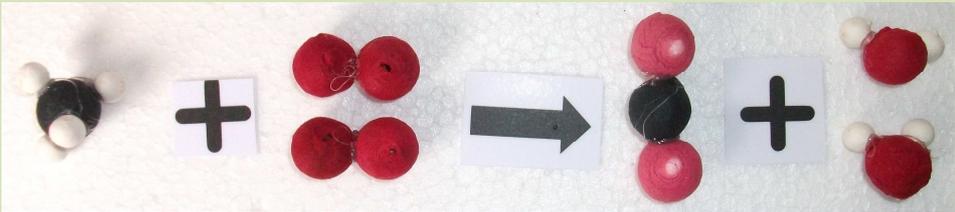
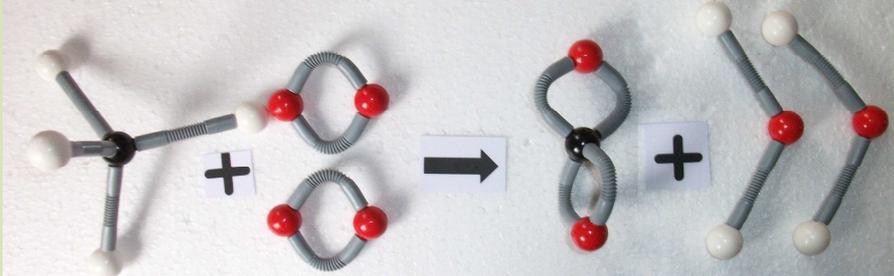


Verschiedene schematische Darstellungen der chemischen Reaktion

Stoffebene <i>Bildschema</i>		+		→	
Stoffebene <i>Wortschema</i>		+		→	
Teilchenebene <i>Kugelschema</i> <i>(ohne erkennbare Bindungen)</i>		+		→	
Teilchenebene <i>Formelschema</i> <i>(ohne erkennbare Bindungen)</i>		+		→	
Teilchenebene <i>Kugelschema mit Atombindung</i> <i>(man erkennt bindende Elektronenpaare)</i>		+		→	
Teilchenebene <i>Formelschema in Valenz(Lewis)-schreibweise</i> <i>(man erkennt freie und bindende Elektronenpaare)</i>		+		→	
Energieebene <i>Gesamtenergiebilanz</i>					
<i>Reaktionsenthalpie</i>					

LE 4 Methan verbrennen

Stoffebene Bildschema	Foto Campingkocher Kartuschenbrenner	+		→		
	brennbares, unsichtbares Gas		nicht brennbares, unsichtbares Gas		brandlöschendes, unsichtbares Gas	farblose Flüssigkeit
Stoffebene Wortschema	Methan	+	Sauerstoff	→	Kohlenstoff- dioxid	Wasser
Teilchenebene Kugelschema (ohne erkennbare Bindungen)						
Teilchenebene Formelschema (ohne erkennbare Bindungen)	CH_4	+	2O_2	→	CO_2	$2 \text{H}_2\text{O}$
Teilchenebene Kugelschema mit Atombindung (man erkennt bindende Elektronenpaare)						
Teilchenebene Formelschema in Valenz(Lewis)- schreibweise (man erkennt freie und bindende Elektronenpaare)	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H} \end{array}$	+	$\begin{array}{c} \text{O}=\text{O} \\ \text{O}=\text{O} \end{array}$	→	$\text{O}=\text{C}=\text{O}$	$\begin{array}{cc} \text{O} & \text{O} \\ / \backslash & / \backslash \\ \text{H} & \text{H} \end{array} \quad \begin{array}{cc} \text{O} & \text{O} \\ / \backslash & / \backslash \\ \text{H} & \text{H} \end{array}$
Energieebene Gesamtenergie- bilanz	Energie, die man zum Spalten von einem Mol (16 g) Methanmoleküle benötigt. 4 · C-H spalten 4 · 412 kJ $\Delta H = +1648 \text{ kJ}$		Energie, die man zum Spalten von zwei Mol (64g) Sauerstoffmoleküle benötigt. 2 · O=O spalten 2 · 497 kJ $\Delta H = +994 \text{ kJ}$		Energie, die bei der Bildung von einem Mol Kohlenstoffdioxidmoleküle (44g) und zwei Mol Wassermoleküle (36g) frei wird. $2 \cdot 746 \text{ kJ} = 1492 \text{ kJ}$ $4 \cdot 463 \text{ kJ} = 1852 \text{ kJ}$ $\Delta H = -3344 \text{ kJ}$	
Reaktions- enthalpie	$1648 \text{ kJ} + 994 \text{ kJ} - 3344 \text{ kJ} = -702 \text{ kJ/mol}$ 702 [kJ] Energie werden bei der Verbrennung von einem Mol (16g) Methanmolekülen frei.					

Informationen und Materialhinweise zu Biogas

Informationstext: Was ist Biogas?

Biogas ist ein Gasmisch, das bei der Vergärung von organischer Substanz durch verschiedene Mikroorganismen unter Luftabschluss und in feuchter Umgebung entsteht.

In Biogasanlagen wird dieser Prozess gezielt herbeigeführt, um Methan zu gewinnen.

Hauptbestandteile von Biogas sind Methan (50-70 %) und CO₂ (30-40 %). Außerdem enthält es geringe Mengen an Stickstoff, Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff.

Vergärung heißt der Abbau von organischer Substanz durch Mikroorganismen ohne Sauerstoff. Mikroorganismen sind z. B. Bakterien

Organische Substanz, die in Biogasanlagen verwendet werden kann:

- Pflanzen „Energiepflanzen“, nachwachsende Rohstoffe (Mais, Roggen, Gräser, Sonnenblumen, Futterrüben...)
- Reste aus der Landwirtschaft (Gras, Zuckerrübenblätter, Silage, Gemüseverarbeitung)
- Fäkalien aus der Tierhaltung (Rindergülle, Schweinegülle, Geflügelkot)
- kommunale Abfälle (Abfall aus der Biotonne, Laub..)

Informationstext: Energiepflanzen

Als Energiepflanzen bezeichnet man Pflanzen, die man extra anbaut, um sie in Biogasanlagen zu verarbeiten und Methan aus ihnen zu gewinnen.

Folgende Pflanzen nutzt man in diesem Sinne:

Raps GPS (=Ganzpflanzensilage), Maiskörner, Rübenblatt frisch, Roggen GPS, Gras frisch, Kartoffel, Kleegrassilage, Stroh, Zuckerrübe, Sorghumhirsesilage, Sudangrassilage, Getreidekörner

Um ihre Eignung zu beschreiben und zu vergleichen verwendet man u.a. diese Kriterien:

- Anspruch an den Boden
- Biogasertrag in m³ pro t FM
- Substratkosten in €/a
- TM-Gehalt in einer t Substrat
- Anzahl der Schädlinge

Bau einer Modellanlage:

Zu einer landwirtschaftlichen Biogasanlage gehört

- ein großer Behälter zur Aufbereitung des Gärsubstrates (lagern, zerkleinern, verdünnen, mischen),
- ein oder mehrere Reaktionsgefäße als zentraler Bestandteil in dem die Vergärung erfolgt,
- der Gasspeicher unter der flexiblen Decke des Reaktionsgefäßes,
- evtl. ein Nachgärlager, in dem das restliche Biogas aufgefangen wird und
- das Gärrestelager.

Unter Laborbedingungen genügt als Reaktionsgefäß ein großer Kolben, ersatzweise eine Flasche (Volumen ca. 1 Liter), die mit einem durchbohrten Stopfen verschlossen ist. Als Substrat hat sich z.B. Stroh bewährt, das mit etwas Komposterde und Regentonnenwasser verrührt wurde. Die Temperatur im Kolben soll ca. 38°C betragen. Ein Wasserbad in einem beheizbaren großen Kochtopf ist gut geeignet. Entstehendes Gas wird pneumatisch oder mit einem Kolbenprober aufgefangen.

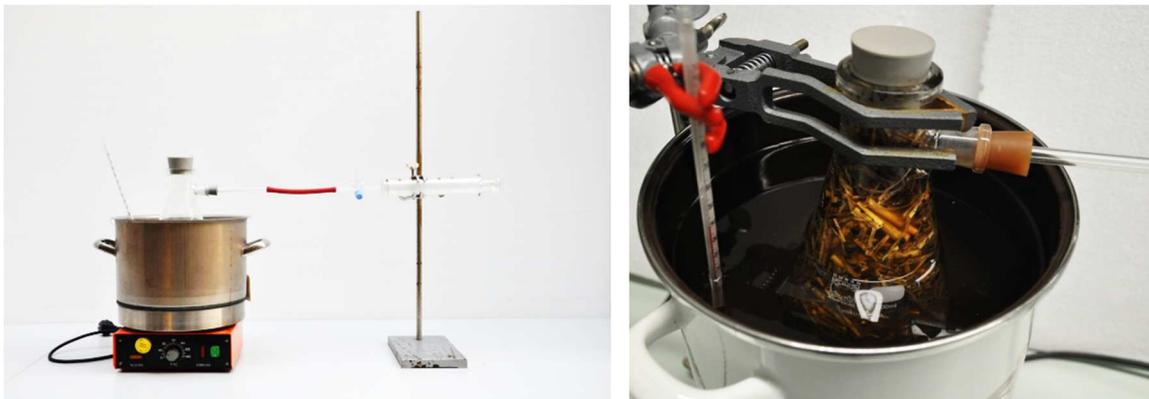
Um entstandenes Methan nachzuweisen, entfernt man zunächst den Anteil an Kohlenstoffdioxid, indem man das gesamte entstandene Gas mit Hilfe von 2 Kolbenprobern durch ein mit Natronkalk gefülltes Glasrohr „schiebt“.

Dann drückt man das restliche Gas (vorwiegend Methan) durch ein ausgezogenes Glasröhrchen, das mit einer Rückschlagsicherung versehen ist, und entzündet das Gas an der Spitze des Röhrchens an. Vorsicht: Methan bildet mit Luft explosive Gemische.

Mögliche Arbeitsaufträge:

Skizziere das Modell einer Biogas-Anlage mit den Informationen des Textes.

Baue ein Modell einer Biogas-Anlage nach der Anleitung im Text (oder der Anleitung in deinem Schulbuch) und weise die Brennbarkeit des entstandenen Gases nach.



Zusätzliches Material „Biogas in Rheinland-Pfalz“

Auf der Seite des Dienstleistungszentrums Ländlicher Raum Eifel findet man

http://www.dlr-eifel.rlp.de/Internet/global/inetcntr.nsf/dlr_web_full.xsp?src=D512PE1PYT&p1=UOT9S7988N&p3=P26M5PVG87&p4=C03BX7L16W

- eine Karte von RLP mit den Standorten der 142 Biogasanlagen (2013)
- die Entwicklung der Anzahl der Anlagen seit 2000
- viele Zahlen rund um Biogasanlagen und deren Beitrag zur Energieversorgung
- eine pdf-Datei zum Download des Beitrags
- viele weitere sehr informative Flyer und Broschüren zum Download

Weitere Informations- oder Recherchemöglichkeiten:

<http://de.wikipedia.org/wiki/Biogas>

Fachagentur nachwachsende Rohstoffe e.V., Texte, Broschüren, Grafiken, Video-Clips:

<http://biogas.fnr.de/>

nutzbare schematische Darstellung einer Biogasanlage:

http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/f/n/fnr510_grafik_biogas_300dpi_rgb.jpg

<http://mediathek.fnr.de/broschuren/bioenergie/biogas/leitfaden-biogas.html>

(Downloadmöglichkeit, 244 Seiten)

Möglichkeit zur Erkundung eines Betriebes (Biogasanlage bei der örtlichen Kläranlage) oder speziell in Birkenfeld

<http://www.biogas-kanns.de/links/Biogas-Atlas/Birkenfeld/447d43/>

Schematische Abbildung einer

Biogasanlage:http://mediathek.fnr.de/media/downloadable/files/samples/f/n/fnr510_grafik_biogas_300dpi_rgb.jpg

Filme zu Biogasanlagen:

<http://www.youtube.com/watch?v=-wEowEJioLg>

<http://www.youtube.com/watch?v=BTVirN7UXcY>

<http://www.youtube.com/watch?v=ld4dwD7zb40>

Informationstext zu Methan

Methan beschreibt der Chemiker mit der Formel CH_4 . Es kommt in der Natur in großen Mengen vor, zum Beispiel als Hauptbestandteil von Erdgas, Sumpfgas oder Faulgas. Aktuell diskutiert wird über das im Permafrostboden gespeicherte Methan und die möglicherweise großen Vorkommen als Methanhydrat am Meeresboden. Bei der Viehhaltung entsteht Methan als Produkt des Stoffwechsels.

Auch Biogas, das man in technischen Anlagen herstellt, besteht vorwiegend aus Methan. Methan dient als Brennstoff für Gasheizungen, als Treibstoff für Autos („Erdgasauto“) oder auch zur Stromgewinnung.

Außerdem ist es ein wichtiger Grundstoff in der chemischen Industrie.

Methan ist ein farbloses und geruchloses Gas (Siedetemperatur: -162°C), das leichter ist als Luft. In der Atmosphäre verursacht es eine starke Treibhauswirkung.

Bei der Verbrennung von Methan entsteht Kohlenstoffdioxid und Wasser. Der Heizwert beträgt fast 5000 kJ pro 100 g.

Möglicher Arbeitsauftrag:

Erstelle einen Steckbrief von Methan. Du kannst den Infotext oder andere Quellen nutzen.

Mögliche Lösung:

Steckbrief zum Methan	
chem. Bezeichnung	Methan
Formel	CH ₄
Vorkommen	als Erdgas, Sumpfgas, Faulgas, Biogas, Permafrostboden, Methanhydrat
Verwendung	Brennstoff für Gasheizung, Auto (Erdgasauto), Stromgewinnung, Grundstoff für die chem. Industrie
Gewinnung	aus Erdöl und Erdgas
Herstellung	aus Biomasse durch mikrobielle Vergärung
Eigenschaften	
Farbe	farblos
Geruch	geruchlos
Löslichkeit (H ₂ O)	schlecht
Siedetemperatur	-162° C
Aggregatzustand bei 20° C	gasförmig
Dichte	geringer als Luft 0,72 g/l bei 0° C und Normaldruck
Brennbarkeit	brennbar
Heizwert	4688 kJ/100g
Gefahrenpotenzial	hochentzündlich bildet mit Luft explosive Gemische
wichtige Reaktionen	Verbrennung, Reaktion mit Sauerstoff
Umweltrelevanz	hohes Treibhauspotenzial

Verbrennung von Methan - Nachweis der Reaktionsprodukte

DGUV SR 2003							Weitere Maßnahmen: Explosionsgefahr
X	X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	X	
Methan: R-Sätze: 12 S-Sätze: (2)-9-16-33			Calciumhydroxid (Kalkwasser): R-Sätze: 34 S-Sätze: 26-36/37/39-45				

Materialien und Chemikalien:

2 Reagenzgläser, Stopfen, Reagenzglasständer, Reagenzglaslammer, Erlenmeyerkolben, Tiegelzange, Gasbrenner, Feuerzeug, Cobaltchlorid-Papier oder Watesmo-Papier oder weißes Kupfersulfat, Kalkwasser in einem Reagenzglas

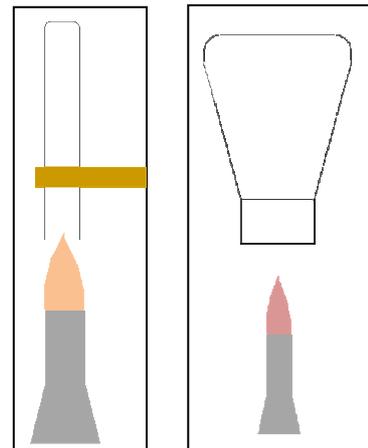
Durchführung:

Bitte beachte die Sicherheitshinweise: Schutzbrille tragen!

Kalkwasser ist ätzend. Bei Kontakt mit der Haut, sofort mit Wasser abspülen.

Tropfen auf dem Tisch mit einem feuchten Tuch abwischen.

1. Halte das Reagenzglas wie in der Abbildung etwa 5 Sekunden über die Brennerflamme.
2. Fülle anschließend etwa 2 cm Kalkwasser aus einem zweiten Reagenzglas ein und verschließe mit dem Stopfen. Vorsicht: Verbrennungsgefahr am heißen Glas. Schüttle das Reagenzglas und beobachte.
3. Halte einen Erlenmeyerkolben über den Gasbrenner und warte so lange, bis Du an der Glasinnenseite Flüssigkeitströpfchen erkennen kannst. Greife das Watesmo-Papier mit der Tiegelzange und wische damit den flüssigen Niederschlag auf.



Beobachtungen:

Zu 2.: Das Kalkwasser trübt sich und man erkennt einen weißen Niederschlag.

Zu 3.: Die aufgenommenen Flüssigkeitstropfen reagieren mit dem Nachweismittel in der für Wasser charakteristischen Weise.

Auswertung:

Bei der Verbrennung vom Methan mit Sauerstoff entstehen als Produkte Kohlenstoffdioxid (positiver Nachweis mit Kalkwasser) und Wasser.

Wortgleichung

Methan + Sauerstoff → Kohlenstoffdioxid + Wasser; exotherm

Symbolgleichung

$\text{CH}_4 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O}$; exotherm

Didaktisch/methodische Hinweise:

Ggf. kann man die Aktivierungsenergie noch über dem Reaktionspfeil ergänzen.

Je nach den unterrichtlichen Voraussetzungen kann die Reaktionsgleichung auch in der Lewis-Schreibweise formuliert werden.