



Industrie- und Handelskammer
Bonn/Rhein-Sieg

Wasserstoff International

Den Aufbau einer nachhaltigen Weltwirtschaft mitgestalten



Inhalt

Vorwort	05
1. Wasserstoff – CO₂-freier Energieträger für morgen	06
2. Nachhaltige Zukunft: Ausgewählte Länder und ihre Ambitionen	10
Australien	10
Chile	10
China	11
Japan	11
Marokko	12
Namibia	12
Niederlande	13
Norwegen	13
Saudi Arabien	14
Spanien	14
Uruguay	14
USA	15
Vereinigte Arabische Emirate (VAE)	15
3. Geschäfts- und Investitionschancen der Wasserstoffwirtschaft	16
4. Finanzierungs- und Fördermittel	18
5. Ausblick: Highlights der aktuellen Forschung	22
6. Angebote der IHK	23
Fußnoten	23
Impressum	24



Vorwort

Der Wettbewerb um den Einzug in das Zeitalter der Klimaneutralität hat begonnen und einer der vielversprechendsten Ansätze zur nachhaltigen Energieversorgung liegt im Wasserstoff.

Die Ansätze dazu sind von Land zu Land unterschiedlich. Zur Förderung ist die Bundesregierung mit verschiedenen Ländern Wasserstoffpartnerschaften eingegangen, die zum einen Zugriff auf den dort erzeugten Wasserstoff sicherstellen sollen, gleichzeitig aber auch Investitionschancen für deutsche Unternehmen im Aufbau der Kapazitäten im Ausland bedeuten – mitunter unterstützt durch Finanzierungs- und Förderprogramme.

Nicht nur die deutsche Wasserstofftechnologie, sondern auch das Knowhow im Aufbau von Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energien im Bereich Wind, Sonne, Wasser, Geothermie und Biomasse prädestiniert deutsche Unternehmen, die weltweiten Anstrengungen aktiv zu unterstützen. Egal ob der Wasserstoff bei Industrieprozessen, im Bereich der Mobilität oder als Energiespeicher genutzt werden soll, die Produktion von „grünem“ Wasserstoff, also durch erneuerbare Energien erzeugtem Wasserstoff, wird in den nächsten Jahrzehnten die Entwicklung der Energiebranche bestimmen.

Zur Herstellung von grünem Wasserstoff bieten verschiedene Länder ausgezeichnete Voraussetzungen. Stetiger Wind, viele Sonnentage und reichliche Wasserressourcen stellen die wichtigsten „Produktionsfaktoren“ dar. Weiterhin ist die Entfernung zu den Verwendern von elementarer Bedeutung, da die Transportkosten einen wesentlichen Anteil an den Gesamtkosten ausmachen können. Ob der Wasserstoff tiefgekühlt per Schiff aus Australien, in Ammoniak gebunden aus Chile oder über eine Pipeline aus Nordafrika geliefert wird – die Transportkosten werden in vielen Fällen den Ausschlag geben, aus welchem Land der Wasserstoff bezogen werden wird.

Auch in Europa wird grüner Wasserstoff produziert. Es ist aber davon auszugehen, dass die Produktionsmenge den Bedarf bei weitem nicht decken kann und der Import aus Drittländern unumgänglich ist. Der Aufbau von Produktionsanlagen wiederum bietet auch in Europa sehr gute Geschäftschancen.

In der Broschüre möchten wir einen Einblick in die Grundlagen der Wasserstofftechnologie geben, einen Überblick zu der Wasserstoffproduktion in ausgewählten Ländern geben und auf Finanzierungs- und Fördermittel beim Aufbau regenerativer Energiesysteme mit Fokus auf Wasserstoff hinweisen.



Stefan Hagen
*Präsident der
IHK Bonn/Rhein-Sieg*



Armin Heider
*Bereichsleiter Industrie,
International, Innovation
und Umwelt*

1. Wasserstoff: CO₂-freier Energieträger für morgen



Eine kurze Charakterisierung

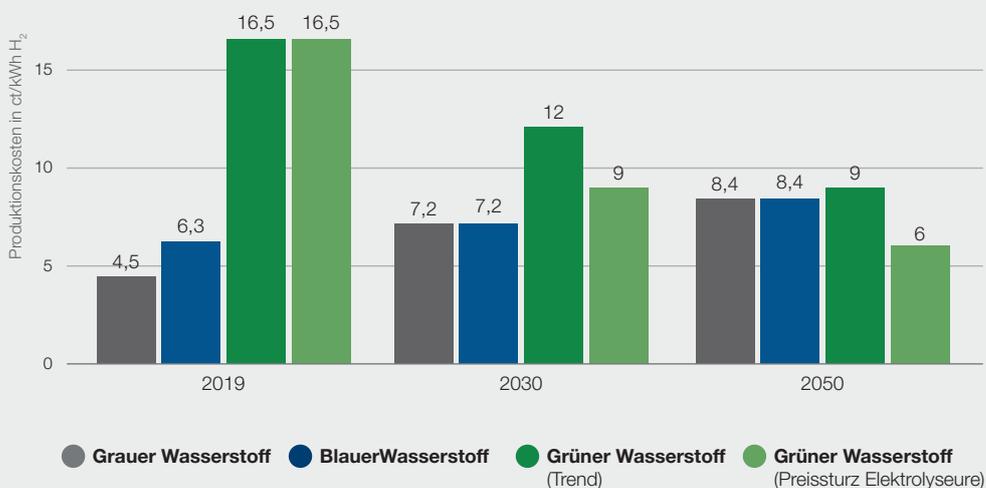
Wasser ist ein nahezu unbegrenzt verfügbarer Rohstoff, dessen Bestandteil Wasserstoff eine Lösung der Energieprobleme auf dem Weg zu einer klimaneutralen Welt bedeuten kann. Der durch die fossilen Energieträger verursachte klimaschädliche CO₂-Ausstoß kann mit dem steigenden Einsatz von sogenanntem grünem Wasserstoff schrittweise verringert werden.

Weltweit werden aktuell pro Jahr mehr als 600 Milliarden Kubikmeter Wasserstoff verbraucht, wovon 99 Prozent in der Industrie, beispielsweise in der Stahl- und Ammoniakherstellung, eingesetzt werden.¹ Er steht für circa 2 Prozent im Energiemix

der EU. 95 Prozent davon werden heute noch durch den Einsatz fossiler Brennstoffe erzeugt, die jährlich 70 - 100 Millionen Tonnen CO₂ freisetzen. Mit der Ausweitung der (grünen) Wasserstoffproduktion können nicht nur diese CO₂-Emissionen reduziert werden, sondern sukzessive auch weitere fossile Energieträger ersetzt werden.²

Wasserstoff ist in natürlichem Zustand (ungekühlt, ohne Druck) gasförmig. 1 Kilogramm gasförmiger Wasserstoff hat ein Volumen von 11 Kubikmetern, entspricht also ungefähr einem Würfel mit 2,2 Metern Kantenlänge. 1 Kilogramm Wasserstoff hat den Energiegehalt von ca. 3,5 Litern Benzin und enthält Energie für die Leistung von rund 33 kWh.³

Produktionskosten von Wasserstoff nach Wasserstofftyp in Deutschland im Jahr 2019 und Prognosen für die Jahre 2030 und 2050 (in ct/kWh H₂)



Quelle: © Statista 2021

<https://de.statista.com/statistik/daten/studie/1195863/umfrage/produktionskosten-von-wasserstoff-nach-wasserstofftyp-in-deutschland/>



Rechnet man dies auf ein standardisiertes Automobil mit einem Tankvolumen von 35 Litern um, müsste bei einem wasserstoffbetriebenen Kfz ohne Komprimierung der Tank 110 Kubikmeter (Würfel mit einer Kantenlänge von ca. 5 Metern) groß sein. Bei einem Verbrauch von 15 kWh pro 100 km könnte man mit diesem Fahrzeug allerdings rund 2.200 Kilometer fahren. In der Praxis wird bei einem PKW der Wasserstoff mit ca. 700 bar komprimiert. Mit 5 kg komprimierten Wasserstoff kann man ca. 500 km fahren, der „Tank“ hat ein Volumen von rund 140 Litern.

Die Produktionskosten für grünen Wasserstoff lagen im Jahr 2019 lt. Statista bei 16,5 Cent pro Kilowattstunde. Bei gleichbleibendem Trend wird der Preis bis 2050 auf neun Cent pro Kilowattstunde fallen. Die Hochrechnungen in einigen der im Kapitel 2 der Broschüre aufgeführten Länder gehen sogar davon aus, dass der Preis in der Produktion auf bis zu 2 Cent pro kWh fallen könnte.⁴

Diese kurze Charakterisierung zeigt ausschnittsweise die Herausforderungen auf, die gegenüber fossilen Energieträgern bei einem Einsatz von Wasserstoff aufkommen. Dank der technologischen Entwicklung und dem weltweiten Bestreben, Wasserstoff zunehmend als Energieträger zu nutzen, stehen die Chancen für den Aufbau trotz der physikalischen Besonderheiten sehr gut.

Um den Einsatz des Wasserstoffs für Deutschland und für deutsche Unternehmen bestmöglich zu sichern, ist die Bundesregierung verschiedene Wasserstoffpartnerschaften und Kooperationen eingegangen.⁵

Wasserstoffpartnerschaften Deutschlands

Mit der Nationalen Wasserstoffstrategie 2020 legte die Bundesregierung den Grundstein des Maßnahmenpaketes zum Hochlauf grünen Wasserstoffs. Darin wurden Vereinbarungen, Rahmenabkommen und Absichtserklärungen geschlossen, Bekanntmachungen formuliert, eine Task Force gegründet sowie „strategische Wasserstoffpartnerschaften“ in den Fokus genommen.⁶

Die Hintergründe der geschlossenen Partnerschaften reichen dabei von der Förderung gemeinsamer Forschungsk Kooperationen (Japan) über den gemeinsamen Bau von Wasserstoffproduktionsanlagen inkl. maritimer Transportinfrastruktur (z.B. Marokko), dem gezielten Einsatz deutscher Technologie beim Aufbau der Wasserstoffproduktion unter Beteiligung deutscher Unternehmen (Saudi Arabien) bis zur Kooperation beim Wasserstoffhandel (Australien).

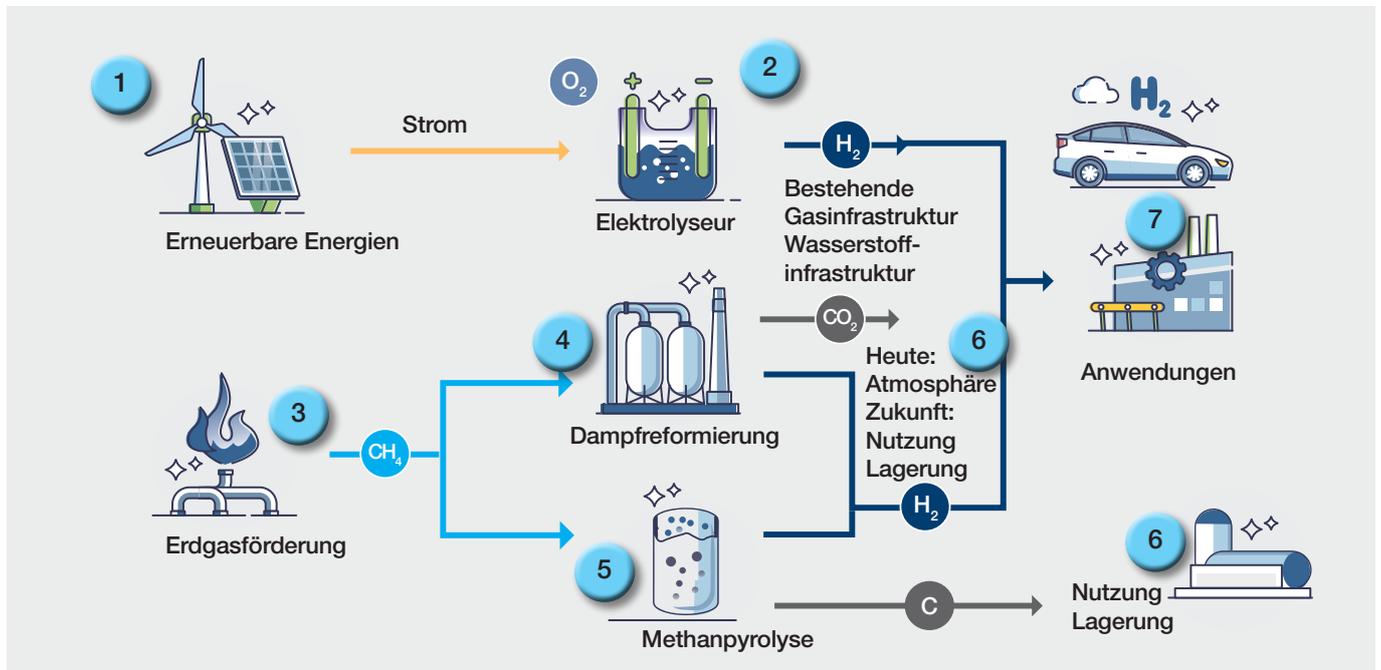
Von der Unterstützung beim Aufbau klimaneutraler Energieerzeugung (z.B. Solar und Wind) und Entsalzungsanlagen zur Gewinnung verwertbaren Wassers aus dem Meer, über die Erstellung und Inbetriebnahme von Elektrolyseuren bis zur Speicherung von Wasserstoff (tiefgekühlt unter Druck oder an- und in anderen Stoffen gebunden (z.B. Ammoniak oder Graphit) setzt die Bundesregierung an allen Stufen der „develop- and supply-chain“ an, um mit den aussichtsreichsten Partnern Innovationen voranzubringen und in die Praxis umzusetzen.

Ein Ausschnitt in die Strategien exemplarischer Länder und ausgewählter Projekte werden im Kapitel 2 „Nachhaltige Zukunft: Ausgewählte Länder und ihre Ambitionen“ gegeben. Zunächst soll aber ein schematischer Abriss der Wasserstoffproduktion gegeben und die daraus folgenden „Farben des Wasserstoffs“ hervorgehoben werden.



WASSERSTOFFERZEUGUNG

AM BEISPIEL VON „GRÜNEM“ UND „BLAUEM“ WASSERSTOFF



Eigene Darstellung auf Basis nachfolgender Quellen:

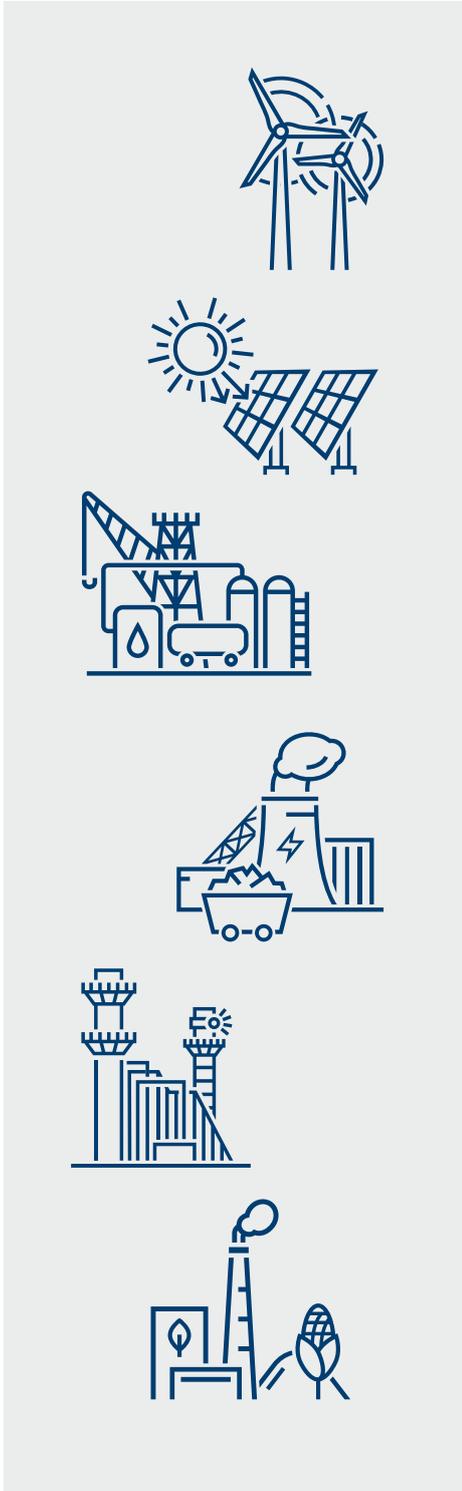
Quellen: <https://www.bdew.de/energie/wasserstoff/flexible-herstellung-was-ist-wasserstoff-und-wie-wird-er-erzeugt/>, <https://www.tuev-nord.de/de/unternehmen/energie/wasserstoff/>

ERLÄUTERUNG

- 1 Erneuerbare Energien** Grüner Wasserstoff entsteht, wenn Elektrolyse aus Wasser unter Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energien (Wind oder Photovoltaik) eingesetzt wird.
- 2 Elektrolyseur** Mit seiner Hilfe kann Wasser durch Elektrolyse in seine Grundkomponenten Wasserstoff und Sauerstoff aufgespalten werden. Dadurch entsteht Wasserstoff als Energieträger.
- 3 Erdgasförderung** Heutzutage wird der Wasserstoff noch vorrangig aus Erdgas gewonnen. Diesen bezeichnet man als blauen Wasserstoff. Die folgenden Verfahren der Dampfpreformierung und Pyrolyse ermöglichen dieses.
- 4 Dampfpreformierung** Unter Druck und hohen Temperaturen wandelt man die in den Energieträgern, wie Erdgas und Erdöl, enthaltenen Kohlenwasserstoffe in Methan, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid um. Diese Stoffe werden dann anschließend zu Wasserstoff katalysiert. Ein Nebenprodukt des Prozesses ist Kohlenmonoxid, welches sich allerdings ebenfalls in Wasserstoff umwandeln lässt. Alternativ kann man für die Dampfpreformierung auch Biomasse nutzen. Auf diese Weise verbessert man die gesamte CO_2 -Bilanz des Prozesses.
- 5 Methanpyrolyse** Mit dem Pyrolyseverfahren kann Erdgas in CO_2 -armen Wasserstoff umgewandelt werden, wobei dennoch CO_2 anfällt. Dabei wird der Hauptbestandteil von Erdgas, Methan, unter Sauerstoffausschluss in die Produkte Wasserstoff und festen Kohlenstoff gespalten. Hierbei wird wesentlich weniger Energie zur Herstellung von Wasserstoff aufgewendet als bei der Elektrolyse für grünen Wasserstoff.
- 6 Nutzung / Lagerung** Kohlenstoff kann durch Recycling in Produktion und Industrie Prozessemissionen senken und auch z.B. als Verbundwerkstoff, Füllstoff oder Baumaterial eingesetzt werden.
- 7 Anwendungen** Der Wasserstoff wird zu vielfältigen Anwendungen transportiert und dort genutzt, z.B. in Fahrzeugen, Industrie oder Brennstoffzellenheizungen.

Quellen: <https://gas.info/energie-gas/wasserstoff/herstellung-wasserstoff/blauer-wasserstoff>, <https://gas.info/energie-gas/wasserstoff/herstellung-wasserstoff/tuerkiser-wasserstoff>, <https://www.sfc.com/glossar/dampfpreformierung/>

FARBEN DES WASSERSTOFFES⁷



Grüner Wasserstoff wird unter Einsatz erneuerbarer Energien mittels Elektrolyse gewonnen. Das Wasser wird CO₂-neutral in seine Komponenten Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten

Gelber Wasserstoff bezeichnet die Wasserstoffproduktion aus einer Mischung erneuerbarer Energien und fossiler Brennstoffe.

Roter Wasserstoff (auch violetter) wird mit Kernenergie erzeugt und kann auf zwei Arten genutzt werden: zum einen durch die Nutzung von Elektrizität durch Elektrolyse, zum anderen durch die Nutzung ihres Hochtemperatur-Abwassers über das Verfahren der Thermochemischen Wasserspaltung (TWS-Verfahren).

Brauner oder **schwarzer Wasserstoff** entsteht bei der Nutzung von Kohle (Braun- bzw. Steinkohle) als Energieträger zur Elektrolyse.

Grauer Wasserstoff entsteht durch Dampfreduzierung fossiler Brennstoffe wie Erdgas oder Kohle. Pro Einheit Wasserstoff entsteht dabei die 10-fache Menge an Kohlenstoffdioxid, so dass diese Produktionsart sich als außerordentlich klimaschädlich erweist und nicht mehr zur Anwendung kommen sollte.

Blauer Wasserstoff entsteht aus der Dampfreduzierung von Erdgas. Erdgas wird unter anderem in Wasserstoff und CO₂ gespalten. Mit der „Carbon Capture and Storage-Technik“ kann das CO₂ gelagert werden. Auch hier kommt es im Idealfall zu keinerlei CO₂-Emissionen.

Türkiser Wasserstoff entsteht durch ein thermisches Verfahren, bei dem Erdgas durch die Methanpyrolyse in Wasserstoff und festen Kohlenstoff gespalten wird. Dieses Verfahren ist ebenso CO₂-neutral, solange der Kohlenstoff dauerhaft gebunden bleibt.

Orangener Wasserstoff wird aus Biomasse, oder unter Verwendung von Strom aus Anlagen der Abfallwirtschaft etwa Müllverbrennungsanlagen, oder Biogasanlagen erzeugt.

Weißer Wasserstoff ist der Wasserstoff, der als Abfallprodukt von chemischen Verfahren anfällt. In Chemiewerken wird er häufig zum Betreiben der werkseigenen Busse genutzt. Weißer Wasserstoff bezieht sich auch auf Wasserstoff, der in natürlicher Umgebung vorkommt.

Quellen: <https://www.bdew.de/energie/wasserstoff/flexible-herstellung-was-ist-wasserstoff-und-wie-wird-er-erzeugt/>
<https://orsted.de/gruene-energie/gruener-wasserstoff/methoden#:~:text=Es%20gibt%20viele%20Verfahren%20zur,Wasserstoff%20und%20CO2%20entstehen.>
https://www.ikts.fraunhofer.de/de/industrieloesungen/wasserstofftechnologien/wasserstoffherzeugung_und_wasserstoffmarkt.html
<https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20210512STO04004/gruene-wasserstoff-energie-welche-vorteile-ergeben-sich-fur-die-eu#:~:text=Im%20Juli%202020%20schlag%20die,klimaneutrales%20Energiesystem%20bis%202050%20sicherzustellen>
https://www.ikem.de/wp-content/uploads/2021/01/IKEM_Kurzstudie_Wasserstoff_Farbenlehre.pdf

2. Nachhaltige Zukunft: Ausgewählte Länder und ihre Ambitionen

Deutschland benötigt Wasserstoff insbesondere für die Dekarbonisierung seiner Industrie. Die deutsche Wasserstoffstrategie sieht vor, dass bis 2030 lokale Erzeugungskapazitäten von rund fünf Gigawatt entstehen. Dies würde jedoch nur etwa 15 Prozent des bis dahin erwarteten Bedarfes decken. Deutschland wird deshalb große Mengen des benötigten grünen Wasserstoffs auf internationalen Märkten einkaufen müssen.⁸

Auf der anderen Seite möchte sich Deutschland als führender Anbieter für grüne Wasserstofftechnologien etablieren. Da Wasserstoff als Rohstoff der Zukunft gilt, könnte sich die zur Herstellung benötigte Technik als neuer Exportschlager erweisen. Die Geschäftschancen in einzelnen Ländern werden nachfolgend zusammenfassend anhand der Länderstrategien oder auch bereits durchgeführter Wasserstoffprojekte an einigen exemplarischen Beispielen aufgegriffen.⁹



Auszug aus: <https://www.gtai.de/de/trade/australien/branchen/deutschland-interessiert-an-gruenem-wasserstoff-aus-australien-561812>

AUSTRALIEN

Australien will an seine lange Tradition als einer der weltweit größten Lieferanten von Energierohstoffen anschließen und zu einem der international größten Wasserstoffexporteure aufsteigen. Als Kontinent mit einer sehr hohen Sonneneinstrahlung sowie einem landesweiten großen Potenzial zur Nutzung der Windenergie kann Australien nahezu unbegrenzt grünen Strom erzeugen, welcher für das Elektrolyseverfahren zur Produktion von Wasserstoff benötigt wird.

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert eine 24-monatige Machbarkeitsstudie mit einem Betrag von 1,5 Millionen Euro um zu untersuchen, welche ökonomischen, technologischen und regulatorischen Schritte erforderlich sind, um eine kosteneffiziente und stabile Lieferkette für grünen Wasserstoff von Australien nach Deutschland aufzubauen.



Auszug aus: <https://www.gtai.de/de/trade/chile/branchen/chiles-wasserstoffstrategie-zieht-investitionen-an-779380>

CHILE UND ARGENTINIEN

Chile und Patagonien zählen zu den Geheimfavoriten für einen vorderen Tabellenplatz in der künftigen Weltliga der Wasserstoffhersteller. Chile hat ehrgeizige Pläne in seiner Energiepolitik. Dies gilt insbesondere für die 2020 aufgestellte Grüne-Wasserstoff-Strategie. Diese verfolgt drei Ziele: bis 2025 zumindest 5 Gigawatt Elektrolysekapazität im Aufbau zu haben, bis 2030 der günstigste Hersteller von Wasserstoff zu sein (angestrebt ist ein Preis nach Einspeisen der Transportkosten von 1,3 US-Dollar (US \$) pro Kilogramm Wasserstoff) und bis 2050 zu den drei weltgrößten Exporteuren für grünen Wasserstoff zu gehören. Auslandsinvestitionen, die zum Erreichen dieser Ziele führen, sind mehr als erwünscht.

Die Linde AG erhielt den Zuschlag zur Beteiligung am Haru-Oni Projekt. In dem 2020 initiierten Projekt (was in der Sprache der indigenen lokalen Bevölkerung „Starker Wind“ bedeutet) sollen synthetische, klimaneutrale Elektrokräftstoffe hergestellt werden. Beteiligt sind hier auch die Siemens Energy und die Porsche AG. Außerdem wird Haru-Oni durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen der Nationalen Wasserstoffstrategie gefördert.

Das Projekt HyPro Aconcagua, wofür wiederum die Linde AG den Zuschlag erhielt, ist an eine Niederlassung der staatlichen Erdölfirma ENAP (Empresa Nacional de Petróleos) angebunden. Es umfasst eine Kapazität von 20 Megawatt und soll nach Fertigstellung bis zu 3.000 Tonnen Wasserstoff erzeugen.



Auszug aus: <https://www.gtai.de/de/trade/china/branchen/china-treibt-wasserstoff-wirtschaft-strategisch-voran-879734>

CHINA

China ist seit langem der weltweit größte Hersteller von Wasserstoff, den es weitgehend selbst verbraucht. Dabei handelt es sich vorwiegend um „dreckigen“ Wasserstoff. Nur etwa 1,5 Prozent werden nach Einschätzung des Center for Strategic & International Studies (CSIS) derzeit mit Solar oder Wind produziert. Das könnte sich schnell ändern. Einer aktuellen Studie des China Hydrogen Alliance Research Institute vom Juni 2022 zufolge soll grüner Wasserstoff bis 2030 bereits 10 Prozent des Endenergieverbrauchs stellen. Auch zur industriellen Dekarbonisierung soll er verstärkt beitragen. Den Rahmen bildet der im März 2022 erlassene mittelfristige Entwicklungsplan für die Wasserstoffwirtschaft 2021 bis 2035.

China nutzt die Aufbauphase seiner Wasserstoffwirtschaft auch dazu, eine solide Wertschöpfungskette im Land zu etablieren. In wichtigen Bereichen wie Batterien und der Erzeugung von Wasserstoff durch alkalische Elektrolyse – einem technisch ausgereiften und weltweit zur Herstellung von Wasserstoff eingesetzten Verfahren – ist dies bereits gelungen. So stammen weltweit bereits drei Viertel aller Lithium-Ionen-Akkus aus China und rund ein Drittel aller alkalischen Elektrolyseure. Die Grundlage ist häufig ein nahezu unschlagbares PreisLeistungsverhältnis. Während in China alkalische Elektrolysesysteme etwa 300 US-Dollar pro Kilowatt kosten, belaufen sich die Kosten laut dem Fachmagazin Recharge in Europa auf etwa das Vierfache.



Auszug aus: <https://de.euronews.com/2021/10/25/japan-setzt-beim-ubergang-zur-co2-neutralitat-auf-wasserstoff>

JAPAN

Die EU und Japan wollen bei der Produktion und dem Handel von grünem Wasserstoff enger zusammenarbeiten. Denn Wasserstoff gilt als Schlüssel, die Klimaneutralität bis 2050 zu erreichen. „Man wolle gemeinsam auf die Nachhaltigkeit und Erschwinglichkeit der Erzeugung, des Handels, des Transports, der Speicherung, der Verteilung und der Nutzung von erneuerbarem und CO₂-armem Wasserstoff hinarbeiten“, hieß es.

Heute bereits wird beispielsweise in Kōbe mit Wasserstoff Wärme und Strom für ein Krankenhaus, ein Sportzentrum und Züge erzeugt – ein Beispiel von Japans Übergang zu einer sogenannten „Wasserstoffgesellschaft“. Japan war das erste Land der Welt, das 2017 eine Wasserstoffstrategie entwickelt hat. Ziel ist es, die Emissionen bis 2030 um 46 Prozent zu senken und bis 2050 CO₂-neutral zu sein.

Die Wasserstoff-Energieversorgungskette in Kōbe nutzt Wasserstoff, der in Australien hergestellt und dann nach Japan verschifft wird. Kawasaki Heavy Industries leistet Pionierarbeit beim Wasserstoff-Transport auf dem Seeweg: Das Gas wird auf minus 253 Grad Celsius eingefroren und zu einer Flüssigkeit komprimiert; auf diese Weise wird eine vollständige Wasserstoffversorgungskette entwickelt. Ein spezieller Flüssiggas-Tanker benötigt dann nur 16 Tage für die Fahrt nach Australien. Laut Kawasaki Heavy Industries stehe der Massentransport von Wasserstoff auf dem Seeweg erst am Anfang.

Quelle: 02.12.2022, Tagesschau



Auszug aus: <https://www.gtai.de/de/trade/marokko/wirtschaftsumfeld/deutschland-foer-dert-wasserstoffproduktion-in-marokko-570712>

MAROKKO

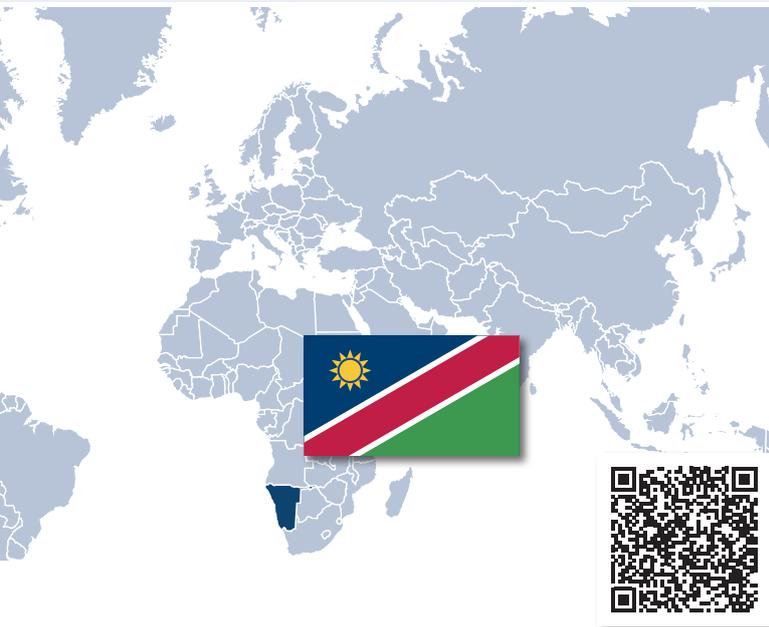
Marokko plant den Aufbau einer Wasserstoffindustrie und -wirtschaft durch hohe Investitionen aus dem Ausland. Ein optimistisches Szenario der Regierung geht davon aus, dass im Zeitraum 2020 bis 2050 Kapitalanlagen mit einem Volumen von umgerechnet 110 Milliarden US-Dollar investiert werden. Nur so könne in dem Zeitraum das Nachfragepotenzial abgedeckt werden. Im vorsichtigeren Referenzszenario beläuft sich die Investitionssumme immerhin noch auf rund 82 Milliarden US\$.

In Quarzazate wurde bereits mit deutscher Hilfe das größte Solarkraftwerk der Welt errichtet.

Laut GIZ können die Kosten für die Erzeugung von Sonnenstrom, Onshore- und Offshore-Windstrom bis 2030 voraussichtlich auf ein bis zwei Cent pro Kilowattstunde sinken. Das soll es möglich machen – günstigste Bedingungen wie stark sinkende Investitionskosten, hohe Vollaststunden und Wirkungsgrade vorausgesetzt –, klimaneutrales H₂ für etwa einen Euro pro Kilogramm zu erzeugen.

Die Berechnungen wurden vom Ministère de la Transition Énergétique et de Développement Durable (Ministerium für Energie und nachhaltige Entwicklung) im Rahmen der marokkanischen Wasserstoffstrategie veröffentlicht. An der Konzipierung des dreistufigen Fahrplans war auch die deutsch-marokkanische Energiepartnerschaft PAREMA beteiligt.

Investiert werden muss in die eigentliche Technologie der Wasserstoffproduktion, aber auch in den Auf- und Ausbau erneuerbarer Energien. Aufgrund seines außergewöhnlichen Potenzials für die Stromgewinnung aus Solar und Wind ist das Königreich prädestiniert für die Produktion und den Export von grünem Wasserstoff. Das Ziel des Königreichs, bis zum Jahr 2030 insgesamt 52 Prozent seines Stroms aus erneuerbaren Quellen zu generieren, könnte laut GTAI sogar übertroffen werden. Bis 2040 stehen 70 Prozent auf dem Plan. Bis 2050 ist die Marke von 80 Prozent ausgeufen. Verschiedene Initiativen, welche vorsehen, Energie in Wasserstoff (Power to X¹⁰) umzuwandeln, befinden sich bereits in der Startphase.



Auszug 1 aus: <https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/pressemitteilungen/de/2021/08/250821-Namibia-Wasserstoff.html>

NAMIBIA

Namibia hat enorme Potenziale für den Hochlauf einer grünen Wasserstoffwirtschaft: Das Land verfügt über große, bislang ungenutzte Flächen. Die Windgeschwindigkeiten in Namibia ermöglichen eine besonders profitable Erzeugung von Windstrom. Noch größer ist das Potenzial beim Solarstrom: Über 3500 Sonnenstunden zählt Namibia jährlich. Das ist fast doppelt so viel wie in Deutschland. Es wird davon ausgegangen, dass ein Kilo Wasserstoff aus Namibia am Ende zwischen 1,50 und 2 Euro kos-

ten wird. Das wäre ein weltweiter Spitzenwert, der zu einem gewaltigen Standortvorteil für Wasserstoff „Made in Namibia“ werden kann.

Auszug 1

Ein aktuelles Beispiel zur Produktion von grünem Wasserstoff in Namibia wird von Enertrag aus Brandenburg gegeben. Der Bau einer Wasserstofffabrik wird mit einem Investment von zehn Milliarden Euro geplant. Das Vorbild liefert eine Anlage in der Uckermark, wo ein Pilotprojekt durchgeführt wurde, welches mit der Energie von 600 Windrädern gespeist wird. Im Süden von Namibia hat Enertrag sein Projekt namens „Hyphen“ im menschenleeren Nationalpark Tsau Khaeb geplant. Dort weht der Wind deutlich stärker als beispielsweise an der Nordsee und so lässt sich laut Enertrag grüner Strom deutlich günstiger erzeugen – voraussichtlich für weniger als zwei Cent pro Kilowattstunde.

Nach der Bewertung von Enertrag ist der Nationalpark ein perfekter Standort. Es ist weltweit einer der besten Windstandorte an Land, fünfzehn Kilometer weiter östlich stehen die eigenen Solaranlagen und in nur zwölf Kilometern Entfernung liegt der Ozean, woraus Wasser zur Herstellung von Wasserstoff gewonnen werden kann. Das Projektgebiet ist riesig, 100 Kilometer lang und 80 Kilometer breit. 600 Windturbinen und zwei Solarfelder sollen eine Kapazität von sieben Gigawatt bereitstellen – so viel wie sieben große Kernreaktoren. Um die Rieseninvestition zu stemmen, arbeitet Enertrag als „Hyphen“-Konsortium mit einem Finanzinvestor zusammen.

Auszug 2

Auszug 2 aus: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/weltwirtschaft/namibia-gruener-wasserstoff-habeck-101.html>



Auszug aus: <https://www.gtai.de/de/trade/niederlande/branchen/niederlande-investieren-massiv-in-wasserstoff-956964>

NIEDERLANDE

Im Jahr 2020 hat die niederländische Regierung ihre Wasserstoffstrategie vorgelegt. Zu deren Umsetzung ist im Juli 2021 das Nationale Wasserstoffprogramm an den Start gegangen. Dazu wurde auch eine branchenübergreifende Arbeitsgruppe eingerichtet. Dieser gehören Forschungsinstitutionen wie das renommierte TNO ebenso an wie Unter-

nehmen, Verbände für Chemie, Technologie und Kfz sowie die öffentlichen Betreiber des Gas- und Stromnetzes und Hafengesellschaften.

Die nötigen Investitionen zur Elektrolyse von grünem Wasserstoff dürften laut niederländischer Regierung deutlich sinken. So soll die Einrichtung von einem Megawatt Leistung 2030 etwa 350.000 Euro kosten – das kommt einer Reduzierung um zwei Drittel innerhalb eines Jahrzehnts gleich. Gründe sind der technologische Fortschritt und Skaleneffekte für die Hersteller. Der Preis für ein Kilogramm Wasserstoff soll 2030 bei zwei Euro liegen und sich bis 2050 auf einen Euro halbieren.

Die Niederlande haben ihre Erdgasvorkommen jahrzehntelang intensiv zur eigenen Energieversorgung genutzt. Daher gibt es ein sehr dichtes Gasleitungsnetz von 136.000 Kilometern Länge. Dieses lässt sich auch zum Transport von Wasserstoff nutzen, wenn die Niederlande aus der Gasverfeuerung aussteigen und jedes Jahr 200.000 Haushalte vom Netz nehmen.

Die öffentliche Gasnetzgesellschaft Gasunie wird daher eine zentrale Rolle beim Aufbau der Wasserstoffinfrastruktur spielen. Bis 2027 will Gasunie 1,5 Milliarden Euro ausgeben, um zunächst 12.000 Kilometer Pipelines einzurichten. Diese sollen zu 85 Prozent aus umgerüsteten Gas- und zu 15 Prozent aus neu zu verlegenden Leitungen bestehen. Wasserstoffpipelines nach Deutschland sind in Planung.

Der sogenannte Delta Corridor soll mit vier Röhren von Rotterdam an Rhein und Ruhr führen und eine Abzweigung ins niederländische Limburg haben. Dadurch kann grüner Wasserstoff nach Osten und Kohlendioxid in umgekehrter Richtung zur Speicherung unter die Nordsee gelangen. Beteiligen wollen sich RWE, Thyssenkrupp und HeidelbergCement. Da aber noch Verhandlungen laufen, erscheint eine Inbetriebnahme 2026 als ambitioniert.



Auszug aus: <https://www.gtai.de/de/trade/norwegen/branchen/die-norwegische-formel-fuer-wasserstoff-931336>

NORWEGEN

Norwegen stellte Mitte 2020 seine Wasserstoffstrategie vor. Darin wird die Bedeutung des Energieträgers für Transport, Industrie und den Energiesektor unterstrichen.

Neben diesen grünen Anlagen plant Norwegen aber zumindest mittelfristig größere Kapazitäten für blauen, also mit Erdgas gewonnenem Wasserstoff. Wobei die Regierung nicht von „blau“ spricht, sondern von „emissionsarm“. Denn die Herstellung soll mit Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS) verbunden werden.

Bereits im Frühjahr 2022 hatte Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck ein Joint Statement mit Ministerpräsident Jonas Gahr Støre zur engeren Zusammenarbeit in Energiefragen unterschrieben. Da die Bundesregierung laut Medienberichten im Rahmen der geplanten Klimaschutzverträge zumindest mittelfristig nicht ausschließlich auf grünen Wasserstoff setzen will, könnte blauer Wasserstoff aus Norwegen auch für deutsche Abnehmer interessant werden. Der norwegische Pipelinebetreiber Gassco soll bereits den Bau einer entsprechenden Verbindung prüfen. Sie könnte 2030 fertiggestellt werden und jährlich vier Millionen Tonnen in den Süden transportieren.

RWE und der norwegische Energiekonzern Equinor unterzeichneten bereits eine Absichtserklärung für vier gemeinsame Vorhaben: Bau neuer Gas- und Dampf-Kombikraftwerke, Bau von Anlagen zur Produktion kohlenstoffarmen Wasserstoffs, Gemeinsame Entwicklung von Off-Shore-Windparks und Export von Wasserstoff von Norwegen nach Deutschland.

Weitere Quelle: NFA



Auszug aus: <https://www.gtai.de/trade/saudi-arabien/branchen/wasserstoffstrategie-mit-grau-blauer-tendenz-841314>

SAUDI ARABIEN

Saudi-Arabien will zu einem führenden Wasserstoffproduzenten werden. Von offizieller Seite ist für 2030 eine Zielgröße von jährlich 2,9 Millionen Tonnen genannt, bis 2030 sind 4,0 Millionen Tonnen geplant. Die angestrebten Mengen schließen grau-blauen und grünen Wasserstoff ein.

Saudi-Arabien's größtes geplantes Wasserstoffprojekt ist Teil der klimaschädlichen Erschließung der Schiefergasvorkommen von Jafurah. Die dortigen Gasreserven belaufen sich nach Schätzungen auf 5,7 Billionen Kubikmeter. Durch die Erschließung des Jafurah-Feldes würde Saudi-Arabien zu einem weltweit führenden Gasproduzenten.

Zum 500 Milliarden US\$ Regionalentwicklungsprojekt NEOM (New Future) gehört auch die Erzeugung von grünem Wasserstoff/Ammoniak aus erneuerbaren Energien. Die Realisierung dieses Teilprojektes im bislang dünn besiedelten Nordwesten Saudi-Arabien hat nun begonnen. Der Produktionsstart ist für 2026 geplant. Der Bau des auf 900 Millionen US\$ geschätzten Wasserstoff-/Ammoniakwerks ist ausgeschrieben. Angebote sollen die China Tianchen Engineering Corporation, die Consolidated Contractors Company (Griechenland) und die lokale Nasser S. Al-Hajri Corporation vorgelegt haben. ThyssenKrupp wird die Elektrolysetechnik mit einer Gesamtleistung von zwei Gigawatt liefern. Eine Teilfinanzierung des Projekts durch die deutsche KfW IPEX-Bank ist im Gespräch.



Auszug aus: <https://www.gtai.de/trade/spanien/branchen/spanische-regierung-beschliesst-strategieprojekt-wasserstoff-787344>

Auszug aus: <https://www.voanews.com/a/spain-uses-natural-advantages-to-push-for-green-hydrogen/6647257.html>

Auszug aus: <https://www.rechargenews.com/energy-transition/spain-starts-up-flagship-industrial-green-hydrogen-plant-and-first-ever-hydroduct/2-1-1185088>

SPANIEN

Die spanische Regierung bündelt Kräfte, um das Potenzial für umweltfreundlich erzeugten Wasserstoff zu erschließen. Das Paket basiert auf erneuerbaren Energien und Speichertechnik, Leistungselektronik und grünem Wasserstoff. Sowohl die Erzeugung von Wasserstoff als auch die Unterstützung von Industriekunden beim Einsatz der neuen Technologien werden gefördert. Das Ziel sind 16,3 Milliarden Euro Gesamtinvestitionen. Spanien strebt eine führende Rolle im europäischen Energiesystem an. Zudem soll die Abhängigkeit von knappen und teuren Energieträgern aus dem Ausland reduziert werden. Der Wirtschaftszeitung Expansión zufolge entfallen von 5.200 Megawatt geplanten Wasserstoffkapazitäten in Europa 42 Prozent auf Spanien.

Im neuen Netzwerk Spanish Hydrogen Network (Shyne) haben sich im Januar 2022 rund 30 Unternehmen und Forschungseinrichtungen zusammengeschlossen. Die Voraussetzungen sind mit erneuerbaren Energien, der geplanten Dekarbonisierung der inländischen Industrie und den Exportchancen für Wasserstoff günstig. Allerdings zeichnet sich bereits ein intensiver Wettbewerb mit anderen Ländern ab.

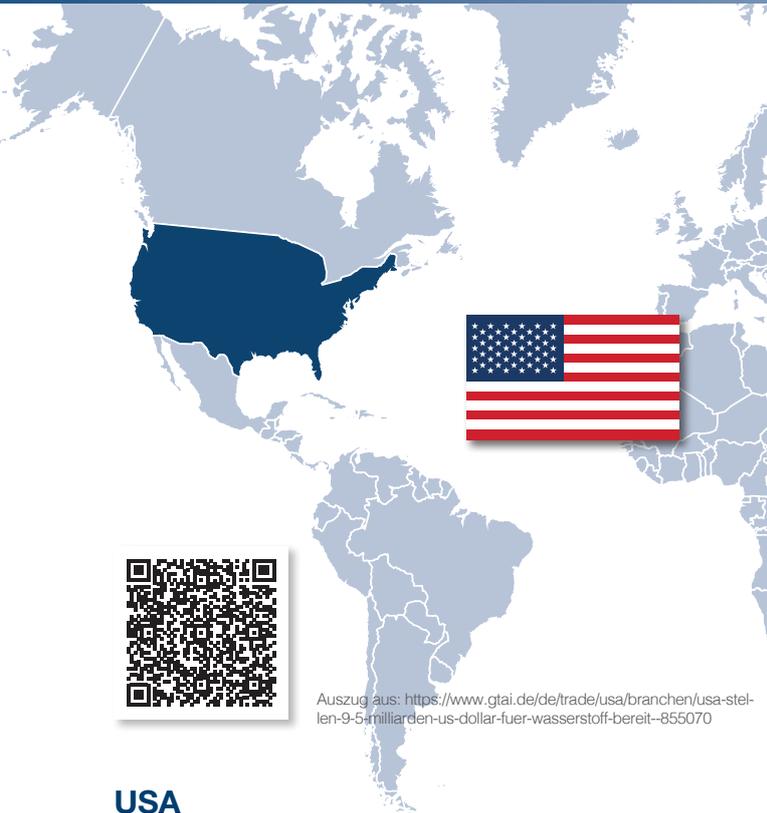


Auszug aus: <https://uruguay.ahk.de/de/berufsbildung/translate-to-deutsch-energia-medio-ambiente/translate-to-deutsch-hidrogeno>

URUGUAY

Uruguay gehört weltweit zu den Vorreitern im Bereich der erneuerbaren Energien. Von 2010 bis 2016 wurden 7,8 Milliarden US\$ in die Energie-Infrastruktur investiert, mehr als zwei Prozent des BIP pro Jahr. 98 Prozent des Stromverbrauchs werden bereits aus erneuerbaren Energien gedeckt und der Anteil der erneuerbaren Energien an der Primärmatrix lag in 2019 bereits bei 63 Prozent.

Mit dem Auf- und Ausbau der Wasserstoffwirtschaft schickt sich Uruguay an, einen Beitrag zur kohlenstoffarmen Wirtschaftsentwicklung zu leisten und das nicht nur in Uruguay. Dabei verfügt das Land am Rio de la Plata über optimale Bedingungen zur Förderung und Export von grünem Wasserstoff. „Durch den Einstieg in die Wasserstoffwirtschaft ergibt sich ein großes Potenzial den Anteil der Erneuerbaren Energien weiter auszubauen, so Mischa Groh, Geschäftsführer der AHK Uruguay.“



Auszug aus: <https://www.gtai.de/de/trade/usa/branchen/usa-stellen-9-5-milliarden-us-dollar-fuer-wasserstoff-bereit-855070>

USA

Die US-Einfuhren von Wasserstofftechnologien aus Deutschland sind 2021 um 60 Prozent auf etwa 5,4 Millionen US-Dollar (US\$) gestiegen, so die Zahlen der U.S. International Trade Commission. Im Jahr 2022 sollten die Importe weiter zulegen, da ein deutliches Wachstum der Nachfrage nach Elektrolyseuren in den USA erwartet wurde.

Das sagt unter anderem die US-amerikanische Unternehmensberatung BloombergNEF voraus. Der auf Energie, Transport und Industrie spezialisierte Analysedienstleister geht davon aus, dass sich die USA im Jahr 2022 zum zweitgrößten Markt für Elektrolyseure nach China entwickelt hat und dass sich der Absatz auf 277 bis 354 Megawatt belaufen soll. Ein wichtiger Grund für dieses prognostizierte Wachstum sind drei För-

derprogramme des Bundesministeriums für Energie (U.S. Department of Energy, DOE). Damit gibt die Regierung Technologieanbietern und der Energiewirtschaft die Sicherheit, dass die öffentliche Hand Wasserstoffvorhaben auf Jahre hinaus unterstützen wird.

Generell fördert das Ministerium Wasserstoffprojekte in der Energiewirtschaft, etwa zur Speicherung von überschüssigem Wind- und Sonnenstrom beziehungsweise als Beimischung von Wasserstoff zu Erdgas in Kraftwerken. Weitere Bereiche umfassen die Metallindustrie, die chemische und petrochemische Industrie sowie den Fahrzeugbau.

Der Hersteller von Industriegasen Linde hat im Juni 2022 angekündigt, im Bundesstaat Alabama eine Anlage zur Erzeugung von Wasserstoff im Wert von 83 Millionen US\$ zu bauen und diese bis 2024 fertigzustellen. Die geplanten Abnehmer sind Unternehmen aus der Luft- und Raumfahrt sowie Firmen aus den Bereichen Elektronik, industrielle Montage und Betreiber von Fahrzeugflotten.

Für deutsche Lieferanten von Wasserstofftechnologien ergeben sich aus der Bildung von Clustern in den USA zahlreiche Geschäftschancen. So kündigte das amerikanische Bundesministerium für Energie (U.S. Department of Energy, DOE) im Februar 2022 ein Förderprogramm im Umfang von 8 Milliarden US-Dollar (US\$) an.

In den USA werden jährlich etwa 10 Millionen Tonnen Wasserstoff produziert. Das entspricht neun Prozent der weltweit hergestellten Menge. Der größte Teil wird in den USA noch aus Erdgas durch Methandampferformierung gewonnen. Die Herstellung von grünem Wasserstoff über die Elektrolyse von Wasser findet bislang noch wenig Anwendung. Nur wenige Dutzend Anlagen sind in den Vereinigten Staaten in Betrieb oder befinden sich in der Bauphase.

Im Rahmen eines anderen Programms stellt das Ministerium eine weitere Milliarde bereit. Damit soll die Finanzierung von Forschung und Entwicklung im Bereich Elektrolyseverfahren verbessert werden. Ziel ist es, den Gestehungspreis für ein Kilogramm Wasserstoff im Laufe von zehn Jahren von derzeit 10 US\$ auf 1 US\$ zu senken.



Auszug aus: <https://www.marketsinternational.de/wasserstoff-vereinigte-arabische-emirate/>

VEREINIGTE ARABISCHE EMIRATE (VAE)

Die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) verfügen über sehr gute Bedingungen für die kostengünstige Herstellung von Wasserstoff aus erneuerbaren Energien. Deutsche und emiratische Firmen arbeiten bereits in mehreren H₂-Projekten zusammen. Um die Energiepartnerschaft mit den VAE weiter auszubauen, ist Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck im März mit einer Wirtschaftsdelegation in die Hauptstadt Abu Dhabi gereist. Dort konnten fünf Kooperationen zum Aufbau einer Wasserstoff-Wertschöpfungskette zwischen Deutschland und den VAE geschlossen werden.

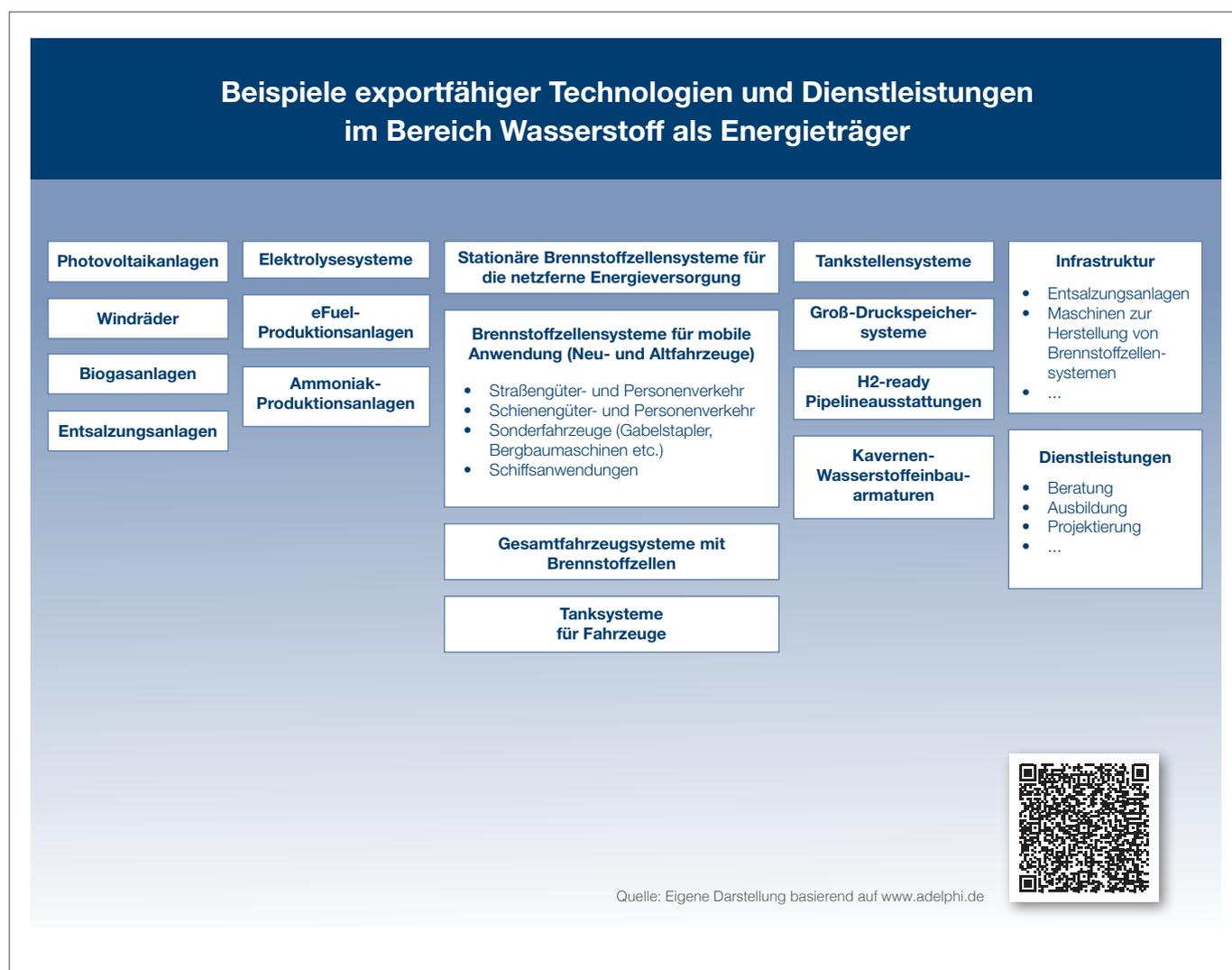
Wenn Wasserstoff die Bedeutung des Erdöls von heute ersetzen soll, haben die Vereinigten Arabischen Emirate (VAE) alle Voraussetzungen, um künftig eine führende Rolle in der weltweiten Versorgung mit Energie zu spielen. Sowohl im Bereich des blauen Wasserstoffs als auch hinsichtlich grünen Wasserstoffs gilt: Expertise, Infrastruktur und Beziehungen vor allem zu asiatischen Energieimporteuren sind längst vorhanden.

3. Geschäfts- und Investitionschancen der Wasserstoffwirtschaft

Die Kooperations- und Geschäftschancen im Aufbau der weltweiten Wasserstoffproduktion sind äußerst vielfältig. Sie reichen von der Zusammenarbeit bei der Entwicklung von Innovationen über Beratungsleistungen zum Wasserstoff selbst, aber auch zu den bei seiner Erzeugung eingesetzten Wind-, Solar- oder Entsalzungsanlagen. Elektrolysesysteme oder auch Produktionsanlagen für Ammoniak sind sicherlich als das Herzstück der Wasserstoffwirtschaft zu bezeichnen. Die Erwartung an den Wasserstoff als CO₂ neutraler Löser der Energieprobleme wäre

aber ohne die diversen Methoden der Speicherung des Wasserstoffs und seines Transports nicht realistisch. In dieser Kette der (grünen) Wasserstoffproduktion kann auf keines der genannten Kettenglieder verzichtet werden.

Schematisch verdeutlicht adelphi/dena/GIZ/Navigant¹¹ diese Kette als „Überblick exportfähiger Technologien und Dienstleistungen im Bereich Wasserstoff als Energieträger“ wie folgt:





Deutsche Unternehmenslandschaft und Exportprodukte

Laut adelphi/dena/GIZ/Navigant sind entlang der Wertschöpfungskette für Grünwasserstoff, von der Elektrolyse bis zur Verwendung, über 100 deutsche Unternehmen bereits positioniert. Dies umfasst Großunternehmen, inkl. Autohersteller (z.B. BMW, Daimler), Konzerne aus dem Bereich Maschinen- und Anlagenbau (z.B. Siemens, Robert Bosch, ThyssenKrupp) sowie Unternehmen aus dem Gasbereich (z.B. Linde). Darüber hinaus sind zahlreiche KMUs im Feld aktiv. Unter diesen gibt es die auf Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie spezialisierten OEMs (z.B. SFC, Sunfire, Proton Motor Fuel Cell), Start-ups (z.B. E.go Rex, Enapter) sowie

Komponentenhersteller und Zulieferer (für Filter, Membranen, Ventile, Messgeräte etc.). Letztere spalten sich in spezialisierte Zulieferer (z.B. Fumatech, Hydrogenious, WS Reformer) und größere Unternehmen auf (z.B. Schaeffler, Freudenberg, ElingKlinger), die auch Produkte für die Wasserstoff- und Brennstoffzellenindustrie in ihrem Portfolio haben. Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien gehört selbstverständlich ebenfalls dazu, so wie die Entwickler von Speicheranlagen (z.B. die in Bonn ansässige GKN Hydrogen GmbH) und Transportgüter. Auch die Bereiche Ausbildung, Projektierung und Beratung werden zunehmend relevant.

Quellen und Beispiele



Quelle: <https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/energie/endlich-eine-loesung-fuer-die-wasserstoff-speicherung-gefunden/>



Quelle: <https://www.ewe.com/de/zukunft-gestalten/wasserstoff/wasserstoffspeicherung-im-portrait>



Quelle: https://www.bveg.de/wp-content/uploads/2022/06/20220610_DBI-Studie_Wasserstoff-speichern-soviel-ist-sicher_Transformationspfade-fuer-Gas-speicher.pdf



Quelle: <https://gas.info/energie-gas/gas-infrastruktur/wasserstoff-im-gas-netz>



Quelle: <https://www.gknhydrogen.com>

4. Finanzierungs- und Fördermittel

Förder- und Finanzierungsprogramme zur Einführung der Wasserstofftechnik werden in den unterschiedlichsten Varianten von diversen Institutionen angeboten.

In der folgenden Übersicht werden einige ausgewählte nationale und internationale Programme vorgestellt.

Die Bundesregierung bündelt in ihrem One-Stop-Shop – Wasserstoff allgemeine Informationen und konkrete Projektbeispiele

sowie Beratungs- und Serviceleistungen. Dort ist auch die geschaffene Lotsenstelle Wasserstoff angebunden, die es förderinteressierten Unternehmen und Institutionen ermöglicht, sich telefonisch oder per Mail an erfahrene Förderexperten zu wenden und so direkt die zum eigenen Vorhaben passenden Förderoptionen zu finden.

Details zu ausgewählten Förderprogrammen mit einer Kurzbeschreibung der Förderung werden nachfolgend vorgestellt.

BUNDESMINISTERIEN

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)

BMWK

Zur Umsetzung der **Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS)** initiiert die Bundesregierung bi- und multilaterale Fördermaßnahmen und Initiativen im außereuropäischen Ausland und unterstützt damit Aktivitäten im internationalen Umfeld.

<https://www.bmwk.de/Navigation/DE/Wasserstoff/Foerderung-International/foerderung-international.html>



BMBF

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung will die **Erforschung von Grünem Wasserstoff entlang der gesamten Wertstoffketten** vorantreiben. Ein Schlüssel hierfür ist die langfristig wirksame Vernetzung der deutschen Forschungslandschaft mit potenziellen Partnern im europäischen wie außereuropäischen Ausland. Eine Rahmenbekanntmachung zur Förderung deutscher Hochschulen, außeruniversitärer Forschungseinrichtungen, Unternehmen, Forschungsprojekten, -netzwerken und Partnerschaften macht dies möglich. Sie bildet die Grundlage für die Ausgestaltung maßgeschneiderter Förderkonzepte mit internationalen Partnern. Förderfähig ist die Etablierung von Forschungsprojekten, -netzwerken und Partnerschaften zwischen Deutschland und einem oder mehreren Partnerländern entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette.

https://www.bmbf.de/bmbf/de/home/_documents/internationale-kooperationen-gruener-wasserstoff.html



In drei industrieführten Leitprojekten entwickeln Wirtschaft und Wissenschaft gemeinsam Lösungen der Wasserstoff-Leitprojekte um Hürden auszuräumen, die eine deutsche Wasserstoffwirtschaft noch behindern:

1. **Hochskalierung und Serienfertigung von Elektrolyseuren (H2Giga)**
2. **Offshore-Erzeugung von Wasserstoff ohne Netzanbindung (H2Mare)**
3. **Technologien für den Transport von Wasserstoff (TransHyDE)**



Weitere Informationen: <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de>

BUNDESREGIERUNG

Förderwegweiser Energieeffizienz des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausführungkontrolle (Bafa)

Die Steigerung der Energieeffizienz von Unternehmen, Kommunen und Eigenheimen in den Bereichen Elektromobilität, der Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft oder der Kraft- Wärmekopplung können mittels des „**Förderwegweisers Energieeffizienz**“ angegangen werden. Die Bundesregierung hält dafür attraktive Förderangebote bereit.

Weitere Informationen:

https://www.bafa.de/DE/Energie/Energieeffizienzwegweiser/energieeffizienzwegweiser_node.html



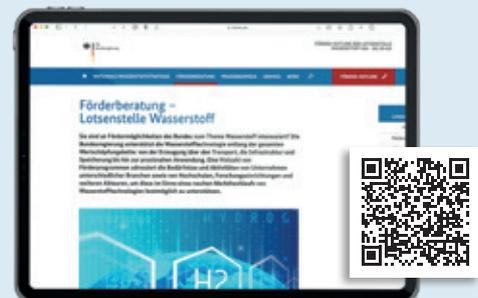
EUROPÄISCHE KOMMISSION

Auch die Europäische Kommission schreibt angesichts ihrer ambitionierten Energie- und Klimaziele des „European Green Deals“ (Reduktion der Treibhausgasemissionen der EU um 55 Prozent bis 2030 ggü. 1990) Wasserstoff eine wesentliche Rolle für die europäische Energiewende zu. Der Aufbau eines europäischen Wasserstoffmarkts und grenzüberschreitender Wasserstoffinfrastrukturen steht dabei im Zentrum.

Im Rahmen ihres Umsetzungspakets „Fit for 55“ adressiert sie den angestrebten Markthochlauf von Wasserstofftechnologien sowohl mit Maßnahmen zur Schaffung geeigneter regulatorischer Rahmenbedingungen als auch mit Fördermaßnahmen.

Quelle und weitere Informationen:

<https://www.bmwk.de/Navigation/DE/Wasserstoff/foerderberatung.html>



KREDITANSTALT FÜR WIEDERAUFBAU (KfW)

Unter der Überschrift „Energie und Umwelt“ bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) sowohl die Übersicht der Förderprogramme als auch einen „**Produktfinder**“, mit dem man die zu dem eigenen Vorhaben passenden Finanzierungs- und Förderprogramme finden kann.

Die „**Klimaschutzoffensive**“ stellt beispielsweise Mittel für Maßnahmen zum Bau von Fernleitungs- und Verteilnetzen für Wasserstoff oder auch für die Umstellung bestehender Erdgasnetze auf Wasserstoffnetze zur Verfügung.

Maßnahmen zu klimafreundlichen Produktionsverfahren bei energieintensiven Industrien werden gefördert, wenn es um die Herstellung von Wasserstoff, Ammoniak, Salpetersäure oder von Kunststoffen in Primärform geht.

Im Bereich der Mobilität gibt es Finanzierungs- und Fördermöglichkeiten bei Investitionen in emissionsarme Fahrzeuge (elektrisch, hybrid oder wasserstoffbasiert betriebene Fahrzeuge, Kleintransporter, LKW und Busse), dem Erwerb von elektrisch oder wasserstoffbetriebenen Zügen, Straßen- und U-Bahnen als auch bei Investitionen in die Ladeinfrastruktur und Wasserstofftankstellen.

Weitere Informationen:
<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-Umwelt/Klimaschutzoffensive/>
<https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Energie-und-Umwelt/>



NRW.BANK

Die NRW.BANK unterstützt bei diversen Vorhaben der Forschung und Förderung als auch der Marktaktivierung unter dem Thema nachhaltiger Mobilität:

Nachhaltige Mobilität – Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II (NIP) – Forschung, Entwicklung und Innovation

und

Nachhaltige Mobilität – Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II (NIP) – Marktaktivierung

Je nach Vorhaben kann dabei die Gründungs- und Mittelstandsförderung für Erweiterungsvorhaben (Programm Gründung und Wachstum, Universalkredit), das Programm BEG Sanierung Effizienzhaus/-gebäude, das Mobilitätsprogramm oder auch der Universalkredit „Weg vom Gas“ genutzt werden. Weiterhin gibt es Programme für Beratungsleistungen oder auch zur Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft mit dem Modul „Transformationskonzepte“ sowie zum Klimaschutz.

Weitere Informationen:
<https://www.nrwbank.de/de/foerderung/foerderprodukte/15866/nachhaltige-mobilitaet---nationales-innovationsprogramm-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie-phase-ii-nip---marktaktivierung.html>
<https://www.nrwbank.de/de/foerderung/foerderprodukte/15846/nachhaltige-mobilitaet---nationales-innovationsprogramm-wasserstoff-und-brennstoffzellentechnologie-phase-ii-nip---forschung-entwicklung-und-innovation.html>



Förderung und Unterstützungsangebote der GESELLSCHAFT FÜR INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT (GIZ)

Die Bundesregierung unterstützt den internationalen Markthochlauf für grünen Wasserstoff mit einer Reihe von Förder- und Unterstützungsmechanismen. Verschiedene werden von der Deutschen Gesellschaft für internationale Zusammenarbeit im Bundesauftrag umgesetzt bzw. angeboten. Konkret finden Sie zwei dieser Angebote im Folgenden vorgestellt:

1. Unternehmensallianz grüner Wasserstoff in Deutschland

Die von der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) koordinierte „Unternehmensallianz grüner Wasserstoff“ unterstützt im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) den internationalen Markthochlauf von nachhaltigem grünem Wasserstoff und Power-to-X-Produkten entlang der Wertschöpfungskette in Zusammenarbeit mit der deutschen und europäischen Privatwirtschaft. Ausgewählte Partnerländer dafür sind Brasilien, Südafrika, Marokko, Tunesien, Südafrika, Kenia, Algerien und Namibia. Damit leistet die Allianz einen wichtigen Beitrag zur industriellen Dekarbonisierung, dem Aufbau einer stabilen und klimafreundlichen Energieversorgung und der Schaffung von Arbeitsplätzen, um so die sozial-ökologische Wirtschaftstransformation voranzubringen.

Herzstück der Unternehmensallianz ist ihr Netzwerk aus aktuell schon **über 100 deutschen und europäischen Unternehmen** (darunter Anlagenbauer und -betreiber, Finanzierer und potenzielle Endabnehmer), zudem Verbänden und Forschungsinstitutionen aus dem Power-to-X-Sektor.

Wer Teil des Netzwerks werden und Informationen oder Marktstudien erhalten oder detaillierten Beratungsbedarf anfragen möchte, kann sein Interesse direkt an die GIZ per E-Mail wasserstoff@giz.de melden.

2. Angebote des International Hydrogen Ramp-up Programms (H2-Uppp) für deutsche Unternehmen

Das Programm H2-Uppp der GIZ – das anders als die obige Unternehmensallianz – durch Mittel des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz – finanziert ist, setzt in einer sehr frühen Phase der Projektentwicklung für grünen Wasserstoff und

Power-to-X (PtX) Anwendungen in ausgewählten Entwicklungs- und Schwellenländern an. Damit unterscheidet sie sich von anderen Wasserstoff-Förderinitiativen. Im Fokus steht dabei die Unterstützung deutscher Unternehmen bei ihrem Markteintritt über die gezielte Identifizierung von Projektmöglichkeiten und die Entwicklung von Geschäftsmodellen entlang der Wertschöpfungskette für grünen Wasserstoff.

Die Projektentwicklung und -förderung wird über zwei Ansätze realisiert:

1. Networking & Project Scouting: Unternehmen erhalten über das H2-Uppp Team der GIZ und die Programmstrukturen in den Projektländern gezielte Unterstützung bei der Identifizierung von Projektideen und dem Aufbau wichtiger Netzwerke vor Ort, beispielsweise mit Projektpartnern oder potenziellen Off-Takern. Zudem wird in den Ländern durch Schulungen, Fachkonferenzen oder Messen mit dem Privat- und Finanzsektor das lokale Umfeld für grüne Wasserstoff-Projekte sensibilisiert und qualifiziert.

2. PPP – Public Private-Partnerships: Für Pilotprojekte im Bereich grüner Wasserstoff / Power-to-X geht die GIZ mit Unternehmen eine formalisierte Partnerschaft im Rahmen eines PPPs ein.

PPPs sind entlang der gesamten Wasserstoff-Wertschöpfungskette möglich (Erzeugung, Speicherung, Umwandlung, Transport und Nutzung). Wichtig ist, dass das Projekt einen gemeinnützigen Zweck verfolgt und zur nachhaltigen Entwicklung im Projektland beiträgt. Zudem müssen Projektergebnisse und -ergebnisse veröffentlicht werden. Es werden keine Zuschüsse für Investitionen gewährt, die im Besitz des Unternehmens bleiben.

Weitere Informationen sowie das PPP-Antragsformular sind über den Kontakt H2Uppp@giz.de erhältlich.

Länder für Unternehmensprojekte unter H2-Uppp:

- **Schwerpunktländer:** Mexiko, Brasilien, Chile, Marokko, Algerien, Tunesien, Ägypten, Südafrika, Indien, Thailand, (Ukraine)
- **Erweiterte Zielländer:** Kolumbien, Argentinien, Uruguay, Nigeria, Namibia, Türkei

Kontakt: H2Uppp@giz.de

www.giz.de



Über die hier genannten Förder- und Finanzierungsmittel hinaus bieten auch im jeweiligen Ausland ansässige Institute Unterstützungsleistungen an. Häufig sind Beratungen über die lokalen Wirtschaftsförderungsinstitutionen oder auch direkt von den Auslandshandelskammern (AHK) erhältlich. Kontakte zu den AHKs und der Zugang über die jeweilige AHK zu den Institutionen sind über den nachfolgenden Link möglich: <https://www.ahk.de/>



5. Ausblick: Highlights der aktuellen Forschung

Wasserstoff: die Ausschöpfung des Potenzials hat gerade erst begonnen

Aus den Strategien und den Fallbeispielen in den verschiedenen Ländern lässt sich neben dem hohen Engagement auch die deutliche Entwicklung herauslesen, dass das Wasserstoffzeitalter in greifbare Nähe gerückt ist. Untermauert wird diese Annahme durch jüngste Forschungsergebnisse, die mittel- und langfristig die Produktion und Nutzung von Wasserstoff noch stärker in den Fokus rücken werden:

01 Einem Forschungsteam aus japanischen Universitäten ist es erstmalig gelungen, eine **Legierung von acht Edelmetallen als Katalysator für die Wasserelektrolyse** zu entwickeln, die zehnmal effizienter sein soll als das aktuell eingesetzte Platin. Gold, Silber, Platin, Palladium, Rhodium, Iridium, Ruthenium und Osmium lassen sich gewöhnlich nicht miteinander vermischen, da sie sich wie ähnlich wie Öl und Wasser verhalten.

https://efahrer.chip.de/news/wasserstoff-revolutioniert-japan-entwickelt-ultra-effiziente-traum-legierung_107633



02 Forscherinnen und Forschern am Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE ist es gelungen, mit Hilfe einer neuen Antireflexbeschichtung die Effizienz der bisher besten Vierfachsolarzelle von 46,1 auf 47,6 Prozent bei 665-facher Sonnenkonzentration zu erhöhen. Ein Meilenstein, denn es gibt gegenwärtig (Juni 2022) keine effizientere Solarzelle auf der Welt.

<https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/presseinformationen/2022/fraunhofer-ise-entwickelt-effizienteste-solarzelle-der-welt-mit-47-komma-6-prozent-wirkungsgrad.html>



03 In der Brennstoffzellenforschung ist es Forschern des Korea Institute of Science and Technology gelungen, **synthetische Metall-Nanopartikel** herzustellen, die die **Leistung der Katalysatoraktivität der Zellen um das drei- bis siebenfache zu steigern**.



Laut den Forschern kann die innovative Methode bei der Entwicklung leistungsstärkerer Brennstoffzellen, Solarzellen und Petrochemikalien eingesetzt werden.

https://efahrer.chip.de/news/wasserstoff-durchbruch-aus-korea-nano-technologie-soll-sich-richten_107380#:~:text=Forschern%20des%20Korea%20Institute%20of,die%20Halbleiterfertigungstechnologie%20eine%20wichtige%20Rolle



04 Wissenschaftler der Polytechnischen Hochschule im schweizerischen Lausanne (EPFL) entwickeln ein kühlschrankgrosses Gerät als Wasserstoffspeicher, der mit dem eigenen Strom aus PV-Anlagen gespeist werden kann und dessen Kapazität ausreicht, um auch für „kühlere Tage“ vorzusorgen oder als **„Wasserstofftankstelle für Zuhause“** eingesetzt zu werden.

<https://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/wasserstoff-schweizer-entwickeln-wasserstoff-tankstelle-fuer-zuhause-a-1292625.html>



05 Die Entwicklung von **sicheren und leichten Hochdrucktanks**, in denen Wasserstoff bei einem Betriebsdruck bis 1000 bar gespeichert und transportiert werden kann, ist ein Anliegen des Fraunhofer Instituts mit den Partnern Hexagon Purus GmbH und RayScan Technologies GmbH. Dies würde eine deutlich effizientere Verteilung und Nutzung dieses nachhaltigen Energieträgers ermöglichen.

<https://www.imws.fraunhofer.de/de/presse/pressemitteilungen/wasserstoff-hochdrucktank-1000bar-leichtbau.html>



Im Hinblick auf **Patentanmeldungen in internationalem Umfeld** kommt ungefähr jedes zehnte Wasserstoff Patent aus Deutschland. Innerhalb der Regionen EU, USA und Japan sind laut einer Analyse des RedaktionsNetzwerk Deutschland (RND) europäische Erfinder mit Blick auf Wasserstoff Technologien am aktivsten gewesen. Auf EU Forscher entfallen demnach 28 Prozent aller Wasserstoff Patentanmeldungen, gefolgt von Japan mit 24 Prozent und der USA mit 20 Prozent.

Die Studiendaten deuten laut RND darauf hin, dass Europa als Standort für Investitionen in neue Produktionskapazitäten für Elek-

trolyseure an Vorsprung gewinnt. Hier zeichne sich ein Boom ab. Allerdings halten die USA aktuell gerade mit finanziellen Anreizen zur Ansiedelung klimafreundlicher Zukunftstechnologien in vielfacher Milliardenhöhe dagegen.

Quelle:

<https://www.rnd.de/wirtschaft/wasserstoff-die-meisten-patente-hat-deutschland-PTRNf6QB-MNDUBAASKKXCAQKHJ4.html>





6. Angebote der IHK

Die Dekarbonisierung der Wirtschaft ist eines der wichtigsten Themen für die kommenden Jahre. Abteilungsübergreifend arbeitet die IHK an den Themen zur Nachhaltigkeit und greift die für die Wirtschaft wichtigen Themen auf.

In Arbeitskreisen, Webinaren und Workshops werden aktuelle Herausforderungen diskutiert, über das Kammermagazin „Die Wirtschaft“, die Newsletter der Fachbereiche, die Internetseite und die sozialen Medien erfahren die Leser alle Neuigkeiten und im Rahmen von Veranstaltungen werden Netzwerke mit regionalen, nationalen und internationalen Stakeholdern ermöglicht.

Den Bezug ausgewählter Formate zu speziellen Themen können Interessenten eigenverantwortlich in Angriff nehmen:

Webseite:

<https://www.ihk-bonn.de/startseite>

Nachhaltigkeit:

<https://www.ihk-bonn.de/unternehmensfoerderung/nachhaltig-wirtschaften/nachhaltigkeit-oekonomie>

Nachhaltigkeit International:

<https://www.ihk-bonn.de/international/nachhaltigkeit-international>

Newsletter:

<https://www.ihk-bonn.de/meta/newsletter/newsletter-der-fachbereiche-und-des-dihk/newsletter-anmeldung-1>

Veranstaltungen:

<https://www.ihk-bonn.de/veranstaltungen-1>

Die Wirtschaft:

<https://www.ihk-bonn.de/start/die-wirtschaft>

Podcast Unternehmen Zukunft:

<https://www.ihk-bonn.de/start/die-wirtschaft/podcast>

Oder lassen Sie sich allgemein beraten und rufen an:

Telefon: 0228 2284-0

Ansprechpartner:

Armin Heider, E-Mail: heider@bonn.ihk.de, Tel: 0228 2284-144

Kevin Ehmke, E-Mail: ehmke@bonn.ihk.de, Tel: 0228 2284-193

Fußnoten

Seite 6

¹ BDEW, https://www.bdew.de/static/energie-city-1.58/images/assets/po-wertogas/Factsheet_Power-to-Gas_Wasserstoff_11-2019.pdf

² <https://www.europarl.europa.eu/news/de/headlines/society/20210512STO04004/grune-wasserstoff-energie-welche-vorteile-ergeben-sich-fur-die-eu>

³ https://www.dwv-info.de/wp-content/uploads/2016/01/Umrechnungstabelle_Wasserstoff.pdf und eigene Berechnungen

Seite 7

⁴ Vgl. Auszug Namibia, S. 12

⁵ „Die nationale Wasserstoffstrategie“, <https://www.bmwk.de/Navigation/DE/Wasserstoff/wasserstoffstrategie.html>

⁶ ebenda, <https://www.bmwk.de/Navigation/DE/Wasserstoff/wasserstoffstrategie.html>

Seite 9

⁷ Ziele, Inhalte, Aufgaben und Bedeutung von Unternehmensnetzwerken (2004), Universität Rostock, Jörg Tuckermann

Seite 10

⁸ Nationale Wasserstoffstrategie, https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/energie-wende-und-nachhaltiges-wirtschaften/nationale-wasserstoffstrategie/nationale-wasserstoffstrategie_node.html?gclid=EALaQobChMlmd-DC3efq_QIVYguiAx1xTgH5EAAAYASAAEgLLkVd_BwE

⁹ Auszüge aus Berichten von Germany Trade and Invest (GTI), soweit nicht anders bei dem jeweiligen Land angegeben.

Seite 12

¹⁰ Durch den Einsatz von PtX-Technologien kann Strom aus erneuerbaren Energien (EE-Strom) für die Herstellung CO₂-armer synthetischer Energieträger (Power Fuels) und chemischer Grundstoffe genutzt werden. Quelle: Deutsche Energie-Agentur https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/607/9264_Power_to_X_Technologien.pdf

Seite 16

¹¹ Grüner Wasserstoff: Internationale Kooperationspotenziale für Deutschland, https://www.adelphi.de/de/system/files/mediathek/bilder/Gr%C3%B-Cner%20Wasserstoff_Internationale%20Kooperationspotenziale%20f%C3%BCr%20Deutschland_finale%20Version.pdf

Impressum

Herausgeber © IHK Bonn/Rhein-Sieg | Bonner Talweg 17 | 53113 Bonn
Tel: +49 (0) 228 2284-0 | E-Mail: info@bonn.ihk.de

Redaktion und Ansprechpartner Armin Heider | Bereichsleiter Standortpolitik
Industrie, International, Innovation und Umwelt

Gestaltung, Titel Elisabeth Mantouvalou | em@mantouvalou.de

Stand März 2023

Bildnachweise
Titel: AA+W/AdobeStock, freepik **Seite 4:** blacksalmon/AdobeStock **Seite 6/7:** AA+W/AdobeStock
Seite 19: fotolight007/AdobeStock



Industrie- und Handelskammer
Bonn/Rhein-Sieg