

The background is a teal-tinted photograph of an industrial facility, likely a hydrogen production plant. It features a complex network of pipes, valves, and large cylindrical storage tanks. Overlaid on this background are the chemical symbols for oxygen ( $O_2$ ) and hydrogen ( $H_2$ ) in a large, semi-transparent font. The text is white and positioned in the upper left quadrant of the image.

Energie-macht-Schule

# Lehrerhandreichung Wasserstoff

## Chemische Eigenschaften

## Inhaltsverzeichnis

Vorwort

Einführung

1 Geschichte

2 Wasserstoffvorkommen

3 Physikalische Eigenschaften

4 Chemische Eigenschaften

5 Wasserstoffherstellung für eine  
Wasserstoffwirtschaft

6 Herstellungsverfahren

7 Die Wasserstoff-Elektrolyse

8 Industrie, Verkehr, Energieerzeugung –  
vielfältige Einsatzmöglichkeiten

9 Sektorkopplung bringt große Vorteile

10 Politische Rahmenbedingungen  
in Deutschland

11 Europäische Zusammenarbeit

12 Forschungsperspektiven

Zusammenfassung

Literatur

## Querverweise

Ihre Notizen für den Unterricht

Von hier können  
Sie in jedes  
Kapitel springen

### Molekularer Wasserstoff

Er besteht aus zwei Wasserstoffatomen, die eine chemische Verbindung miteinander eingegangen sind. Bei Zündung reagiert Wasserstoff mit Sauerstoff und Chlor heftig, ist sonst aber vergleichsweise beständig und wenig reaktiv. Bei hohen Temperaturen wird das Gas reaktionsfreudig und geht mit Metallen und Nichtmetallen gleichermaßen Verbindungen ein. Die aggressivste Reaktion bei niedrigen Temperaturen geht jedoch Wasserstoff mit Fluor ein. Wird Wasserstoffgas bei  $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$  auf gefrorenes Fluor geleitet, reagieren die beiden Stoffe sofort explosiv miteinander.

### Atomarer Wasserstoff

Um molekularen Wasserstoff in die Atome zu zerlegen, muss Energie von  $436,22\text{ kJ/mol}$  aufgewendet werden. Atomarer Wasserstoff reagiert sehr rasch (z. B. an Behälterwänden) und stark exotherm zu molekularem Wasserstoff.

Auch im Weltraum liegt bei niedrigen Temperaturen in der Regel molekularer Wasserstoff vor. In der Nähe

heißer Sterne wird molekularer Wasserstoff jedoch durch deren Strahlung aufgespalten, so dass dort die atomare Form überwiegt. Diese ist zwar sehr reaktiv und geht schnell neue Verbindungen ein, vor allem mit anderen Wasserstoffatomen, die jedoch von der Strahlung ebenfalls wieder gespalten werden.

Wasserstoff in den Sternen liegt nicht nur atomar vor, sondern auch als Plasma: Die Elektronen sind dann je nach Temperatur von den Protonen abgetrennt. Die Oberfläche der Sonne hat eine Temperatur von ungefähr  $6000\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Bei dieser Temperatur ist der größte Teil des Wasserstoffes noch molekular. In der Korona, der äußeren Gashölle der Sonne herrschen allerdings bis zu einer Million Grad Celsius. Daher sind im Sonnenlicht die Übergänge der Elektronen im atomaren Wasserstoff erkennbar. Chemische Verbindungen können sich bei so hohen Temperaturen kaum bilden und zerfallen sofort.

### Querverweise

Hier geht es  
zum interaktiven  
Lernbaustein  
„Eigenschaften des  
Wasserstoffs“



©shutterstock/AnusornNakdee

Ihre Notizen für den Unterricht

## Wasserstoffbrückenbindung

Eine wichtige Eigenschaft des Wasserstoffs ist die so genannte Wasserstoffbrückenbindung, eine anziehende elektrostatische Kraft zwischen zwei Molekülen. Ist Wasserstoff an ein stark elektronegatives Atom, wie zum Beispiel Fluor oder Sauerstoff, gebunden, so befindet sich sein Elektron eher in der Nähe des Bindungspartners. Es tritt also eine Ladungsverschiebung auf und das H-Atom wirkt nun positiv polarisiert. Der Bindungspartner wirkt entsprechend negativ. Kommen sich zwei solche Moleküle nahe genug, tritt eine anziehende elektrische Kraft zwischen dem positiven H-Atom des einen Moleküls und des negativen Teils des jeweiligen Partners auf. Das ist eine Wasserstoffbrückenbindung.

Da die Wasserstoffbrückenbindung schwächer ist als die Bindungskraft innerhalb eines Moleküls, verbinden sich die Moleküle nicht dauerhaft. Vielmehr bleibt die Wasserstoffbrücke nur Bruchteile einer Sekunde bestehen. Dann lösen sich die Moleküle voneinander, um erneut eine Wasserstoffbrückenbindung mit einem anderen Molekül einzugehen. Dieser Vorgang wiederholt sich ständig.

Die Wasserstoffbrückenbindung ist für viele Eigenschaften verschiedener Verbindungen verantwortlich, wie etwa bei DNA oder Wasser.

Querverweise

## Eigenschaften verschiedener Brenn- und Kraftstoffe

Einheiten	Erdgas	Wasserstoff	Benzin
Heizwert [kWh/kg]	13,12	33,33	11,60
Heizwert [kWh/m <sup>3</sup> ]	10,42	3,00	8.677,00
Brennwert [kWh/m <sup>3</sup> ]	11,42	3,54	10.173,00
Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	0,79	0,09	748,00
CO <sub>2</sub> -Emission [kg/kWh]	0,20	0,00*	0,26
Verbrennungsgeschwindigkeit [cm/s] in Luft	43,00	265,00	40,00

\* bei grünem Wasserstoff

© BDEW

zurück zum  
Anfang

Ihre Notizen für den Unterricht