

# Natürlicher Wasserstoff

## Entstehung, Vorkommen, Förderung und Bedeutung

Wasserstoff wurde in Bohrlöchern sowie in Form erhöhter Konzentrationen an der Erdoberfläche („Feenkreise“) und in Gewässern nachgewiesen. Diese Beobachtungen haben eine technisch/wissenschaftliche Ursachenforschung ausgelöst: Wie entsteht dieser natürliche Wasserstoff, wie gelangt er an die Erdoberfläche, wo kann er sich anreichern – und wie lassen sich solche Bereiche identifizieren? Ob sich dieser Wasserstoff wirtschaftlich fördern lässt, ist noch offen. Dennoch könnte er eine beachtenswerte Alternative zu den aktuellen Herstellungspfaden darstellen – sei es aus Kohlenwasserstoffen oder durch Elektrolyse von Wasser.

Gasförmiger Wasserstoff ( $H_2$ ) entsteht im Erdinneren auch heute noch durch geologische Prozesse. Diese Vorgänge laufen überwiegend in der Erdkruste ab, also in Tiefen von etwa 5 km unter Ozeanen bis zu mehr als 30 km „an Land“ – wobei die wissenschaftlichen Definitionen hier kein einheitliches Bild geben.

Für eine Förderung oder Nutzung des Wasserstoffs ist insbesondere der Entstehungsprozess über die sogenannte Serpentinisierung relevant. Dies ist ein Redox-Prozess in Gesteinen (wie z. B. Olivin), die Eisen in einer zweiwertigen Bindung ( $Fe^{2+}$ ) enthalten. Im Erdmantel, der sich unter der Erdkruste befindet, kommen diese Gesteinstypen häufig vor. An Stellen, wo das Olivin weiter Richtung Erdoberfläche gelangt, Wasser ( $H_2O$ ) zur Verfügung steht und eine Temperatur von  $200^\circ C$  bis  $300^\circ C$  herrscht (also in etwa 10 km Tiefe), liegen ideale Bedingungen für diese wasserstofferzeugende Reaktion vor. Das Gestein wird bei der Reaktion in Serpentin umgewandelt und kann danach nicht mehr zur Wasserstoffproduktion beitragen. Der so entstandene Wasserstoff bewegt sich Richtung Erdoberfläche und reagiert dabei mit Gesteinen und Organismen. Dabei wird ein Teil des Wasserstoffes wieder gebunden. Die Bewegung erfolgt rascher entlang von Störungen in der geologischen Struktur wie Verwerfungen. Im Gegensatz zu den gut erforschten Kohlenwasserstoffen sind diese Transportmechanismen für Wasserstoff noch weniger bekannt. Grundsätzlich können sich höhere Konzentrationen an  $H_2$  neben Aquiferen (wasserführenden Systemen) nur in porösem, durchlässigem Gestein („reservoir rock“) ansammeln, und auch nur, wenn darüber eine Dichtschicht („caprock“) liegt. Die Dichtschichten, die Methan und andere Kohlenwasserstoffe über Hunderte Millionen Jahren am weiteren Diffundieren hinderten, halten Wasserstoff wegen seiner unterschiedlichen Eigenschaften möglicherweise nicht so lange zurück, wodurch ältere Gasfelder auch eine deutlich niedrigere  $H_2$ -Konzentration haben können als jüngere Formationen.

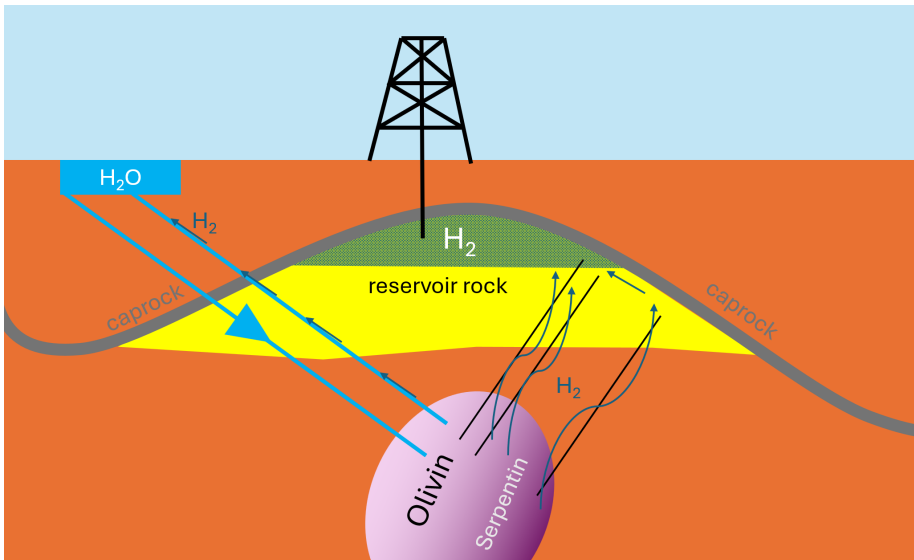


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Serpentinisierung, Quelle: Österreichische Energieagentur

In vielen Fällen ist auch keine dichtende Schicht mit entsprechender Ausformung vorhanden, in der sich der Wasserstoff über längere Zeit ansammelt und höhere Konzentrationen erreichen kann. Der Wasserstoff diffundiert dann Richtung Erdoberfläche, oft in Gemischen mit anderen Gasen. Die Konzentration verstärkt sich an Bruchlinien und „Öffnungen“ in undurchlässigeren Gesteinsschichten und könnte so auch als Änderung der Vegetation in Erscheinung treten (wie sogenannte „Feenkreise“ mit Durchmessern von z. B. 100 Metern). Diese oft kreisrunden Anomalien können aber auch andere Ursachen haben. Messungen an diesen Stellen haben einen Wasserstoffgehalt von über 100 ppm bis 2.000 ppm (Kolumbien) ergeben, eine wirtschaftliche Nutzung ist hier jedoch derzeit nicht darstellbar.



Abbildung 2: Satellitenaufnahme von Feenkreisen (Fairy Circles) in Australien, Quelle: NASA

Von grundsätzlichem Interesse ist weiters die Ausgasung von  $H_2$  aus dem Erdmantel. Im Erdmantel findet sich primordialer Wasserstoff, der seit der Bildung der Erde vor über 4 Milliarden Jahren vorhanden ist. Laut einigen Theorien liegt er in Form von Metallhydriden vor (die tiefsten Bohrungen zur Erforschung der Erdkruste gehen nicht tiefer als 13 km). Die Vermutung liegt nahe, dass dieser Wasserstoff ausgasen und in die Erdkruste diffundieren kann – entsprechende Vorkommen konnten aber bisher nicht eindeutig dieser Entstehungsart zugeordnet werden.

Ein weiterer relevanter Prozess ist auch die Aufspaltung von Wasser durch natürliche Radioaktivität. Durch die Energie der Teilchen (Alpha- beziehungsweise Betastrahler) oder Photonen (Gammastrahlung) beim Zerfall von uran- beziehungsweise thoriumhaltigem Gestein oder Verbindungen mit dem radioaktiven Kalium-Isotop  $K40$  kann das Wassermolekül „geknackt“ werden.

Eine thermisch bedingte Zersetzung organischer „historischer“ Materie in tieferen Schichten könnte ebenfalls noch stattfinden. Hier entstand bereits bei der Entstehung von Kohlen und Kohlenwasserstoffen vor Hunderten Millionen Jahren auch Wasserstoff. Darum gibt es in Erdgaslagerstätten auch Spuren von  $H_2$ , die in manchen Formationen aber auch bis zu 20 % erreichen können. Diese Vorkommen von Wasserstoff wurden bisher in Zusammenhang mit der Exploration und Förderung von Kohlenwasserstoffen miterschlossen. Der Wasserstoff wurde – bis zu einer festgelegten Obergrenze – dem Methan im Erdgas beigemischt und zu den Verbraucher:innen transportiert. Abtrennung und Reinigung des Wasserstoffs sind technisch unproblematisch, aber eine Kostenfrage und insbesondere bei geringeren Anteilen von unter 5 % derzeit unwirtschaftlich (da hier dann Kosten von teilweise deutlich über einen Euro pro kg Wasserstoff allein für die Trennung anfallen).

Im Zusammenhang mit vulkanischen Aktivitäten entsteht aus Schwefelwasserstoff  $H_2S$  und Wasser ebenfalls  $H_2$  (und Schwefeldioxid  $SO_2$ ). Dieser Prozess könnte bei den hohen Wasserstoffemissionen bei Geothermiekraftwerken in Island eine Rolle spielen. Weiters wird mit mikrobiellen Aktivitäten in tieferen Schichten gerechnet, die ebenfalls  $H_2$  erzeugen, aber auch verbrauchen.

Diese hier dargestellten Prozesse umfassen den sogenannten „natürlichen Wasserstoff“. Andere Bezeichnungen sprechen auch von goldenem, weißem, nativem, geologischem oder geogenem Wasserstoff, mit leicht unterschiedlichen und oft unklaren Definitionen. Nicht erfasst sind somit menschlich induzierte Prozesse („anthropogenically induced“), worunter auch Oxidationsprozesse an untertags liegenden Teilen von Förderanlagen zählen, Umwandlung durch induziertes  $CO_2$  in tiefe Schichten („orangener“ Wasserstoff) sowie biologische Aktivitäten an oder nahe der Erdoberfläche (Fermentation et cetera).

Derzeit gibt es weltweit einige Projekte mittlerer technologischer Reife (das sind kleine Pilotanlagen beziehungsweise Probebohrungen), jedoch noch keine Förderung mit kommerzieller Nutzung. Mali ist hier ein Sonderfall. Ein Vorkommen in Bourakebougou in Mali wurde zufällig auf der Suche nach Wasser – im Zuge einer Bohrung im Jahr 1987 – in knapp über 100 m Tiefe entdeckt, weitere Bohrungen bis 2019 folgten. In den 2010er Jahren war hier auch ein Generator zur Stromerzeugung des Dorfes in Betrieb. Das austretende Gas enthält 98 % Wasserstoff und stammt aus mindestens vier Reservoirs, die Bohrungen dazu sind teilweise über 1.000 m tief. Die Zusammensetzung des Basisgesteins – wo die wasserstoffbildende Reaktion stattfindet oder stattfand – ist nicht erforscht, der Wasserstoff ist wahrscheinlich „erst“ im letzten

Jahrtausend entstanden. Bemerkenswert ist, dass der Druck und die Fördermenge in den letzten 10 Jahren nicht nachgelassen haben, was dafür spricht, dass nach wie vor Wasserstoff gebildet wird.

Die ersten Länder, die hier Projekte genehmigt haben, waren neben Mali und den USA noch Australien, Kolumbien und Frankreich; zahlreiche Länder folgten beziehungsweise zeigen ebenfalls Interesse. Die rechtliche Behandlung bei der Förderung wird national jedoch unterschiedlich gehandhabt und ist oft nicht geklärt.

Für die Wirtschaftlichkeit der Förderung von natürlichem Wasserstoff könnten auch andere Begleitgase relevant sein, insbesondere Helium. Helium entstand dabei z. B. durch den Alpha-Zerfall von Uran beziehungsweise Thorium in Gesteinen, wobei ein Alpha-Teilchen dem Kern eines Heliumatoms entspricht (zwei Neutronen und zwei Protonen). Beispielhaft ist hier auf das Nemaha Project in Kansas (USA) verwiesen. Auch in Europa wird gezielt nach natürlichem Wasserstoff gesucht (z. B. in den Pyrenäen) beziehungsweise dieser zufällig gefunden. In Tisovita (Rumänien) wurde bei Bohrungen für die Erzförderung in circa 800 m Tiefe auch eine wasserstoffreiche Schicht angebohrt, deren Gasphase fast 30 Volumenprozent H<sub>2</sub> enthält. Dies führte, weil es so nicht erwartet wurde, damals zu Problemen und auch einem mehrtägigen Brand.

In einer Ende 2024 im Journal Science Advances veröffentlichten Studie von zwei Mitarbeiter:innen des US Geological Survey wurden die Vorkommen von natürlichem Wasserstoff abgeschätzt. Die Bandbreite der Unsicherheit war dabei enorm groß, als wahrscheinlichster Wert wurden 5,6 Billionen Tonnen H<sub>2</sub> angegeben. Falls von dieser „wahrscheinlichsten Menge“ 2 % grundsätzlich förderbar wären (rund 100 Milliarden Tonnen natürlichen Wasserstoffs) würden das in etwa dem Energieinhalt der nachgewiesenen Erdgasreserven entsprechen. Dies ist aber ein reines Gedankenexperiment für dieses Factsheet und beruht auf keinen Machbarkeitsstudien.

Eine weitere wichtige Frage neben den Potentialen ist, ob die Öl- und Gaswirtschaft hier mit ihren Erfahrungen und Technologien weiterhelfen kann, um die Vorkommen kostengünstiger erschließen zu können. Von manchen Expert:innen werden die Verhältnisse und Erfordernisse jedoch näher beim klassischen Bergbau oder der Nutzung der Geothermie gesehen, Sektoren, die sich noch kaum mit diesem Thema beschäftigt haben. Ob die Förder- und Transportkosten später einmal unter denen von grünem beziehungsweise treibhausgasarmem Wasserstoff liegen könnten, ist derzeit noch spekulativ – aber für die weitere Erforschung und kommerzielle Entwicklung dieser Fördermöglichkeiten entscheidend.

## Quellen / Literatur

IEA TCP Hydrogen Task 49: (hier werden im Laufe des Jahres 2026 weitere Berichte veröffentlicht werden)

<https://www.ieahydrogen.org/task/task-49-natural-hydrogen/>

Buch: Natural Hydrogen Systems - Properties, Occurrences, Generation Mechanisms, Exploration, Storage and Transportation, Edited by R. Rezaee and B.J. Evans, 2025

Nemaha Project in Kansas: <https://hyterra.com/projects/>

Model predictions of global geologic hydrogen resources, Geoffrey S. Ellis and Sarah E. Gelman, Science Advances, 2024

## Über dieses Factsheet

Verfasst von: Andreas Indinger, Österreichische Energieagentur  
Wien, März 2026  
Erste Auflage

Das vorliegende Factsheet wurde im Rahmen von HyPA, der Partnerschaft für Wasserstoff in Österreich, erstellt. HyPA ist eine Initiative von BMWET und BMIMI und wird von der Österreichischen Energieagentur umgesetzt. Die Österreichische Energieagentur hat die Inhalte der vorliegenden Publikation mit größter Sorgfalt recherchiert und dokumentiert. Für die Richtigkeit, Vollständigkeit und Aktualität der Inhalte können wir jedoch keine Gewähr übernehmen.