

Lehrerinformation

Arbeitsblatt 13: Entstehung von Holzgas

ARBEITSBLATT 13 Entstehung von Holzgas

Holz kann man einfach verbrennen und so Wärme erzeugen. Die Energie, die im Holz steckt, lässt sich aber auch anders umwandeln – in Form von Holzgas. Mit diesem Gas wurden in der Vergangenheit Autos angetrieben, heute wird damit Strom und Wärme erzeugt. Holzgas besteht vorwiegend aus einem Gemisch von Kohlenstoffdioxid (CO₂), Kohlenstoffmonoxid (CO), Wasserstoff (H₂) und Methan (CH₄).

Versuchsaufbau 1 (einfach):
Holzgas im Fingerhutbrenner

Versuchsaufbau 2 (anspruchsvoll):
Holzgas im Reagenzglas, mit Bunsenbrenner

Material:
Streichhölzer, Fingerhut aus Metall oder den Alufoliebehälter eines Teelichts, Alufolie, Blumendraht, Zange, Nadel, Teelicht.

So geht's:
1. Brich 2 bis 3 Streichhölzer ohne Köpfe in kleine Stücke und fülle diese in einen Fingerhut. Mit der Alufolie und dem Blumendraht verpackst du den Fingerhut luftdicht.
2. Halte nun den Fingerhut vorsichtig für 1 bis 2 Minuten über die Flamme des Teelichts.
3. Dann nimmst du den Fingerhut von der Flamme, stellst den Behälter feinsichtig hoch – nicht aufstellen! ab und nimmst mit der Nadel vorsichtig ein kleines Loch in die Alufolie. Was kannst du jetzt beobachten?

Material:
Bunsenbrenner, großes Reagenzglas mit Holzspäne, großes Reagenzglas als Kühlfalle, Glasrohr als Verbindungsglied, Gasableitungsrohr mit Stopfen, Kupferspirale gegen Flammen-Rückschlag, Stativ.

Holz besteht im Wesentlichen aus Cellulose und Lignin. Beide Stoffe zersetzen sich bei der thermochemischen Umwandlung unter Luftabschluss.
Die Apparatur besteht aus zwei hitzeisolierten Reagenzgläsern, Gummiringen und zwei Glasrohren. Die entstehenden Gase sollen die Apparatur im Gasablenkungsrohr verlassen. Da ein brennbares Gasgemisch erwartet wird, sollte das Glasrohr mit einer Rückflammeherung (Kupferspirale oder Eisenwolle) versehen sein. Für das Zünden der Gase reicht ein Feuerzeug oder Streichholz.

AUFGABE 1:
Führe die Versuche durch. Notiere deine Beobachtungen. Träufel mit einigen Tropfen Universalindikator den pH-Wert der Rückstandsflüssigkeit.

AUFGABE 2:
Beschreibe mit den nachfolgenden Begriffen die abgelaufene Reaktion:
Holzkohle/Holzteer, Cellulose/Lignin, Holzgas, Kohlenstoff (Pyrolyse)

AUFGABE:
Wärmestrom ist die Strom- und Wärmeerzeugung mit Holzgas. Mindestens dreifach Erhöhen des Zusammenhangs!

Didaktische Hinweise: Für die Pyrolyse kann auch die thermische Zersetzung von Natriumacetat (Natriumacetat) verwendet werden. Die Pyrolyse von Holzgas kann auch mit einem Reagenzglas durchgeführt werden.
© 2019 Zeitbild Wissen, „NACHHALTIGKEIT“ 13

Versuchsaufbau 1 - Aufgabe 1:
Holzgas verbrennt wie alle Energieträger aus Biomasse CO₂-neutral, weil nur das CO₂ frei wird, das die Pflanzen zuvor im Wachstum gebunden haben. Hinzu rechnen muss man allerdings den Energieaufwand für Anbau, Ernte und Aufbereitung. Trotzdem spart man mit der Biomasseverbrennung viel CO₂ gegenüber der Verbrennung fossiler Brennstoffe ein und trägt so zum Klimaschutz bei.

Hinweis zum Versuch: Aus dem Loch in der Alufolie strömt heller Rauch, der, einmal entzündet, mit einem kleinen Flämmchen brennt. Ist das Holzgas verbrannt, den Fingerhut kurz abkühlen lassen und dann öffnen. Es hat sich Holzkohle gebildet.

Versuchsaufbau 2 - Aufgabe 1:
Die Sägespäne verändern ihre Farbe über braun nach schwarz. Es bildet sich ein weißlich gelber Qualm, der mit leuchtender Flamme verbrennt, wenn er entzündet wird. Zurück bleiben in der Kühlfalle eine gelbliche, übel riechende Flüssigkeit und im Reagenzglas schwarze Holzkohle-Krümel. Die Flüssigkeit erweist sich nach Zugabe einiger Tropfen Universalindikator als saure Lösung.

Versuchsaufbau 2 - Aufgabe 2:
Vor der Durchführung des Versuchs muss im Unterricht die Struktur von Lignin bzw. Cellulose als Bestandteil des Holzes besprochen werden.

Die Cellulose und das Lignin des Holzes lassen sich unter Luftausschluss durch Zufuhr von Wärmeenergie in gasförmige, brennbare Bestandteile (=Holzgas), flüssige Stoffe (=Pyrolyseöl, auch Holzgeist genannt, bestehend aus Wasser, Methanol und Essigsäure) und Holzkohle/Holzteer zersetzen.

Holzteer:
Bei Holzteer handelt es sich um das zähflüssige, nicht wasserlösliche Gemisch organischer Substanzen, das, neben Holzkohle, Holzgas, Holzessig und Wasser bei der Vergasung von Holz entsteht. Holzteer wurde lange Zeit im Schiffbau zur Konservierung von Holz und Tauwerk verwendet.

Lehrerinformation

Arbeitsblatt 9: Versuch mit Biomasse

ARBEITSBLATT 9 **Versuche mit Biomasse - Baue dir eine eigene Biogas-Anlage!**

Was du brauchst:
200 g klein geschnittene Küchenabfälle - zum Beispiel Kartoffelschalen, Gemüscrümpfe, Salatblätter, Laub aus dem Garten/Park - oder Biomasse.

1/4 Brühwürfel, 1 Teelöffel Zucker, etwas warmes Wasser, etwa 5 Esslöffel Erde oder Kompost, eine Plastikflasche, ein Luftballon, ein Trichter.

So geht's:

1. Füll die Küchenabfälle, den zerklüfteten Brühwürfel und die Erde in die Flasche und mische das Ganze gut durch.
2. Fülle so viel warmes Wasser nach, bis die Flasche zur Hälfte gefüllt ist. Darauf kommt noch der Zucker.
3. Zieh zum Schluss den Luftballon über den Flaschenhals, sodass die Öffnung luftdicht abgeschlossen ist.

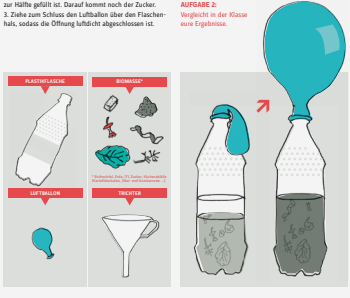
4. Stelle die Flasche an einen warmen, dunklen Platz und warte drei Tage lang ab. Dann mische sich der Ballon aufgebliht haben. Wenn nicht, wartest du noch einmal zwei bis drei Tage.

AUFGABE 1:
In 2 bis 3 Schülerebenen oder Schüler bilden eine Gruppe und führe den Versuch durch. Notiert, wie ihr den Versuch durchgeführt habt und was ihr dabei beobachten kommt.

AUFGABE 2:
Beschreibt in einem kleinen Bericht, was genau in der Flasche passiert ist und wieso dabei Biogas entstanden ist.

AUFGABE 3:
Berichtet in einem kleinen Bericht, was genau in der Flasche passiert ist und wieso dabei Biogas entstanden ist.

AUFGABE 4:
Vergleiche in der Klasse eure Ergebnisse.



Der Versuch zeigt anschaulich die Erzeugung von Biogas aus Abfällen mittels der Umwandlung der Biomasse durch Mikroorganismen. Es entsteht dabei hauptsächlich Methan sowie Kohlenstoffdioxid und etwas Wasser, Schwefelwasserstoff und Stickstoff sowie in sehr geringem Maße Spurengase.

Hinweis: Flasche nicht im Klassenraum öffnen - es stinkt! Den Inhalt der Mini-Biogas-Anlage am besten auf dem Komposthaufen entsorgen, die Flasche kommt in den Restmüll.

Die vier Stufen der Biogas-erzeugung (vereinfachte Darstellung)

Ausgangsprodukt: Biomasse in Form von Proteinen, Fetten, Kohlenhydraten

Stufe 1: Abbau der organischen Substanz zu Aminosäuren, einfachen Zuckern, Fettsäuren

Stufe 2: Abbau der Aminosäuren, Zucker, Fettsäuren zu niedermolekularen organischen Säuren und Alkoholen, Kohlenstoffdioxid und Wasserstoff

Stufe 3: Bildung von Essigsäure, Kohlenstoffdioxid, Wasserstoff

Stufe 4: Bildung von Methan, Kohlenstoffdioxid, Wasser, Schwefelwasserstoff, Stickstoff = Biogas ist entstanden

Der Abbau geschieht auf allen Umwandlungsstufen durch verschiedene Bakterien. Die Methanbakterien in Stufe 4 sind streng anaerob, d. h., sie arbeiten nur unter Sauerstoffabschluss. Den in der Biomasse vorhandenen Sauerstoff haben die anderen Bakterien in den vorherigen Stufen verbraucht.