



**Klimafreundliche Gase.
Mehr als genug Potenzial.**

The illustration features a green background with stylized elements: a white cloud, a wind turbine with yellow and white blades, a blue industrial building, a blue truck, a red car, a pink house, and various pipes and valves in shades of blue, green, and brown.



**Wasserstoff ist nicht
der Champagner,
sondern der Kaffeekick
der Energiewende.**

Darum geht's



- Klimafreundliche Gase: wertvoller Beitrag zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit
- Klimaschutzziele erfordern eine transformierte Energieversorgung
- Mögliche Szenarien einer Transformation
- Basisszenario: ausreichend Wasserstoff ab 2030 verfügbar
- Optimistisches Szenario: 2045 mehr als genug auf dem Markt
- Grüner Wasserstoff wird immer günstiger
- Wasserstoff: für die Zukunft elementar
- Moleküle und Elektronen: nur gemeinsam stark



Klimafreundliche Gase: wertvoller Beitrag zu Klimaschutz und Versorgungssicherheit

Gasförmige Energieträger sind und bleiben unverzichtbarer Bestandteil der Energieversorgung in Deutschland. Nach Angaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wird der Primärenergiebedarf aktuell zu fast einem Viertel mit Erdgas gedeckt. Der Energieträger ist relevant für die Industrie, für die Gebäudewärme und auch für die Stromerzeugung. Nach dem Ausstieg aus der Atom- und Kohleverstromung gewinnt Erdgas vorerst sogar noch an Bedeutung. Für die Zukunft werden jedoch klimafreundliche Gase benötigt. Dazu ge-

hören Biogas, Biomethan und synthetisches Methan, und vor allem Wasserstoff.

Klimafreundlicher Wasserstoff kann mit verschiedenen Verfahren erzeugt werden (Abb. 1): zum einen aus Erdgas, entweder durch Dampfreformierung in Kombination mit der Abscheidung und Speicherung von CO_2 (blauer H_2) oder durch Pyrolyse und Abtrennung von festem Kohlenstoff (türkiser H_2); zum anderen aus Wasser mittels Elektrolyse und erneuerbarem Strom (grüner H_2).



Abb. 1 Vereinfachte Darstellung der Erzeugungsverfahren von Wasserstoff

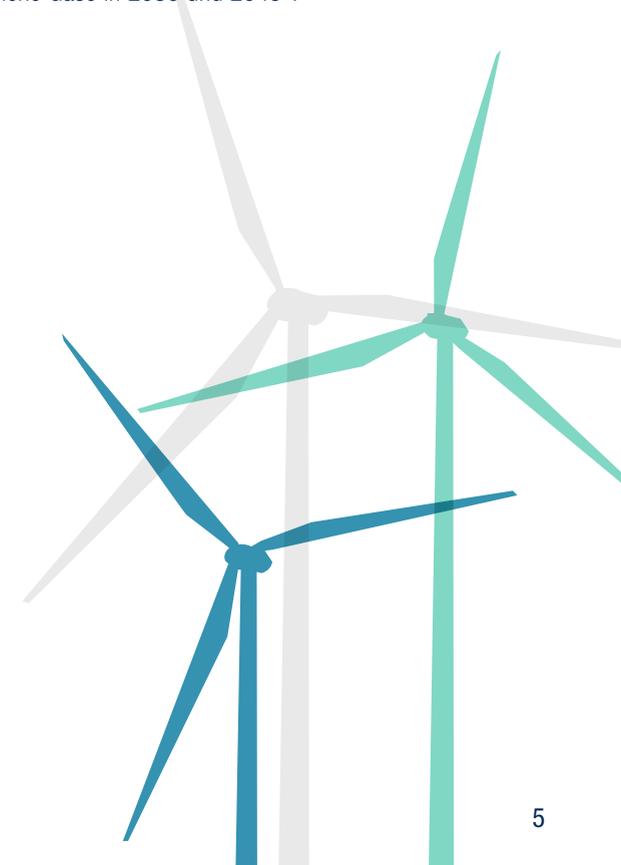
* CCS = carbon capture and storage

Klimaschutzziele erfordern eine transformierte Energieversorgung

Um die Folgen des Klimawandels zu minimieren, die Klimaschutzziele zu erreichen und dabei die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, ist Wasserstoff elementar. Damit ausreichende Mengen zur Verfügung stehen, sind diversifizierte Energiequellen und der Einsatz verschiedener technischer Verfahren zur Erzeugung sinnvoll. Der Anteil an grünem H_2 ist dabei konsequent und zügig zu erhöhen.

So muss Wasserstoff entgegen vieler Annahmen keine Mangelware bleiben. Bereits ab dem Jahr 2030 kann der Bedarf mehr als gedeckt werden. Voraussetzung hierfür ist, dass entsprechende politische Rahmenbedingungen geschaffen werden.

Zu diesem Ergebnis kommt die im Auftrag des DVGW durchgeführte Studie von Frontier Economics zu „Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff – Merit Order für klimafreundliche Gase in 2030 und 2045“.



Mögliche Szenarien einer Transformation

Die Berechnungen der vorgestellten Studie umfassen drei verschiedene Szenarien – von pessimistisch bis optimistisch – und zeigen, welche Faktoren die Verfügbarkeit klimafreundlicher Gase in Zukunft beeinflussen und wie sie das Verhältnis von angebotener zu nachgefragter Menge ändern werden.

Pessimistisches Szenario

Das pessimistische Szenario geht von einem eher langsamen technischen Fortschritt und konservativen Rahmenbedingungen aus. Die Potenziale für blauen H_2 werden nicht berücksichtigt, und die Erzeugung von türkischem H_2 wird bis zum Jahr 2030 noch nicht serienreif sein. Dieses Szenario erscheint aus Sicht der Autoren jedoch wenig realistisch.

Basisszenario

Dem Basisszenario liegen ein globaler Photovoltaik-Boom, ein Hochlauf von grünem H_2 und eine höhere Technologiereife zugrunde. Aktuelle Wasserstoffstrategien werden in Deutschland und anderen Ländern vorangetrieben. Blauer H_2 steht in moderater Menge zur Verfügung, und die Pyrolyse-Technologie, und somit türkiser H_2 , ist im industriellen Maßstab verfügbar.

Optimistisches Szenario

Die Annahmen aus dem Basisszenario werden überall erhöht. Das bedeutet einen noch schnelleren Hochlauf von grünem H_2 . Die Nutzung von blauem und türkischem H_2 ist weniger restriktiv.

Basisszenario: ausreichend Wasserstoff ab 2030 verfügbar

Nach den Berechnungen im Basisszenario wären im Jahr 2030 rund 290 Terawattstunden (TWh) CO₂-armer bis klimaneutraler Wasserstoff verfügbar, etwa 60 Prozent davon als grüner H₂ aus heimischer Elektrolyse und anderen europäischen Ländern (Abb. 2).

Diese Menge übertrifft alle gängigen Nachfrageprognosen – auch die des Nationalen Wasserstoffrats der Bundesregierung, der für diesen Zeitraum von einem Bedarf von bis zu 110 TWh ausgeht.

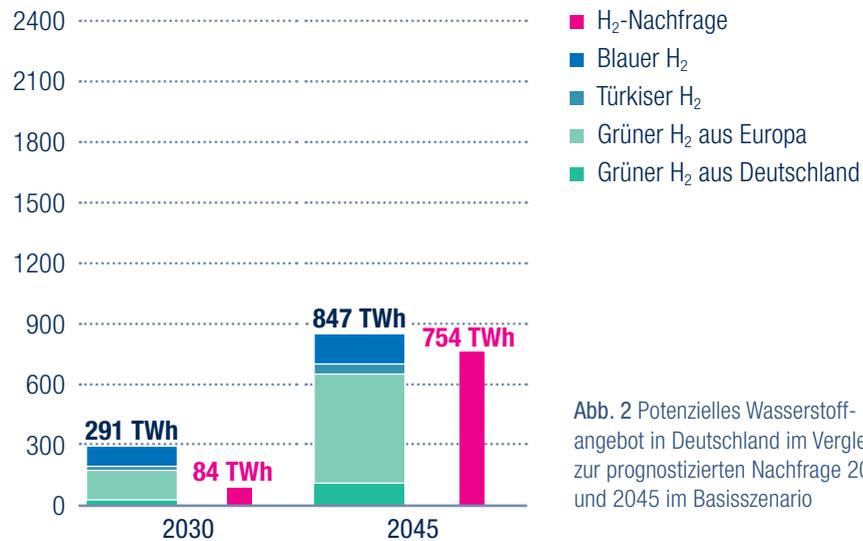


Abb. 2 Potenzielles Wasserstoffangebot in Deutschland im Vergleich zur prognostizierten Nachfrage 2030 und 2045 im Basisszenario

Optimistisches Szenario: 2045 mehr als genug auf dem Markt

Bis zum Jahr 2045 könnten in Deutschland Industrie, Gebäude und Fahrzeuge mit circa 650 TWh grünem H₂ versorgt werden, wovon knapp ein Sechstel inländisch produziert würde und 550 TWh im europäischen Ausland (Abb. 3). Könnte grüner H₂ zusätzlich aus Ländern in Nordafrika oder dem Nahen Osten für Deutschland bereitgestellt werden, wären auf lange Sicht sogar über

2.000 TWh denkbar. Dies entspricht etwa dem Dreifachen der Wasserstoffmenge, die im klimaneutralen Deutschland der Zukunft benötigt wird. Auch bei dem Wegfall einzelner Quellen, etwa Importen aus geographisch weiter entfernten Regionen, wäre das Angebot noch robust genug, um den Bedarf an Wasserstoff langfristig zu decken.

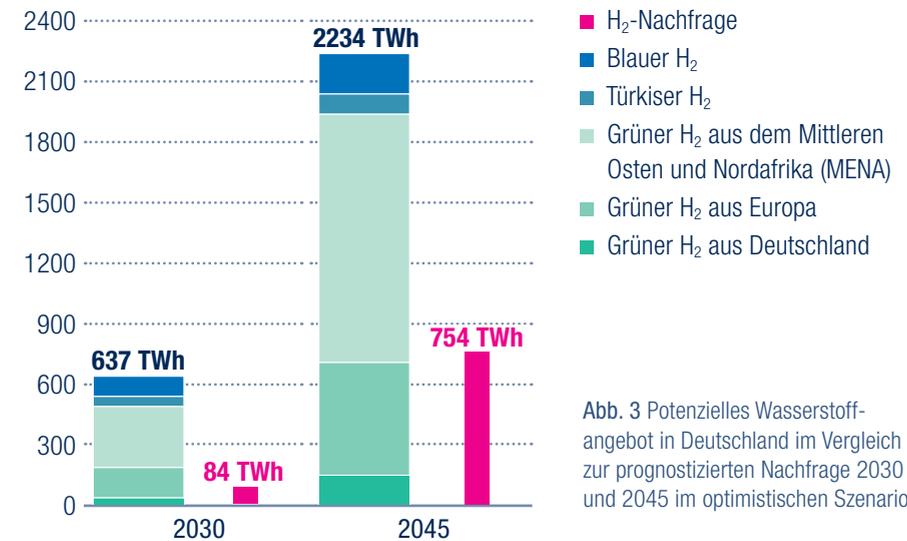


Abb. 3 Potenzielles Wasserstoffangebot in Deutschland im Vergleich zur prognostizierten Nachfrage 2030 und 2045 im optimistischen Szenario

Grüner Wasserstoff wird immer günstiger

Entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit sind die Erzeugungskosten der verschiedenen Verfahren. Die Spannweite ist bei den klimafreundlichen Gasen zwar noch relativ groß, wird sich aber in Zukunft verkleinern (Abb. 4). Die Erzeugungskosten von blauem und türkischem H₂ werden 2030 zwischen sieben und acht Cent pro Kilowattstunde (ct/kWh) liegen und bis 2045 voraussichtlich nur leicht sinken. Die Entwicklung ist jedoch stark abhängig von den dann erreichten Erdgaspreisen auf den Weltmärkten.

Die Herstellungskosten von grünem H₂ hingegen könnten von aktuell 25 bis 30 ct/kWh auf durchschnittlich fünf bis sieben Cent im Jahr 2045 sinken, dies in Abhängigkeit von den jeweils aktuellen Strompreisen. Damit wäre grüner H₂ langfristig sogar günstiger als türkiser bzw. blauer H₂. Eine weitere klimaneutrale und günstige Alternative stellt Biomethan insbesondere aus heimischer Erzeugung dar. Dessen Erzeugungskosten könnten bis 2045 auf sechs ct/kWh sinken.

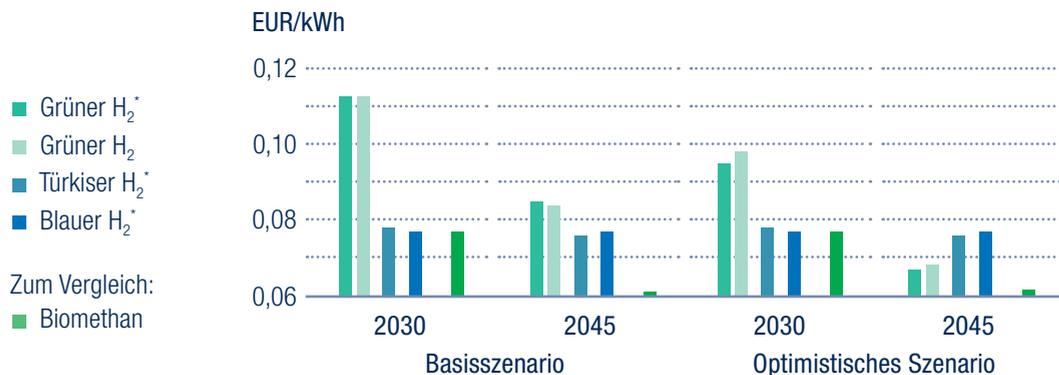


Abb. 4 Durchschnittliche Erzeugungskosten klimafreundlicher Gase je nach Szenario 2030 und 2045
Herkunft: *Deutschland

Wasserstoff: für die Zukunft elementar

Mit diversifizierten Quellen können mittel- und langfristig große Mengen klimafreundlicher Gase produziert werden. Wasserstoff spielt dabei die Hauptrolle und wird immer günstiger.

Wasserstoff ist also nicht der Champagner, sondern der Koffeinkick der Energiewende.

Bei blauem oder türkischem H₂ ist weniger die technische Reife als vielmehr der politische Wille für die zukünftige Verfügbarkeit entscheidend. Mit den notwendigen Weichenstellungen können in naher Zukunft ausreichende Mengen klimaneutraler Gase für alle Sektoren zur Verfügung stehen – für die Industrie und auch für die über

20 Millionen Haushalte, die heute mit Erdgas heizen. Denn insbesondere der Wärmesektor, einschließlich der Prozesswärme in der Industrie, dem Heizen von Gebäuden und der Erzeugung von Warmwasser, benötigt jede technische Option zur Senkung seiner CO₂-Emissionen.

Bei der Energiewende sollten neben der direkten Elektrifizierung auch die Importoptionen großer Mengen Wasserstoff als Chance erkannt werden. Nur so lassen sich die enormen Energiemengen decken, die heute noch mit fossilen Rohstoffen erzeugt werden. Denn nach wie vor werden rund 80 Prozent des heutigen Energiebedarfs in Deutschland durch Moleküle gedeckt – also mit Erdgas, Mineralöl und Kohle – und nicht durch Elektronen, sprich: Strom.



Moleküle und Elektronen: nur gemeinsam stark

Deutschland kann die Versorgungssicherheit durch Diversifizierung der Energieträger und der Energiequellen entscheidend stärken. Die Infrastruktur dafür besteht, wasserstofftaugliche Endgeräte sind bereits entwickelt. Im Zusammenspiel mit erneuerbarem Strom bietet Wasserstoff eine zukunftsfähige und bezahlbare Lösung für alle Anwendungen.

Gerade im Gebäudesektor, der bereits in 25 Jahren klimaneutral sein soll, ist dies von Bedeutung. Um die Treibhausgas-Emissionen zu minimieren, bilden die Sanierung von

Gebäuden, die Elektrifizierung mit strombasierten Heizsystemen und die Nutzung von Wasserstoff zur Wärmeversorgung den richtigen Mix. Wasserstoff trägt erst recht dazu bei, wenn der Ausbau von Wind- und Sonnenenergie nicht enorm beschleunigt wird.

Um die zukünftige Energieversorgung abzusichern, bedarf es deshalb einer ausbalancierten Strategie, die sowohl den Ausbau Erneuerbarer Energien als auch den Hochlauf klimafreundlicher Gase berücksichtigt.

” **Im Zusammenspiel mit Elektronen sind klimafreundliche Gase eine zukunftsfähige Lösung. Nur so lässt sich der Energiebedarf nachhaltig und sicher decken.** “

JANOSCH ROMMELFANGER

Projektkoordinator „Nachhaltiger Wärmesektor“ und Referent für Energieforschung im DVGW Technologie und Innovationsmanagement



„Zeit für einen Stoffwech2el“ Publikationen des DVGW

Wasserstoff ist der Energieträger der Zukunft und ein wichtiger Baustein für den Klimaschutz und die Energiewende in Deutschland. Der DVGW engagiert sich bereits seit über zehn Jahren in diesem Bereich. Seine Forschungsinstitute beschäftigen sich in zahlreichen Projekten mit der Frage, wie und wo Wasserstoff erzeugt, transportiert, verteilt und genutzt

werden kann. Vor drei Jahren hat der DVGW zudem damit begonnen, sein Technisches Regelwerk an den Wechsel zu Wasserstoff anzupassen. In unserer Reihe „Zeit für einen Stoffwech2el“ präsentieren wir den aktuellen Stand der Forschung und das gesammelte technische Know-how aus der Regelwerksarbeit.

Weitere Themen in Vorbereitung

- Carbon-Footprint von Wasserstoffarten
- Gasnetze und Speicher – fit für Wasserstoff
- Wasserstoff für den Wärmesektor

Mehr Informationen unter:

www.h2-dvgw.de

Quelle

Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (2022).
Ein nachhaltiger Wärmesektor Teil 1: Verfügbarkeit und Kostenvergleich von Wasserstoff – Merit Order für klimafreundliche Gase in 2030 und 2045. Studie durchgeführt von Frontier Economics.



Die Studie finden Sie unter

<https://www.dvgw.de/nachhaltiger-waermesektor-studie>



Weitere Informationen zum DVGW-Projekt „Nachhaltiger Wärmesektor“ unter
<https://www.dvgw.de/nachhaltiger-waermesektor>

© DVGW Bonn

DVGW Deutscher Verein des
Gas- und Wasserfaches e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1-3, 53123 Bonn

Telefon: +49 228 9188-5
E-Mail: info@dvwg.de
Internet: www.dvgw.de

Gestaltung: waf.berlin

Stand: 1. Auflage November 2022