

Wasserstoff

Gas der Zukunft?

Was ist Wasserstoff?

Wasserstoff, gekennzeichnet durch das Elementsymbol H, besteht aus einem einzelnen Proton und ist damit das leichteste Element im Periodensystem. Zudem ist es das am häufigsten vorkommende Element im Universum. Aufgrund seiner hohen Reaktivität ist es in der Regel nicht in elementarer, sondern in molekularer Form zu finden. Es stellt ein wesentliches Element in der Zusammensetzung von Wasser (H₂O) dar und ist in der überwiegenden Anzahl organischer Verbindungen enthalten, insbesondere in Kohlenwasserstoffen. Fossile Energieträger wie Erdöl und Erdgas, die aus organischem Material über geologische Zeitskalen entstanden sind, enthalten ebenfalls hohe Konzentrationen an energiereichen Wasserstoffverbindungen.

Warum ist Wasserstoff wichtig?

Das Thema Wasserstoff hat durch die geplante Energiewende und insbesondere durch die Gasknappheit infolge des russischen Angriffskriegs im Jahr 2022 einen signifikanten Schub erfahren. Dabei ist seine Relevanz für diverse Wirtschaftszweige keineswegs neu.

Aktuell spielt Wasserstoff eine zentrale Rolle in der chemischen Industrie, wo er sowohl in Reinform als auch als Bestandteil von Synthesegas verwendet wird. Er dient insbesondere als Zwischenprodukt in Raffinerien und bei der Herstellung von Schlüsselchemikalien wie Ammoniak in der Düngemittelindustrie und Methanol.

Neben seiner stofflichen Verwendung verfügt Wasserstoff über erhebliches Potenzial für die energetische Nutzung. Sein hoher Energiegehalt prädestiniert ihn als Energieträger. Die Energie kann durch die Rekombination von Wasserstoff und Sauerstoff in einer Brennstoffzelle freigesetzt werden, wobei der Prozess umgekehrt zur Elektrolyse verläuft.

Auf diese Weise kann elektrische Energie erzeugt werden, ohne umweltschädliche Abgase zu emittieren.

Wie wird Wasserstoff hergestellt?

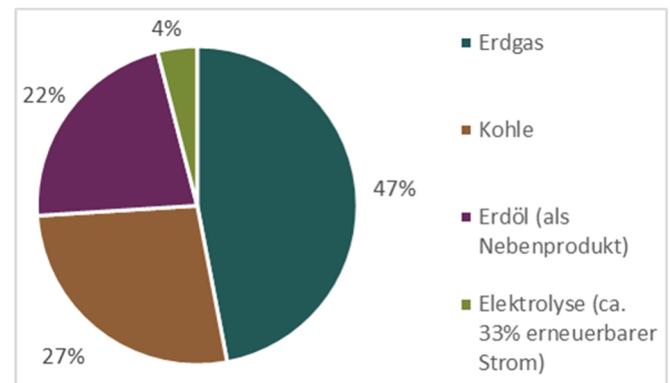


Abbildung 1: Weltweite Herstellungspfade von Wasserstoff in 2021 (IRENA)

Es existieren mehrere Verfahren zur Herstellung von Wasserstoff, wobei in der Regel entweder Wasser selbst oder wasserhaltige Substanzen als Ausgangsmaterialien dienen. Aktuell stehen insbesondere zwei Methoden im Fokus der industriellen und politischen Relevanz:

- **Elektrolyse:** In diesem Prozess wird Wasser durch Anwendung von elektrischem Strom in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Dieses Verfahren soll gemäß europäischen und österreichischen Richtlinien intensiviert werden, da es eine umweltfreundliche Produktion von Wasserstoff aus Wasser und erneuerbaren Energien ermöglicht.
- **Dampfreformierung:** Diese Methode ist derzeit das weltweit dominierende Verfahren zur industriellen Wasserstoffherzeugung. Dabei wird einem Kohlenwasserstoff unter hohen Druck- und Temperaturbedingungen Wasserdampf zugeführt. Es entsteht Synthesegas, das in weiteren Verarbeitungsschritten zu Wasserstoff gereinigt werden kann. Üblicherweise wird Erdgas als Ausgangsmaterial verwendet, aber auch die Nutzung von Biogas oder Biomasse ist möglich.

Zusätzlich zu diesen Hauptpfaden der Wasserstoffproduktion gibt es weitere Ansätze:

- Kohlevergasung: Ähnlich der Dampfreformierung reagiert Kohle mit Wasserdampf, was zur Bildung von Synthesegas führt.
- Pyrolyse: In diesem Verfahren wird organisches Material, vornehmlich Methan, unter sauerstoffarmen Bedingungen und hohen Temperaturen in Wasserstoff und festen Kohlenstoff zerlegt.
- Photo(elektro)chemische Wasserspaltung: In diesem Ansatz wird Wasser durch Sonnenlicht in seine Bestandteile aufgespalten.
- Biologische Herstellung: Hier wird Wasserstoff als Nebenprodukt von biologischen Prozessen, zum Beispiel durch Bakterien, generiert.

Die Farblehre des Wasserstoffs

Zur Unterscheidung der verschiedenen Herstellungspfade werden häufig verschiedene Farben genutzt.

Grüner Wasserstoff: Produziert durch die Elektrolyse von Wasser mit Strom aus erneuerbaren Energiequellen wie Wind, Sonne oder Wasserkraft. Er gilt als umweltfreundlichste Variante, da keine CO₂-Emissionen entstehen.

Grauer Wasserstoff: Dieser wird in der Regel durch Dampfreformierung von Erdgas hergestellt. Da bei diesem Prozess erhebliche Mengen an CO₂ freigesetzt werden und keine CO₂-Abscheidung stattfindet, gilt grauer Wasserstoff als die am wenigsten umweltfreundliche Option.

Blauer Wasserstoff: Ebenso meistens aus Erdgas hergestellt, wird hier jedoch die CO₂-Abscheidung und -Speicherung (CCS) angewendet, um die Emissionen zu minimieren.

Türkiser Wasserstoff: Wird durch die Pyrolyse von Methan erzeugt. Der Kohlenstoff im Ausgangsstoff Methan sammelt sich in Form von festem Kohlenstoff als Nebenprodukt (Pyrolysekohle) an, anstatt in Form von CO₂ in die Atmosphäre zu gelangen. Dieser Ansatz ist noch weitgehend in der Forschungsphase.

Rosa Wasserstoff: Erzeugt durch Elektrolyse, aber im Gegensatz zum grünen Wasserstoff wird der benötigte Strom aus Kernenergie gewonnen.

Welche Zukunft hat Wasserstoff in Österreich?

Österreich hat sich dem ambitionierten Ziel verschrieben, bis zum Jahr 2040 klimaneutral zu sein. Im Fokus steht dabei die Minimierung des Einsatzes fossiler Energieträger, um den zusätzlichen Ausstoß von Kohlendioxid zu unterbinden. In diesem Kontext nimmt Wasserstoff eine Schlüsselrolle im Rahmen der zukünftigen Energieinfrastruktur des Landes ein.

Im Jahr 2022 hat die österreichische Regierung in diesem Zusammenhang die "Wasserstoffstrategie für Österreich" publiziert. Diese Strategie legt die Zielsetzungen für die kommenden Jahre fest. Erstens soll der bislang verwendete Wasserstoff vornehmlich durch erneuerbare Quellen ersetzt werden. Zweitens soll die Produktion von zusätzlichem erneuerbarem Wasserstoff ausgebaut werden, insbesondere für jene Anwendungsgebiete, die eine Elektrifizierung nur schwer zulassen.

Als konkrete Maßnahme sieht die österreichische Wasserstoffstrategie vor, bis zum Jahr 2030 eine Elektrolyseurkapazität von 1 Gigawatt zu etablieren.

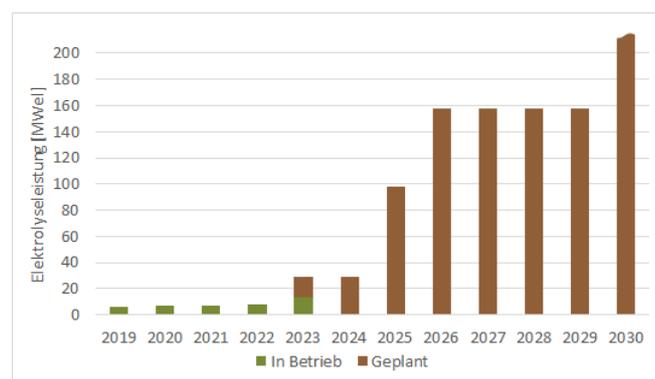


Abbildung 2: Installierte und geplante Elektrolyseurkapazität in Österreich (Öffentliche Daten, Stand August 2023), Quelle: HyPA

Wie sieht das Wasserstoffsystem der Zukunft aus?

Wasserstoff hat im Gegensatz zu anderen Energieträgern wie Benzin nur eine geringe Dichte und wird deshalb bei der Speicherung, besonders bei mobilen Speichern, verdichtet. Um den Transport zwischen Erzeugern und Verbrauchern dabei zu vereinfachen, soll dieser in Zukunft vielfach über Pipelines geschehen (analog zu den heutigen Erdgasleitungen). Die Initiative „European Hydrogen Backbone“ zielt darauf ab, sowohl bestehende Gasinfrastrukturen, hauptsächlich Erdgaspipelines, für den Wasserstofftransport umzurüsten aber auch neue wasserstoffspezifische Leitungen zu errichten.

Der Schwerpunkt des EHB liegt auf der Schaffung einer vernetzten und integrierten Infrastruktur, die

verschiedene Produktionszentren von Wasserstoff mit den primären Verbrauchszentren – seien es Industriekomplexe, städtische Gebiete oder Energiespeichersysteme – verbindet. Es wird erwartet, dass durch die Realisierung des EHB die Versorgungssicherheit erhöht, Skaleneffekte erzielt und ein Markt für Wasserstoff als Energieträger geschaffen werden. Damit trägt es zur Erreichung der europäischen Klimaziele bei.



Abbildung 3: Pläne des European Hydrogen Backbone - ehb.eu

Eine wichtige Funktion von Wasserstoff für das Energiesystem der Zukunft ist dessen Speicherbarkeit. Er kann gewissermaßen als chemischer Speicher für erneuerbaren Strom dienen. Dies ist in Mitteleuropa insbesondere für den Ausgleich des saisonal sehr unterschiedlichen Energieverbrauchs von großer Bedeutung.

Herausforderung für Wasserstoff

Obwohl Wasserstoff ein wichtiger Baustein für viele Bereiche darstellt sind damit auch viele Herausforderungen verbunden.

- **Effizienzproblematik:** Die Wasserstoffproduktion, vor allem durch Elektrolyse, kann Energieverluste verursachen, die den Prozess weniger effizient im Vergleich zur direkten Verwendung von Elektrizität machen.
- **Infrastrukturinvestition:** Die Errichtung einer umfangreichen Infrastruktur für die Speicherung und den Transport von Wasserstoff ist notwendig, was hohe Kapitalinvestitionen erfordert.
- **Skalierungsbedarf:** Um grünen Wasserstoff wirtschaftlich rentabel zu machen, muss er in großem Umfang produziert werden. Dies ist eine technologische und logistische Herausforderung.
- **Erneuerbare Energiequellen:** Die Produktion von grünem Wasserstoff erfordert Zugang zu großen Mengen erneuerbarer Energie, was die

Verfügbarkeit für andere energieintensive Branchen einschränken könnte.

- **Wirtschaftliche Aspekte:** Derzeit sind die Kosten für die Herstellung von grünem Wasserstoff höher als die für fossile Brennstoffe, was seine breite Akzeptanz behindern könnte.
- **Regulatorische Rahmenbedingungen:** Es besteht ein Bedarf an kohärenten nationalen und internationalen Richtlinien, um den Markt für grünen Wasserstoff zu fördern.
- **Marktakzeptanz und Standardisierung:** Der Übergang zu Wasserstoff als Energieträger erfordert Anpassungen in den industriellen Standards und Praktiken, was Zeit und Ressourcen in Anspruch nimmt.

Quellen

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (2022). *Wasserstoffstrategie für Österreich*.

<https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/wasserstoffstrategie.html>

European Hydrogen Backbone. <https://ehb.eu/>

Hydrogen Partnership Austria (HyPA) - Österreichische Wasserstoffplattform.

<https://www.hypa.at/umsetzung/elektrolyseure>

IRENA (2023). *Hydrogen*. <https://www.irena.org/Energy-Transition/Technology/Hydrogen>

Die Servicestelle Erneuerbare Gase (SEG) ist eine Einrichtung im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK).

Impressum



Servicestelle
Erneuerbare Gase (SEG)
Österreichische Energieagentur
Mariahilferstraße 136
1150 Wien

service@erneuerbaresgas.at
+43 1 285 02 34