



Hintergrundpapier

Forderungen zur klimafreundlichen Umsetzung des Wasserstoffhochlaufs

Ausgangslage und WWF-Forderungen

Deutschland hat sich durch die Ratifizierung des Pariser Klimaabkommens dazu verpflichtet, seinen Beitrag zur Begrenzung der Erderhitzung auf möglichst 1,5 °C zu leisten – und bis spätestens 2045 klimaneutral zu wirtschaften. Die Dekarbonisierung der Industrie stellt eine der Hauptaufgaben dar. Die Einrichtung einer grünen Wasserstoffwirtschaft ist dafür zentral. Wie hoch der Beitrag von Wasserstoff zur Erreichung der Klimaneutralität in den nächsten Jahrzehnten sein wird, werden durch die Entscheidungen und Weichenstellungen in diesem Jahrzehnt bestimmt. Die Produktion, der Import von Wasserstoff sowie die Nutzung des Energieträgers sind aktuell hochpolitisch diskutierte Themen.

Aus Sicht des WWF sind folgende Grundsätze wesentlich, um die Ausgestaltung der Wasserstoffwirtschaft auf eine klima- und naturfreundliche Art und Weise voranzubringen:

- **Forderung 1:** Nur **grüner Wasserstoff** ist wirklich langfristig klimafreundlich. Der Hochlauf von grünem Wasserstoff muss jetzt erfolgen – dabei hat der **Ausbau der Erneuerbaren Energien** höchste Priorität.
- **Forderung 2:** Die Verwendung von Wasserstoff darf nur in Anwendungen erfolgen, in denen keine sinnvollen Alternativen (z. B. Direktelektrifizierung) vorhanden sind und ein hohes THG-Minderungspotenzial besteht. Es muss gelten: **Efficiency First**.
- **Forderung 3:** Bei der Produktion von Wasserstoff müssen neben wirtschaftlichen auch umfassende **klimaschutzrelevante, ökologische und soziale Nachhaltigkeitskriterien** angewendet werden.
- **Forderung 4:** **Hydrogen Purchase Agreements** sollten **national, europäisch und international** zur langfristigen Absicherung von Lieferung und Preisstabilität eingeführt werden.
- **Forderung 5:** Öffentliche Mittel dürfen **nicht in die Subventionierung von blauem Wasserstoff** fließen, da sonst Lock-In-Effekte bis weit über 2030 hinaus entstehen könnten.
- **Forderung 6:** Umfassende **Klimaschutzkriterien bei Green Public Procurement** sollten zur Erhöhung der Nachfrage nach grünem Wasserstoff eingeführt werden.
- **Forderung 7:** Die Netz- und Infrastrukturplanung muss auf **klimagerechte Investitionen in Infrastruktur** und die Vermeidung von Stranded Assets ausgerichtet werden.



Forderung 1: Nur grüner Wasserstoff ist wirklich langfristig klimafreundlich. Der Hochlauf von grünem Wasserstoff muss jetzt erfolgen – dabei hat der Ausbau der Erneuerbaren Energien höchste Priorität.

Die Erzeugung von grünem Wasserstoff basiert auf einem chemischen Prozess mittels der Nutzung von Strom aus Erneuerbaren Energien und Wasser – der Elektrolyse. Mit dem aktuellen deutschen Strommix liegt Wasserstoff bei diesem Verfahren bei einer Klimabilanz von 16t CO₂/ t Wasserstoff. „Nachhaltiger“ Wasserstoff liegt nach derzeitiger europäischer Gesetzgebung bei maximal 3t CO₂/ t Wasserstoff.¹ Der aus dem heutigen Strommix hergestellte Wasserstoff ist daher nicht klimafreundlich und sogar emissionsreicher als grauer Wasserstoff, der auf den fossilen Brennstoffen Erdgas oder Kohle beruht. Nur grüner Wasserstoff, der aus erneuerbaren Energien mittels Elektrolyse hergestellt wird, ist nahezu CO₂-frei und daher die einzige Form, die wirklich langfristig klima- und umweltfreundlich ist. Mit 100 % Erneuerbaren Strom läge die Klimabilanz bei 0t CO₂/t (ohne den Einbezug der Vorkettenemissionen).

Daher sollte auf lange Sicht nur grüner Wasserstoff produziert, gefördert und angewendet werden und der Hochlauf von grünem Wasserstoff im Zentrum der Wasserstoffpolitik der Bundesregierung stehen. Dabei muss die Verfügbarkeit von Wasserstoff für potenzielle Anwendungen in der Industrie gewährleistet sein. Diese braucht Planungssicherheit, um Investitionen in die Umstellung ihrer Prozesse zur Nutzung von Wasserstoff zu lenken.

Der schnelle und zielgerichtete Ausbau der Erneuerbaren Energien ist eine Grundvoraussetzung für den Hochlauf von grünem Wasserstoff. Es muss nicht nur der Stromsektor durch Erneuerbare vollständig dekarbonisiert, sondern auch der zusätzliche Bedarf an Erneuerbaren Strom durch die Wasserstoffwirtschaft bedient werden.

Zum Vergleich: Nach der Studie „Klimaneutrales Deutschland bis 2045“ von Agora Energiewende werden im Jahr 2045 ca. 265 TWh Wasserstoff benötigt.² Unter der Annahme, dass es sich dabei um auf Elektrolysebasis hergestellten grünen Wasserstoff mit einem Wirkungsgradverlust von ca. 30 % handelt, entspricht dies einem Strombedarf aus Erneuerbaren Energien von ca. 345 TWh. Dem gegenüber steht eine gesamte Stromproduktion aus Erneuerbaren Energien von 244 TWh in Deutschland im Jahr 2022.³ Der Wasserstoffbedarf wird somit sowohl aus inländischer Produktion als auch durch Importe gedeckt werden.

Ohne den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung im Inland und weltweit wird die Wasserstoffwirtschaft demnach keine Fahrt aufnehmen können. **Der massive Zubau von Erneuerbaren Energien muss zügig umgesetzt werden, um einen**

¹ [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:C\(2021\)2800/](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=PI_COM:C(2021)2800/)
<https://network.bellona.org/content/uploads/sites/3/2021/06/Impact-Assessment-of-REDII-Delegated-Act-on-Electrolytic-Hydrogen-CO2-Intensity.pdf>

² Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, S. 26;
https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf

³ Fraunhofer ISE (2023): Öffentliche Nettostromerzeugung in Deutschland im Jahr 2022;
[Stromerzeugung_2022.pdf](#)



erfolgreichen und klimafreundlichen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft sicherzustellen.

Forderung 2: Die Verwendung von Wasserstoff darf nur in Anwendungen erfolgen, in denen keine sinnvollen Alternativen (z. B. Direktelektrifizierung) vorhanden sind und ein hohes THG-Minderungspotenzial besteht. Es muss gelten: Efficiency First.

Wasserstoff ist ein knappes Gut und wird das auch bleiben. Daher muss er prioritär für Anwendungen zur Verfügung stehen, die ein hohes CO₂-Minderungspotenzial aufweisen und nicht direkt elektrifiziert werden können. Im Gebäudesektor oder im Straßenverkehr sollte er nur sehr begrenzt zum Einsatz kommen.

Im Zuge der Reform des Gebäude-Energien-Gesetzes wurde und wird Wasserstoff als Energieträger zur Wärmebereitstellung in Gebäuden breit diskutiert. Die Bundesregierung hat im Koalitionsvertrag das Ziel festgelegt, dass jede neue Heizung zum 1. Januar 2025 auf der Basis von mindestens 65 Prozent erneuerbarer Energie betrieben werden soll. Im Zuge des russischen Angriffskriegs auf die Ukraine und der daraus resultierenden fossilen Energiekrise wurde diese Vorgabe um ein Jahr vorgezogen und wird bereits ab dem 1. Januar 2024 gelten. Wasserstoff und andere „grüne“ Gase werden voraussichtlich nach Beschluss des Gebäude-Energie-Gesetzes als grundsätzliche Erfüllungsoption für die 65-Prozent-Anforderung gelten. Wir sprechen uns klar dagegen aus.⁴ Aus Effizienzgründen, mangelnden Verfügbarkeiten sowie weiteren Nutzungskonflikten sollte Wasserstoff vor allem in den kommenden Jahren in Spitzenlastkraftwerken und weiteren Bereichen Anwendung finden, wo nicht elektrifiziert werden kann. Gerade im Gebäudesektor würde der Einsatz von Wasserstoff und seinen Derivaten ohnehin eine sehr teure Option werden. Nicht nur aus Klimaschutz sondern auch aus Sicht des Schutzes von Verbraucher:innen ist die Nutzung von Wasserstoff im Gebäudesektor eine Kostenfalle. Wasserstoff wird mittel- und langfristig in etwa doppelt so teuer sein wie etwa die Anschaffung und Nutzung von einer Wärmepumpe in Kombination mit Photovoltaik.⁵

Nicht nur im Gebäude- sondern auch im Verkehrssektor steht der Einsatz von Wasserstoff im direkten Wettbewerb mit elektrischen Lösungen. So ist der Wirkungsgrad bei der batteriebetriebenen Elektromobilität signifikant höher (insgesamt 69 %, ggü. 26 % bei der Brennstoffzelle und 13 % bei Verbrennungsmotor mit E-Fuels).⁶ Daher ist der vergleichsweise ökologischste als auch ökonomischste Weg für den Gebäude- und Verkehrssektor die direkte Nutzung von Strom (Efficiency First/ Electricity First), z. B. durch Wärmepumpen zur Gebäudebeheizung oder durch Elektrofahrzeuge zur Fortbewegung. Dazu kommt, dass die Verfügbarkeit von grünem Wasserstoff noch

⁴ WWF und weitere (2023): Wasserstoff und grüne Gase im Gebäudesektor?; <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/wasserstoff-und-gruene-gase-im-gebaeudesektor.pdf>

⁵ WWF, BUND, DUH (2023): „H₂-ready: Die Kostenfalle im Gebäude; <https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Klima/h-2-ready-die-kostenfalle-im-gebaeude.pdf>

⁶ Agora Verkehrswende (2018): Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe; [Die zukünftigen Kosten strombasierter synthetischer Brennstoffe \(agora-energie-wende.de\)](https://www.agora-energie-wende.de)



nicht in einem Maßstab gegeben ist, der ausreichen würde, um alle Sektoren von fossilen Energieträgern auf grünen Wasserstoff umzurüsten, zumal die begrenzte Kapazität an regenerativem Strom auch in Zukunft ein knappes Gut bleiben wird. Daher sollte Wasserstoff den Anwendungen zur Verfügung stehen, die ihre Prozesse nur dadurch klimafreundlicher gestalten können.

Wo immer es möglich ist, muss auf die direkte Elektrifizierung gesetzt werden. In manchen Anwendungsgebieten ist dies technisch jedoch (noch) nicht möglich, weshalb auf Alternativen zur indirekten Nutzung von erneuerbaren Energien zurückgegriffen werden muss. Hier kommen der Wasserstoff und seine Folgeprodukte ins Spiel.

Der Einsatz von Wasserstoff sollte nur dort angereizt werden, wo energieeffizientere elektrische Lösungen oder Alternativen dauerhaft nicht zur Verfügung stehen.

Deep Dive zur Verwendung von Wasserstoff:

Viele Industrien sind für den Ersatz von Öl und Gas und deren Produkten auf wasserstoffbasierte Folgeprodukte, also synthetische Grund- und Kraftstoffe auf Basis von klimafreundlich erzeugtem Wasserstoff, angewiesen. Methan, Methanol, Ammoniak, und weitere Produkte sind wichtiger Bestandteil in der zukünftigen Chemie- und Kraftstoffindustrie.

Heutzutage basieren diese Sektoren noch ganz bzw. größtenteils auf der Nutzung fossiler Quellen: In der Stahlherstellung basieren 83 % aller Prozesse auf fossilen Quellen, bei der Zementherstellung sind es 71 % in der Chemieindustrie 87 %, und im Flug- sowie Schiffsverkehr 99,9 %.^{7 8} In folgenden Bereichen ist der Einsatz von Wasserstoff für die Dekarbonisierung bzw. Defossilisierung notwendig:

Stahlherstellung

Die Stahlindustrie kann ihre klimaschädlichen Emissionen drastisch reduzieren. Dazu ist ein Abschied vom kohlebasierten Hochofenprozess notwendig. Das neue Verfahren der Direktreduktion kann mit Erdgas betrieben werden, beim Hochofenprozess gehen die Reduktionsgase aus der Verbrennung von Koks hervor. Dies allein würde eine Emissionsminderung um 60 Prozent bringen.

Wird die Direktreduktion im Hochofen mit Wasserstoff betrieben, entsteht dabei kein CO₂ mehr. Dabei wird im Hochofenprozess Wasserstoff als Reduktionsmittel für das Eisenerz eingesetzt. Der Wasserstoff reagiert im Prozess mit Eisenoxiden zu Wasserdampf. Das Produkt ist Eisenschwamm, der in einem sogenannten Elektrolichtbogenofen zu Rohstahl veredelt wird. Das Nebenprodukt ist Wasser, was

⁷ BMWK (2019): Energiewende in der Industrie. Potenziale und Wechselwirkungen mit dem Energiesektor; https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/energiewende-in-der-industrie-ap2a-branchensteckbrief-zement.pdf?__blob=publicationFile&v=4.

⁸ International PtX Hub/ PtX Training (2021), basierend auf IEA (2020): Iron and Steel; <https://www.iea.org/reports/iron-and-steel>; IEA (2020): International shipping; <https://www.iea.org/reports/international-shipping>; dena (2019): Feedstocks for the chemical industry; https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2019/Feedstocks_for_the_chemical_industry.pdf

wiederum für andere Prozesse verwendet werden kann. Somit kann eine THG-Einsparung von ca. 90 % erreicht werden.

Zementherstellung

Die herkömmliche Zementherstellung ist einer der emissionsintensivsten Industrieprozesse. 35 % der Gesamtemissionen bei der Herstellung von Zement entstehen beim Brennvorgang, 49 % aus der Entsäuerung des Klinkers.⁹ Das Ausgangsmaterial Kalkstein wird unter sehr hohen Temperaturen (1.450 °C zu (Zement-)Klinker gebrannt und hat damit einen hohen Brennstoffverbrauch, der zu hohen energiebedingten Emissionen führt. Die chemische Reaktion beim Brennen des Kalksteins führt zu einer Freisetzung von CO₂ (Entsäuerung). Durch die hohen Temperaturen kann die Beheizung der Klinkeröfen nicht gänzlich durch Wasserstoff erfolgen – wohl aber aus einer Mischung von z. B. 70 % Biomasse, 20 % Wasserstoff – damit wären die fossilen Brennstoffe weitgehend eliminiert.¹⁰

Zudem entstehen Emissionen durch den Stromverbrauch beim Mahlen und dem Transport der Rohstoffe und der Endprodukte. In Summe ergibt sich ein durchschnittliches Treibhausgaspotenzial von 587 kg CO₂-Äquivalenten pro Tonne Zement in Deutschland.¹¹ Da die Prozessemissionen (also die Entstehung von CO₂ bei der Entsäuerung) bisher nicht vermeidbar sind, ist die Abscheidung von CO₂ – Carbon Capture and Storage (CCS) – hier besonders relevant.¹²

Zusätzlich sollten auch alternative Maßnahmen zur Zementherstellung herangezogen werden, z. B. der Einsatz umweltfreundlicher Stoffe wie Holz beim Bauen, Verringerung des Zementanteils im Beton, der Einsatz von erneuerbaren Energien, Recycling, Verringerung des Transportweges und anspruchsvolle Klimaschutzkriterien für die Vergabe von öffentlichen Bauaufträgen, die Emissionen reduziert werden.

Chemieindustrie

Kohlenwasserstoffe sind Grundlage der (organischen) chemischen Industrie. 74 % der Rohstoffbasis der organischen Chemie in Deutschland basiert auf Naphta und anderen Erdölderivaten, 11 % auf Erdgas, 2 % auf Kohle und nur 13 % auf nachwachsenden Rohstoffen.¹³ Wir können Kohlenwasserstoffe also nicht gänzlich aus der Chemieindustrie verbannen.

Aber die chemische Industrie kann durch die Verwendung von Wasserstoff und seinen Folgeprodukten ihre Abhängigkeit vom Erdöl durchbrechen. Heute werden im Erdöl vorhandene große Moleküle „kleingehackt“ (Fachwort: Cracken, dazuge-

⁹ WWF (2018): Klimaschutz in der Beton- und Zementindustrie - Hintergrund und Handlungsoptionen, S. 13; https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Klimaschutz_in_der_Beton-_und_Zementindustrie_WEB.pdf.

¹⁰ Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie; https://nachhaltigwirtschaften.at/resources/nw_pdf/schriftenreihe/steckbrief_wasserstoff-zementindustrie_bf.pdf.

¹¹ WWF (2018): Klimaschutz in der Beton- und Zementindustrie - Hintergrund und Handlungsoptionen, S.7; https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/WWF_Klimaschutz_in_der_Beton-_und_Zementindustrie_WEB.pdf.

¹² WWF (2018): [Wie klimaneutral ist CO₂ als Rohstoff | WWF](#)

¹³ Florian Ausfelder, Hanna Dura (2019): 2. Roadmap des Kopernikus-Projekts "Power-to-X": Flexible Nutzung erneuerbarer Ressourcen (P2X). Optionen für ein nachhaltiges Energiesystem mit Power-to-X Technologien, S. 36; https://www.kopernikus-projekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/BOECE55235C57831E0537E695E860A05/live/document/Power-to-X_Roadmap_2.0.pdf

hörige Anlage: Cracker). Die dabei entstehenden kleinen Einheiten heißen Ethylen und sind quasi die 2x3-Lego-Blocks der Chemieindustrie. Aus Ethylen und seinen Modifikationen wird die große Vielfalt der Produkte der chemischen Industrie schrittweise gebaut. Das Cracken ist ein sehr emissionsintensiver Prozess und für über die Hälfte der klimaschädlichen Emissionen der Chemieindustrie verantwortlich. Es ist jedoch möglich, einen neuen erdöl-unabhängigen Grundbaustein einzuführen, zum Beispiel Methanol. Dieser kann aus Wasserstoff und CO₂ hergestellt werden und wäre insbesondere im Zusammenspiel mit Langlebigkeit der finalen Produkte und Recycling eine nachhaltigere Lösung.

Flugzeug- und Schiffsverkehr

Der Verkehrssektor nutzt aktuell größtenteils Kraftstoffe auf Basis von Mineralölprodukten (94 %). Biokraftstoffe machen ca. 4 % des Energiebedarfs im Verkehrssektor aus und Strom (überwiegend durch den Schienenverkehr und wachsend durch die Elektromobilität) ca. 2 %.

Bei der Nutzung von Wasserstoff und seinen Derivaten im Verkehrssektor kann grundlegend zwischen der direkten Verbrennung von Wasserstoff in einer Brennstoffzelle und der Verbrennung von kohlenwasserstoffbasierten, synthetischen Brennstoffen unterschieden werden. Synthetische Brenn- und Treibstoffe sind bisher am weitesten im Rahmen der Power-to-X und CCU-Technologien entwickelt. Unter der Voraussetzung einer CO₂-neutralen Herstellung mit Strom aus erneuerbaren Energien können Power-to-Gas /Power-to-Liquid Technologien die Abhängigkeit von fossilen Energieträgern reduzieren und somit einen Beitrag zum Klimaschutz im Verkehrssektor leisten. Allerdings unterliegen diese Prozesse einer hohen Stromintensität, und das CO₂ bleibt im Produkt nicht gebunden, sondern wird durch Verbrennung in einem Motor wieder freigesetzt.¹⁴

Durch die Nutzung von Direct Air Capture als nachhaltige Kohlenstoffquelle kann der Kohlenstoffkreislauf bei der Herstellung und Verbrennung von synthetischen Kraftstoffen („E-Fuels“) geschlossen werden. Der Einsatz sollte auch hier Bereichen ohne Alternative, also dem Flugzeug- und Schiffsverkehr sowie Teilen des Schwerlastverkehrs vorbehalten bleiben.

¹⁴ WWF (2018): Wie Klimaneutral ist CO₂ als Rohstoff wirklich: Carbon Capture and Utilization; <https://www.wwf.de/themen-projekte/klima-energie/klimaschutz-und-energiewende-in-deutschland/wie-klimaneutral-ist-co2-als-rohstoff/>

Forderung 3: Bei der Produktion von Wasserstoff müssen neben wirtschaftlichen auch umfassende Klimaschutzrelevante, ökologische und soziale Nachhaltigkeitskriterien angewendet werden.

Deutschland ist und bleibt ein Energieimportland. Zukünftig wird ein signifikanter Teil der PtX-Nachfrage durch Importe gedeckt werden müssen. Der internationale Handel von PtX-Produkten spielt eine Schlüsselrolle in der Dekarbonisierung und Defossilisierung verschiedener Sektoren im Bereich Industrie und Verkehr, und ist somit für die Erreichung der Klimaziele sowie das Gelingen der Energiewende von hoher Relevanz. Eine Standardisierung der Produktion von Wasserstoff und seinen Folgeprodukten, z. B. in Form von einer Zertifizierung, ist Grundlage dafür, die Qualität des Wasserstoffs sicherzustellen, der hergestellt, importiert oder eingesetzt wird. Daher ist eine möglichst international gültige, zumindest aber EU-weite Definition von grünem Wasserstoff ausschlaggebend für einen klimapolitischen Erfolg der Wasserstoffwirtschaft.

Ein Meilenstein ist die lang verhandelte Renewables Directive II (RED II) zu RFNBOs (Renewable Fuels of Non-Biological Origin, also erneuerbarer Wasserstoff und seine Folgeprodukte), die Nachhaltigkeitskriterien für den Verkehrssektor festlegt, um die Ziele für erneuerbare Kraftstoffe zu erreichen.¹⁵ Im Rahmen der RED II erkennt die Europäische Kommission offiziell Zertifizierungssysteme an, um die Einhaltung der Ziele nachzuweisen (sogenannte Voluntary Schemes). Die Revision der RED II erweitert die Vorgaben auch für weitere Sektoren. Sie beinhaltet in zwei delegierten Rechtsakten die Kriterien für Strombezug und THG-Emissionen:¹⁶

- Kriterien für erneuerbare Elektrizität für RFNBOs (Delegierte Rechtsakte RED II Art. 27): Hier werden die Kriterien für Strom aus erneuerbaren Energiequellen für RFNBOs spezifiziert.
- Methodik zur Berechnung der THG-Emissionen von RFNBOs (Delegierte Rechtsakte RED II Art. 28): Dieser delegierte Rechtsakt legt die Methodik für die Berechnung der THG-Emissionsreduktionen für RFNBOs fest. Darüber hinaus werden die in Frage kommenden Kohlenstoffquellen für Wasserstoffderivate definiert.

Durch die delegierten Rechtsakte sind grundlegende wichtige Leitlinien für die Zusatzlichkeit der Erneuerbaren für den Strombezug bei der Herstellung von Wasserstoff festgelegt. Eine Umsetzung in nationales Recht ist nun gefordert.

Allerdings regelt die RED II keine Nachhaltigkeitskriterien darüber hinaus. Insbesondere bei Importen von Wasserstoff müssen neben wirtschaftlichen auch umfassende Klimaschutzrelevante, ökologische und soziale Nachhaltigkeitskriterien angewendet werden. Nachhaltigkeitskriterien sind für den Hochlauf der grünen PtX- bzw. Wasserstoffwirtschaft von entscheidender Bedeutung, da Wasserstoff nur dann eine langfristig tragfähige Alternative zu fossilen Brennstoffen darstellt, wenn er unter Berücksichtigung von Umwelt-, Sozial- und Governance-Aspekten produziert und genutzt wird.

Nationale sowie internationale Wasserstoffprojekte, besonders in Ländern des globalen Südens, müssen sich positiv auf die lokale Entwicklung sowie auf die folgenden

¹⁵ [EUR-Lex - 52021PC0557 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

¹⁶ Eine detaillierte Bewertung der RED II ist nicht Gegenstand des Papiers.



Sustainable Development Goals (SDGs) aus der Agenda 2030 der Vereinten Nationen auswirken: hierzu zählen das SDG 6 (Sauberes Wasser), SDG 7 (Bezahlbare und saubere Energie), SDG 8 (Menschenwürdige Arbeit und Wirtschaftswachstum; hierin sind auch Ziele zur Ausbildung enthalten), SDG 9 (Industrie, Innovation und Infrastruktur), SDG 12 (Verantwortungsvoller Konsum und Produktion), SDG 13 (Maßnahmen zum Klimaschutz) und SDG 14 (Leben unter Wasser).

Besonders in der internationalen Zusammenarbeit ist es daher notwendig, über die Definition des Strombezugs und der THG-Reduzierung hinauszudenken. **Der WWF fordert die Erarbeitung und Durchsetzung von umfassenden Nachhaltigkeitskriterien für den Handel von Wasserstoffprodukten.** Diese sollten insbesondere in der noch zu entwickelnden Importstrategie der Bundesregierung und in den Voluntary Schemes der Europäischen Kommission festgeschrieben werden.

Deep Dive zu notwendigen Nachhaltigkeitskriterien:

Folgende Aspekte der Nachhaltigkeit sind für den internationalen Handel von Wasserstoff und seinen Folgeprodukten aus Sicht des WWF entscheidend:

Klimaschutz

- *Nutzung Erneuerbarer Energien/ Strombezug:* Die Wasserstoffwirtschaft meint zwingend auch eine Transformation des Energiemixes (Energiewende) – weg von fossilen Kraftstoffen hin zu Erneuerbaren Energien. Um dies zu gewährleisten ist die Nutzung erneuerbarer Energien, also die Stromherkunft, ausschlaggebend. Zudem sind die Kriterien Standort, Gleichzeitigkeit und Zusätzlichkeit relevant, um die Wasserstoffproduktion systemdienlich zu betreiben und Engpässe im Netz auszugleichen und nicht zu fördern.
- *Bewahrung und Ausbau der nationalen Klimaschutzstrategien:* Der Aufbau der internationalen Wasserstoffwirtschaft birgt auch eine große Chance für alle Partnerländer, denn diese können ihren Anteil an Erneuerbaren Energien sowie an Wasserstoff ausbauen. Voraussetzung ist jedoch, dass dabei keine negativen Effekte entstehen, zum Beispiel die Nutzung von Erneuerbarem Strom für den Export von Wasserstoff, der dem eigenen Strommix entzogen wird. Erneuerbare Energien müssen zusätzlich aufgebaut oder Überschussstrom verwendet werden.
- *Deckung des lokalen Energiebedarfs und der lokalen Wasserstoffnachfrage:* Wasserstoffprojekte müssen einen Beitrag zur Deckung der lokalen Nachfrage und der lokalen Dekarbonisierung aufweisen, entweder mit dem Ziel der Netzstabilität im Stromsektor oder zur Nutzung in weiteren industriellen und verkehrstechnischen Anwendungen. Der Aufbau der Wasserstoffwirtschaft muss mit der Deckung des lokalen Energiebedarfs sowie der lokalen Wasserstoffnachfrage einhergehen.
- *Nutzung einer nachhaltigen CO₂-Quelle:* Das für die Herstellung von Wasserstoff Folgeprodukten wie E-Fuels benötigte CO₂ sollte ausschließlich aus der Luft oder aus Abgasströmen, welche bei der Nutzung von nachhaltiger Biomasse entstehen, gewonnen werden. Der CO₂-Kreislauf muss letztlich geschlossen sein, damit keine zusätzlichen Emissionen entstehen.

Umwelt

- *Wasserverfügbarkeit:* Viele der für die Wasserstoffherstellung prädestinierten Länder bzw. Regionen sind sehr sonnenreich und oftmals auch von Wasserknappheit betroffen. Zwar erfordert die Elektrolyse keinen sehr großen Anteil an Wasser (ca. 9l pro kg H₂), dennoch dürfen keine Wasservorräte genutzt werden, die der Bevölkerung zu anderen Zwecken zur Verfügung stehen müssten, z. B. als Trinkwasser, für die Haushalte, die weitere Industrie und die Landwirtschaft. Zudem werden in Kühl- und weiteren Prozessen weitere Wasserressourcen benötigt. Die Elektrolyse beruht heutzutage auf der Nutzung von sehr reinem Süßwasser.¹⁷ Die Entsalzung von Meerwasser stellt ebenso eine Option dar. Dabei sind allerdings strenge Umweltauflagen zu beachten, da bei der Entsalzung auch schädliche Chemikalien eingesetzt werden sowie Sole im Meer abgelagert werden können, was wiederum negative Auswirkungen auf die Ökosysteme hat.
- *Flächenbedarf:* Der Aufbau von Wasserstoffprojekten wird einen hohen Platzbedarf erfordern, da Flächen für den Zubau von Erneuerbaren Energien, den Transport von Strom, Wasser und Wasserstoff, die Ansiedlung von Elektrolyseuren und der darüber hinaus benötigten Infrastruktur (digital und Mobilität) benötigt werden. Diese Flächen können in Konkurrenz zu anderen Nutzungszwecken stehen, z. B. Gebäude der lokalen Bevölkerung, Flächen für Landwirtschaft oder andere wirtschaftliche Zwecke oder auch geschützte Ökosysteme. Der Aufbau der Kapazitäten für die Wasserstoffwirtschaft darf sich nicht negativ auf die Bedarfe der Bevölkerung oder der Ökosysteme auswirken. Flächen, die dem Naturschutz unterliegen, sollten ausgeschlossen werden. Landrechte dürfen nicht verletzt werden.
- *Erhalt der Biodiversität:* Der Ausbau der Erneuerbaren Kapazitäten sowie der Aufbau der weiteren Infrastruktur und Erzeugungsanlagen kann die Beeinträchtigung von Ökosystemen mit sich führen. Projekte und Anlagen müssen naturverträglich geplant und erbaut werden. Es muss ein Nachweis erfolgen, dass die Landnutzung keine signifikanten Restauswirkungen auf die biologische Vielfalt, landwirtschaftliche Flächen und Kulturland hat.

Soziales

- *Menschenrechte und faire Arbeitsbedingungen:* Absolute Priorität muss die sozialverträgliche Ausgestaltung von Wasserstoffprojekten haben, d. h. die Achtung der Menschenrechte sowie faire Arbeitsbedingungen. Das umfasst gesundheitliche Aspekte, faire Löhne, Sicherheit und die Beachtung der Menschenrechte. Dabei muss die UN-Menschenrechtscharta zwingend beachtet werden.

¹⁷ Nationaler Wasserstoffrat (2021): Nachhaltigkeitskriterien für Importprojekte von erneuerbarem Wasserstoff und PtX-Produkten, S. 5;
https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/NWR_Positionspapier_Nachhaltigkeitskriterien.pdf.

- *Teilhabe und lokale Wertschöpfung:* Um Akzeptanz für Wasserstoffprojekte in der Gesellschaft zu ermöglichen, ist eine transparente Kommunikation sowie Partizipation der lokalen Bevölkerung notwendig. Neben adäquaten Feedback-Mechanismen zu den Konsequenzen für die Bevölkerung vor Ort, kann eine Einbeziehung der Bevölkerung auch zu Capacity Building beitragen. Der Ausbau der Infrastruktur darf nicht nur im Sinne des Projektes, sondern muss auch im Sinne der lokalen Bevölkerung geschehen, z. B. durch Schaffung von Arbeitsplätzen und einer Verbesserung des Zugangs zu Strom.
- *Indigene Stämme und Resettlement:* Die Produktion von Erneuerbaren Energien sowie die Allokation von Elektrolyseuren hat, wie oben beschrieben, einen hohen Flächenanspruch. Meist werden Flächen genutzt, die dünn und oftmals auch von indigenen Stämmen besiedelt sind. Der Aufbau von Wasserstoffprojekten muss die lokale Bevölkerung während des gesamten Prozesses mit einbinden (Stichwort Free, Prior and Informed Consent) und darf keine unfreiwilligen Umsiedlungen zur Folge haben. Bei freiwilligem Resettlement sind faire Entschädigungen und Verbesserung der Lebensbedingungen zu gewährleisten.

Bei der Umsetzung ist ebenso die Governance entscheidend. Nachhaltige Projekte und Regulierungen und müssen auf Strukturen und Verfahren beruhen, die unabhängig sind und Transparenz sowie Beteiligung ermöglichen und Korruption verhindern. Der Zugang zu Informationen ist besonders wichtig.

Aufbauend auf diesen Faktoren sollten passende Instrumente von diversen Stakeholdern (Politik, Wissenschaft, Wirtschaft, Zivilgesellschaft) erarbeitet werden, die international agieren können. Der Einbezug der lokalen Akteure ist dabei maßgeblich. Viele dieser Faktoren sowie auch Zertifizierungsvorhaben werden aktuell zwar an einigen Stellen diskutiert, es fehlt jedoch noch an einer umfassenden Zertifizierung sowie einem konkreten Fahrplan zur Umsetzung.

Forderung 4: Hydrogen Purchase Agreements sollten national, europäisch und international zur langfristigen Absicherung von Lieferung und Preisstabilität eingeführt werden.

Bei den Erneuerbaren Energien setzen sich zur langfristigen Finanzierung und Risikominimierung sowohl für Anlagenbetreiber als auch für Großabnehmer in der Industrie Power Purchase Agreements (PPAs), also langfristige Stromverträge, vermehrt durch. Solche langfristigen Verträge – sogenannte Hydrogen Purchase Agreements (HPAs) – eignen sich ebenso für die Wasserstoffwirtschaft. Sie bürgen für Anlagenbetreiber den Vorteil, eine langfristige Finanzierung der Investition durch eine gesicherte Abnahmemenge über einen langen Zeitraum (über 10 Jahre) sicherzustellen. Dies ist besonders in der Hochlaufzeit von Wasserstoff und Transformationsphase der Industrie relevant. Für den industriellen Abnehmer ergibt sich der Vorteil, dass die langfristige Versorgung mit grünem Wasserstoff einerseits sichergestellt und andererseits gegen Preisschwankungen im Markt abgesichert ist.

Das Förderprojekt H2Global bietet seit 2022 mit einem Fördervolumen von 900 Millionen Euro, Hydrogen Power Agreements, an und gleicht mit Zuschüssen die Differenz



der Angebots- und Abnahmepreise aus (Doppelauktionsmodell). Damit soll das Projekt den Marktanlauf für erneuerbaren Wasserstoff fördern.¹⁸ Aktuell fördert H2Global ausschließlich die Wasserstoffproduktion in Drittländern außerhalb der EU. Die Europäische Kommission erarbeitet basierend auf dem Modell von H2Global aktuell weitere Auktionen. Um auch das Wasserstoffpotenzial in Deutschland und Europa auszuschöpfen und Transportwege zu minimieren, ist ein Angebot auch darüber hinaus zu erstellen. **Hydrogen Purchase Agreements sollten auch für die nationale und europäische Produktion mit dem Ziel eines schnellen und klimafreundlichen Wasserstoffhochlaufs eingeführt werden.** Dabei muss sich die Förderung auf den Import von grünem Wasserstoff beschränken.

Forderung 5: Öffentliche Mittel dürfen nicht in die Subventionierung von fossilen Strukturen und blauem Wasserstoff fließen, da sonst Lock-In-Effekte bis weit über 2030 hinaus entstehen könnten.

Deutschland hat am 16. März 2022 mit Norwegen eine gemeinsame Erklärung abgegeben, in der Deutschland erklärt, dass ein Import von blauem Wasserstoff für eine Übergangszeit, deren Zeitraum nicht weiter definiert ist, aus Norwegen importiert werden soll. Die Förderung des Imports von blauem Wasserstoff gefährdet langfristig die Erreichung der Pariser Klimaziele. Bei der öffentlichen Förderung von blauem Wasserstoff handelt es sich um eine Fehlallokation von Finanzmitteln, die die Gefahr eines fossilen Lock-Ins in sich birgt, weil dadurch verstärkt Erdgasförderung angereizt und Infrastrukturen geschaffen werden, die in einem klimaneutralen Energiesystem nicht mehr benötigt werden. Die bereits mehrfach angekündigte nationale Wasserstoffstrategie sollte einen zielgerichteten Fahrplan zu einem schnelleren Aufbau einer grünen Wasserstoffwirtschaft enthalten, die die Erreichung der Klimaziele sicherstellt.

Blauen Wasserstoff zu importieren oder gar zu fördern, behindert diesen Hochlauf, weil knappe Mittel in die Förderung fossiler Technologien fließen. Nur grüner Wasserstoff, der mit zusätzlicher oder ansonsten abgeregelter erneuerbarer Energie erzeugt wird, leistet den notwendigen Beitrag zum Klimaschutz. Da wie grüner Wasserstoff auch blauer Wasserstoff erst in einigen Jahren in relevanten Mengen verfügbar wäre, kann dieser nicht als Übergangslösung fungieren, sondern würde fossile Lock-In-Effekten verstärken.

Auch Klimaschutzverträge dürfen langfristig keinen blauen Wasserstoff fördern, da es so zu längerfristigen Lock-In-Effekten kommen kann.

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz hat die Förderrichtlinie über Klimaschutzverträge verabschiedet. Interessierte Unternehmen können bereits Bedarfe anmelden. Klimaschutzverträge bieten der Industrie die nötige Investitions- und Planungssicherheit und unterstützen die Grundstoffindustrie dabei, ihre sehr energie- und emissionsintensiven Prozesse und Verfahren zu dekarbonisieren und Investitionen in klimafreundliche Technologien anzukurbeln. In diesem Fall sorgen CCfDs dafür, dass klimafreundliche Technologien gegenüber herkömmlichen Technologien wettbewerbsfähig werden. Die Transformation erfordert erhebliche Investitionen in den kommenden Jahren. Damit es nicht zu einem Investitionsstau kommt, muss die

¹⁸ H2Global Stiftung (2023): Objective of the H2Global instrument; [The H2Global Instrument \(h2-global.de\)](https://www.h2-global.de)



Industrie jetzt beginnen zu investieren. Das Momentum zum Handeln ist da, denn der Bedarf in der Industrie nach Modernisierung ist sehr hoch: Die Industrie hat bis 2030 einen Reinvestitionsbedarf von ca. 50 Prozent der Anlagen.¹⁹

Aktuell sieht das Förderprogramm noch eine Subventionierung von blauem Wasserstoff vor. **Langfristig dürfen allerdings Klimaschutzverträge nur für die Förderung von grünem Wasserstoff genutzt werden, da nur dieser auf erhebliche Emissionsreduktion einzahlen.** Technologien, die fossile Energieträger als Grundlage verwenden, sollten nicht aus öffentlichen Geldern finanziert werden.

Weiterhin muss eine genaue Ausgestaltung des weitläufig genutzten Begriffs „H2-Readiness“ für Gaskraftwerke, Importterminals, Pipelines und weitere Infrastrukturen erfolgen. Dieser Begriff wird u. a. in der Nationalen Wasserstoffstrategie, im Koalitionsvertrag, des LNG-Beschleunigungsgesetzes, der EU-Taxonomie und im Beihilferecht genannt, aber an keiner Stelle eindeutig festgeschrieben. Es kann sinnvoll sein, Infrastrukturen und Kraftwerke „H2-ready“ zu bauen, sofern keine besseren Alternativen vorhanden sind und sie auf die Klimaziele einzahlen. Dazu braucht es allerdings Vorgaben und Leitlinien hinsichtlich der technischen Anforderungen für eine spätere Umrüstbarkeit, für die Umrüstungskosten und einen tatsächlichen und kontrollierbaren Fahrplan für eine Umrüstung inklusive des Phase-outs für fossilen Energiequellen. **Es bedarf einer zeitnahen und eindeutigen Definition des Begriffes „H2-Readiness“, damit die richtigen Weichen in Richtung Klimaschutz gestellt werden können.**

Forderung 6: Umfassende Klimaskritikerkriterien bei Green Public Procurement sollten zur Erhöhung der Nachfrage nach grünem Wasserstoff eingeführt werden.

Eine nachhaltige Umstellung des öffentlichen Beschaffungswesens kann einen starken Hebel auf den Klimaschutz haben und die Schaffung von grünen Leitmärkten unterstützen. Die öffentliche Beschaffung allein in Deutschland umfasst ein jährliches Investitionsvolumen von 500 Milliarden Euro.²⁰ Bisher entscheidet bei der Vergabe von Aufträgen jedoch noch primär das Kriterium der Wirtschaftlichkeit und Entscheidungen werden nicht basierend auf dem Wohl für den Klimaschutz getroffen. Das muss sich ändern.

Die Einführung von eindeutigen Vorgaben im öffentlichen Beschaffungswesen (Green Public Procurement - GPP) sowie die Einführung von Quoten und Standards, kann die Nachfrage nach emissionsarmen Produkten, wie zum Beispiel grünem Stahl, fördern. Die Gestaltung von GPP kann verschiedene Formen annehmen. So können Regierungen beispielsweise Mindestanforderungen oder Vorzugskaufverpflichtungen für emissionsfreien Stahl auferlegen, die einer bestimmten Benchmark für Treibhausgasemissionen (THG) unterliegen. Als Vorgabe oder Standard könnte ein CO₂-Limit für be-

¹⁹ Agora Energiewende (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann, S.12; <https://www.agora-energiewende.de/veroeffentlichungen/klimaneutrales-deutschland-2045>.

²⁰ Fischer, Andreas / Küper, Malte (2021): Green Public Procurement. Potenziale einer nachhaltigen Beschaffung, IW-Policy Paper, Nr. 23; https://www.iwkoeln.de/fileadmin/user_upload/Studien/policy_papers/PDF/2021/IW-Policy-Paper_2021-Green-Public-Procurement.pdf.



stimmte Produkte oder Materialien eingeführt werden, die für die öffentliche Beschaffung verwendet werden dürfen. Ein anderes mögliches Modell wäre die Einführung verbindlicher CO₂-Lebenszykluskriterien für die Bewertung von neuen Projekten. Eine Anwendung dieser Kriterien wäre auf nationaler und europäischer Ebene denkbar. Eine Kombination beider Instrumente ist durchaus sinnvoll.

Im Rahmen der Verwaltungsvorschrift zur Beschaffung klimafreundlicher Leistungen (AVV Klima), die zum 1. Januar 2022 in Kraft getreten ist, wurde auf Bundesebene bereits ein Schritt in die richtige Richtung gemacht: Unter anderem wurde eine „Negativliste“ mit nicht zu beschaffenden Leistungen integriert, die besonders klimarelevante Produkte erfasst. Zudem hat die Bundesregierung angekündigt, Mindestquoten für klimafreundliche Produkte für die öffentliche Beschaffung einzuführen.

Demnach sind die gesetzlichen Rahmenbedingungen gegeben. Eine konsequente Umsetzung steht allerdings noch aus und muss jetzt folgen. Der WWF setzt sich für die Einführung von Quoten sowie Kriterien in der öffentlichen Beschaffung ein, mit dem Ziel, die Nachfrage des öffentlichen Beschaffungswesens nachhaltiger zu gestalten. Dadurch sollen Marktanreize für CO₂-freie Materialien geschaffen werden, um langfristig einen Markt für grüne Produkte zu etablieren. Der Staat muss hier in eine Vorreiterrolle übernehmen. **Klimaschutzkriterien müssen bei der Vergabe öffentlicher Bauaufträge umfassend zur Anwendung gebracht werden, so dass Green Public Procurement konsequent umgesetzt wird.**

Forderung 7: Die Netz- und Infrastrukturplanung muss auf klimagerechte Investitionen in Infrastruktur und die Vermeidung von Stranded Assets ausgerichtet werden.

Wasserstoff und seine Folgeprodukte können über unterschiedliche Wege transportiert werden: als Gas über Pipelines, als Flüssigwasserstoff (unter sehr hohem Druck) in Tanks durch LKW oder Schiffe, mit sogenannten Liquid Hydrogen Organic Carriers (LOHC) oder auch als Ammoniak oder weitere Kohlenwasserstoffe (z. B. Methanol oder andere synthetische Kraftstoffe).

Dabei hat jede Form des Transports seine Vor- und Nachteile. Pipelines sind die günstigste Option, eignen sich aber durch die Diffusion und Kosten nur bis zu einer Länge von wenigen Tausenden Kilometern.²¹ Außerdem ist hier mitzubedenken, ob z. B. bei Offshore-Anlagen der Elektrolyseur bei den Anlagen oder auf dem Land positioniert wird. Flüssigwasserstoff kann über weitere Distanzen transportiert werden, die Speicherung erfolgt allerdings kostenintensiv durch hohen Druck und sehr tiefe Temperaturen.²² LOHC, also organische Verbindungen, die Wasserstoff durch chemische Reaktion mit einem Katalysator aufnehmen und wieder abgeben können sind vielversprechend, aber noch in der Entwicklung und entsprechend noch relativ kostenintensiv.

Investitionen in Infrastruktur müssen stets am Ziel der Klimaneutralität ausgerichtet sein. Stranded Assets, also Vermögenswerte, die noch vor Ende ihrer (geplanten) wirt-

²¹ European Hydrogen Backbone (2021): Analysing future demand, supply and transport; [EHB#2_report_part1_210614.indd \(gasforclimate2050.eu\)](#)

²² E3G (2021): E3G Hydrogen Factsheet Infrastructure; https://0tj40250l53byww26jdkaoox-wpengine.netdna-ssl.com/wp-content/uploads/E3G_2021_Hydrogen-Factsheet_Infrastructure.pdf.



schaftlichen Nutzungsdauer an Wert verlieren beziehungsweise zu neuen Verbindlichkeiten führen, müssen vermieden werden. Zum Beispiel Pipeline-Infrastruktur, die voraussichtlich in 20–30 Jahren nicht mehr sinnvoll erscheint, darf auch heute nicht gebaut werden um eine falsche Lenkungswirkung oder Sunk Costs, also irreversible Kosten, zu vermeiden. Infrastruktur ist vom Ziel, nicht vom Status Quo her zu denken.

Zur Koordination des Infrastrukturaufbaus ist die Planung der jahrzehntelangen Investitionen wesentlich. Eine strukturierte nationale und europäische Wasserstoffnetzplanung steckt noch in den Kinderschuhen. Strom-, Erdgas- und Wasserstoffinfrastruktur muss zusammengedacht werden. Wichtig dabei ist, dass der Planungsprozess transparent und nachvollziehbar ist und von einer unabhängigen Stelle konzipiert, umgesetzt und kontrolliert wird, um etwaige Sonderinteressen zu vermeiden und die Klimaziele bei der Planung umfassend zu berücksichtigen.

Eine integrierte und unabhängige Planung der Strom- und Gasnetzinfrastruktur muss so umgesetzt werden, dass sich die Wasserstoffinfrastruktur am tatsächlichen Bedarf von Erzeuger und Verbraucher ausrichtet.

Herausgeber © WWF Deutschland, Juli 2023
Autorinnen Ulrike Hinz, Lisa-Maria Okken (WWF Deutschland)
Mitwirkende Viviane Raddatz, Sebastian Breer (WWF Deutschland)
Kontakt ulrike.hinz@wwf.de, lisa-maria.okken@wwf.de
Lobbyregister-Nr. R001579