

Photoreformierung

Wasserstoff aus Ethanol - *Erwartungshorizont*

Auswertung

A 1.1 Abb. 2 & 3 zeigen zwei Gaschromatogramme. Es wurden sowohl reines Wasserstoffgas (Vergleichsprobe) als auch eine nach der Bestrahlung entnommene Gasprobe untersucht. Berechnen Sie mithilfe der angegebenen Werte, welcher Anteil an Wasserstoff in der Gasprobe vorliegt.

Der Flächenanteil beträgt 92,3 %. Damit liegt ein Anteil an Wasserstoff in der Probe von 92,3 % vor.

A 1.3 Lesen Sie zunächst die Info „Photoreformierung“. Ergänzen Sie dann in Abb. 7 die fünf freien Felder mit den entsprechenden Formeln für die Photoreformierung von Ethanol. Benennen Sie zudem, bei welchen Reaktionen es sich um eine Oxidation oder eine Reduktion handelt.

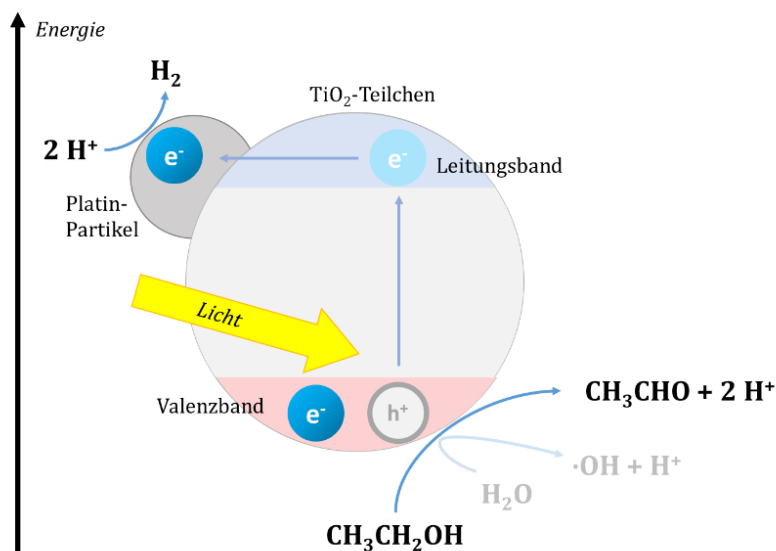


Abbildung 7: Photoreformierung von Ethanol

Oxidation:

Ethanol wird zu Ethanal oxidiert

Wasser wird oxidiert

Reduktion:

Protonen werden zu Wasserstoff-Molekülen reduziert

Wasserstoff – ein CO₂-neutraler Energieträger?

A 2.1 Vergleichen Sie tabellarisch die „Farben“ des Wasserstoffs, indem Sie den CO₂-Ausstoß, die eingesetzten Ausgangsstoffe, Herstellungsweg und Einsatz in der Industrie gegenüberstellen.

| | „Farben des Wasserstoffs“ <small>Auswahl der vier am häufigsten genannten Farbvarianten im Vergleich</small> | | | |
|--|---|--|---|--|
| | grün | grau | blau | türkis |
| Herstellungsweg | Elektrolyse mit Strom aus erneuerbaren Energien | Dampfreformierung Kohlevergasung | Dampfreformierung mit einem Kohlenstoffdioxid-Abscheidungs- und Speicherverfahren (CCS) | Methanpyrolyse |
| Kohlenstoffdioxid-Emissionen (pro t Wasserstoff) | keine | hoch <small>Dampfreformierung 10,8 t Kohlevergasung 25,6 t</small> | keine <small>Voraussetzung: Strom für die Prozesse aus erneuerbaren Energien, dauerhafte Lagerung des Kohlenstoffdioxids</small> | keine <small>Voraussetzung: Strom für die Prozesse aus erneuerbaren Energien, dauerhafte Lagerung des festen Kohlenstoffs</small> |
| Ausgangsstoff(e) | Wasser | fossile Energieträger <small>(Kohle, Erdöl, Erdgas)</small> | fossile Energieträger <small>(Kohle, Erdöl, Erdgas/Biogas)</small> | fossile Energieträger <small>(Erdgas)</small> |
| Produkte | Wasserstoff Sauerstoff | Wasserstoff Kohlenstoffdioxid | Wasserstoff Kohlenstoffdioxid | Wasserstoff Kohlenstoff |
| Einsatz in der Industrie | selten angewandt <small>ca. 2 %¹ der Wasserstoffproduktion in Europa</small> | häufig angewandt <small>ca. 40 %¹ der Wasserstoffproduktion in Deutschland</small> | selten angewandt | selten angewandt |

A 2.2 Begründen Sie, welcher Farbe Sie die Wasserstoffherstellung durch Photoreformierung zuordnen würden.

Die Herstellung von Wasserstoff mittels Photoreformierung ließe sich dem *grünen Wasserstoff* zuordnen. Allerdings müssen hierfür als *Voraussetzung* gelten, dass entweder Sonnenlicht direkt genutzt wird oder genutzte Lichtquellen mit Strom aus erneuerbaren Energien betrieben werden. Zudem muss auch auf die eingesetzten Substrate geblickt werden, aus welchen Quellen diese gewonnen werden.

Wasserstoff – Energieträger der Zukunft?

A 3.1 Diagramme 1 & 2 zeigen die Treibhausgasemissionen von Fahrzeugen mit Elektroantrieb und wasserstoffbasierten Brennstoffzellen in Bezug auf Energieform sowie die Herstellung der Batterien bzw. Brennstoffzellen. Vergleichen Sie die Diagramme 1 & 2 und notieren Sie stichpunktartig die drei Ihrer Meinung nach wichtigsten Unterschiede bei den Treibhausgasemissionen beider Antriebsformen, die für die nächsten beiden Jahrzehnte angenommen werden.

Unterschiede bei den Treibhausgasemissionen zwischen Brennstoffzellenfahrzeugen und Elektroautos in den kommenden Jahrzehnten (Beispiele):

- Aktuelle besitzen E-Autos und Brennstoffzellenfahrzeuge ähnliche THG-Emissionen, wenn H₂ aus Erdgas gewonnen wird bzw. ein Strommix für die E-Autos genutzt wird.
- Leicht niedrigere THG-Emissionen liegen bei Brennstoffzellenfahrzeugen vor, wenn Strom aus erneuerbaren Energien für die H₂-Produktion genutzt werden. Die leicht höheren THG-Emissionen liegen beim E-Auto an der Herstellung und Entsorgung.
- Unterschiede für das Jahrzehnt 2030-2040 deutlich geringer zwischen E-Autos und Brennstoffzellenfahrzeugen
- Herstellungs- und entsorgungsbedingte Emissionen gleichen sich an.
- E-Autos bei Einsatz von Strommix mit deutlich geringeren THG-Emissionen als Brennstoffzellenfahrzeugen, die mit H₂ aus Erdgas betrieben werden

A 3.2 Beziehen Sie Stellung zu der Aussage, dass wasserstoffbasierte Antriebe (bspw. in Brennstoffzellenautos) gegenüber Elektroantrieben in Zukunft grundsätzlich bevorzugt werden sollten. Nutzen Sie hierfür Ihre Ergebnisse aus [Aufgabe 3.1](#), den Infos „[Wirkungsgrade im Vergleich](#)“ und „[Wasserstoff im Nah- und Fernverkehr](#)“ sowie die Informationen, die Sie aus dem [Video](#) erhalten.

Individuelle Aufgabenstellung

Bestimmte Aspekte sollten jedoch berücksichtigt werden:

- Bereitstellung der Energieträger muss berücksichtigt werden
- Elektroantriebe sind prognostiziert mit geringeren THG-Emissionen verbunden als Brennstoffzellenfahrzeuge
- Wirkungsgrade bei PKW mit Elektroantrieben höher als bei Brennstoffzellenfahrzeugen (aber: Brennstoffzellenfahrzeuge im Vorteil gegenüber klassischen Verbrennern)
- Elektroantriebe mit Vorteilen im Nah- und Individualverkehr
- Brennstoffzellenfahrzeuge mit Vorteilen im Fernverkehr und Gütertransport
- Insgesamt kann nicht auf eine Antriebsform alleine gesetzt werden, eine ausgewogene Mischung ist entscheidend

A 3.3 Vergleichen Sie mithilfe der Materialien auf den folgenden Seiten die Kosten für die Anschaffung und den Unterhalt bei klassischen Verbrennern, Elektroautos und Brennstoffzellenfahrzeugen. Beziehen Sie Stellung dazu, inwieweit die Energiewende im Individualverkehr für verschiedene Bevölkerungsschichten umsetzbar ist. Geben Sie Vorschläge, welche Maßnahmen ergriffen werden können, um die Sorgen der Menschen zu berücksichtigen.

Individuelle Aufgabenstellung

Bestimmte Aspekte sollten jedoch berücksichtigt werden:

- Autobesitz von sozioökonomischen Status abhängig
- Kosten bei E-Autos höher als bei klassischen Verbrennern
- Brennstoffzellenfahrzeuge mit den höchsten Kosten
- Unterhalt mit höheren Kosten verbunden bei Verbrennern und Brennstoffzellenfahrzeugen
- Verkehrswende/Mobilitätskosten mit Sorgen vor allem für Bevölkerungsschichten verbunden, die der Einkommensschwächeren Hälfte angehören
- Vorschläge: *individuell*

Zusatz Diskutieren Sie auf Basis der von Ihnen bearbeiteten Aufgaben und erarbeiteten Informationen, inwieweit Wasserstoff als Energieträger der Zukunft angesehen werden kann und welche Bedingungen erfüllt sein müssen, damit Wasserstoff in Verkehr und Industrie aus einer ökologischen, wirtschaftlichen und sozialen Perspektive nachhaltig eingesetzt werden kann.

Individuelle Aufgabenstellung

Bestimmte Aspekte sollten jedoch berücksichtigt werden:

- Herstellungswege des Wasserstoffs müssen berücksichtigt werden
- Bedeutung unterschiedlicher Herstellungswege für die Umwelt und Industrie
- soziale Aspekte berücksichtigen
- Umgestaltung des Verkehrssektors