

Quelle: Wikipedia

Wasserstoffherstellung

[Keine Energie ohne Gegenleistung]

[Wasserstoff als Energieträger]

Mit Wasserstoffherstellung wird die Bereitstellung von molekularem **Wasserstoff** (H₂) bezeichnet. Als Rohstoffe können **Wasser** (H₂O), **Erdgas**, das vor allem aus **Methan** (CH₄) besteht, andere **Kohlenwasserstoffe**, Kohle, **Biomasse** sowie andere wasserstoffhaltige Verbindungen eingesetzt werden. **Als Energiequelle dient chemische Energie oder von außen zugeführte elektrische, thermische oder solare Energie.**

Kohlevergasung

Im Verfahren wurde Kohle rotglühend durch Einblasen von Luft aufgeheizt und dann anschließend mit Wasserdampf beschickt:

allgemeine Gleichung: $131,38 \text{ kJ} + \text{C} + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) = \text{H}_2 + \text{CO}$

- Der Prozess wird im Wechsel Heißblasen und Kaltblasen betrieben. Bei möglichst niedrigen Temperaturen oberhalb von 200 °C erneut mit Wasserdampf zur Reaktion gebracht:

allgemeine Gleichung: $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2 + 41,19 \text{ kJ}$

Dampfreformierung

Im ersten Schritt werden langkettige Kohlenwasserstoffe in einem Pre-Reformer unter Zugabe von Wasserdampf bei einer Temperatur von etwa 450 bis 500 °C und einem Druck von etwa 25 bis 30 bar zu Methan, Wasserstoff, Kohlenstoffmonoxid sowie Kohlenstoffdioxid aufgespalten.

Im zweiten Schritt wird im Reformer das Methan bei einer Temperatur von 800 bis 900 °C und einem Druck von etwa 25 bis 30 bar an einem Nickelkatalysator mit Wasser zu Kohlenstoffmonoxid und Wasserstoff umgesetzt.

allgemeine Gleichung: $\text{C}_n\text{H}_m + n \text{H}_2\text{O} \rightarrow (n + m/2) \text{H}_2 + n \text{CO}$

Beispiel Methan: $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 3 \text{H}_2 + \text{CO}$;
 $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + \text{CO}_2$

Das durch unvollständige Umsetzung erzeugte Zwischenprodukt **Kohlenstoffmonoxid** wird anschließend noch mit Hilfe der Wassergas-Shift-Reaktion an einem Eisen(III)-oxidkatalysator zu **Kohlenstoffdioxid** und Wasserstoff umgesetzt.

Partielle Oxidation

Bei der **partiellen Oxidation** wird der Rohstoff, wie Erdgas oder ein schwerer **Kohlenwasserstoff** (Heizöl), substöchiometrisch – also unter Sauerstoffmangel – in einem exothermen Prozess umgesetzt.

allgemeine Reaktionsgleichung: $\text{C}_n\text{H}_m + n/2 \text{O}_2 \rightarrow n \text{CO} + m/2 \text{H}_2$

Beispiel: typischer Bestandteil von Heizöl: $\text{C}_{12}\text{H}_{24} + 6 \text{O}_2 \rightarrow 12 \text{CO} + 12 \text{H}_2$

Kværner-Verfahren

Das von dem norwegischen Unternehmen Kværner entwickelte Verfahren trennt **Kohlenwasserstoffe** in einem **Plasmabrenner bei 1600 °C** vollständig in **Aktivkohle** (reinen Kohlenstoff) und Wasserstoff.

allgemeine Reaktionsgleichung: $C_nH_m + \text{Energie} \rightarrow n C + m/2 H_2$

Reaktionsgleichung für Methan: $CH_4 + \text{Energie} \rightarrow C + 2 H_2$

Eine 1992 in Kanada erbaute Pilotanlage erreichte einen Wirkungsgrad von nahezu 100 % – allerdings nur unter der Voraussetzung, dass die dabei entstehende Abwärme vollständig genutzt wird. Der Energiegehalt der Reaktionsprodukte dieses Verfahrens verteilt sich etwa 48 % auf Wasserstoff, etwa 40 % auf Aktivkohle und etwa 10 % auf Heißdampf.

Elektrolyse von Wasser

Wasserelektrolyse: Umwandlung von Wasser in Wasserstoff. Die Reaktion findet in einem mit leitfähigen Elektrolyten (**Salze**, **Säuren**, **Basen**) gefüllten Gefäß statt.

Kathode: $2 H_2O + 2 e^- \rightarrow H_2 + 2 OH^-$

Anode: $4 OH^- \rightarrow O_2 + 2 H_2O + 4e^-$

An der Anode werden im Prinzip Elektronen abgegeben, die von der Kathode wieder aufgenommen werden.^[3] In der Gesamtreaktion entsteht aus Wasser also molekularer Wasserstoff und molekularer Sauerstoff:

Gesamtreaktion: $2 H_2O \rightarrow 2 H_2 + O_2$

[Dabei wird Folgendes verschwiegen:]

Die Elektrolyse mit angesäuertem Wasser findet aber auch unter folgenden Umständen statt: Kommt Schwefelsäure (H_2SO_4) ins Wasser, so werden die Anziehungskräfte der chemischen Produkte um das 80-Fache verringert – die Substanz zerfällt in **Ionen: $2H^+$ und SO_4^-** . Beim Anschließen einer Gleichstromquelle geschieht an den Elektroden Folgendes:

an der **Kathode** wird $2H^+$ angezogen erhält seine Elektronen und H_2 entweicht ($2H^+ + 2e^- = H_2$);

an der **Anode** wird SO_4^- angezogen, gibt die Elektronen ab und

reagiert mit Wasser $SO_4 + H_2O = H_2SO_4 + O$

Ist die Wasserstoffherstellung denn so einfach und nachhaltig, wie angeboten?

Man erhält also zwei Teile Wasserstoff und ein Teil Sauerstoff, was den Eindruck erweckt, dass das Wasser (H_2O) in seine Teile zerlegt wurde (wobei auch Schwefelsäure entsteht). Destilliertes (chemisch reines Wasser) leitet keinen Strom. Damit elektrisch etwas geschieht, muss man eine chemische Verbindung ins Wasser mischen, so, dass immer neben Wasserstoff auch noch ein zweites chemisches Produkt entsteht.