WASSERSTOFF: WESENTLICHER BAUSTEIN DER ENERGIEWENDE

Deutschland und die Europäische Union streben für das Jahr 2050 an, klimaneutral zu werden. Dabei soll die Bevölkerung sicher mit Energie versorgt werden und die Industrie wettbewerbsfähig bleiben. Damit Deutschland das Ziel der Energiewende erreicht, müssen Technologien entwickelt und in großem Maßstab marktgängig werden, mit denen sich Wasserstoff (H_2) produzieren, speichern, verteilen und nutzen lässt. Denn:

- Wasserstofftechnologien können die Lücke zwischen der schwankenden Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der Nachfrage schließen. Das gilt für Lücken, die sich ansonsten für Stunden, Tage, Wochen oder gar Monate auftun würden. Somit stellen Wasserstofftechnologien sicher, dass die Verbraucher ganzjährig bedarfsgerecht mit Energie versorgt werden.
- Wasserstofftechnologien ermöglichen es, die oft getrennt betrachteten Energiesektoren (Strom, Wärme), Industrie und Verkehr zu koppeln und umfassend zu optimieren. Beispielsweise kann die Industrie bei einem Überangebot an erneuerbarem Strom mit Hilfe dieses Stroms Wasserstoff herstellen, der dann zum Antrieb von Brennstoffzellen-Fahrzeugen verwendet wird.
- Wasserstoff ist wesentlich, um bei industriellen Produktionsprozessen – etwa bei der Herstellung von Stahl oder chemischer Grundstoffe – ohne kohlenstoffhaltige Energieträger auszukommen.
- Bei Produktionsprozessen, bei denen die Bildung von Kohlendioxid (CO_2) unvermeidlich ist, kann die Industrie die Emissionen abfangen und mit Hilfe von Wasserstoff in nutzbare Stoffe wie synthetische Kraftstoffe und Chemikalien umwandeln.

KOMPETENZ UND INFRASTRUKTUR DER HELMHOLTZ-GEMEINSCHAFT

Die Energiewende gehört zu den großen Herausforderungen der Gesellschaft, für die die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren Lösungen erarbeitet – und zwar mit einem langfristigen und ganzheitlichen Ansatz. An Wasserstofftechnologien forschen rund 600 MitarbeiterInnen in zehn Zentren. Die Forschung umfasst dabei das ganze Spektrum von den Grundlagen bis zur Anwendung und die gesamte Wertschöpfungskette. WissenschaftlerInnen der Helmholtz-Gemeinschaft betreiben aber nicht nur technologische Forschung, sondern führen auch systemanalytische und sozioökonomische Studien durch, um das Energiesystem im Hinblick auf die technologische Ausrichtung und einschließlich aller gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und politischen Aspekte zu optimieren.

Die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft entwickeln zudem neue Prozess- und Wertschöpfungsketten für Wasserstoff einschließlich der resultierenden chemischen Energieträger. So schaffen sie nachhaltige Alternativen zu Produktionswegen und zu Verkehrskonzepten, die derzeit noch auf fossilen Rohstoffen beruhen. Sie forschen an der intelligenten Vernetzung der verschiedenen Technologien und Komponenten, um ein Energiesystem zu gestalten, das effizient mit den Ressourcen umgeht und widerstandsfähig gegenüber Störungen ist.

Die Helmholtz-Gemeinschaft verfügt über viele, oft einzigartige Einrichtungen, um Wasserstofftechnologien zu entwickeln, zu analysieren, zu testen sowie ihren praktischen Einsatz zu erproben. Zu dieser Forschungsinfrastruktur zählen beispielsweise große Einrichtungen, um funktionelle Beschichtungen, Schichtsysteme und ganze Bauteile herzustellen. Materialien für Wasserstofftechnologien können an weltweit führenden Röntgenlichtquellen analysiert und andernorts unter tiefkalten Bedingungen grundlegend untersucht werden. Für Brennstoffzellen und Elektrolyseure existieren Teststände und spezialisierte Einrichtungen zur elektrochemischen Charakterisierung. Weiterhin betreiben Helmholtz-WissenschaftlerInnen die weltweit größte künstliche Sonne, um die solare Wasserstoffherstellung zu erproben, sowie eine Einrichtung für Wasserstoff-Sicherheitsversuche im Industriemaßstab.

AUSBLICK ►►►

FORSCHUNG FÜR INNOVATIONEN

Die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren will künftig ihre Rolle bei Innovationsprozessen insbesondere in Regionen des Strukturwandels weiter stärken. Beispielhafte Vorhaben sind das „Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastruktur-kompatible Wasserstoffwirtschaft (HC-H_2), Jülich“, das „Innovationszentrum für nachhaltige elektrochemische Wertschöpfungsketten (iNEW)“ oder das neue DLR-Institut „Future Solar Fuels“. Außerdem schlägt die Helmholtz-Gemeinschaft mit Blick auf den Strukturwandel in der Automobilindustrie vor, ein „Kompetenzzentrum für Wasserstoffmobilität“ einzurichten.

Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Helmholtz-Gemeinschaft halten programm- und forschungsbereichsübergreifende Förderinitiativen für nötig, um die interdisziplinäre Zusammenarbeit für die ganzheitliche Betrachtung komplexer Forschungsthemen zu verstärken und Synergien besser auszuschöpfen. Ein Beispiel dafür ist die Sektorkopplung mit Wasserstoff. Auch lassen sich damit Kompetenzen zur Entwicklung, Herstellung, Charakterisierung und Modellierung von Materialien synergetisch ordnen und Entwicklungen entlang der Wertschöpfungskette beschleunigen. Durch Kooperation zwischen den Forschungsbereichen Information und Energie möchten die WissenschaftlerInnen Supercomputing und Künstliche Intelligenz verstärkt einsetzen.

Weiterhin soll der der Ausbau von Forschungsinfrastrukturen vorangetrieben werden. Dazu zählen insbesondere die Reallabore der Energiewende sowie Demonstrationsprojekte und Pilotanlagen, um Wasserstofftechnologien baldmöglichst in die großtechnische Anwendung und in den Markt zu bringen.

Der Helmholtz-Gemeinschaft ist es ein Anliegen, den Weg von der Erfindung zum Transfer in den Markt durch Kooperationen mit der Industrie sowie mit nationalen und internationalen Partnern schneller zurückzulegen und auch Perspektiven der nachhaltigen Wasserstoffgewinnung außerhalb Deutschlands zu eröffnen.

Im Fokus steht ebenso die Bildung und Ausbildung, die gemeinsam mit Universitäten, Fachhochschulen sowie Industrie- und Handelskammern ausgebaut und vorangebracht werden soll.

Kontakt/Impressum

Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e.V.

Prof. Dr.-Ing. Holger Hanselka, Vizepräsident, E-Mail: holger.hanselka@kit.edu
c/o Geschäftsstelle des Forschungsbereichs Energie
Karlsruher Institut für Technologie, Postfach 3640, 76021 Karlsruhe

Wissenschaftliche Ansprechpartner der beteiligten Zentren

DESY:	Prof. Dr. Gerhard Grübel	E-Mail: gerhard.gruebel@desy.de
DLR:	Prof. Dr. André Thess	E-Mail: andre.thess@dlr.de
FZJ:	Prof. Dr. Olivier Guillon	E-Mail: o.guillon@fz-juelich.de
GFZ:	Prof. Dr. Michael Kühn	E-Mail: michael.kuehn@gfz-potsdam.de
HZB:	Prof. Dr. Roel van de Krol	E-Mail: roel.vandekrol@helmholtz-berlin.de
HZDR:	Dr. Gunter Gerbeth	E-Mail: g.gerbeth@hzdr.de
HZG:	Prof. Dr. Thomas Klassen	E-Mail: thomas.klassen@hzg.de
IPP:	Prof. Dr. Ursel Fantz	E-Mail: ursel.fantz@ipp.mpg.de
KIT:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Jordan	E-Mail: thomas.jordan@kit.edu
UFZ:	Prof. Dr. Andreas Schmid	E-Mail: andreas.schmid@ufz.de

HELMHOLTZ SPITZENFORSCHUNG FÜR GROSSE HERAUSFORDERUNGEN

KOMPETENZATLAS WASSERSTOFF

PRODUKTION

SPEICHERUNG & VERTEILUNG

Kostengünstig und nachhaltig

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, Wasserstoff herzustellen. Die WissenschaftlerInnen der Helmholtz-Gemeinschaft arbeiten daran, etablierte Produktionsverfahren wie etwa die Elektrolyse kostengünstiger, nachhaltiger und zuverlässiger zu machen. Ein Schwerpunkt besteht darin, die Ergebnisse vom Labor auf Demonstrationsanlagen im industriellen Maßstab zu übertragen. Daneben erforschen die Helmholtz-Wissenschaftlerinnen auch junge, wenig ausgereifte Technologien, wie etwa die biokatalytische Herstellung von Wasserstoff.

Polymerelektrolytmembran-basierte Stack-Kombination bei der Charakterisierung im Elektrolyseteststand (FZJ)

HIGHLIGHTS

- 400 kW Niedertemperaturelektrolyseur im dynamischen Betrieb (FZJ)
- 20.000 Stunden Betrieb eines Hochtemperatur-Elektrolysestacks (FZJ)
- Entwicklung des weltweit größten solaren Wasserstoffreaktors (DLR)
- Entwicklung von Methanpyrolyse und Reformierung im überkritischen Wasser zur CO_2-freien Wasserstoffherstellung (KIT)
- Entwicklung von Cyanobakterien-Biokatalysatoren, die Wasserstoff direkt aus Wasser freisetzen können (UFZ)
- Wirkungsgrad-Rekord für die künstliche Fotosynthese mit Silizium-Solarzellen (FZJ)
- Demonstration eines 50 Quadratzentimeter großen künstlichen Blatts zur solaren Wasserstoff-Herstellung, basierend auf Metall-Oxiden (HZB)
- Charakterisierung an Synchrotronstrahlungsquellen von neuartigen Katalysatoren zur Aufspaltung von Wasser (DESY)

Vielfältige Möglichkeiten

Wasserstoff kann Vorteile wie die bedarfsgerechte Verfügbarkeit und die Sektorenkopplung nur dann ausspielen, wenn er sicher gespeichert wird, bis er gebraucht wird, und zuverlässig dorthin transportiert wird, wo er gebraucht wird. Künftig werden unter anderem Speicher für große Mengen Wasserstoff benötigt.

WissenschaftlerInnen der Helmholtz-Gemeinschaft erkunden, inwieweit als Gasspeicher unterirdische Lagerstätten oder bereits vorhandene Erdgasspeicher in Frage kommen. Gasförmiger Wasserstoff könnte über das Erdgasnetz transportiert werden, das in Deutschland gut ausgebaut ist.

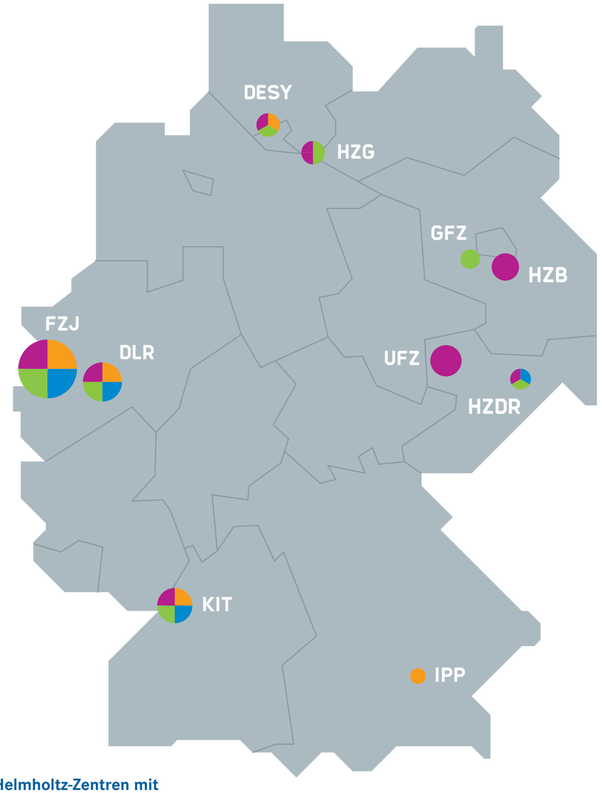
Wasserstoffsicherheits-Testzentrum zur Entwicklung von neuen Teststandards und Optimierung von Sicherheitstechnik (KIT)

Wasserstoff lässt sich aber auch in Feststoffe einlagern. Beim Erwärmen setzen diese sogenannten Hydridspeicher den Wasserstoff wieder frei. Wasserstoff kann außerdem mit ungesättigten organischen Verbindungen zu einer energiereichen Flüssigkeit reagieren, die dann ähnlich wie Erdöl gelagert oder transportiert wird. Die Helmholtz-WissenschaftlerInnen entwickeln solche LOHC-Technologien (liquid organic hydrogen carrier) und Hydridspeicher weiter.

HIGHLIGHTS

- Experimente und Modellierung zur sicheren und effizienten Speicherung von H_2 in Feststoffspeichern, vom Labor bis zur technischen Umsetzung (HZG)
- Wasserstoffsicherheits-Testzentrum zur Entwicklung von neuen Teststandards und Optimierung von Sicherheitstechnik (KIT)
- LOHC-Demonstrationsanlagen (FZJ)

WASSERSTOFFATLAS



Helmholtz-Zentren mit Beteiligung an Wasserstoffforschung:

Forschungszentrum Jülich GmbH (FZJ)
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR)
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ)
Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie (HZB)
Helmholtz-Zentrum Geesthacht – Zentrum für Material- und Küstenforschung GmbH (HZG)
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e. V. (HZDR)
Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)
Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP)

Die Größe der Kreise symbolisiert, wie viele MitarbeiterInnen im jeweiligen Zentrum an Wasserstoff-Technologien forschen.

- Produktion
- Speicherung & Verteilung
- Nutzung
- Systemanalyse

NUTZUNG

SYSTEMANALYSE

Brennstoffzellen und synthetische Kraftstoffe

Helmholtz-WissenschaftlerInnen arbeiten daran, den Wirkungsgrad, die Langlebigkeit und die Leistungsfähigkeit von Brennstoffzellen zu verbessern. Brennstoffzellen wandeln Wasserstoff direkt in elektrische Energie um und sind für zahlreiche Anwendungen interessant: für den elektrischen Antrieb oder die Bordstromversorgung von Lastwagen, Bussen, Flugzeugen, Schiffen, Gabelstablern und PKW, für Blockheizkraftwerke sowie für die Stromversorgung netzferner Geräte. Es gibt verschiedene Zelltypen, die aufgrund ihrer Eigenschaften und Betriebsbedingungen unterschiedlich gut zu den jeweiligen Anwendungen passen.

HY4 – erste viersitzige Passagierflugzeug, das ausschließlich mit einem Wasserstoff-Brennstoffzellen-Batteriesystem angetrieben wird (DLR)

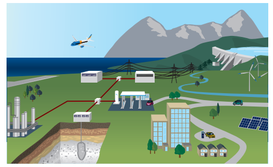
Wasserstoff lässt sich außerdem nutzen, um daraus synthetische, flüssige Kraftstoffe sowie Grundchemikalien zu gewinnen. Helmholtz-ForscherInnen entwickeln entsprechende Verfahren bis hin zum industriellen Maßstab.

HIGHLIGHTS

- 100.000 Stunden Dauerbetrieb eines Festoxid-Brennstoffzellenstacks (FZJ)
- Kompaktes Brennstoffzellenmodul zur Bordstromversorgung mobiler Anwendungen (FZJ)
- Weltweit erste Wasserstoff-betriebene Hochseefähre (DLR)
- Entwicklung von Brennern für Gasturbinen, in denen reiner Wasserstoff verbrannt werden kann (DLR)
- Entwicklung chemischer Reaktortechnologien, mit denen Wasserstoff und CO_2 dezentral in synthetische Energieträger und chemische Wertstoffe umgewandelt werden kann (KIT, FZJ)

Das Energiesystem der Zukunft

Entscheidungen in der Energiewirtschaft, der Energiepolitik und der Forschungsförderung wirken sich über lange Zeiträume hinweg aus und sind bedeutsam für fast alle gesellschaftlichen Bereiche. Um vorausschauend zu handeln, die Chancen neuer Technologien frühzeitig zu erkennen und die Risiken für Umwelt und Wirtschaft zu verringern, benötigt man systemanalytisches Wissen. So entwickeln Helmholtz-WissenschaftlerInnen sektorenübergreifende Modelle des deutschen und des deutschen, des europäischen und des globalen Energiesystems und binden dabei Wasserstofftechnologien ein. Sie bewerten diese Technologien und berücksichtigen dabei sicherheitsrelevante, ökonomische, ökologische und soziale Aspekte. Sie entwerfen Konzepte, um energieintensive Industriebranchen mit Wasserstoff zu dekarbonisieren, also auf kohlenstoffarme oder kohlenstofffreie Produktionsprozesse umzustellen. Weiterhin entwerfen sie Wasserstoffversorgungssysteme und analysieren großtechnische Speichermöglichkeiten.



Darstellung einer nachhaltigen vernetzten Energieinfrastruktur (FZJ)

HIGHLIGHTS

- Studie: Wege für die deutsche Energiewende bis 2050 (FZJ)
- Reallabore für intelligent vernetzte Energiesysteme auf der Basis erneuerbarer Energiequellen (FZJ, KIT, DLR)