

# Bioenergieträger der zweiten Generation - Biogas I -

Schulfach: Chemie

Schulstufe: Gymnasium (Kl. 10, 11, 12)

Experiment zur Herstellung von Biogas aus unterschiedlichen Substraten



Dieses Material ist im Rahmen des Projekts  
„Bildung für eine nachhaltige Energieversorgung und –nutzung“  
([www.energiebildung.uni-oldenburg.de](http://www.energiebildung.uni-oldenburg.de))  
an der Universität Oldenburg  
in der Arbeitsgruppe Didaktik der Chemie entstanden.  
Autorin: Maren Stine Jaeckel

Dieses Unterrichtsmaterial steht unter der folgenden Creative Commons Lizenz:



(CC BY-NC-SA 3.0).

(Weiterbearbeitung und Weitergabe unter den Bedingungen: Namensnennung, nicht-kommerziell und Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Nähere Informationen sind zu finden unter:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> )

Oldenburg, im September 2011

## Zusammenfassung




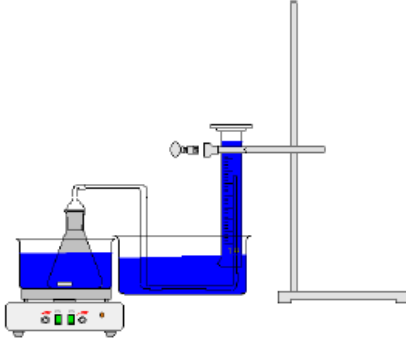
Das im Folgenden dargestellte Experiment demonstriert den anaeroben Abbau von pflanzlicher Biomasse zu Biogas. Hierbei entsteht – bei Verwendung eines entsprechenden Substrates – ein Biokraftstoff der zweiten Generation. Aufbauend auf verschiedenen bereits publizierten Vorschlägen zur Biogaserzeugung werden im nachfolgenden Vorschlag Geräte verwendet, die Bestandteile einer normal ausgestatteten Chemiesammlung sind. Das entstehende Gas kann im Anschluss gaschromatographisch auf seine Zusammensetzung hin untersucht werden (vgl. Unterrichtsmaterial **Biogas II**).

## Sicherheitshinweis

Bei Verwendung von Faulschlamm bedarf es – lt. Auskunft des Klärwerks – keiner besonderen Sicherheitsvorkehrungen. Nach Beendigung des Versuches wird die Suspension über die Toilette entsorgt; der Faulschlamm darf nicht als Dünger im Garten verteilt werden. Aufgrund der jedoch unbekanntenen Bakterienzusammensetzung, kann eine Gefährdung jedoch nicht vollständig ausgeschlossen werden. Es wird daher empfohlen, beim Umgang mit Faulschlamm Handschuhe zu tragen; die verwendeten Geräte sollten im Anschluss in einem Autoklaven sterilisiert werden.

## Weitere Informationen zu den Unterrichtsmaterialien

Jaeckel, M. S.; Parchmann, I. (2010): *Bioenergieträger der zweiten Generation – Schulexperimentelle Erarbeitung und konzeptionelle Einbettung am Beispiel Biogas und hydrothermale Karbonisierung*. In: CHEMKON, 17, Nr. 3, S. 117 – 123.

<p>Sek II- S 10-11-12</p> 	<p>? <b>Biogas I</b></p>	<p>Vorbereitung: 30 min Ablesen: je 5 min Versuchsdauer: 7-28 Tage</p>		
<p><b>Problem:</b> „Wie viel Biogas entsteht bei unterschiedlichen Substraten?“</p>				
<p><b>Geräte:</b> 250 mL Erlenmeyerkolben, Glaswanne/Schüssel, 500 mL Standzylinder, alter Schlauch, durchbohrter Gummistopfen (passend auf den Erlenmeyerkolben) mit hohlem Glasrohr, Parafilm, alte Zeitungen, Glas- oder Kunststoffschale, Aquarium, Aquarienheizung, Aluminiumfolie, Thermometer, Stativ, Stativmaterial</p> <p><b>Chemikalien:</b> Faulschlamm (aus dem Klärwerk), Nori Seetang, Zucker, Baumwolle, Blätter, Rasenschnitt, Wasser</p>				
<p><b>Aufbau:</b></p>  <p>Abbildung 1: Versuchsaufbau Biogaserzeugung</p>				
<p><b>Durchführung:</b></p> <p>In den Erlenmeyerkolben werden 250 mL Faulschlamm gefüllt und 10 g zerkleinerter Nori Seetang, Zucker, zerkleinerte Baumwolle, Blätter oder Rasenschnitt hinzugefügt. Der Erlenmeyerkolben mit dem Stopfen verschlossen und über den Schlauch einem Standzylinder, welcher sich in einer pneumatischen Wanne befindet, verbunden. Dafür wird der Standzylinder vollständig und die Glaswanne oder Schüssel halb mit Wasser gefüllt. Der Standzylinder wird mit der Hand verschlossen, schnell umgedreht und so an einem Stativ befestigt, dass sich die Öffnung unterhalb der Wasseroberfläche in der Glaswanne oder Schüssel befindet. Dabei darf keine Luft in den Standzylinder gelangen.</p> <p>Die Isolation des Reaktionsgefäßes kann mit Hilfe von alten Zeitungen erfolgen, dieses bewirkt ebenfalls eine Verdunkelung des Reaktionsansatzes. Alternativ kann der Reaktionsansatz in einem Wasserbad mit einer Aquarienheizung temperiert werden. Die Abdunklung der Erlenmeyerkolben erfolgt dann mit Aluminiumfolie. Die Apparatur wird mit Parafilm abgedichtet und 28 Tage stengelassen.</p> <p>Der Reaktionsansatz wird jeden Tag durch kräftiges Umschwenken gerührt. Anschließend wird das entstandene Volumen Gas abgelesen und in eine Tabelle eingetragen.</p>				



Sek II- S 10-11-12 	<span style="font-size: 2em;">?</span> <b>Biogas I</b>	Vorbereitung: 30 min Ablesen: je 5 min  Versuchsdauer: 7-28 Tage	☆ ☆									
<b>Didaktischer Kontext:</b> Am Beispiel der Biogasentstehung soll verdeutlicht werden, wie Biomasse in einen besser nutzbaren Energieträger umgewandelt werden kann und dass unterschiedliche Substrate ungleiche Mengen Gas liefern.												
<b>Vorbereitung:</b> Aus dem örtlichen Klärwerk Klärschlamm holen. Nori Seetang, Zucker, Baumwolle, Blätter, Rasenschnitt mitbringen.												
<b>Mögliche Beobachtungen:</b> Beim Umschwenken entweichen Gasblasen aus dem Reaktionsansatz. Bei dem Einsatz unterschiedlicher Substrate entsteht ein unterschiedliches Volumen Biogas.												
<b>Tabelle 1: Beispielergebnisse bei dem Einsatz von Rasenschnitt</b>												
Tag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
V [mL]	75	110	145			255	310	340	360	385		
Tag	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
V [mL]	470	510	535	570				600	615	620	625	635
<b>Erklärung:</b> In dem Faulschlamm leben verschiedene Bakterien, welche organische Materialien über vier ineinander verzahnte Stufen zu Biogas abbauen. Diese Prozesse laufen unter anaeroben Bedingungen ab. Die formale Nettogleichung beim Abbau von Glukose lautet: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CO_2 + 3CH_4$ Das gemäß der Stöchiometrie zu erwartende Gasverhältnis findet sich in der Literatur und in den durchgeführten Untersuchungen (siehe Biogas II) nicht wieder.												
<p style="text-align: center;">                 Ausgangsmaterial (Eiweiße, Fette, Kohlenhydrate usw.)                  ↓                  Hydrolytische Bakterien                  ↓                  Einfache organische Bausteine (Aminosäuren, Fettsäuren, Zucker)                  ↓                  Fermentative Bakterien                  ↓                  Organische Säuren (Milchsäure, Propionsäure usw.)    Weiteren Verbindungen (Alkohole usw.)                  ↓                  Essigsäurebildende Bakterien                  ↓                  Essigsäure    HCO<sub>3</sub> + H<sub>2</sub>                  ↓                  Methanbildende Bakterien (Verwertung Essigsäure)    Methanbildende Bakterien (Verwertung Wasserstoff)                  ↓                  Biogas CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub> </p>												
<b>Abbildung 2: Biogasmechanismus (Quelle: Kaltschmitt, Energie aus Biomasse)</b>												