



Wasserstoff
macht mobil



5

WASSERSTOFF –
SAUBERE ENERGIE

7

KEINE ENERGIEWENDE
OHNE WASSERSTOFF

9

WASSERSTOFF –
EINE BEWÄHRTE LÖSUNG

11

FOKUS: INFRASTRUKTUR
FÜR DEUTSCHLAND

13

INTERNATIONALER
ROLL-OUT

14

H₂-STATIONEN VON AIR LIQUIDE –
WELTWEIT PRÄSENT

Die Nummer Eins im Periodensystem

0
CO₂ EMISSIONEN
WERDEN VON FAHRZEUGEN MIT
BRENNSTOFFZELLE VERURSACHT

CO₂ **FREIE** MOBILITÄT
BEIM ÜBERGANG IN EINE „LOW CARBON SOCIETY“
SPIELT WASSERSTOFF EINE SCHLÜSSELROLLE

Wasserstoff Saubere Energie

Kein anderes Element existiert so häufig in unserem Kosmos wie Wasserstoff (H₂). Auf der Erde liegt er grundsätzlich in chemischen Verbindungen wie Wasser, Kohlenwasserstoffen und anderen organischen Verbindungen vor, aus denen er unter Einsatz von Energie extrahiert werden kann. Wasserstoff ist dann ein sehr leichtes Gas, das sich rasch mit der Umgebungsluft mischt.

In Brennstoffzellen eingesetzt, verbindet sich Wasserstoff mit dem in der Luft enthaltenen Sauerstoff, um Elektrizität zu erzeugen. Einziges Nebenprodukt dabei ist Wasser.

Wasserstoff kann aus verschiedensten Energiequellen gewonnen werden, insbesondere aus Erdgas, aber auch aus erneuerbaren Energiequellen. Wasserstoff ist ein echtes grünes Multitalent: Er liefert sauberen Strom und wird so zur Alternative zu fossilen Brennstoffen.

Air Liquide setzt seine rund 50-jährige Erfahrung bei der Produktion und Distribution von Wasserstoff ein, um den Einsatz von Wasserstoff als saubere Energie voranzubringen. Air Liquide, der Weltmarktführer bei Gasen, Technologien und Serviceleistungen für Industrie und Gesundheit, engagiert sich in der gesamten H₂-Energiekette: Produktion, Speicherung, Distribution, Brennstoffzellen und Wasserstofftankstellen.

Der Energiesektor erlebt einen tiefgreifenden Umbruch, und Wasserstoff wird eine Schlüsselrolle spielen, wenn es darum geht, den Herausforderungen der Mobilität von morgen zu begegnen: die Treibhausgasemissionen und Luftverschmutzung in unseren Städten zu verringern und unsere Abhängigkeit von erdölbasierten Treibstoffen zu durchbrechen.

Der Verkehrssektor ist für einen erheblichen Teil der Kohlendioxid- und Feinstaubemissionen verantwortlich. Um die Lebensqualität in unseren Städten zu verbessern, ist es daher unabdingbar, den CO₂-Fußabdruck unserer Fahrzeuge zu verringern.

Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen



50%

„BLAUER“ WASSERSTOFF FÜR ENERGIEANWENDUNGEN

BIS 2020

ALS FREIWILLIGE SELBSTVERPFLICHTUNG VON AIR LIQUIDE

Keine Energiewende ohne Wasserstoff

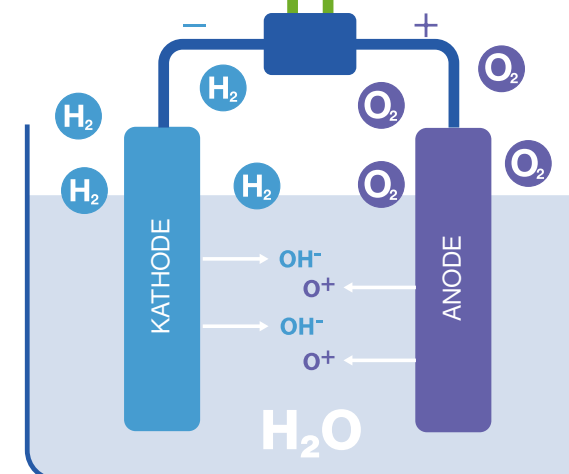
Mit „Blue Hydrogen“ hat Air Liquide konsequent den Weg einer schrittweisen Dekarbonisierung seiner Produktion von Wasserstoff für Energieanwendungen eingeschlagen. Konkret hat Air Liquide sich verpflichtet, bis 2020 die Hälfte seines für Energieanwendungen bestimmten Wasserstoffs entweder ohne Freisetzung von Kohlendioxid oder auf dem Wege einer CO₂-neutralen Produktion zu erzeugen, und zwar insbesondere durch die Reformierung von Biogas sowie die Nutzung erneuerbarer Energiequellen bei der Wasserelektrolyse.

Elektrolytisch gewonnener Wasserstoff ist dann komplett emissionsfrei, wenn der verwendete Strom aus regenerativen Quellen stammt, beispielsweise aus Wind- oder Solarenergie oder aus Wasserkraft. Selbst aus Erdgas

gewonnener Wasserstoff senkt die Treibhausgasemissionen eines Fahrzeugs im Vergleich zu einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor um mindestens 20 Prozent.

Gerade als Speichermedium für regenerativ erzeugten Strom ist Wasserstoff von entscheidender Bedeutung für das Gelingen der Energiewende. In ihm lassen sich auch große Energiemengen lange Zeit speichern, um zur Wärmeerzeugung verwendet oder in Brennstoffzellen rückverstromt zu werden, wenn man sie benötigt.

Wasserstoff ist demnach das Bindeglied zwischen Energiegewinnung, Transportwesen und industriellem Einsatz. Ein Element mit Zukunft!



Wasserelektrolyse

Bei der Elektrolyse wird Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Die eingesetzte elektrische Energie wird in chemische Energie umgewandelt und in Form von Wasserstoff gespeichert.

Emissionsfreie Mobilität mit gewohnter Reichweite

500 MEHR ALS
KILOMETER REICHWEITE
UND DAMIT AUF ÄHNLICHEM NIVEAU WIE KONVENTIONELLE FAHRZEUGE

3 BIS 5 MINUTEN
BETANKUNGSDAUER

Wasserstoff Eine bewährte Lösung

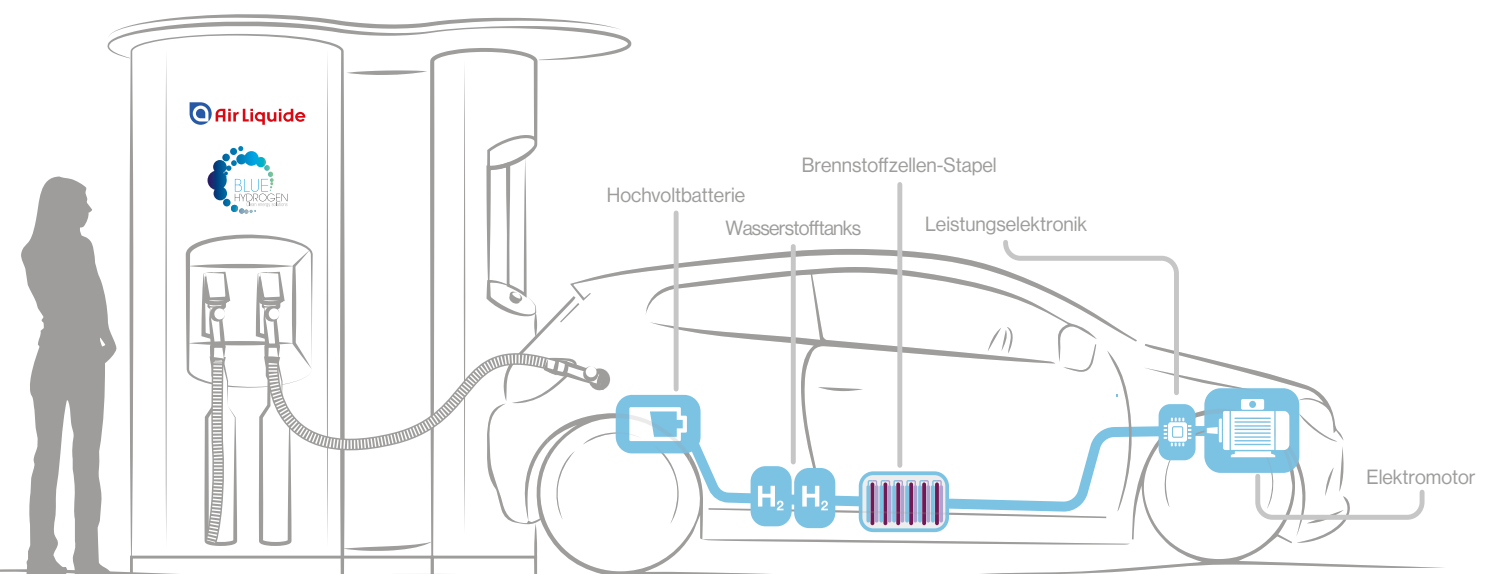
Brennstoffzellenfahrzeuge ermöglichen emissionsfreie Mobilität mit gewohnter Reichweite.

Der Aufbau einer Brennstoffzelle ähnelt dem einer Autobatterie. Jede Zelle enthält zwei plattenförmige Elektroden (Anode und Kathode) mit einer Polymer-Elektrolyt-Membran (PEM), die durch einen Elektrolyten voneinander getrennt sind. Dieser Elektrolyt kann Ionen leiten, ist aber für Gase undurchlässig.

Die Katalysatormaterialien (in der Regel Platin) befinden sich an den Elektroden und sorgen dafür, dass der zugeführte gasförmige Wasserstoff Ionen als Ladungsträger freisetzt. Die Wasserstoffmoleküle zerfallen an der Anode in Wasserstoffatome, die wiederum durch Elektronenabgabe zu positiv geladenen Wasserstoffionen werden. Die freien Elektronen fließen über einen Leiter zur Kathode und werden damit als Strom nutzbar, der den Elektromotor antreibt.

Damit die für einen Pkw-Antrieb erforderliche Energie zur Verfügung gestellt werden kann, werden mehrere Zellen zu einem „Stack“ zusammengefasst.

Moderne Wasserstofftanks bestehen aus einem Kunststoffkern, der von einem hochstabilen Kohlefaserverbund umwickelt ist. Die Tanks sind für einen hohen Betriebsdruck ausgelegt. Vor dem Betanken wird die Dichtheit der Verbindung von Fahrzeug und Tanksäule geprüft, und erst dann strömt gasförmiger Wasserstoff in den Tank. Die Anschlusskupplung ist seit dem Jahr 2007 weltweit standardisiert.



Wasserstoff

Fokus: Infrastruktur für Deutschland

Schon seit 2011 ist Air Liquide Mitglied der Clean Energy Partnership (CEP). Mit ihrem vom Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) geförderten „50-Tankstellen-Programm“ startete die CEP den Aufbau und Betrieb einer flächendeckenden H₂-Betankungsinfrastruktur für Pkw in Deutschland. Air Liquide steuerte zehn Stationen bei.

Heute arbeiten die Partner der CEP – Air Liquide, Audi, BMW, Daimler, H2 Mobility, Honda, Hyundai, Linde, OMV, Shell, Total, Toyota und Westfalen – im Sinne einer nachhaltigen Energiewende an der Marktabtastung und Systemfähigkeit der Mobilität mit Wasserstoff und Brennstoffzelle. Die Industriepartnerschaft öffnet sich neuen Verkehrsträgern, forciert die Sektorenkopplung und entwickelt Markteintrittsmodelle für eine entstehende Wasserstoffwirtschaft.

2014 hat Air Liquide gemeinsam mit seinen Partnern Daimler, Linde, OMV, Shell und Total das Joint Venture H2 MOBILITY Deutschland GmbH & Co. KG gegründet. Mission: Aufbau einer flächendeckenden Wasserstoff-Infrastruktur zur Versorgung von Pkw mit Brennstoffzellenantrieb in Deutschland. Oder anders gesagt: eine mobile Zukunft mit kurzer Betankungsdauer, hohen Reichweiten, sauber und leise.

Die sechs Gesellschafter verfolgen zudem das Ziel, nationale und internationale Standards voranzutreiben, und leisten auch damit einen erheblichen Beitrag auf dem Weg zu einer CO₂-freien Mobilität. H2 MOBILITY arbeitet zudem eng mit der Automobilindustrie zusammen: BMW, Honda, Hyundai, Toyota und Volkswagen sind als assoziierte Partner beteiligt.

H2 MOBILITY wird das bestehende H₂-Tankstellennetz in Deutschland auf bis zu 400 Stationen ausbauen. Zwischenziel ist der Betrieb von 100 Stationen in sieben deutschen Ballungszentren sowie entlang der verbindenden Fernstraßen und Autobahnen bis 2019. Mit dem Hochlauf der Fahrzeugzahlen folgen dann noch weitere 300.

Die Wasserstoff-Stationen werden vorzugsweise in bestehende Tankstellen integriert. Die Konstruktion ist kompakt und setzt überwiegend auf standardisierte Komponenten für Zapfsäule, H₂-Speicherung und -Verdichtung.

H2 MOBILITY erhält Fördermittel im Rahmen des Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP) durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) sowie von der Europäischen Kommission im Projekt Hydrogen Mobility Europe, das Fördermittel vom Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (FCH 2 JU, Zuwendungsvereinbarung Nr. 671438), erhält. Das FCH JU wird unterstützt vom Rahmenprogramm der Europäischen Union für Forschung und Innovation (Horizont 2020), Hydrogen Europe und der Hydrogen Europe Research Association.



Gefördert von:



Auf dem Weg zu sauberer Mobilität

100 H₂-STATIONEN
WURDEN WELTWEIT BEREITS VON AIR LIQUIDE ENTWICKELT UND GEBAUT

BIS 2030
SOLL **1** VON **12** AUTOS
DIE IN KALIFORNIEN, DEUTSCHLAND, JAPAN UND SÜDKOREA
VERKAUFT WERDEN, EIN WASSERSTOFFAUTO SEIN*

BIS 2050
SOLLEN ES **400** MILLIONEN
AUTOS

15 BIS **20** MILLIONEN
LKW

UND
RUND **5** MILLIONEN BUSSE SEIN*

*Quelle: Studie des Hydrogen Councils mit Unterstützung der Beratungsagentur McKinsey

Wasserstoff Internationaler Roll-out

Auch über Deutschland hinaus ist Air Liquide aktiv am Aufbau einer Wasserstoffindustrie und der Entwicklung alternativer Energielösungen für saubere Mobilität beteiligt, um die umfassende Nutzung von Wasserstoff als sauberen Kraftstoff zu ermöglichen.

In Frankreich eröffnete Air Liquide im Januar 2015 eine Wasserstofftankstelle in Saint Lô (Manche), eine weitere folgte im Dezember 2015 in Grenoble im Rahmen des HyWay-Projekts. Anlässlich der COP 21 stellte Air Liquide ebenfalls im Dezember 2015 an der Pont de l'Alma die erste H₂-Station im Herzen von Paris bereit – in Zusammenarbeit mit dem Pariser Taxi-Start-up STEP (Société du Taxi Electrique Parisien), an dem Air Liquide als Minderheitsgesellschafter beteiligt ist. Air Liquide unterstützte das Start-up so bei der Einführung seiner wasserstoffbetriebenen Taxiflotte "Hype", der weltweit ersten H₂-Taxiflotte überhaupt. Heute umfasst die Flotte 100 Wasserstoffautos, die auch an den beiden Wasserstoff-Stationen tanken können, die Air Liquide seither am Flughafen Paris-Orly (Dezember 2017) und in Les-Loges-en-Josas bei Versailles (März 2018) eröffnet hat. Bis Ende 2020 sollen 600 STEP-Taxis auf den Pariser Straßen unterwegs sein.

In den Niederlanden weihte Air Liquide seine erste Wasserstofftankstelle im September 2014 in Rotterdam ein. In Belgien nahm Air Liquide im April 2016 die erste öffentliche H₂-Station des Landes in Zaventem bei Brüssel in Betrieb.

In Dänemark betreibt Air Liquide fünf H₂-Stationen unter dem Dach des "Copenhagen Hydrogen Network" (CHN), einer hundertprozentigen Tochtergesellschaft. Diese fünf Tankstellen – drei in Kopenhagen, eine in Aalborg und eine in Vejle – ergänzen zwei weitere in Kopenhagen und in Holstebro.

In Japan betrachtet die Regierung Wasserstoff als wesentlichen Energieträger mit erheblichem Potenzial für die Zukunft der Automobilindustrie. Landesweit gibt es bereits 100 H₂-Stationen, und erklärtes Regierungsziel ist es, diese Zahl in den kommenden Jahren zu verdreifachen. Im März 2018 gründeten 11 Unternehmen, darunter Air Liquide Japan, das Joint Venture "Japan H2 Mobility", das sich verpflichtet hat, bis 2021 weitere 80 Stationen zu errichten. Air Liquide wird 20 davon installieren und betreiben.

Im November 2014 gab Air Liquide seine Pläne bekannt, gemeinsam mit Toyota im Nordosten der USA ein voll integriertes Netzwerk aus 12 H₂-Tankstellen errichten zu wollen. Seit Dezember 2016 betreibt Air Liquide zudem in Anaheim bei Los Angeles seine erste H₂-Station in Kalifornien. Diese ist Teil eines Programms des Bundesstaats Kalifornien, das die Markteinführung von Brennstoffzellenfahrzeugen mit dem Bau von rund 50 Tankstellen flankieren soll.

Hydrogen Council

Der Hydrogen Council bringt 39 Unternehmen aus Industrie, Energie- und Transportsektor zusammen, unter ihnen 24 führende multinationale Konzerne wie Air Liquide sowie 15 "unterstützende Mitglieder". Sie alle sind entschlossen, Wasserstoff als eine der Schlüssellösungen für die Energiewende zu positionieren.

Weitere Informationen:
www.hydrogencouncil.com

H₂-Stationen von Air Liquide

Weltweit präsent



Folgen Sie uns



Kontakt

Air Liquide Advanced Technologies GmbH
Luise-Rainer-Straße 5
40235 Düsseldorf
Tel: +49 211 6699-0
wasserstoff@airliquide.de
www.energies.airliquide.com

www.airliquide.com



Air Liquide ist der Weltmarktführer bei Gasen, Technologien und Services für Industrie und Gesundheit. Mit rund 65.000 Mitarbeitern in 80 Ländern versorgt Air Liquide mehr als 3,5 Millionen Kunden und Patienten.