

Genügend Wasser für die Elektrolyse

Wieviel Wasser wird für die Erzeugung von grünem Wasserstoff benötigt und gibt es ausreichende Ressourcen?



Grüner Wasserstoff ist als klimaneutraler Energieträger ein entscheidender Baustein der Energiewende. Um ihn herzustellen, benötigt man erneuerbaren Strom und Wasser, das mittels Elektrolyse in seine elementaren Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff (H₂) zerlegt wird. Dieses Verfahren wird auch „Power to Gas“ (PtG) genannt.

Gerade in Zeiten von Klimawandel und spürbar zunehmenden Trockenperioden wächst jedoch die Sorge um die verfügbaren Wasserressourcen – auch in Deutschland. Es stellt sich die Frage, wieviel davon für die heimische Erzeugung von grünem Wasserstoff benötigt wird, und ob diese Mengen am Ende für andere Nutzungen fehlen könnten – beispielsweise für die Gewinnung von Trinkwasser.

Ein Blick auf die aktuelle Wassernutzung und ein Vergleich mit dem Verbrauch bei der Wasserstoffherstellung zeigen: Bei einer bundesweiten Gesamtleistung an Elektrolyseanlagen von 10 Gigawatt (GW) bis zum Jahr 2030 würde die Wassernachfrage in Deutschland kaum steigen.

Zudem stehen alternative Wasserquellen zur Verfügung etwa über die Entsalzung und Aufbereitung von Meer- oder Abwasser. Die heimische Erzeugung von grünem Wasserstoff wird somit keine nennenswerten Auswirkungen auf die Trinkwasserressourcen haben.

Es sind verschiedene Kombinationen von Elektrolysestandort und Wasserquelle möglich.

Die Herstellung von grünem Wasserstoff benötigt im Wesentlichen zwei Zutaten: Erneuerbare Energien und Wasser. Als Stromquelle kommen sowohl Photovoltaikanlagen als auch Windparks an Land (*onshore*) oder auf See (*offshore*) in Frage. Je nach Standort des Elektrolyseurs unterscheidet man zwei Erzeugungsarten, die hier vorgestellt werden.

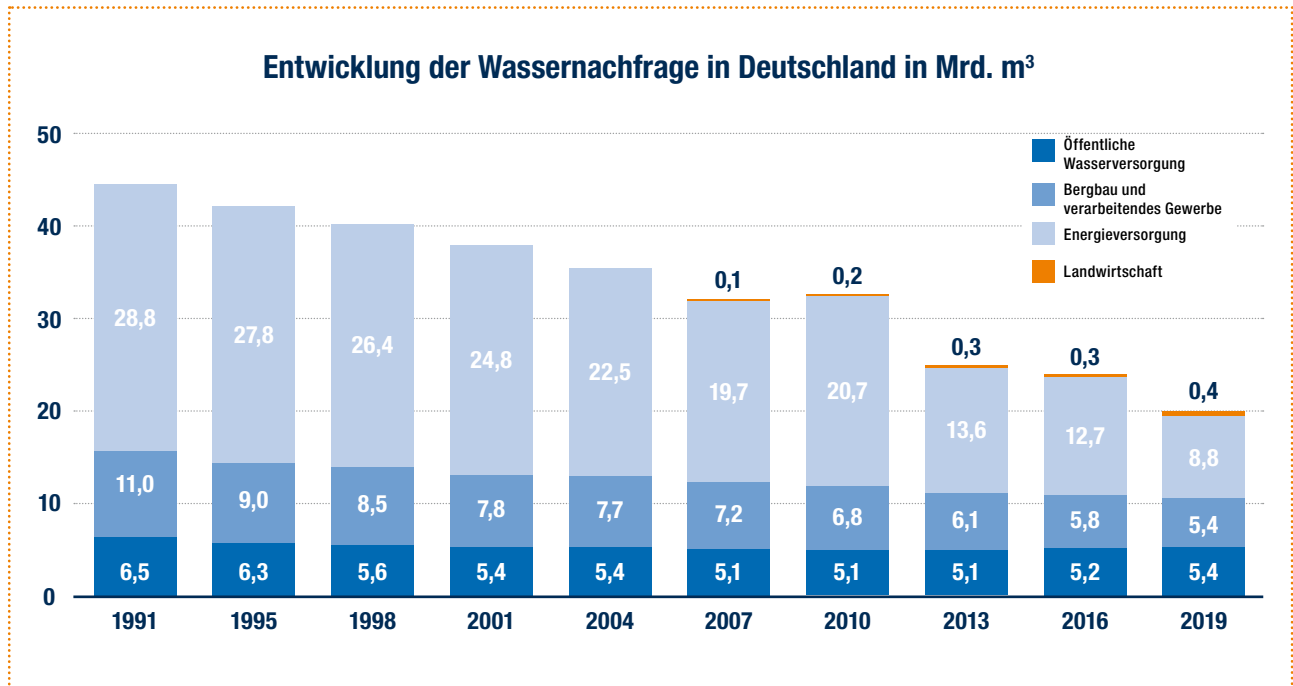
Onshore

Der Elektrolyseur steht an Land und bezieht den erneuerbaren (EE) Strom aus benachbarten Wind- oder Solaranlagen. Als Wasserquelle kommen Oberflächen- und Grundwasser in Frage, ebenso wie gereinigtes Abwasser. Aufbereitetes Trinkwasser sollte für diese Zwecke nicht genutzt werden.

In Deutschland stehen hierfür grundsätzlich natürliche Süßwasserquellen zur Verfügung. Es gibt jedoch Regionen, in denen es aufgrund des Klimawandels, immer häufiger Trockenperioden und Dürre gibt. Ressourcen werden knapper und Nutzungskonflikte wahrscheinlicher. Je nach Lage der PtG-Anlagen und ihrer Entfernung zur Küste kann alternativ entsalztes Meerwasser eingesetzt werden – vorausgesetzt die Gegebenheiten vor Ort und rechtlichen Bestimmungen lassen dies zu.

Die Nachfrage der öffentlichen Wasserversorgung ist im Vergleich zu den frühen 1990er Jahren ebenfalls gesunken und pendelt seit Jahren bei etwas mehr als 5 Mrd. m³. 2019 lag sie – genau wie bei den industriellen Nutzern – bei 5,4 Mrd. m³ und somit bei 27 Prozent des bundesweiten Gesamtvolumens.

Der Bedarf der Landwirtschaft für Beregnungszwecke befindet sich bislang auf einem niedrigen Niveau, steigt aber seit Jahren kontinuierlich an.



Quelle: Umweltbundesamt

Für die Erzeugung von einem Kilogramm grünem Wasserstoff werden 10 Liter Reinstwasser benötigt.

Anders als bei anderen Prozessen, wie zum Beispiel bei der Kühlung in Kraftwerken, wird im Elektrolyseur das Wasser als Rohstoff verwendet und in andere Produkte überführt – es wird sozusagen „verbraucht“. Ein Teil des Rohwassers bleibt zudem bei seiner Aufbereitung und Entsalzung als konzentrierte Restlösung zurück.



Unter Berücksichtigung der Prozessschritte und je nach Wasserquelle kann der Bedarf zwischen 12 und 30 Liter pro Kilogramm erzeugtem Wasserstoff liegen.

Der Rohwasserbedarf für die Elektrolyse zur Herstellung von Wasserstoff ergibt sich somit aus:

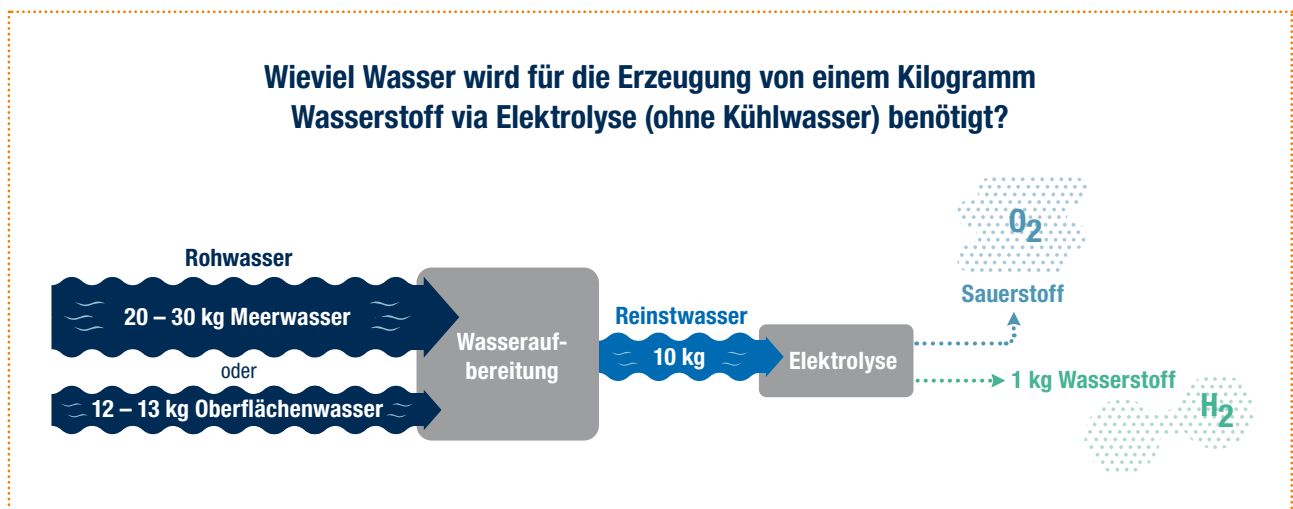
Wasseraufbereitung und Entsalzung

Zur Herstellung von Wasserstoff über das Elektrolyseverfahren wird Reinstwasser (UPW, engl. für ultra pure water) benötigt. Um die entsprechende Wasserqualität zu erreichen, muss das Ausgangs- bzw. Rohwasser entsprechend aufbereitet werden. Bei diesem Prozess wird nur ein Teil des Wassers zu UPW; der Rest bleibt als Konzentrat zurück. Wird Meerwasser verwendet, liegt die Ausbeute bei 40 bis 50 Prozent und bei anderen Rohwasserquellen, zum Beispiel Grundwasser, bei 75 bis 80 Prozent.¹

Elektrolyse zur Wasserstoffherzeugung

Bei der Elektrolyse, also der Aufspaltung des Wassermoleküls in seine elementaren Bestandteile Sauerstoff und Wasserstoff, ergibt sich folgende Gleichung: Für ein Kilogramm Wasserstoff werden theoretisch etwa neun Kilogramm Reinstwasser benötigt. Die Ausbeute ist aber auch in diesem Schritt nicht 100 Prozent. Als Faustregel gilt: 10 Liter Reinstwasser ergeben ein Kilogramm Wasserstoff. Kühlwasser für den Betrieb der Elektrolyseure muss zusätzlich bereitgestellt werden.

Unter Berücksichtigung beider Prozessschritte und je nach Wasserquelle und eingesetzten Technologien kann der Wasserbedarf zur Reinstwasserbereitstellung zwischen 12 und 30 Liter pro Kilogramm erzeugtem Wasserstoff liegen.



Quelle: DVGW

¹ Ahdab, Y. D. & Lienhard, J. D. (2021): Desalination of brackish groundwater to improve water quality and water supply. In: Global Groundwater: Source, Scarcity, Sustainability, Security and Solutions, ed. by A. Mukherjee et al., Elsevier.

Angepasste Versorgungsstrategien je nach Standort

Die einzelnen Regionen in Deutschland bieten unterschiedliche Voraussetzungen für die Ansiedlung von Elektrolysekapazitäten und auch die Wassersituation ist regional stark unterschiedlich. Daher müssen beim Aufbau von Elektrolysekapazitäten die Begebenheiten am jeweiligen Standort berücksichtigt werden. Sowohl die Verfügbarkeit und die Qualität lokaler Wasserressourcen als auch die regionalen Auswirkungen und langfristigen Folgen müssen in die Strategien für die Wasserstoffproduktion einfließen.

Dies betrifft insbesondere die Regionen, die in den vergangenen Jahren von Trockenheit und Dürre betroffen waren – wie Brandenburg, Sachsen-Anhalt oder Niedersachsen. Sollte Oberflächen- oder Grundwasser nur begrenzt zur Verfügung stehen, können auch andere Quellen genutzt werden. An küstennahen Standorten oder bei Offshore-Elektrolyse käme entsalztes Meerwasser in Frage.

In der Tat werden zunehmend Offshore-PtG-Anlagen geplant, was die Nachfrage nach Süßwasser für Elektrolyseure an Land entlasten könnte. Nach einer Studie der [Stiftung Offshore-Windenergie](#) sehen die Ausbaupläne vor, dass ein Drittel der Elektrolysekapazitäten direkt bei den Windparks in der Nordsee installiert wird und zwei Drittel an Land. Der Bedarf an Süßwasser würde sich dadurch reduzieren.

Eine alternative Rohwasserquelle für küstenferne Regionen wäre zudem die Nutzung von Abwässern aus Kläranlagen, die gereinigt und zu Reinstwasser für den Elektrolyseur aufbereitet werden können.

Die Erschließung neuer Wasserressourcen erfordert neue Wege in genehmigungsrechtlichen Aspekten. Insbesondere die Umsetzung der ersten großtechnischen Elektrolysekapazitäten und die damit verbundenen Wasserbereitstellungen werden hiervon betroffen sein.

Die Wassermengen, die für die in der Nationalen Wasserstoffstrategie und im Koalitionsvertrag der aktuellen Regierung geplante Erzeugung von grünem Wasserstoff in Deutschland benötigt werden, stehen zur Verfügung. Hierbei muss ein integrales Wassermanagement konsequent umgesetzt werden. Die Umsetzung wird erst erfolgreich, wenn Elektrolysebetreiber, Wasserversorgung und Genehmigungsbehörden ihr Know-how gemeinsam und zielgerichtet einsetzen.

Ausgehend von einer installierten Elektrolyseleistung von 10 GW und einer Auslastung von 2500 Volllaststunden im Jahr werden zwischen 6 und 7 Millionen Kubikmeter (Mio. m³) Reinstwasser jährlich benötigt. Dies entspricht 7 bis 9 Mio. m³ aus natürlichen Ressourcen gewonnenem Süßwasser. Wird jedoch ein Drittel der Elektrolysekapazitäten offshore installiert, reduziert sich der Wasserbedarf an Land entsprechend um etwa 2 bis 3 Mio. m³.

Angenommen, die gesamten Elektrolysekapazitäten würden im Idealfall bis zur Mitte dieses Jahrhunderts auf 40 GW steigen und davon zwei Drittel onshore errichtet, läge der jährliche Süßwasserbedarf bei rund 20 Mio. m³. Für die Offshore-Elektrolyse bzw. Wasseraufbereitung wären 30 bis 40 Mio. m³ Meerwasser notwendig.²

Im Vergleich zu anderen Nutzungen ist dieser Wasserbedarf für die Elektrolyse eine verhältnismäßig kleine Menge: Allein für die Beregnung von landwirtschaftlichen Flächen wurden im Jahr 2019 rund 450 Mio. m³ Rohwasser genutzt. In der Energiewirtschaft entweichen im selben Jahr mindestens 300 Mio. m³ aus den Kühltürmen der Kraftwerke durch Verdunstung – also ein Vielfaches von dem, was für die Elektrolyse notwendig sein wird.

² Annahmen für den Betrieb der Power-to-Gas-Anlagen: zwei Drittel der gesamten installierten Elektrolyseleistung onshore bei 2500 Volllaststunden und ein Drittel offshore bei 4500 Volllaststunden.

Wassernachfrage in den verschiedenen Sektoren Deutschlands in 2019 (Mrd. m³)

Nicht öffentliche Wasserversorgung

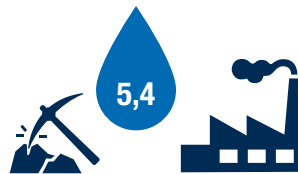
Energieversorgung

97 % sind Kühlwasser, das wieder in Flüsse und ins Grundwasser gelangt.



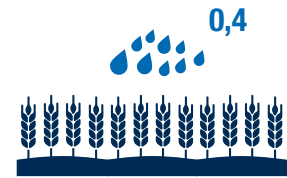
Bergbau und Gewerbe

Für Kühlzwecke und stoffliche Nutzung



Landwirtschaft

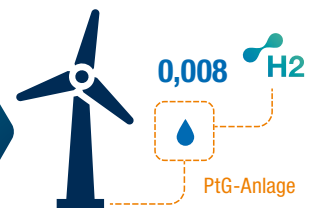
Beregnung und Bewässerung



Öffentliche Wasserversorgung



Zum Vergleich:
Eine installierte Elektrolyseleistung von insgesamt 10 GW benötigt bei 2500 Volllaststunden unter 0,01 Mrd. m³ Süßwasser.



Quelle: DVGW basierend auf Daten des [Umweltbundesamtes](#)



Der Wasserbedarf für die Herstellung von grünem Wasserstoff via Elektrolyse entspricht nur einem Bruchteil der Mengen, die andere Nutzergruppen benötigen.



Nutzungskonflikte sind vermeidbar. Denn es gibt ausreichend Ressourcen, um den Wasserbedarf für die Elektrolyse in Deutschland zu decken.



Je nach den lokalen Standortbedingungen stehen neben natürlichen Süßwasserressourcen alternative Quellen zur Verfügung – wie zum Beispiel Meerwasser oder Abwasser.

Impressum

Autorinnen und Autoren

Dr. Florencia Saravia und Dr. Frank Graf (DVGW-Forschungsstelle am Engler-Bunte-Institut des KIT)
Dr. Stefanie Schwarz und Frank Gröschl (DVGW)

Herausgeber

DVGW Deutscher Verein des Gas- und Wasserfachs e. V.
Technisch-wissenschaftlicher Verein
Josef-Wirmer-Straße 1–3 · 53123 Bonn
info@dvwg.de · www.dvgw.de

Gestaltung

mehrwert intermediale kommunikation GmbH, Köln · www.mehrwert.de

Bildnachweis

Photocreo Bednarek / AdobeStock.com

@ DVGW Bonn · Stand Februar 2023