

NABU-Standpunkt Wasserstoff

Leistet Wasserstoff einen wirksamen Beitrag zur Bekämpfung der Klimakrise?

Die Folgen des Klimawandels werden immer deutlicher und gefährden die Lebensräume von Mensch und Natur. Ein Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur um 1,5 Grad droht noch in diesem Jahrzehnt, wenn wir nicht entschieden umsteuern. Ein Ausstieg aus fossilen Energien ist unabdingbar. Für die Energiewende spielt Wasserstoff eine entscheidende Rolle.

Wo stehen wir heute?

Unser CO₂-Ausstoß bei der Verbrennung von Kohle, Öl und Gas ist maßgeblich für den voranschreitenden Klimawandel mit seinen Extremwetter-Ereignissen verantwortlich. Ernteausfälle, Überschwemmungen und schmelzende Gletscher sind die Folge. Wasserstoff gilt als der Hoffnungsträger für die Energiewende.

Wasserstoff ist ein flexibel einsetzbarer und leicht transportierbarer Energieträger. Wird er mit erneuerbaren Energien hergestellt, ist er zudem klimafreundlich. Seine Energiedichte ist höher als die von Erdgas oder Heizöl und bei seiner Verbrennung werden keine klimaschädlichen Emissionen freigesetzt. Mit Wasserstoff sollen klimafreundliche Produktionsprozesse in der Industrie ermöglicht, Energie zwischengespeichert und Flugzeuge betankt werden.

In allen Studien, die die Erreichung der Klimaziele Deutschlands untersuchen, wird daher der große Bedarf für die Entwicklung und Anwendung von Wasserstofftechnologien betont.¹

Zwar sind die Menge und die Art des eingesetzten Wasserstoffs umstritten, doch die Vorteile hat auch die Politik erkannt:

Die nationale **Wasserstoffstrategie** der Bundesregierung weist Wasserstoff eine Schlüsselrolle in der Energiewende zu. Im **Koalitionsvertrag** wird angestrebt, dass Deutschland bis 2030 der **Leitmarkt für Wasserstofftechnologien** werden soll. Dafür wird auch eine Verdoppelung der Leistung von Elektrolyseuren angestrebt.



Kontakt

NABU Bundesgeschäftsstelle

Dr. Steffi Ober
Teamleiterin Ökonomie und Forschungs-
politik

Tel. +49 30-28 49 84-16 12
Steffi.Ober@NABU.de

Dr. Arianna Ferrari
Referentin Neue Technologien

Tel. +49 30 284 984-8283
Arianna.Ferrari@NABU.de



Elektrolyseur

Elektrolyseure sind Vorrichtungen, in denen mithilfe elektrischen Stroms **Wasser in Wasserstoff und Sauerstoff** aufgespalten wird.

¹ Die fünf großen Szenario-Analysen sind: Ariadne, 2021; BDI, 2021; BMWK, 2021; Gierkink et al. 2021; Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut et al., 2021.

Zum jetzigen Zeitpunkt ist die Produktion von Wasserstoff allerdings noch sehr energieintensiv und teilweise mit erheblichen Emissionen verbunden. Grüner Wasserstoff bleibt absehbar eine Rarität.

Die Farbpalette des Wasserstoffs

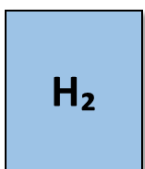
Wasserstoff hat viele Farben: Häufig ist von *grünem*, *türkisem*, *blauem* und *grauem Wasserstoff* die Rede. Doch eigentlich ist Wasserstoff ein farbloses Gas. Die folgende Abbildung schlüsselt auf, was die Farben konkret bedeuten.

H₂	Grauer Wasserstoff wird mit Strom aus fossilen Brennstoffen erzeugt. Das ist sehr umweltschädlich. Bei der Produktion von einer Tonne Wasserstoff entstehen 10 Tonnen CO ₂ , die in die Atmosphäre gelangen.
H₂	Blauer Wasserstoff wird aus der Dampfproduzierung von fossilem Erdgas hergestellt. Dabei entsteht neben H ₂ auch CO ₂ , das mithilfe von CCS-Technologien eingefangen und langfristig gespeichert werden kann.
H₂	Türkiser Wasserstoff wird über ein thermisches Verfahren (Methanpyrolyse) aus fossilem Erdgas gewonnen. Das Erdgas wird bei Temperaturen von 1200 °C in H ₂ und festen Kohlenstoff gespalten. Sofern der Kohlenstoff bei der Weiterverarbeitung nicht verbrannt wird, bleibt er auf diese Weise gebunden.
H₂	Gelber Wasserstoff bezeichnet die Wasserstoffproduktion aus dem aktuellen Strommix : Also einer Mischung aus erneuerbaren Energien und fossilen Brennstoffen.
H₂	Grüner Wasserstoff wird durch die Elektrolyse von Wasser gewonnen. Dabei wird Wasser in Sauerstoff und Wasserstoff aufgespalten. Der benötigte Strom stammt aus erneuerbaren Energiequellen wie Windkraft oder Solarenergie.

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Farben des Wasserstoffes

Dass grauer Wasserstoff aus fossilen Energieträgern keine sinnvolle Alternative ist, versteht sich von selbst. Auf die Details der anderen Verfahren wird nun nochmal differenzierter eingegangen:

Die Farbpalette genauer unter die Lupe nehmen:



Blauer, ebenso wie grauer *Wasserstoff* wird mit Strom aus fossilen Energieträgern erzeugt. Der Unterschied besteht darin, dass die bei der Erzeugung anfallenden CO₂-Emissionen mit **Negativ-Emissions-Technologien** (CCS) aufgefangen und langfristig gespeichert werden. Um mögliche Risiken angemessen einzuschätzen, müssen die Langzeitfolgen der Speicherung zwingend erforscht werden. Zudem besteht das

Risiko von klimaschädlichen Leckagen beim Transport und Lagerung des CO₂.

Der NABU kritisiert die Einstufung des blauen Wasserstoffes als CO₂-neutral.

Bei der Förderung und dem Transport des für die Produktion benötigten Erdgases werden besonders **klimawirksame Methanemissionen** frei. Damit besitzt blauer Wasserstoff nur eine um 25 Prozent verbesserte Energiebilanz im Vergleich zu grauem Wasserstoff.² Bei der Herstellung von blauem Wasserstoff wird den fossilen Energieträgern in



Carbon Capture und Storage

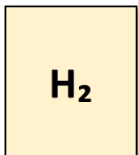
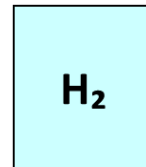
Mithilfe dieser Technologie kann CO₂ abgefangen und dauerhaft gespeichert werden. Da die Technologie jedoch auf fossilen Energien beruht, werden Emissionen weder vermieden noch entnommen. Es findet lediglich eine Verringerung statt.

Mehr dazu in unserem NABU-Standpunkt zu CCS.

² Schmidt-Achert et al. (2022): Bedingungen für eine ökologisch und sozial verträgliche Entwicklung von Wasserstofftechnologien, Studie im Auftrag von NABU, FfE, München

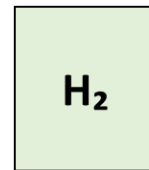
mehreren Schritten der Wasserstoff entzogen. In diesem Prozess entstehen **schädliche Nebenprodukte** wie Kohlenmonoxid, Stickoxide und Schwefeldioxid. Blauer Wasserstoff erfordert den Bau einer zusätzlichen und langfristig überflüssigen **Erdgas- und CO₂-Infrastruktur**, die zu Lock In Effekten führen kann. Zudem stieg der Erdgaspreis in Folge des Krieges massiv an, sodass Investitionen in solche Infrastrukturen riskanter geworden sind.

Die mit der Verwendung von Erdgas verbundenen Methanemissionen und Infrastrukturbedarfe gelten selbstverständlich auch für **türkisen Wasserstoff**. Der bei der Methanpyrolyse entstehende feste Kohlenstoff darf nicht verbrannt werden. Theoretisch könnte er eingelagert werden, wodurch eine zeitverzögerte Freisetzung von CO₂ vermieden werden würde. Doch er könnte auch als **Rohstoff in der Aluminium-, Stahl-, Reifen- und Bauindustrie** eingesetzt werden. Hier muss genau betrachtet werden, was mit den Produkten (Autoreifen, Bauteile, Batterien) nach ihrem Lebensende passiert.



Wenn bei der Elektrolyse von Wasser der aktuelle Strommix verwendet wird, ist die Klimawirkung des **gelben Wasserstoffs** höher als die des grauen Wasserstoffs. Daher lehnt der NABU die Nutzung des gelben Wasserstoffs ab.³

Bei der Produktion von **grünem Wasserstoff** mit **Strom aus Erneuerbaren Energien** sind weder die Herstellung noch die Endprodukte H₂ und O₂ umwelt- oder klimaschädlich. Deshalb wird ihm von Industrie und Politik ein großes Potenzial als zukünftiger Energieträger zugesprochen. Die Nutzung von grünem Wasserstoff ist jedoch maßgeblich an dem Aufbau von Erneuerbaren Energien gekoppelt, die jetzt noch nicht in ausreichender Menge vorhanden sind.



Wasserstoff: Eine Bandbreite an Einsatzmöglichkeiten

Wasserstoff ist als Energieträger vielfältig einsetzbar. Doch grüner Wasserstoff ist ein knappes Gut, weshalb dieser so sparsam und effizient wie möglich eingesetzt werden sollte. Die Anwendungsmöglichkeiten sollten deshalb priorisiert werden:

- Im Vordergrund sollten diejenigen Bereiche stehen, zu denen es bisher **keine Alternativen** gibt. Dazu zählen die **Stahl- und Chemieindustrie, die Raffinerien, die Rückverstromung** (insbesondere bei Spitzenlast) und Teile der **Langstrecken-Luft- und Seefahrt**.
- In anderen Bereichen gilt die Anwendung von (grünem) Wasserstoff als **kontrovers**, da der Energiebedarf für **Wärmenetze** oder **Hochtemperaturprozesse** in der Industrie direkt **elektrisch** – und damit wesentlich effizienter – gedeckt werden kann.

In der folgenden Abbildung werden mittels eines Ampelsystems die möglichen Nutzungen von grünem Wasserstoff bewertet:



Spitzenlast

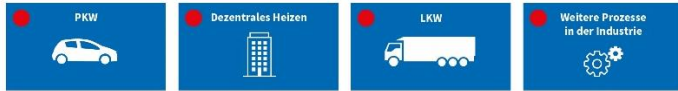
Die Spitzenlast bei der Stromerzeugung bezeichnet die **Höchstbelastung eines Stromnetzes (Last)** während der **größten Nachfrage innerhalb eines Zeitabschnittes (Tag, Jahr)**⁴

³ Schmidt-Achert et al. (2022): Bedingungen für eine ökologisch und sozial verträgliche Entwicklung von Wasserstofftechnologien, Studie im Auftrag von NABU, FfE, München

⁴ <https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/spitzenlast-614922>

Die Anwendung von Wasserstoff gilt in diesen Bereichen als...

...**nicht sinnvoll**, da bereits effizientere Alternativen vorhanden sind.



... **Überbrückungstechnologie**, bis die Prozesse vollständig elektrifiziert werden können. Die genauen Nachfragemengen sind jedoch noch unbekannt.



... **sinnvoll**, da sich diese nicht vollständig elektrifizieren lassen.



Abbildung 2: Anwendungssampel: In welchen Bereichen macht der Einsatz von grünem Wasserstoff Sinn? (eigene Darstellung in Anlehnung an Schmidt-Achert et al. (2022))

Um den wachsenden Energiebedarf abzudecken, ist Deutschland auf große Mengen an Importen fossiler Energieträger angewiesen. Infolge des russischen Angriffskrieges auf die Ukraine werden zunehmend strategische Partnerschaften für die Lieferung von Flüssiggas geschlossen und der Bau von Flüssiggas-Terminals genehmigt. Versprochen wird, dass sich die Terminals mittelfristig auf Wasserstoff umrüsten lassen. Allerdings ist der Umbau für den Import von grünen Wasserstoffderivaten aus technischen Gründen sehr aufwendig.⁵

Wasserstoff-Technologien und die Umwelt

Je nach Herkunft des Wasserstoffs fällt die Ökobilanz unterschiedlich aus. Daher muss sorgfältig nach den unterschiedlichen Herkünften des verwendeten Stroms unterschieden werden, die sich hinter den Farbcodierungen verbergen (vgl. Abbildung 1). Grundsätzlich gilt für alle Farben des Energieträgers: Wasserstoff ist ein kleineres und leichteres Molekül als Methan. Wasserstoff-Leckagen aus (Erdgas-)Pipelines sind daher kaum zu vermeiden.

Entweicht molekularer Wasserstoff aus einem Leck, steigt er schnell in obere Luftschichten und kann dort das empfindliche chemische Gleichgewicht stören.

Die Folge: die Konzentration an klimaschädlichen Gasen wie Methan, Wasserdampf oder Ozon in Troposphäre und Stratosphäre nimmt zu. Daher muss ein effizientes Monitoring der Pipelines gewährleistet und Leckagen verhindert werden. Bestehende Erdgaspipelines müssen für den Wasserstofftransport umgerüstet werden.

Wasserstoff wird mit Elektrolyseuren hergestellt. Ein Bestandteil der Elektrolyseure ist Iridium, ein selten vorkommendes Element. Bei stetig wachsendem Wasserstoffverbrauch wird der Bedarf an Iridium die verfügbaren Ressourcen übersteigen. Preissteigerungen des Iridiums sowie der darauf basierenden Technologien sind absehbar.⁶



H₂ in der Atmosphäre

Britische Wissenschaftler*innen fanden heraus, dass das **Treibhaus-Potenzial** von Wasserstoff größer ist als bisher angenommen. **Der Grund:** In der Atmosphäre gibt es eine sehr reaktive Verbindung aus Sauerstoff und Wasserstoff (OH[•]). Sie sorgt für eine **natürliche Reinigung der Atmosphäre** von schädlichen Gasen. Wasserstoffionen sind jedoch besonders reaktionsfreudig. So entsteht **Wasserdampf**. Gleichzeitig wird die Konzentration von klimaschädlichem **Methan** stabilisiert, da es **weniger reaktiv** ist. Je mehr Wasserdampf in der Atmosphäre ist, desto stärker wird der Abbau von **Ozon** (O₃) begünstigt.

⁵ Jauch M. (2022): „Wasserstoff zu kalt für LNG-Terminals“ Tagesspiegel Background Energie und Klima, 03/08/2022: 8-11

⁶ <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/IREKA.html>

NABU-Thesen auf einen Blick:

1. **Der Ausbau erneuerbarer Energien muss vorangetrieben werden. Nur so können relevante Mengen grünen Wasserstoffs sichergestellt werden.**

Bis 2030 werden Wasserstoff und E-Fuels aufgrund der geringen Verfügbarkeit eine eher kleinere Rolle spielen. Der Aufbau relevanter Produktionskapazitäten für grünen Wasserstoff setzt gleichzeitig den Ausbau von Erneuerbaren Energien voraus. Daher müssen bis 2030 die Erneuerbaren Energien verdreifacht werden.

2. **Grüner Wasserstoff muss umfassend öko-bilanziert werden.**

Die Modellierungen des Treibhausgas-Potenzials von grünem Wasserstoff müssen weiterentwickelt werden. Bislang fehlt eine vollständige Ökobilanzierung, die die Umweltauswirkungen von Leckagen und der Gewinnung von Metallen für Elektrolyseure berücksichtigt. Zudem muss eine standortabhängige Biodiversitäts-Bilanz beim Ausbau der Erneuerbaren Energien erfolgen.

3. **Die Pipelines für den Transport von grünem Wasserstoff müssen umfassend überwacht werden.**

Ein umfassendes Monitoring der Pipelines muss gewährleistet werden, um Leckagen präziser vorherzusehen und zu erkennen. Leckage-Risiken in der gesamten Transportkette müssen vollständig erfasst und minimiert werden.

4. **Grüner Wasserstoff muss prioritär für die „Hard-to-Abate-Anwendungen“ eingesetzt werden, die sich nicht anders elektrifizieren lassen.**

Statt auf Wasserstoff sollte im Verkehr primär auf neue Mobilitätskonzepte sowie auf batterieelektrische Fahrzeuge gesetzt werden, da diese eine wesentlich bessere Energiebilanz aufweisen. Im Gebäudesektor macht Wasserstoff keinen Sinn, auch dort ist eine Elektrifizierung am effizientesten. Sinnvoll ist der Einsatz von grünem Wasserstoff in der Industrie (Primärstahl, Ammoniak, Olefine), in der Langstrecken-Mobilität, im Personen- und Güterverkehr (Luft- und Seefahrt) und für die Rückverstromung.

5. **Die Zivilgesellschaft muss beteiligt werden.**

Die zeitlich begrenzte Nutzung von fossilen Wasserstoffquellen in Kombination mit CCS muss durch eine gute Governance abgesichert werden. Die genauen Bedingungen für die Industrietransformation sollten gemeinsam innerhalb eines Klima-Tisches in einem transdisziplinären Prozess unter Beteiligung von Wissenschaft, Politik, Wirtschaft und organisierter Zivilgesellschaft gestaltet werden.

6. **Ökologische und sozial verträgliche-Partnerschaften mit Importländern für grünen Wasserstoff sind zu gewährleisten.**

Grüner Wasserstoff steht weder im Inland noch im Ausland unbegrenzt zur Verfügung. Besonders wichtig ist daher die Herkunft des importierten Wasserstoffs, der nicht dazu führen darf, dass die Nutzung fossiler Quellen in den Importländern verlängert wird. Der dort produzierte Wasserstoff muss zuvorderst zur Energiewende vor Ort beitragen. Die Entwicklung der Wasserstoff-Infrastruktur in solchen Ländern muss ökologisch und sozial verträglich gestaltet werden, wobei das Machtgefälle zwischen den reichen Industrienationen und den Ländern des Südens zu berücksichtigen ist.

FAZIT:

Wir setzen uns als NABU vor dem Hintergrund der gravierenden gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und ökologischen Herausforderungen dafür ein, dass

- ✚ der Konsum **energie- und rohstoffintensiver Güter reduziert** (Reduce),
- ✚ eine **konsequente Kreislaufwirtschaft** etabliert,
- ✚ die **Defossilierung** der Industrie weiter mit Hochdruck vorangetrieben und
- ✚ Prozesse, soweit heute schon technisch möglich, auf **erneuerbaren Strom** und **grünen Wasserstoff** umgestellt werden.

Uns ist bewusst, dass es gilt, die Übergangszeit zu gestalten. Dafür fordern wir einen gesellschaftlichen Aushandlungsprozess, für den wir als NABU mit fachlicher Expertise zur Verfügung stehen.