

Bioenergieträger der zweiten Generation - Biogas II -

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

Experiment zur gaschromatischen Untersuchung des Biogases



Dieses Material ist im Rahmen des Projekts
„Bildung für eine nachhaltige Energieversorgung und –nutzung“
(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 zeigt eine Möglichkeit der gaschromatographischen Untersuchung eines selbst erzeugten Biogases (vgl. Unterrichtsmaterial **Biogas I**) mit Hilfe des Kappenberg-Gaschromatographen. Der im Unterrichtsmaterial *Biogas I* beschriebene Versuchsaufbau ermöglicht eine Gasentnahme ohne Öffnung des Reaktionsansatzes, so dass diese Variante insbesondere für eine kontinuierliche Untersuchung des Gases geeignet ist. Berücksichtigt werden muss jedoch, dass sich ein Teil des entstehenden Kohlenstoffdioxids im Wasser der pneumatischen Wanne löst.

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.

Sek II- S 10-11-12 	? Biogas II (Gaschromatographie)	Untersuchung: je 30 min Versuchsdauer: 7-28 Tage		
Problem: „Welche Zusammensetzung hat das erzeugte Biogas?“				
Geräte: Kappenberg Gaschromatograph, Trennsäule „schwarzer Kabelbinder“ 2 mL Spritze mit Kanüle, 60 mL Spritze, Urinbeutel, Schlauchstück, Schlauchklemme Chemikalien: Biogas aus Biogas I, Helium, Methan, Kohlenstoffdioxid, Luft				
Aufbau:  Abbildung 1: Kappenberg Gaschromatograph (www.kappenberg.com)				
Durchführung: <p>Der Kappenberg Gaschromatograph wird installiert. Der Urinbeutel wird mit dem Trägergas Helium gefüllt und an die Aquarienpumpe angeschlossen und gewartet, bis keine GC-Intensitätsveränderung mehr stattfindet. Dieser Wert wird auf null gesetzt.</p> <p>Mit der großen Spritze wird das Biogas aus dem Gasauffangbehälter entnommen. Das auf die Spritze aufgesetzte Schlauchstück wird mit der Schlauchklemme möglichst weit vorne verschlossen. An das andere Schlauchende wird die kleine Spritze angeschlossen. Diese wird je nach Schlauchlänge ein bis zwei Mal mit Biogas gefüllt, um die Verbindung zu spülen. Anschließend erfolgt die Probennahme. Die Messung wird gestartet und nach zehn Sekunden die Probe durch das Septum in die Trennsäule eingespritzt.</p> <p>Verändert sich die GC-Intensität nicht mehr, wird die Messung beendet. Die Größe der Flächen der einzelnen Peaks können manuell mit dem Programm bestimmt werden.</p> <p>Zum Vergleich wird die Verweildauer von Methan, Kohlenstoffdioxid und Luft separat untersucht. Diese Messungen dienen dazu, die Peaks von Methan, Kohlenstoffdioxid und Luft im Gaschromatogramm des Biogases identifizieren zu können.</p> <p>Die Überprüfung der quantitativen Trennleistung des Gaschromatographen erfolgt durch Zugabe definierter Gasgemische ($V(\text{CO}_2):V(\text{CH}_4) = 1:1$).</p>				

Sek II- S 10-11-12 	? Biogas II (Gaschromato- graphie)	Untersuchung: je 30 min Versuchsdauer: 7-28 Tage		
Problem: „Welche Zusammensetzung hat das erzeugte Biogas?“				
Meine Vermutung: <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>				
Beobachtungen (Zeichnungen, Text, Tabelle): 				
Erklärung: 				

Sek II - S 10-11-12 	? Biogas II (Gaschromatographie)	Untersuchung: je 30 min Versuchsdauer: 7-28 Tage		
----------------------------	---	---	--	--

Didaktischer Kontext:
 Die Biogasuntersuchung soll verdeutlicht werden, dass sich die Zusammensetzung des entstehenden Biogases in Abhängigkeit von dem Messzeitpunkt und dem eingesetzten Substraten verändert.

Vorbereitung: Biogas herstellen

Mögliche Beobachtungen:

Bei der Vergleichsmessung ergeben sich für die verschiedenen Gase die in Tabelle angegebenen Verweilzeiten in der GC-Säule.

Tabelle 1: Vergleichsmessungen verschiedener Gase

Gas	Luft	Methan	Kohlenstoffdioxid
Zeit [s]	70-75	85-95	170-180

Die Mittelwerte der Gaschromatographie des Biogases aus Rasenschnitt stellt die Abbildung im Diagramm dar.

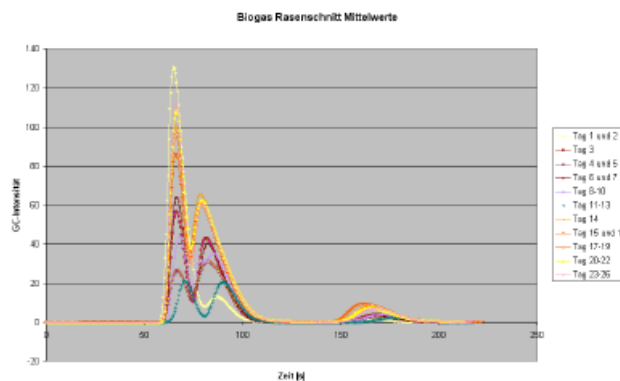


Abbildung 2: Mittelwerte der GC-Intensität bei Biogas aus Rasenschnitt

Bei der Untersuchung der quantitativen Trennleistung des Gaschromatographen erstreckt sich das Verhältnis der Peakflächen über einen Bereich von $A(\text{CO}_2):A(\text{CH}_4)=1:4$ bis $A(\text{CO}_2):A(\text{CH}_4)=3:1$.

Erklärung:

Bei der Gaschromatographie werden Gasgemische durch ihre unterschiedlichen Adsorption an geeigneten Trägermaterialien getrennt.

In dem untersuchten Biogas können die Gase Methan, Kohlenstoffdioxid und Luft mittels Gaschromatographie qualitativ nachgewiesen werden.

Der stets vorhandene Luftanteil im Gasgemisch kann dadurch erklärt werden, dass die entstehende Menge Biogas nicht ausreicht, um die Verbindung zwischen den zwei Spritzen jedes Mal vollständig mit Gas zu spülen, wodurch Luft in die Probenspritze gelangt. Stamme die Luft aus dem Gas auffangraum des Biogases, fänden im Reaktor aerobe und nicht anaerobe Abbauvorgänge statt. Bei aeroben Zersetzungsprozessen entsteht kein Methan, welches jedoch im Gasgemisch nachgewiesen wird. Folglich kann die Luft nicht aus dem Gas auffangbehälter stammen, sondern gelangt auf Grund der unzureichenden Spülung in die Probenspritze.

Bei einer funktionierenden quantitativen Messung müsste das Verhältnis der Peakflächen bei $A(\text{CO}_2):A(\text{CH}_4)= 1:1$ liegen, da dieses Verhältnis vorgelegt wurde. Die deutlichen Abweichungen von diesem Verhältnis zeigen, dass sich der Kappenberg Gaschromatograph nicht für die quantitative Bestimmung eignet.