscheidet unverzweigte (n-); verzweigte (Iso-) und ringförmige (Cyclo-) Alkane. Die Alkane mit ein bis vier Kohlenstoffatomen sind unter Normalbedingungen gasförmig, C5-C16 flüssig und ab C17 sind sie fest. Der ehemalige Name Paraffine (lat.parum=wenig; affinis=geneigt) gibt einen Hinweis darüber, dass die Alkane nicht sehr reaktionsfreudig sind. Ab dem Butan können auf Grund von Verzweigungen Isomere auftreten. Um diese Alkane mit gleicher Summenformel voneinander unterscheiden zu können hat man IUPAC-Nomenklatur eingeführt. Vor allem die niederen Alkane sind leicht entflammbar und bilden mit der Luft explosive Gemische (Grubengasexplosionen!). Die Löslichkeit in Wasser ist sehr gering.

Verwendung:

Als Lösungsmittel, Brennstoffe, Treibstoffe, zur Gewinnung von Fettsäuren um nur die wichtigsten Verwendungen zu nennen

Name	Summenformel	Smp	Sdp	Vorkommen	Verwendung
Methan 		-184°C	-164°C	Im Erdgas, als Methanhydrat (im Meer!), in Sümpfen, in Kohlebergwerken, in der Atmosphäre etc.	Als Heizgas, Ausgangsstoff für Synthese für Wasserstoff, Methanol, Ethin, Blausäure etc.
Ethan 	C ₂ H ₆	-171,4°C	-89°C	 In Erdgas sowie Sumpfgas	Heizgas, für die Synthese von Ethen und Essigsäure, dient auch als Kältemittel in Klimaanlage
Propan 	C ₃ H ₈	-190°C	-45°C	In Erdgas oder auch als Fraktion in Erdöl 	Als Brenn- und Heizgas (Flüssiggas), Für die Herstellung von Propen
Name	Summenformel	Smp	Sdp	Vorkommen	Verwendung
Butan	C ₄ H ₁₀	-135°C	-0,5°C	In Erdgas und Erdöl	Für die Herstellung

$ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $					von Butadien und Maleinsäure.
Pentan $ \begin{array}{cccc} \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \\ & & & \\ \text{H}-\text{C} & -\text{C} & -\text{C} & -\text{C} \\ & & & \\ \text{H} & \text{H} & \text{H} & \text{H} \end{array} $	C_5H_{12}	130,8° C	36°C	Im Erdgas und Erdöl, wird durch die frakt. Destillation gewonnen	Als Lösungsmittel, als Treibmittel in Spraydosen etc.
Hexan 	C_6H_{14}	-93,5°C	69°C	Aus dem Erdöl durch frakt. Destillation (siehe oben)	Verdünnungsmittel für Lacke, Druckfarben etc.; in Thermometer als Quecksilberersatz,
Heptan 	C_7H_{16}	-90°C	98°C	Siehe oben	Lösungsmittel im Labor und für Lacke...
Oktan 	C_8H_{18}	-57°C	126°C	Siehe oben 	Als Lösungsmittel, ein Isomer des Oktans dient zur Bestimmung der Klopfestigkeit des Benzins
Nonan 	C_9H_{20}	-53,9°C	151°C	Siehe oben	Bestandteil von

					Kraftstoffen und zur Herstellung von waschaktiven Substanzen
Dekan 	$C_{10}H_{22}$	$-30^{\circ}C$	$174^{\circ}C$	Siehe oben	

IV Herstellung von Methan aus Alkalimetallacetat

Material:

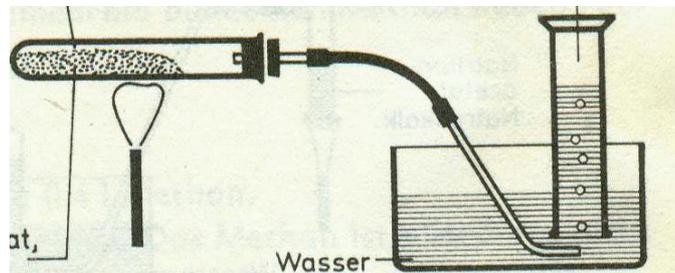
- pneumatische Wanne (oder ein großes Becherglas) ([200.6461](#))
- kleines und ein größeres Reagenzglas (schwer schmelzbar) ([102.3031](#))
- Brenner ([102.1628](#))
- durchgebohrter Stopfen ([200.7502](#))
- gerades und gebogenes Glasrohr, Schlauchstücke ([200.6630](#) und [200.6617](#))
- mehrere Stativ (z.B. [100.2003](#))
- 250ml Becherglas ([200.6533](#))

Chemikalien:

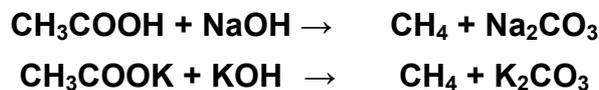
- Natriumhydroxid
- Wasserfreies Natriumacetat
- Kaliumhydroxid
- Ethansäure/Essigsäure (konz.)
- Calciumoxid

Durchführung:

- A) In einer Reibschale werden Natriumacetat CH_3COONa mit NaOH (im Mischverhältnis 1:2) verrieben. Das Gemisch füllt man in ein Reagenzglas und erhitzt bis zur Rotglut. Die Luft muss vollständig aus der Apparatur entwichen sein (**Vorsicht! Knallgasprobe**) dann wird das Gas pneumatisch aufgefangen. Nach Beendigung des Versuch ist das Gasableitungsrohr sofort aus der Wanne zu entfernen.
- B) In einer Reibschale wird unter dem Abzug 5ml Essigsäure mit 12g KOH versetzt. Nach circa 2 min. werden 6g CaO zugesetzt und die Stoffe mit dem Pistill verrieben. Jetzt wird das Stoffgemisch – wie oben - im Reagenzglas auf Rotglut erhitzt. Nach negativer Knallgasprobe kann das Gas aufgefangen werden!



Auswertung:



Bei Verwendung von Kaliumethanat oder Kaliumacetat ist die Ausbeute an Methan größer als beim Versuch A. Allgemein lassen sich Alkalimetallsalze von Carbonsäuren mit Alkalimetallhydroxiden zu Kohlenwasserstoffen decarboxylieren.

V Herstellung von Biogas aus Küchenabfällen

Ziel dieses Versuchs ist es den Schülern die alltägliche Methanproduktion darzustellen! Die Produktion muss unter anaeroben Bedingungen erfolgen. Die Gasmenge kann durch die Verdrängung von Wasser bestimmt werden oder das Gas kann direkt aufgefangen werden.

Material:

- Gasflasche mit Schraubverschluss (Reaktor) ([200.6413](#))
- Standzylinder ([102.3051](#))
- Heizplatte mit Magnetrührer ([201.5180](#))
- Rührfisch ([201.5026](#))
- Thermometer ([200.0832](#))
- Teflonschlauch
- Schlauchverbinder (z.B. [108.6879](#))
- Abstandhalter
- Wasserbad
- Wasser
- Becherglas ([200.6461](#))
- Alufolie
- pH-Messer ([200.4955](#))
- pneumatische Wanne ([200.6461](#))
- gebogenes Glasrohr ([200.6617](#))

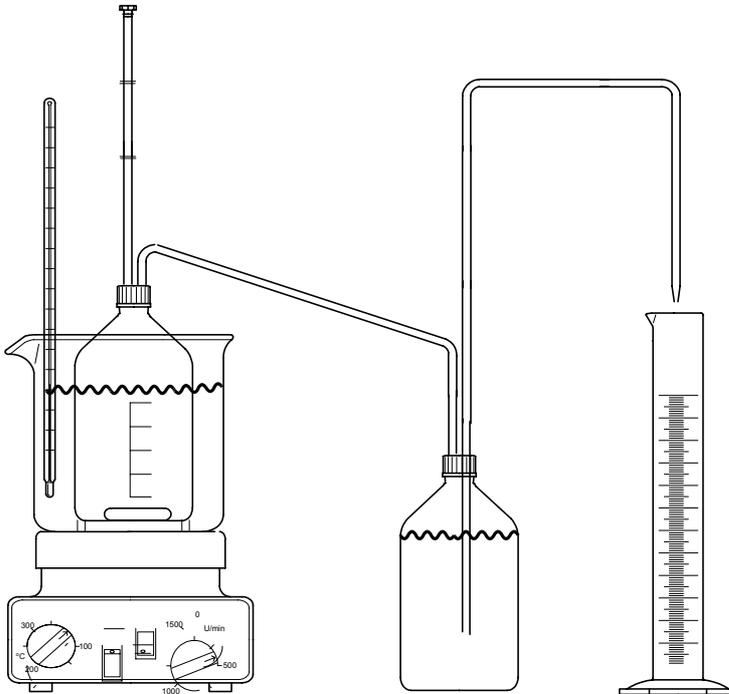
Chemikalien

- Küchenabfälle (organisch!)
- Gülle
- NaOH
- H₂SO₄

Durchführung:

Die Küchenabfälle werden zuerst mit dem Messer und einem Pürrierstab zerkleinert, durch Zugabe von Wasser wird sollte eine dünnflüssige Mischung mit pH 7 entstehen. Etwa 500 ml dieser Mischung wird zusammen mit 50 ml Gülle (Katalysator) und einem Rührfisch in die bereitgestellte Flasche gefüllt. Die Flasche wird verschlossen, mit Alufolie umwickelt und im Wasserbad (35°C) unter Luftabschluss und Rühren für (bis zu) 4 Wochen inkubiert. In der Startphase des Experimentes ist darauf zu achten, dass die Schüler mehrmals die Gasausbeute ablesen (das entstandene Biogas verdrängt das Wasser). Eindrucksvoller ist es jedoch, wenn man das Gas direkt auffängt und Folgeversuche damit plant.

Versuchsaufbau



Auswertung

Versuchsaufbau und Ablauf soll von den Schülern dokumentiert werden.

Fragestellungen:

- Wozu wurde Alufolie verwendet ?
- Aus welchen Gasen besteht Biogas ?
- Wie kann ich es nachweisen ?
- Funktionsweise von Biogasanlagen ?
- Welches Gas ist im Zuge der Biogasproduktion und bezüglich der weiteren Verwendungsmöglichkeiten von besonderer Bedeutung?
- Beschreibe den anaeroben Abbauprozess des Substrates in seinen vier Phasen mit den daran beteiligten Mikroorganismen.

VI Darstellung von Methan

Material:

- Gasentwickler ([200.0476](#))
- Rundkolben ([200.6417](#))
- Pneumatische Gasauffangvorrichtung
- Standzylinder mit Deckplatten ([102.3050](#))
- Reibschale mit Pistill ([200.0114](#))

Chemikalien:

- Aluminiumcarbid
- Wasser
- Eventuell Salzsäure

Durchführung:

Circa 5-7g Aluminiumcarbid werden in einen Rundkolben gegeben. Nach Zusammenbau der Apparatur wird 120ml aus dem Tropfentrichter in den Rundkolben gefüllt und kurz mit dem Brenner erhitzt. Ist die Gasentwicklung zu lebhaft, muss der Rundkolben gekühlt werden. Bei zu träger Reaktion gibt man verdünnte Salzsäure zu und fängt das entstehende Gas nach negativer Knallgasprobe pneumatisch auf. Je nach Menge des zugegebenen Aluminiumcarbid entstehen unterschiedliche Mengen von Methan. In der Praxis erhält man von einem Gramm Al_4C_3 etwa 0,4 l Methan.



Brennbarkeit von Methan:

Chemikalien:

- Methan

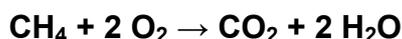
Geräte:

- Standzylinder mit Deckplatte ([102.3050](#))

Durchführung: Ein Standzylinder wird mit Methan gefüllt. Die Öffnung zeigt nach oben. Sofort nach Entfernung der Deckplatte wird das Gas entzündet.

Auswertung:

Methan verbrennt mit schwach leuchtender Flamme langsam von runter. Sieht man genau hin, dann erkennt man nach dem Versuch einige Wassertropfen bzw. einen Niederschlag.

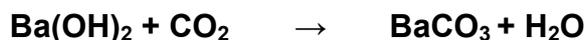


Nachweis von CO₂:

Entweder mit kurz zuvor frisch vorbereitetem Kalkwasser oder einer Bariumhydroxidlösung.



o d e r



Der Niederschlag ist ein charakteristischer Nachweis für CO₂

Dichte von Methan:

Chemikalien:

- Methan (aus der Herstellung; siehe oben)

Geräte:

- 2 Standzylinder mit Deckplatte, Stativ

Durchführung:

Methan wird pneumatisch in zwei Standzylinder gefüllt, die dann mit Deckplatten abgedeckt werden. Die Aufstellung der Standzylinder erfolgt im Stativ (1: Öffnung nach oben / 2: Öffnung nach unten). 30 Sekunden nach Abzug der Deckplatte wird die Brennerflamme an beide Zylinder gehalten.

Auswertung:

Lediglich der nach unten geöffnete Standzylinder zeigt ein brennbares Gas, da die Dichte von Methan geringer ist als die Dichte als Luft, weswegen es in dem nach oben geöffneten Zylinder entwichen ist.

Veränderung einer Kerzenflamme**Chemikalien:**

- Methan

Geräte:

- Kerze,
- Draht,
- Standzylinder mit Deckplatte

Durchführung:

Ein Standzylinder, der vorher mit Methan pneumatisch gefüllt wurde, wird mit der Öffnung nach unten gehalten und eine brennende Kerze in das Reagenzglas gehalten.

Auswertung:

Das Gas entzündet sich an der Öffnung des Standzylinders. Geht man mit der Kerze weiter in den Standzylinder hinein, erlischt die Flamme. Methan ist also brennbar, unterhält jedoch keine Verbrennung! Zieht man die erloschene Kerze wieder langsam aus dem Standzylinder heraus, so entzündet sie sich erneut.

VII Alkane in der Flamme

Chemikalien:

- Methan
- Propan
- Dekan
- Paraffin oder auch Benzin

Geräte:

- Mehrere Schalen

Durchführung:

Aufbau einer Reihe unterschiedlicher Alkane und Flammenprobe.

Auswertung:

Alle Alkane brennen, aber man kann deutlich erkennen, dass die Flammen unterschiedlich stark rußen! Je länger die Molekülketten sind, desto stärker rußen und leuchten die Flammen. Langkettige Alkane verbrennen nur unvollständig.

VIII Löslichkeit von Alkanen

Chemikalien:

- Öl
- Hexan
- Heptan
- Benzin
- Wasser
- Methylenblau

Geräte:

- Reagenzgläser
- Pipetten

Durchführung:

Mischung aller Komponenten untereinander: (+ bedeutet, dass sich die Lösungen mischen, - bedeutet, dass sich die Lösungen nicht mischen)

	Wasser	Öl	Hexan	Heptan	Benzin
Wasser	+	-	-	-	-
Öl	-	+	+	+	+
Hexan	-	+	+	+	+
Heptan	-	+	+	+	+
Benzin	-	+	+	+	+

Auswertung:

Wasser ist auf Grund seiner Polarität unlöslich in Lösungsmitteln. Die Dichte von Wasser ist höher als die der Alkane und der anderen unpolaren Lösungsmittel.