

Unterrichtseinheit: Biokraftstoffe

Die Herstellung von Biokraftstoffen

Der in Deutschland am längsten bekannte Biokraftstoff ist der Biodiesel (B7). Schon in den 1990er Jahren wurden erste Anlagen zur Herstellung dieses alternativen Kraftstoffes gebaut. Er wird in Deutschland fast ausschließlich aus Rapsöl gewonnen, das einen Ölgehalt von circa 40 % besitzt. Aber auch die Wiederverwendung von bereits gebrauchten Speiseölen ist möglich.

Für die Herstellung wird das Öl zunächst in einer Ölmühle aus den Rapskörnern extrahiert. Das so entstandene Rapsöl besitzt eine hohe Viskosität. Das heißt, es ist sehr zähflüssig. Deshalb lässt man es mit dem Alkohol Methanol zu einem Fettsäuremethylester reagieren. Diesen Vorgang, bei dem Rapsölmethylester und Glycerin entstehen, nennt man auch Umesterung. Der so entstandene Roh-Biodiesel muss dann noch in einzelnen Schritten gereinigt werden. Dabei wird das überschüssige Methanol entfernt.

Ein Nachteil dieser Synthese ist, dass hier relativ hohe Mengen an Methanol verwendet werden, denn für jedes Pflanzenölmolekül sind drei Moleküle Methanol notwendig. Methanol wird aktuell aus Methan aus fossilen Erdgasquellen gewonnen. Es wird jedoch bereits an alternativen Methoden geforscht, diesen einwertigen Alkohol herzustellen. Außerdem kann das abgeschiedene Methanol nach einem Reinigungsschritt erneut verwendet werden.

Neben Biodiesel wird seit vielen Jahren auch Bioethanol hergestellt, das dem Benzin bis zu einem Anteil von 10 % beigemischt wird (Super E5 oder Super E10). Es entsteht bei der Gärung zucker- und stärkehaltiger Pflanzen wie Zuckerrohr, Kartoffeln und verschiedenen Getreidearten. Die Stärke wird vor der Gärung in Zucker umgewandelt. Hierfür wird ein Enzym benötigt, das die Stärke spaltet. Im Anschluss wird der entstandene Alkohol durch Destillation konzentriert. Das Gemisch besteht dann immer noch aus Bioethanol und Wasser, sodass das überschüssige Wasser der Mischung in sogenannten Aufbereitungsschritten entzogen werden muss. Daraufhin ist das Bioethanol hochwertig und kann als Kraftstoff verwendet werden.

Biomethan wird durch Vergärung von Gülle und Mist oder organischen Abfällen gewonnen. Dabei werden die Bioabfälle durch Mikroorganismen unter Ausschluss von Sauerstoff abgebaut. Es entsteht ein Biogas, das sich hauptsächlich aus Kohlenstoffdioxid (CO_2) und Methan (CH_4) zusammensetzt. Zurück bleibt ein Gemisch aus nicht abbaubaren organischen Stoffen, Wasser und Sand – der sogenannte Gärrest. Auch hier ist ein Reinigungsschritt notwendig, um Biomethan als Kraftstoff nutzen zu können.

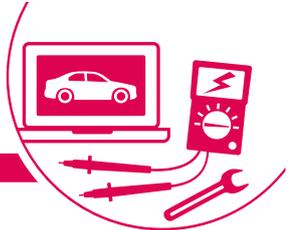
Autogas fällt als Nebenprodukt bei der Erdöl- und Erdgasförderung sowie in Raffinerien an.

Zurzeit werden verschiedene Ansätze zur Herstellung von Kraftstoffen aus fester Biomasse (Biomass-to-Liquid-beziehungsweise BtL-Kraftstoffe) erforscht. Ihre grundlegenden Herstellungsschritte sind jedoch bekannt. Zunächst müssen die festen Rohstoffe in ein Synthesegas umgewandelt werden. Mit Hilfe von Wärme, Druck und Sauerstoff (O_2) können sie in einen gasförmigen Zustand überführt werden. Das Synthesegas setzt sich aus Wasserstoff (H_2), Kohlenmonoxid (CO), Kohlendioxid (CO_2) und Schwefel- und Stickstoffverbindungen zusammen. Wie bei allen Herstellungsprozessen wird auch hier das Rohprodukt gereinigt, um beispielsweise enthaltene Schwefel- und Stickstoffverbindungen abzutrennen. Im Anschluss wird das Gasgemisch in flüssige Kohlenwasserstoffe umgewandelt. Hierfür kann man sich zwei bekannte Verfahren aus der chemischen Industrie zunutze machen: die Fischer-Tropsch-Synthese oder das Methanol-to-Gasoline®-Verfahren.



Schon gewusst?

Nicht in allen Dieselmotoren darf Biodiesel genutzt werden. Abhängig von dem Autohersteller können einige Gummiteile sowie Kunststoffteile innerhalb des Motors bei Verbrennung von Biodiesel in hoher Konzentration beschädigt werden.



Aufgabe 1 ☆

Wieso ist die Verwendung von Methanol zur Herstellung von Biodiesel grundsätzlich ein Nachteil?

Aufgabe 2 ☆ ☆

Notiere die allgemeine Reaktionsgleichung von Methanol mit Pflanzenöl.

Aufgabe 3 ☆ / ☆ ☆

Wird an der Tankstelle reiner Bioethanol als Alternative zu Benzin verkauft? Warum (nicht)? Begründe deine Antwort.

Aufgabe 4 ☆ ☆

Kann man das durch Vergärung gewonnene Biogas auch anderweitig nutzen?

Aufgabe 5 ☆

Nenne die Zusammensetzung des Synthesegases, das bei der Herstellung von Kraftstoffen aus fester Biomasse (*Biomass-to-Liquid*) entsteht.

Bildnachweis:

<https://pixabay.com/de/photos/tanken-zapfs%3%a4ule-tankstelle-diesel-1629074/>



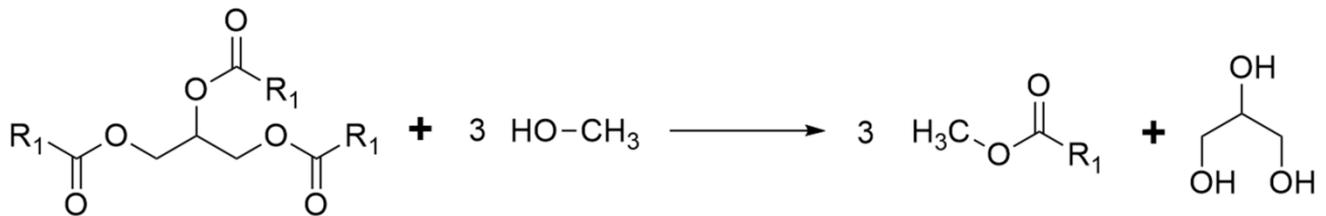
Lösungen

Aufgabe 1 ☆

Es werden relativ hohe Mengen an Methan benötigt (Verhältnis 1 zu 3). Zum jetzigen Zeitpunkt wird Methanol aus fossilen Erdgasquellen gewonnen.

Aufgabe 2 ☆ ☆

Fettsäureglycerinester + Methanol → Fettsäuremethylester + Glycerin



Aufgabe 3 ☆

Bioethanol kann dem Benzin-Kraftstoff nur in geringen Anteilen von bis zu 10 % beigemischt werden. Reiner Bioethanol kann nicht als Kraftstoff verwendet werden. Gummiteile oder Kunststoffteile im Motor des Fahrzeugs könnten bei einem herkömmlichen Fahrzeug beschädigt werden.

Aufgabe 4 ☆ ☆

Biogas hat viele weitere Anwendungsmöglichkeiten. Es kann nach der Reinigung in das Erdgasnetz eingespeist und für die Erzeugung von Strom oder Wärme genutzt werden.

Aufgabe 5 ☆

Das Synthesegas setzt sich aus Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid und Schwefel- und Stickstoffverbindungen zusammen.