

Kopernikus-Projekt P2X: Wasserstoff als Forschungsprojekt [2]

- 1 Eine wichtige Alternative zur Nutzung fossiler Energie ist Wasserstoff. Wasserstoff kann mit Elektrolyse aus Wasser hergestellt werden. Wenn bei der Elektrolyse ausschließlich Strom aus erneuerbaren Quellen zum Einsatz kommt, wird das eigentlich farblose Gas als „grüner Wasserstoff“ bezeichnet, denn die Produktion erfolgt CO₂-frei. Bei der Forschung im Zusammenhang mit Wasserstoff geht es u. a. um folgende Schwerpunkte:
- Möglichst energie- und ressourceneffiziente Wasserstoffproduktion
 - Effiziente Speicherung von Wasserstoff
 - Möglichst gefahrloser und zugleich kostengünstiger Transport von Wasserstoff
 - Umwandlung des Wasserstoffs in andere Rohstoffe als Grundlage für die chemische Industrie
 - Entwicklung von Tankstellen für wasserstoffbetriebene Kraftfahrzeuge
 - Nutzung von Wasserstoff als effizienter Brennstoff

- 2 Bei der Elektrolyse von Wasser handelt es sich um eine Zerlegung von Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff durch elektrischen Strom. Die Zerlegung erfolgt durch eine Redoxreaktion. Die Oxidation, also die Abgabe von Elektronen, findet an der mit dem Pluspol verbundenen Elektrode (Anode) statt. Die Elektronenaufnahme, also die Reduktion, findet an der mit dem Minuspol verbundenen Elektrode (Kathode) statt.

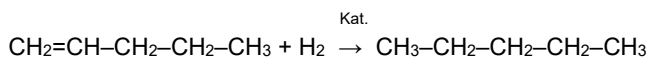
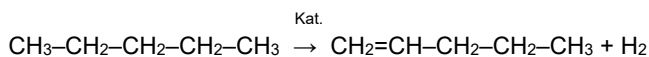
In der sauren Elektrolysezelle wird das Wasser an der Anode in Sauerstoff (O₂) und Wasserstoff-Ionen (H⁺) gespalten, wobei Elektronen abgegeben werden. An der Kathode erfolgt die Umwandlung der Wasserstoff-Ionen (H⁺) unter Elektronenaufnahme zu Wasserstoff (H₂).

In der Gesamtbilanz werden aus zwei Molekülen Wasser jeweils zwei Moleküle Wasserstoff und ein Molekül Sauerstoff gewonnen.

- 3 Vorteile von Wasserstoff (lt. Material):
- Wenn bei der Elektrolyse ausschließlich Strom aus erneuerbaren Quellen zum Einsatz kommt, erfolgt die Produktion CO₂-frei.
 - Wasserstoff verbrennt vollständig zu Wasser. Es wird kein klimawirksames CO₂ freigesetzt.
 - Wasserstoff und CO₂ können in Grundchemikalien wie Polymerbausteine umgewandelt werden, die die Chemieindustrie dringend benötigt, beispielsweise in der Anfertigung von Kunststoffen, wie Matratzen, Schaumstoff und Schuhsohlen. Somit kann Erdöl ersetzt werden.
 - Weil Wasserstoff bei hoher Temperatur verbrennt, untersuchen die Partner von P2X zudem, wie man Öfen der Industrie günstig mit Wasserstoff beheizen kann.
 - Wasserstoff lässt sich vorübergehend an flüssige organische Wasserstoffträger (LOHC) binden, um ihn leichter und sicher transportieren zu können.

Nachteile von Wasserstoff (lt. Material):

- Man benötigt derzeit noch größere Mengen des seltenen und teuren Metalls Iridium zur Elektrolyse von Wasser. Das Edelmetall ist äußerst selten und die Vorräte sind begrenzt.
 - Wasserstoff wird erst unter hohem Druck oder bei sehr niedrigen Temperaturen flüssig und lässt sich nur so gut transportieren. Das ist kompliziert und teuer.
 - Für den Transport wird eine organische Trägerflüssigkeit benötigt.
- 4a Ein flüssiger organischer Wasserstoffträger, LOHC, ist eine flüssige, organische, ungesättigte Verbindung, die Wasserstoff durch chemische Reaktion binden und wieder abgeben kann. Hierfür könnten beispielsweise Alkene infrage kommen. Da es sich um eine bei Raumtemperatur flüssige Verbindung handeln soll, könnten dafür die n-Alkene ab Pent-1-en verwendet werden.
- Die Hydrierung einer ungesättigten organischen Verbindung ist eine exotherme Reaktion und wird unter erhöhtem Druck und bei erhöhter Temperatur in Gegenwart eines Katalysators durchgeführt. Im Falle der Hydrierung von Pent-1-en wird Pentan gebildet. Um den gebundenen Wasserstoff wieder verfügbar zu machen, muss Pentan dehydriert werden, wobei der Wasserstoff freigesetzt wird. Diese Reaktion ist endotherm und verläuft in Gegenwart eines Katalysators.

Hydrierung von Pent-1-en:**Dehydrierung von Pentan:****Hinweis:**

Für das LOHC-Verfahren werden in der Technik nicht Alkene, sondern meist Aromaten wie Toluol (hydriert zu Methylcyclohexan) oder N-Ethylcarbazol (hydriert zu Dodecahydro-N-Ethylcarbazol) verwendet. Prinzipiell kann jedoch jede ungesättigte Verbindung bei Hydrierung Wasserstoff aufnehmen. Die Schülerinnen und Schüler können dies mit ihrem Kenntnisstand über Alkene entsprechend erläutern.

b Offene Aufgabenstellung, mögliches Schema: