

The background image shows a complex industrial facility, likely a hydrogen production plant. It features a large cylindrical tank in the foreground with 'O2' and 'H2' markings. The tank is surrounded by a dense network of pipes, valves, and structural supports. The entire scene is overlaid with a semi-transparent teal color. The text is centered over the image.

Energie-macht-Schule

Lehrerhandreichung Wasserstoff

Herstellungsverfahren

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Einführung

- | | | | |
|---|--|----|--|
| 1 | Geschichte | 8 | Industrie, Verkehr, Energieerzeugung –
vielfältige Einsatzmöglichkeiten |
| 2 | Wasserstoffvorkommen | 9 | Sektorkopplung bringt große Vorteile |
| 3 | Physikalische Eigenschaften | 10 | Politische Rahmenbedingungen
in Deutschland |
| 4 | Chemische Eigenschaften | 11 | Europäische Zusammenarbeit |
| 5 | Wasserstoffherstellung für eine
Wasserstoffwirtschaft | 12 | Forschungsperspektiven |
| 6 | Herstellungsverfahren | | |
| 7 | Die Wasserstoff-Elektrolyse | | |

Zusammenfassung

Literatur

Querverweise



Von hier können
Sie in jedes
Kapitel springen

Ihre Notizen für den Unterricht

Herstellungsverfahren (Reformierungsverfahren)

Der größte Teil des heute produzierten Wasserstoffs entsteht als Neben- oder Kuppelprodukt in Prozessen der Chemieindustrie und wird auch von dieser in anderen Prozessen wieder verbraucht. Vor allem in der Petrochemie. Im industriellen Maßstab wird Wasserstoff heute hauptsächlich durch Reformierung aus Erdgas erzeugt. Bei der Erdgasreformierung wird zunächst ein Synthesegas (Wasserstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid, Wasserdampf und Restkohlenwasserstoffe) produziert. Kohlenmonoxid kann über eine Konvertierungsreaktion mit Wasser weiter zu Wasserstoff und Kohlendioxid umgewandelt werden. Wasserstoff wird aus dem Gasgemisch durch Absorption, Adsorption oder mittels Membranen abgetrennt.

Elektrolyseverfahren

Wasserelektrolyse macht eine emissionsfreie Erzeugung von Wasserstoff möglich, wenn der zur Elektrolyse benötigte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt. Bei der Elektrolyse wird Wasser (H_2O) in einem ersten Schritt z.B.

mit Salz ($NaCl$) angereichert, um den Ionentransport zu verbessern. Unter Einsatz von Strom wird das Wasser dann in seine Bestandteile Wasserstoff (H_2) und Sauerstoff (O_2) zerlegt. Dabei wandern die Ionen des Wasserstoffs zum negativ geladenen und die des Sauerstoffes zum positiv geladenen Pol. Die eingesetzte elektrische Energie wird in chemische umgewandelt und im Wasserstoff gespeichert.

Umgekehrt funktioniert die Brennstoffzelle. Sie wandelt die in Wasserstoff gespeicherte chemische Energie wieder in elektrische Energie um – emissionsfrei.

Pyrolyse

Sie bezeichnet thermo-chemische Umwandlungsprozesse, in denen organische Verbindungen bei hohen Temperaturen und in Abwesenheit von Sauerstoff gespalten werden. Durch die hohen Temperaturen werden die Bindungen innerhalb der Moleküle gespalten und durch den Sauerstoffausschluss wird eine Verbrennung verhindert.

Querverweise

Hier geht es zum interaktiven Lernbaustein „Wasserstoffherstellung“

Ihre Notizen für den Unterricht

Pyrolyse kommt in vielen technischen Verfahren zum Einsatz.

Durch Pyrolyse gewonnener Holzteer und Pech sind die ältesten Kunststoffe der Menschheit. Bereits in der europäischen Mittelsteinzeit kannte man die Teer- und Pechgewinnung durch Pyrolyse. Dieses wurde besonders als Klebemittel und zum Abdichten eingesetzt. Zum Beispiel bei den Pfeilen des sogenannten Ötzi wurde Birkenpech zum Verkleben benutzt. Die Herstellung von Holzkohle mittels Pyrolyse ist ebenfalls seit mehreren Jahrhunderten bekannt.

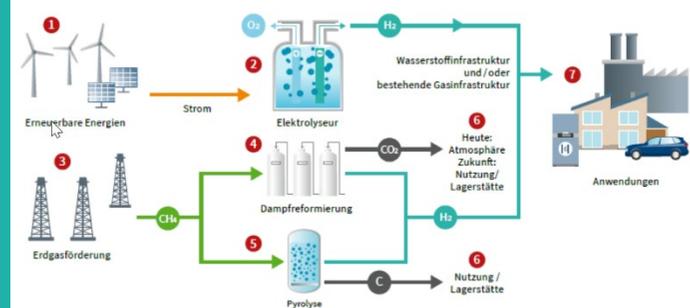
Aktuell wird die Methanpyrolyse weiter erforscht. Sie wandelt Methan in Wasserstoff und festen Kohlenstoff um. Das Verfahren belastet die Umwelt im Gegensatz zur herkömmlichen Dampfreformierung nicht mit CO₂. Bisher hat die Methanpyrolyse allerdings nur im Labor Anwendung gefunden.

Transport

Wird Wasserstoff nicht am Ort seiner Nutzung produziert, muss er transportiert werden. In Abhängigkeit der vorhandenen Infrastruktur und der zu transportierenden Mengen wird Wasserstoff entweder in Gasleitungen (Pipelines) oder per Tankwagen transportiert. Die Verwendung von Pipelines eignet sich besonders zur Versorgung großer Verbraucher mit gasförmigem Wasserstoff, für die sich der wirtschaftliche Aufwand einer Pipeline lohnt. Der Transport per Tankwagen erfolgt für kleinere Mengen Druckwasserstoff (200 bar) oder für Flüssigwasserstoff (LH₂) bei -253 °C. In einem LH₂-Trailer können ca. 3500 kg Wasserstoff transportiert werden.

Querverweise

Wie wird Wasserstoff erzeugt?



- 1 Für die Produktion von Wasserstoff existieren mehrere Verfahren. Grüner Wasserstoff entsteht durch die Elektrolyse von Wasser unter Verwendung von Strom aus erneuerbaren Quellen: Wind oder Photovoltaik.
- 2 Im Elektrolyseur wird Wasser (H₂O) durch Anlegen einer elektrischen Spannung in seine Bestandteile Wasserstoff (H₂) und Sauerstoff (O) aufgespalten. Dabei bilden die Protonen an der Kathode (Minuspol) Wasserstoffmoleküle, die aufsteigen und aufgefangen werden.
- 3 Sogenannter blauer Wasserstoff wird aus Erdgas (CH₄) gewonnen. Hierfür kommen mehrere Verfahren infrage, zum Beispiel die Pyrolyse oder die Dampfreformierung.
- 4 Bei der Dampfreformierung wird mithilfe von Wasserdampf der im Erdgas enthaltene Wasserstoff vom Kohlen-

- stoff getrennt und so reiner Wasserstoff gewonnen. Das bei der Dampfreformierung anfallende Kohlenstoffmonoxid wird zu Kohlenstoffdioxid (CO₂) überführt.
- 5 Bei der Methanpyrolyse wird Erdgas in einem Hochtemperaturreaktor in seine Bestandteile Kohlenstoff (C) und Wasserstoff (H₂) zerlegt.
- 6 Kohlenstoffdioxid (CO₂) bzw. der Kohlenstoff können in tief liegenden geologischen Strukturen eingelagert oder zum Beispiel in industriellen Prozessen genutzt werden. Dadurch wird eine Freisetzung in der Atmosphäre vermieden.
- 7 Der Wasserstoff kann direkt oder über die vorhandene Gasinfrastruktur zu den Anwendern transportiert und dort verbraucht werden, zum Beispiel in Brennstoffzellen-Heizungen, in Fahrzeugen oder in der Industrie.

©BDEW

zurück zum Anfang

Ihre Notizen für den Unterricht