

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

Energie-macht-Schule

Lehrerhandreichung Wasserstoff

Industrie, Verkehr und Energieerzeugung –
vielfältige Einsatzmöglichkeiten

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

Wasserstoff wird heute vor allem in der chemischen Industrie, zum Beispiel zur Herstellung von Stickstoffdünger, in Erdölraffinerien zur Raffinierung von Mineralöl oder bei der Herstellung von synthetischen Kraftstoffen verwendet. Künftig soll er aber noch in weiteren Bereichen eingesetzt werden: In der Industrie, im Bereich Mobilität, im Wärmemarkt und in der Stromerzeugung soll er einen wesentlichen Beitrag zur CO₂-Reduzierung leisten.

Bereits um die Wende ins 21. Jahrhundert wurden große Hoffnungen in den Energieträger Wasserstoff gesetzt. Diese beschränkten sich aber vor zwanzig Jahren vor allem auf den Mobilitätsbereich. Die Technik war letztendlich zu teuer, das Tankstellennetz nicht ausgebaut und auch konnten große Reichweiten, bedingt durch den für flüssigen Wasserstoff notwendigen speziellen Tank, nicht erreicht werden. Inzwischen setzten die großen Autobauer auf das Elektroauto als innovatives Fortbewegungsmittel für Kurz- bis Mittelstrecken.

Während Wasserstoff in der breiten Öffentlichkeit keine große Aufmerksamkeit mehr erhielt, wurde jedoch weitergeforscht, neue Technologien entwickelt und bestehende verbessert. Auch heute noch ist die Erzeugung von CO-freiem (grünem) Wasserstoff teuer, und die Produktionsumstellung auf wasserstoff-basierte Anlagen erfordert hohe Investitionen.

Es ist in den letzten Jahren aber auch immer deutlicher geworden, dass der große Vorteil von Wasserstoff in der Vielzahl seiner Einsatzmöglichkeiten liegt, er kann heute schon mit bis zu 10 Prozent in die deutschen Gasnetze eingespeist werden, ohne dass es eine Anpassung der Gasheizungen in den Haushalten bedarf. Er kann durch weitere Prozessierungen zu synthetischen Kraftstoffen verarbeitet werden, welche von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren genutzt werden können. Auch in Kraftwerken und in der Industrie kann Wasserstoff anstelle von Kohle oder Erdgas genutzt werden. Ebenso ist die Rückwandlung zu Strom mithilfe von Brennstoffzellen möglich. Diese Fülle der Möglichkeiten gilt es zu koordinieren und auszuschöpfen.

Querverweise

Zum interaktiver Lernbaustein „Einsatzmöglichkeiten von Wasserstoff“

Grüner, blauer, grauer und türkiser Wasserstoff – was bedeutet das?

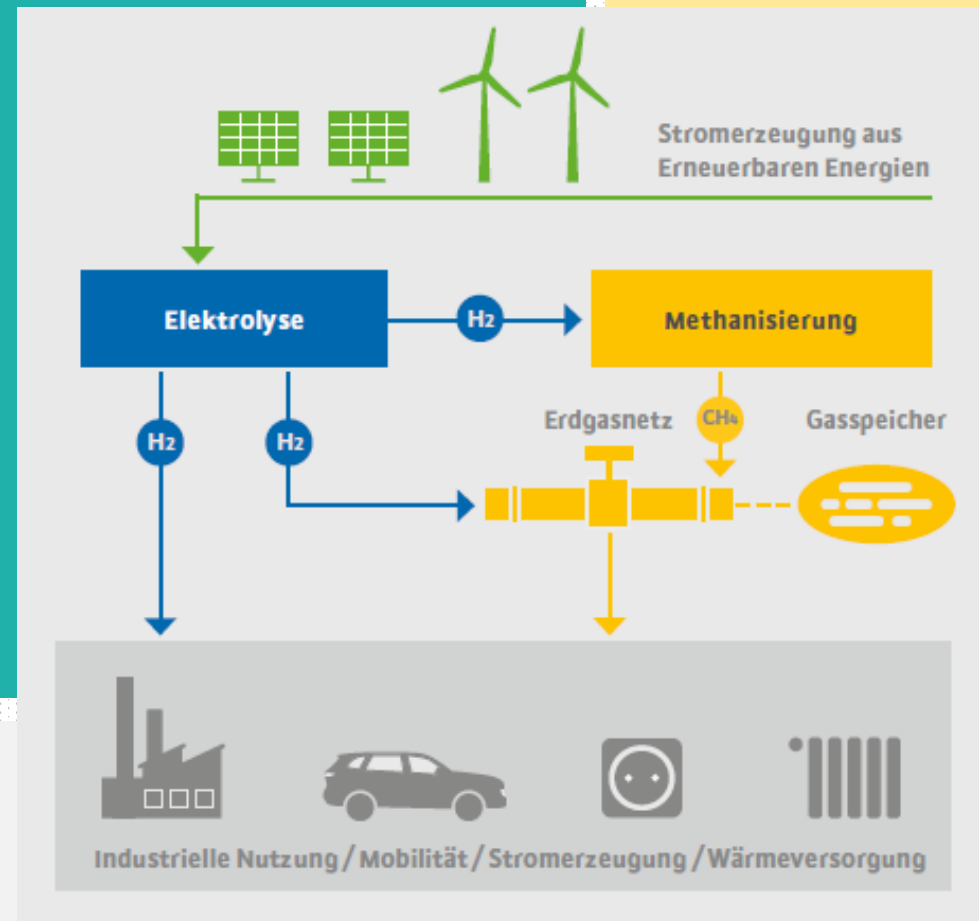
Ihre Notizen für den Unterricht

Ziel ist es daher, durch große Nachfragemengen an grünem Wasserstoff Skaleneffekte in der Produktion zu realisieren, um kostengünstig zu produzieren. Das geht nicht von heute auf morgen und benötigt internationale Kooperationen sowie einen großen Absatzmarkt.

Anwendungsbereiche:

- Im Verkehrssektor: insbesondere im Fern- und Schwerlastverkehr, in der Schiff- und Luftfahrt - Stichwort „mobile Brennstoffzelle“
- Als Grundstoff für weitere gasförmige und flüssige synthetische Energieträger und Grundchemikalien
- Für emissionsarme Fertigungsprozesse in der Industrie (Stahl, Metallverarbeitung)
- In der Zement-, Glas- und Keramikherstellung in Kombination mit Kohlenstoffquellen
- Bei der Strom- und Wärmeerzeugung

Querverweise



Ihre Notizen für den Unterricht

Große Potentiale für die Wärmeerzeugung

Auf der Ebene der Endanwendungen spielt Gas im Gewerbe- und Haushaltsegment vor allem für die Wärmebereitstellung eine große Rolle. Im Jahr 2017 wurde hier Erdgas im Umfang von circa 418 TWh verwendet.

Technisch eignen sich Wasserstoff beziehungsweise Brennstoffzellen in Blockheizkraftwerken, also stationären Anwendungen genauso wie für den mobilen Einsatz, also als Stromlieferant in elektrisch betriebenen Fahrzeugen. Im Gebäudesektor, der in Deutschland nach wie vor überwiegend ein Mietwohnungsmarkt ist, wie auch auf dem Fahrzeugmarkt müssen aber vor allem die Preise bezahlbar bleiben.

Die Abwärme, die bei der Elektrolyse von Wasserstoff sowie beim Betrieb einer Brennstoffzelle entsteht, könnte im Wärmemarkt durchaus nutzbar gemacht werden.

Wasserstoff in der Industrie soll emissionsfrei werden

In der Industrie sollen künftig bei vielen Prozessen CO₂-frei erzeugter Wasserstoff oder Folgeprodukte wie zum

Beispiel Ammoniak oder Methanol zum Einsatz kommen. In Raffinerien wird Wasserstoff - derzeit aber meist aus fossilen Quellen erzeugt - beispielsweise bei der Entschwefelung der Vorprodukte von Benzin und Diesel eingesetzt. Dieser „graue Wasserstoff“ kann dort ohne aufwendige Anpassungen zumindest teilweise durch „grünen Wasserstoff“ ersetzt werden. CO₂-frei erzeugter Wasserstoff wird künftig verstärkt auch in der energieintensiven Stahlherstellung und der Metallverarbeitung eingesetzt werden, denn hier sind die CO₂-Einsparpotenzial besonders hoch. Dies geschieht bereits in Pilotprojekten in der Stahlindustrie zur Direktreduktion von Eisenerz anstelle des Treibhausgas-intensiven Hochofenprozesses.

Mit großen Erzeugungsanlagen die Kosten senken

Die deutsche Industrie verfügt bei der Erzeugung und Weiterverarbeitung von Wasserstoff bereits über ein breites Know-how. Allerdings ist die Erzeugung von CO₂-freiem Wasserstoff - das heißt aus erneuerbaren Energien - noch nicht wirtschaftlich. Um die Entwicklung voranzutreiben und eine Kostendegression zu erreichen, müssen Erzeugungsanlagen im industriellen Maßstab

Querverweise

Ihre Notizen für den Unterricht

aufgebaut und eine entsprechende Größenordnung in der Herstellung von CO₂-freiem Wasserstoff mit einem deutlich wachsenden Absatzmarkt erreicht werden.

Mehr als fünf Millionen Arbeitsplätze

Das alles ist nicht nur energiepolitisch und zur Erreichung der Klimaziele von großer Bedeutung. Es geht mittel- bis langfristig um einen Milliardenmarkt, um neue Wertschöpfungspotenziale und viele zukunftsfähige Arbeitsplätze. Eine europäische Studie schätzt, dass bis 2050 in der Wasserstoff-Industrie europaweit über 5,4 Millionen Arbeitsplätze und ein Jahresumsatz von 800 Milliarden Euro entstehen können.

Allein mit nationaler Produktion lässt sich der Bedarf an grünem Wasserstoff nicht decken. Deutschland ist heute ein großer Importeur von Energie und wird dies auch in Zukunft bleiben. Deshalb sind grenzüberschreitende Lieferketten auch für Wasserstoff von großer Bedeutung.

Hierzu wird Deutschland unter anderen die bestehenden bilateralen Energiepartnerschaften und -dialoge nutzen

und sich an dem EU-Forum zur Förderung von „Important Projects of Common European Interest (IPCEI)“ im Bereich Wasserstoff beteiligen. Zudem verbessert das „Pentalaterale Energieforum“ die regionale Zusammenarbeit zwischen Belgien, Deutschland, Frankreich, Luxemburg, Niederlande, Österreich und der Schweiz.

Flächendeckendes Tankstellen- und Leitungsnetz notwendig

Im Verkehr ist Wasserstoff vor allem in den Bereichen eine Alternative, in denen voraussichtlich batteriebetriebene Antriebslösungen technisch nicht sinnvoll sind und daher auch zukünftig auf gasförmige oder flüssige Kraftstoffe angewiesen sind. Die Einführung von Brennstoffzellenfahrzeugen kann unter anderem im ÖPNV (Busse, Züge), im Straßenschwerlastverkehr (Lkw) oder in der Logistik (Gabelstapler, Flurförderzeuge) die

Elektromobilität ergänzen und den Ausstoß von CO₂ und anderen Luftschadstoffen massiv senken. Im Pkw-Bereich hat die Brennstoffzelle gute Perspektiven im Einsatz auf langen Strecken. Wichtig ist hier ein Ausbau des Wasser-

Querverweise



Wasserstoff und Zeppeline – wie gehört das zusammen?

Ihre Notizen für den Unterricht

stoff-Tankstellen- und Leitungsnetzes. Auch im Luftverkehr und in der Schifffahrt wird sich langfristig eine große Nachfrage nach CO₂-freien Treibstoffen entwickeln.

Dekarbonisierung der Energieerzeugung

Bei der Verbrennung von Erdgas entstehen, zwar weniger als bei Kohle, aber eben doch CO₂-Emissionen. Im Zuge der angestrebten Dekarbonisierung des Energiesystems müssen diese Emissionen – wie auch die aller anderen Energieträger – vermieden oder neutralisiert werden.

Gaskraftwerke stellen bereits heute einen Großteil der benötigten Flexibilität in der Energieerzeugung bereit und sicher. Der Kohleausstieg ist gesetzlich festgeschrieben und wird bis 2038 vollzogen sein. Erdgas soll mit dem Ziel Klimaneutralität bis 2050 durch Wasserstoff, künstliches

Methan und auch Biomethan ersetzt werden. Infrastrukturen für den Transport, die Speicherung sowie die Umwandlung von Energie sind aus der Erdgasversorgung entwickelt und vorhanden. Endverbrauchsgeräte wie z. B. Heizungen sind an verfügbaren Technologien ausgerichtet.

Um die Energiewende weiter voranzubringen, sind innovative Technologien gefragt – die Wasserstofftechnologie ist dabei ein wichtiger Baustein. Die großen Vorteile von Wasserstoff liegen darin, dass man mit ihm Energie leicht speichern und transportieren kann. Dies ermöglicht eine deutlich größere Flexibilität in der Energieversorgung. Wasserstoff ist ein Gas und auf der Erde reichlich vorhanden, allerdings fast ausschließlich in chemischen Verbindungen (Wasser, Säuren, Kohlenwasserstoffen, etc.).

Elektrolyse mit Strom aus Erneuerbaren

Für die Herstellung von Wasserstoff mittels Elektrolyse kann Strom aus erneuerbaren Energien wie Wind und Sonne verwendet werden. Dann spricht man von „grünem“ Wasserstoff. Das Verfahren wird auch als Power-to-Gas bezeichnet – es ist eine der Power-to-X-Technologien, bei denen Strom genutzt wird, um zum Beispiel Gase (Power-to-Gas), Wärme (Power-to-Heat) oder flüssige Energieträger (Power-to-Liquid) herzustellen. PtX-Technologien gelten als wichtige Lösung, um die Klimaziele einzuhalten und den Ausstoß von Treibhausgasen zu verringern.

Querverweise

Ihre Notizen für den Unterricht

Aber auch der durch CO₂-Abscheidung und -Speicherung (sogenannte Carbon-Capture-and-Storage, CCS) produzierte „blaue“ Wasserstoff kann mindestens für eine Übergangszeit einen wichtigen Beitrag zur CO₂-Reduzierung leisten. Der blaue Wasserstoff gilt als CO₂-frei, wenn bei der Herstellung kein CO₂ in die Atmosphäre entweicht. „Grauer“ Wasserstoff hingegen ist nicht CO₂-neutral: Bei der Herstellung fällt in jedem Fall CO₂ an, da er aus fossilen Energiequellen wie beispielsweise Erdgas gewonnen wird oder in der Industrie entsteht.

Staatliche Förderung

Gemeinsam mit wichtigen Beteiligten aus der Praxis sollen in Deutschland langfristige Dekarbonisierungsstrategien auf Basis von CO₂-freiem Wasserstoff entwickelt werden.


Die Förderung des Bundeswirtschaftsministeriums (BMWi) von Forschung und Entwicklung der Brennstoffzellen- und Wasserstofftechnologien ist in das „Nationale Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellen

technologien“ (NIP) eingebettet. Ziel des bis 2025 laufenden Programms ist, Innovationen beim Markteintritt zu unterstützen und die derzeit noch nicht marktfähigen Innovationen für künftige Anwendungen weiterzuentwickeln.

Zudem fördert das BMWi umfassend Innovationen im Wärmemarkt wie die Brennstoffzellenheizung. Eine weitere Initiative sind die „Reallabore der Energiewende“, wo neue Ideen zum Einsatz von Wasserstoff erprobt und umgesetzt werden. Diese innovativen Verfahren sollen dazu beitragen, durch CO₂-freien Wasserstoff die Dekarbonisierung der Industrie, des Wärmemarktes und des Verkehrssektors breitflächig voranzutreiben.

Wichtig ist zum jetzigen Zeitpunkt die Pilotverfahren in marktliche Anwendungen zu überführen. Anlagen im Industriemaßstab sind notwendig, um Skaleneffekte zu erreichen und Märkte zu schaffen.

Querverweise



zurück zum
Anfang

Ihre Notizen für den Unterricht