



WASSERSTOFF
KOMPASS



BEREITSTELLUNG
H₂-Import





WASSERSTOFF KOMPASS

ÜBERGREIFENDE ASPEKTE

-  Regulatorischer Rahmen
-  Zielgerichteter H₂-Einsatz
-  Fachkräftesicherung
-  Akzeptanz und Sicherheit
-  Klima und Ressourcen

BEREITSTELLUNG

-  H₂-Erzeugung
-  **H₂-Import**
-  Infrastruktur

INDUSTRIEZWEIGE

-  Stahlindustrie
-  Chemische Industrie
-  Raffinerien
-  Zementindustrie
-  Glasindustrie

MOBILITÄT UND TRANSPORT

-  Kraftfahrzeuge
-  Schifffahrt
-  Luftverkehr
-  Schienenverkehr

ENERGIEVERSORGUNG

-  Gebäudewärme
-  Prozesswärme
-  Stromsystem

GLOSSAR

1 Generelle Aspekte von H₂-Importen

- 2 Notwendigkeit von Wasserstoffimporten
- 3 Ökonomische Aspekte
- 4 Versorgungssicherheit

5 Handlungsoptionen

- 5 Importe aus Staaten der Europäischen Union
- 8 Importe aus Drittstaaten per Pipeline
- 11 Importe aus Drittstaaten via Schiff
- 18 Innereuropäische Abstimmung
- 21 Vernetzung und Zusammenarbeit
- 24 Notwendigkeit und Ausrichtung eines nationalen Kriterienkatalogs für den Wasserstoffimport
- 28 Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport

31 Literatur

H₂-Import

- › Der für das Jahr 2030 angenommene nationale Wasserstoffbedarf von 95 bis 130 Terawattstunden erfordert den Import von Wasserstoff und seinen Derivaten in erheblichem Umfang.
- › Zwar bliebe Deutschland auch mit einer Wasserstoffwirtschaft ein Energieimportland, könnte aber durch diversifizierte Wasserstoffimportquellen seine Versorgungssicherheit im Vergleich zu heute erhöhen.
- › Der pipelinegebundene Import aus Europa wird der wichtigste Importvektor. Vorstellbar sind aber auch Importe von Wasserstoff beziehungsweise seinen Derivaten per Schiff aus weit entfernten Regionen weltweit.

Generelle Aspekte von H₂-Importen

Nur mithilfe von Importen von Wasserstoff und seinen Derivaten wird es möglich sein, den sich abzeichnenden Bedarf einer Wasserstoffwirtschaft in Deutschland zu decken und dadurch Energiesystem und Industrie zu defossilisieren. Gleichzeitig bieten Importe die Möglichkeit, bi- und multilaterale Beziehungen neu zu gestalten. Deutschland bietet sich die Chance, in einer entstehenden globalen Wasserstoffwirtschaft als gestaltender Akteur*innen Einfluss zu nehmen.

Notwendigkeit von Wasserstoffimporten

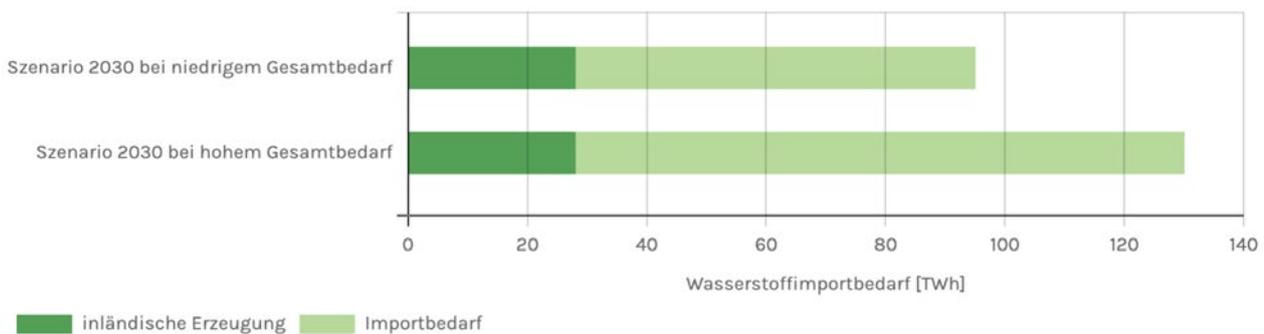
Deutschland wird im Jahr 2030 bei Umsetzung der im Koalitionsvertrag und der überarbeiteten Nationalen Wasserstoffstrategie^[1] genannten 10 Gigawatt inländische Elektrolyseleistung und – bei optimistischen Annahmen (4.000 Volllaststunden pro Jahr, 70 Prozent Elektrolyseeffizienz) – circa 28 Terawattstunden erneuerbaren Wasserstoff (H₂) herstellen können. Dies wird nur einen begrenzten Teil des erwarteten Bedarfs decken.

Denn die aktualisierte Nationale Wasserstoffstrategie (NWS) geht gleichzeitig von einem Anstieg des jährlichen Wasserstoffbedarfs auf 95 bis 130 Terawattstunden für das Jahr 2030 aus. Es bleibt also eine Lücke von 67 bis 102 Terawattstunden, die durch andere Erzeugungstechnologien und Importe in erheblichem Umfang via Pipeline oder via Schiff gedeckt werden müssten.

Für das Jahr 2045 wird diese Versorgungslücke nahezu allen wissenschaftlich fundierten Prognosen nach erheblich größer ausfallen (siehe H₂-Bedarfe). Dies bedeutet, dass die zunehmende heimische Erzeugung nicht mit dem wachsenden Bedarf Schritt halten kann. Beispielhaft soll als Referenz der Nationale Wasserstoffrat mit seiner Prognose dienen.^[2]

Die Bundesregierung will noch im Jahr 2023 eine Importstrategie beschließen, die auf der Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie aufbaut. Sie soll als Handlungsgrundlage für den zukünftigen Import von Wasserstoff dienen. Ihr werden unter anderem Transportoptionen inklusive Transportkorridoren aufgezeigt sowie erforderliche Importinfrastrukturen für den Import via Schiff und Pipeline adressiert.

Wasserstoffimportbedarfe in Terawattstunden



Das globale Energiesystem der Zukunft wird durch den Ausbau erneuerbarer Energien zunehmend dezentral – alte Strukturen wie die Organisation der erdöl-exportierenden Länder (OPEC) oder das Gas Exporting Countries Forum (GECF) werden an Einfluss und Marktanteilen verlieren. Neue Akteur*innen und Länder können mithilfe des Wasserstoffs und seiner Derivate als globale Energieexporteure in Erscheinung treten. Die Voraussetzungen hierfür, insbesondere niedrige Stromgestehungskosten, sind in vielen wind- und sonnenreichen Ländern gegeben.

Ob Importe in relevanten Größenordnungen realisierbar sein werden, hängt von vielen Faktoren ab. Im Rahmen des Stakeholder-Dialogs des Projektes Wasserstoff-Kompass wurden folgende Voraussetzungen für einen effizienten und schnellen Importehochlauf identifiziert:

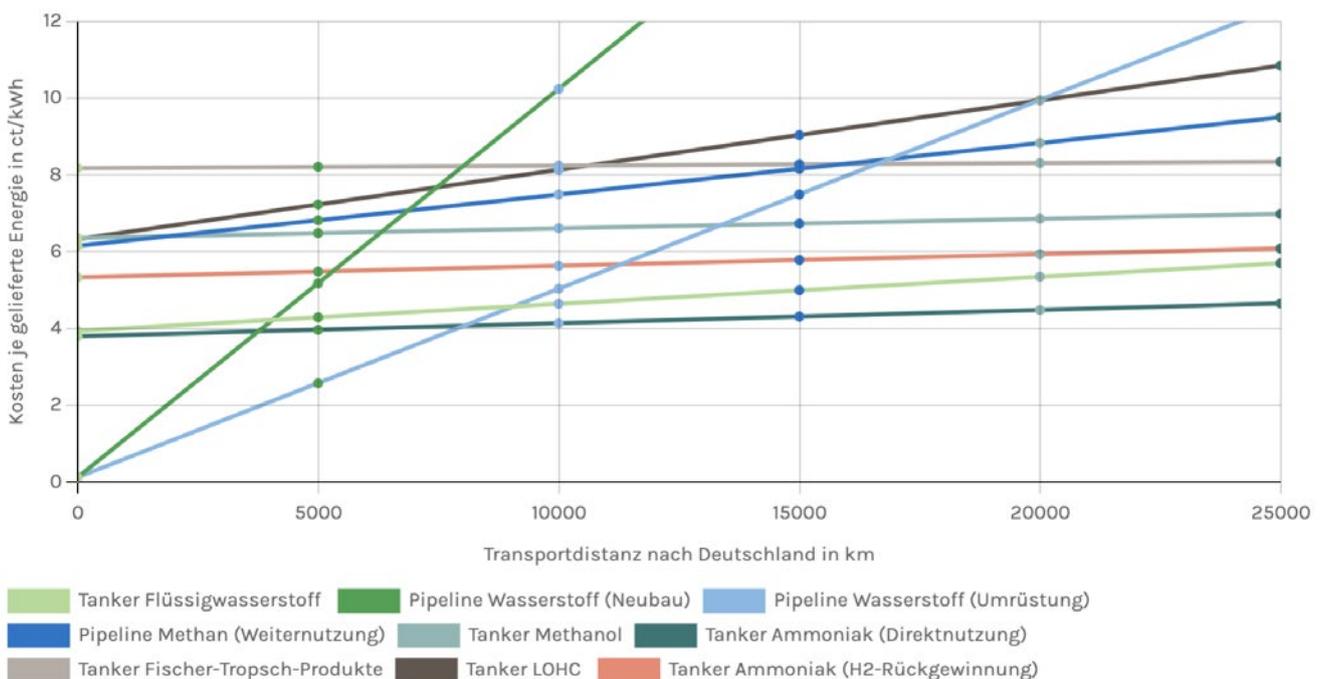
- > Zertifizierungskriterien siehe auch Nationaler Wasserstoffrat^[3] und aktualisierte Nationale Wasserstoffstrategie^[1]
- > Vernetzung und Zusammenarbeit
- > Innereuropäische Abstimmung
- > Notwendigkeit und Ausrichtung eines nationalen Kriterienkatalogs und seine konkrete Ausformulierung

Ökonomische Aspekte

Der Branchenverband DWV hat für das Jahr 2030 einen maximalen nationalen Jahresumsatz von rund 13 Milliarden Euro ermittelt. Dies könnte zu circa 65.800 neuen Arbeitsplätzen in der Wasserstoffbranche führen.^[4]

Hierfür sind unter anderem möglichst geringe Transportkosten importierten Wasserstoffs notwendig. Folgende Grafik zeigt, wie sich die geografische Entfernung auf die Kostenentwicklung der verschiedenen Transportoptionen auswirkt (Quelle: eigene Darstellung basierend auf ESYS^[5]).

Transport- und Umwandlungskosten
Wasserstoffbasierter Energieträger in ct/kWh



Versorgungssicherheit

Der (diversifizierte) Wasserstoffimport ist notwendige Voraussetzung für eine ausreichende und sichere Versorgung.

Der Wasserstoffimport kann einerseits die Versorgungssicherheit beziehungsweise Resilienz des Gesamtenergiesystems erhöhen, da erneuerbarer H₂ als flexibel einsetzbarer Energieträger das Energieportfolio diversifizieren würde.

Andererseits ist der internationale Wasserstoffhandel mit ähnlichen Risiken verbunden wie im Fall fossiler Energieträger:^[6]

- › Die Handelsware Wasserstoff kann als politisches Instrument beziehungsweise Druckmittel genutzt werden.
- › Exportländer selbst oder andere Akteur*innene könnten bewusst Unterbrechungen von Handelsströmen herbeiführen. Beispielsweise könnten Anschläge auf Pipelines den Wasserstoffhandel sabotieren.
- › Durch natürliche Ereignisse können nicht kontrollierbare Unterbrechungen von Handelsströmen hervorgerufen werden. Beispielsweise könnten Stürme den Schiffstransport unterbrechen oder die On- und Offshore-Infrastruktur beeinträchtigen. Ebenso könnte bei anhaltenden Trockenperioden die Süßwasserversorgung zur Wasserstoffproduktion eingeschränkt werden. Mit dem Fortschreiten des Klimawandels muss davon ausgegangen werden, dass derartige Wetterphänomene zukünftig auch einen starken Einfluss auf die Wasserstoffwertschöpfungsketten und den Wasserstoffhandel haben werden.

AUSWAHL ÖFFENTLICH GEFÖRDERTER PROJEKTE

- › H2Global
<https://www.h2-global.de/>
- › HySupply
<https://www.acatech.de/projekt/hysupply-deutsch-australische-machbarkeitsstudie-zu-wasserstoff-aus-erneuerbaren-energien/>
- › HYPAT
<https://www.hypat.de/hypat/index.php>
- › Durch die Europäische Union (EU) geförderte 'important projects of common European interest' (IPCEIs) im Wasserstoffsektor
<https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/ipcei-wasserstoff.html>
- › HyGATE
<https://www.bmbf.de/bmbf/shareddocs/faq/wasserstoff-australien-deutschland-faq.html>

Handlungsoptionen

Importe aus Staaten der Europäischen Union

In der Wasserstoffstrategie der Europäischen Union (EU) von 2020 wurde eine Inner-EU-Produktion von über zehn Millionen Tonnen erneuerbarem Wasserstoff (H₂) bis 2030 als Ziel formuliert, was circa 333 Terawattstunden entspricht. Deutschland könnte demnach theoretisch einen Teil seines Bedarfs aus EU-Mitgliedstaaten bedienen.

Gleichzeitig wird für das Jahr 2030 für die EU selbst ein Bedarf zwischen 481 und 665 Terawattstunden prognostiziert.^[7] Die Versorgungslücke aus Eigenproduktion und Bedarf könnte die EU mit dem REPowerEU-Programm https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal/repowereu-affordable-secure-and-sustainable-energy-europe_de aus dem Jahr 2022 decken, das weitere zehn Millionen Tonnen erneuerbaren Wasserstoffs aus Importen für das Jahr 2030 vorsieht.

Um diese Mengen an erneuerbarem Wasserstoff realisieren zu können, formulierten die Nordsee-Anrainerstaaten als einen zentralen Baustein am 24. April 2023 in der »Ostend Declaration of Energy Ministers« das Ziel, bis zum Jahr 2030 gemeinsam 120 Gigawatt-Offshore-Kapazitäten in der Nordsee zu installieren; unter anderem für die Produktion erneuerbaren Wasserstoffs.



STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

- › Eine Mehrheit der Stakeholder*innen sieht in den Ländern Europas mit hohem Erneuerbare-Energien-Potenzial die wichtigste mögliche Lieferregion, mit Fokus auf die windreichen Länder des Nordens, gefolgt von den Ländern Nordafrikas.
- › Ebenfalls sahen eine Mehrheit der Stakeholder*innen die Anbindung an ein pan-europäisches H₂-Netz als wichtig an. 63 Prozent der Befragten in unserer 2021 durchgeführten Stakeholderumfrage hielten dies für notwendig, gegenüber nur 2 Prozent, die sie als nicht notwendig erachteten.^[8]

Voraussetzungen

- › Die als Ziel formulierte Bereitstellung von 10 Millionen Tonnen erneuerbarem Wasserstoff aus den Ländern der EU entsprechen circa 120 Gigawatt installierter Elektrolyseleistung, die bis 2030 aufgebaut werden müsste.
- › Voraussetzung für den Import aus der EU ist auch der Aufbau einer inländischen Pipelineinfrastruktur für den Transport von Wasserstoff und seine Derivate, um den grenzüberschreitenden Gasfluss gewährleisten zu können.
- › Anbindung an das European Hydrogen Backbone <https://ehb.eu/page/european-hydrogen-backbone-maps> welches den Nukleus eines innereuropäischen pipelinegebundenen Wasserstofftransportnetzes bilden soll. Die vorgesehene Anbindung Deutschlands an die geplante Pipeline H₂Med oder den Interconnector Bornholm-Lubmin zielen in diese Richtung.

- › Der bedarfsorientierte Aufbau einer Verteilnetz-Infrastruktur ist ebenso eine Voraussetzung für den Inner-EU-Bezug von Wasserstoff und seinen Derivaten.
- › Mit einer einheitlichen Zertifizierung von Wasserstoff würde sich der transnationale Handel von Wasserstoff und seinen Derivaten in der EU effizienter umsetzen lassen.
- › Wenn Deutschland einen signifikanten Teil seines Bedarfs aus der EU beziehen möchte, erscheint es sinnvoll, zeitnah Wasserstoffkooperationen zu etablieren beziehungsweise europäische Wasserstoffprojekte zu unterstützen.

Vorteile

- › Importe aus der EU würden den EU-Binnenmarkt stärken.
- › Importe aus der EU würden Deutschland unabhängiger gegenüber politischen Entwicklungen im Nicht-EU-Ausland werden lassen.
- › Der Transport könnte über möglichst kurze und effiziente Transportoptionen realisiert werden.
- › Der gemeinsame EU-Rechtsrahmen würde die Umsetzung von Importabkommen vereinfachen. Die stabilen Verhältnisse in den EU-Mitgliedstaaten würden auch zu geringeren Risikoaufschlägen bei der Finanzierung führen.

Die sich abzeichnende Entwicklung einer EU-weiten Wasserstoffinfrastruktur hilft, Wasserstoff weiter in den EU-Energiebinnenmarkt zu integrieren. Damit erweitern sich der Optionenraum und Handlungsrahmen auf nationaler Ebene wie auch auf EU-Ebene hinsichtlich der Weiterentwicklung eines resilienten und versorgungssicheren Energiesystems.

Nachteile

- › Je weniger Wasserstoff aus Nicht-EU Ländern bezogen wird, desto geringer fällt das Gewicht der Wasserstoffdiplomatie als Teil der (Energie-)Außenpolitik und internationalen Entwicklungszusammenarbeit aus.

Folgen

- › Importe aus der EU würden zu einer Stärkung der EU-Wirtschaft führen, da weniger Devisen aus der EU für den Wasserstoffimport abfließen würden.
- › Der Aufbau einer EU-weiten Wasserstoffwirtschaft würde gestärkt, da Deutschland und die deutsche Wirtschaft als langfristiger Abnehmer aufträten.

Ökonomische Aspekte

Der Import von Wasserstoff via Pipeline stellt die kostengünstigste Importoption für den Zeithorizont bis 2030 und einer Distanz von bis zu 4.000 Kilometern dar.^[5] Ob der Import aus der EU oder den Ländern des Middle East and Northern Africa (MENA-Region) via Pipeline wirtschaftlicher sein wird, lässt sich nicht abschließend beantworten. Hier stehen geringere Stromgestehungskosten in den MENA-Ländern höheren Risikoaufschlägen aufgrund unsicherer politisch-institutioneller Rahmenbedingungen gegenüber.

Versorgungssicherheit

Der Import von Wasserstoff aus der EU stärkt die Resilienz Deutschlands gegenüber politisch motivierten Beeinträchtigungen aus dem Nicht-EU-Ausland. Daraus leitet sich eine deutliche Zunahme der Versorgungssicherheit für Wasserstoff beziehungsweise für das Gesamtenergiesystem ab.

Akteur*innen

Der Import aus Staaten der Europäischen Union reduziert sich nicht auf eine technische Option und könnte daher eine Vielzahl von Akteur*innen umfassen, unter anderem:

- > Europäische Kommission
- > EU Energieagentur ACER
- > nationale Fernleitungsnetzbetreiber
- > nationale Netzagenturen
- > nationale Regulierungsbehörden
- > industrielle Abnehmer

Technologiereifegrad

Für den technischen Reifegrad für den Import aus Staaten der Europäischen Union sind vor allem die Werte für den Import via Pipeline und für den Import via Schiff von Bedeutung.

MASSNAHMEN

MASSNAHME

> Vernetzung und Zusammenarbeit

Internationale Vernetzung und Zusammenarbeit sind eine notwendige Voraussetzung, um den EU-Wasserstoffmarkt weiterentwickeln zu können.

MASSNAHME

> Innereuropäische Abstimmung

Eine transparente innereuropäische Abstimmung bezüglich ihrer Wasserstoffambitionen und -erwartungen würde Deutschland und die EU beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft nachhaltig stärken.

MASSNAHME

> Zertifizierung von Wasserstoff

Die Zertifizierung von Wasserstoff kann den zukünftigen globalen Handel mit Wasserstoff und seinen Derivaten effizient und nachhaltig gestalten.

MASSNAHME
> Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport

Welche Kriterien müsste ein Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport beinhalten?

MASSNAHME
> Formulierung und Umsetzung eines Kriterienkatalogs für den Wasserstoffimport

Warum ein Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport sowohl im Sinne der Exportländer und -regionen als auch aus Eigeninteresse notwendig und zielführend sein könnte.

Importe aus Drittstaaten per Pipeline

Wasserstoff und seine Derivate können grundsätzlich über neu verlegte oder umgerüstete Pipelines effizient transportiert werden. Es existieren auch in Deutschland bereits reine Wasserstoffpipelines. Es handelt sich also um eine in der Praxis bewährte Transportoption.

Der Transport von Wasserstoff und seinen Derivaten per Pipeline kommt vor allem für den Import aus europäischen Staaten sowie aus der Middle East and Northern Africa (MENA-Region) infrage.^[9]

Im Rahmen der Initiative der Europäischen Union (EU) REPowerEU sind fünf Korridore für den Wasserstoffimport via Pipeline als Teil des European Hydrogen Backbone vorgesehen,^[10] das als Rückgrat für den kontinentalen Wasserstofftransport via Pipeline dienen soll.


STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Eine Mehrheit der Stakeholder*innen sieht in den Ländern Nordafrikas nach den windreichen Ländern im Norden Europas die zweitwichtigste Lieferregion per Pipeline.

Voraussetzungen

- > Handelsbeziehungen/-abkommen mit Exportländern und -regionen sind notwendig für die Realisierung von Pipelineprojekten.
- > Um Pipelines betreiben zu können, sind ein hohes Maß an strategischer und politischer Kooperation und ökonomischer Verflechtung mit dem Exportland eine notwendige Voraussetzung. Sofern diese nicht vorliegt, werden keine Pipelineprojekte realisiert.
- > Voraussetzung für den Import via Pipeline ist faktisch auch der Aufbau eines inländischen Transportnetzes für Wasserstoff und seine Derivate, auch wenn der Transport theoretisch bis zur Landesgrenze erfolgen könnte und dann per Binnenschiff, Trailer oder Zug fortgesetzt werden könnte.

- › Der bedarfsorientierte Aufbau einer Verteilnetz-Infrastruktur für Wasserstoff und seine Derivate ist ebenso eine Voraussetzung für den Import via Pipeline.
- › Um den zukünftigen Import aus Drittstaaten nachhaltig und auch gewinnbringend für die Exportländer und -regionen gestalten zu können, sollte sich die Auswahl von Regionen und Ländern zum Import an einem Kriterienkatalog orientieren – auch wenn sich Deutschland und die EU in einem internationalen Wettstreit um Importmärkte befinden.

Vorteile

- › Für Distanzen bis circa 4.000 Kilometern ist der Import von Wasserstoff via Pipeline die wirtschaftlichste Option.^[5]
- › Der Import von Wasserstoff via umgerüstete Pipelines, auch aus dem Nicht-EU-Ausland, ist bereits in drei bis fünf Jahren realisierbar.^[5]

Nachteile

- › Pipelines sind aufgrund der räumlichen Festlegung statisch zu nutzen und unflexibel.
- › Ein wirtschaftlicher Betrieb ist nur für große Mengen bei hoher und möglichst konstanter Auslastung zu gewährleisten.

Folgen

- › Es besteht die Gefahr von Abhängigkeiten gegenüber einzelnen Exporteuren und Transitstaaten.

Ökonomische Aspekte

Neben dem Schiffsimport von Ammoniak ist die Nutzung umgerüsteter Pipelines die Importoption von Wasserstoff und seinen Derivaten mit den niedrigsten Mehrkosten gegenüber fossilen Energieträgern.^[5]

Versorgungssicherheit

- › Langfristige Kontrakte in einem neuen geopolitischen Umfeld erhöhen sowohl die Versorgungssicherheit mit Wasserstoff selbst als auch die des gesamten Energiesystems.
- › Kritisch zu bewerten ist, dass eine Pipeline-Infrastruktur mit entsprechendem Aufwand und Know-how sabotiert werden kann, wie das Beispiel der Nord-Stream-Pipelines zeigt.

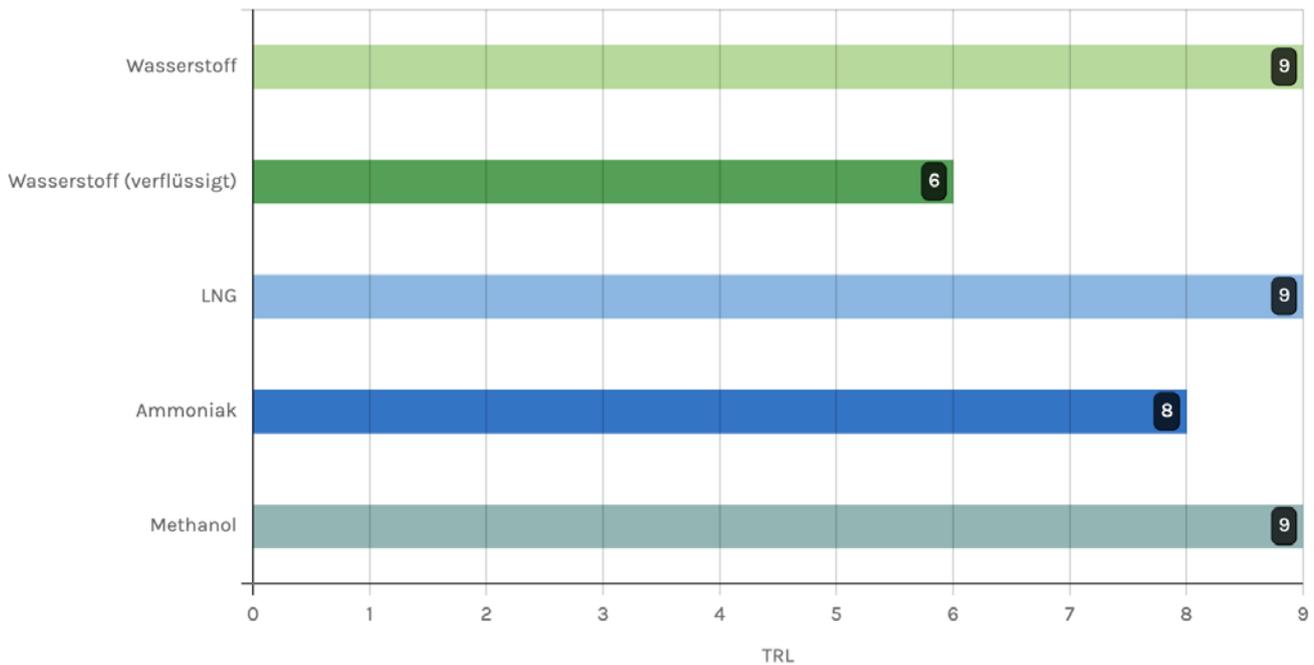
Akteur*innen

- > Fernleitungsnetzbetreiber
- > Bundesnetzagentur
- > Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Technologiereifegrad

TRL für den Transport der verschiedenen Energieträger via Pipeline

Da bereits mehrere reine Wasserstoffpipelines existieren, wird der Technologiereifegrad für den Transport von Wasserstoff via Pipelines mit 9 angegeben.^[11] Es existieren ebenso Pipelines für den Transport von Ammoniak, Methan und Methanol, daher wird auch bei diesen Energieträgern der technische Reifegrad hoch bewertet.



AUSWAHL RELEVANTER PROJEKTE

- > Hydrogen Backbone Initiative
<https://ehb.eu/>

MASSNAHMEN

MASSNAHME

> Vernetzung und Zusammenarbeit

Internationale Vernetzung und Zusammenarbeit sind eine notwendige Voraussetzung, um den EU-Wasserstoffmarkt weiterentwickeln zu können.

MASSNAHME

 > Innereuropäische Abstimmung

Eine transparente innereuropäische Abstimmung bezüglich ihrer Wasserstoffambitionen und -erwartungen würde Deutschland und die EU beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft nachhaltig stärken.

MASSNAHME

 > Zertifizierung von Wasserstoff

Die Zertifizierung von Wasserstoff kann den zukünftigen globalen Handel mit Wasserstoff und seinen Derivaten effizient und nachhaltig gestalten.

MASSNAHME

 > Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport

Welche Kriterien müsste ein Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport beinhalten?

MASSNAHME

 > Formulierung und Umsetzung eines Kriterienkatalogs für den Wasserstoff-Import

Warum ein Kriterienkatalog für den Wasserstoff-Import im Sinne der Exportländer und -regionen als auch aus Eigeninteresse notwendig und zielführend sein könnte.

Importe aus Drittstaaten via Schiff

Der zukünftige Markt für Wasserstoff wird global sein. Aufgrund niedriger Stromkosten können sonnen- und windreiche Länder als Exporteure für Energieträger auftreten.

Einige dieser erwartbaren zukünftigen Exporteure können aus technischen Gründen nicht über Pipelines an ein europäisches Verbundnetz angebunden werden, wie beispielsweise Australien, Chile und andere Länder, weil es nicht rentabel wäre wie beispielsweise Namibia. Der Import müsste stattdessen über den Seeweg erfolgen, direkt als verflüssigter Wasserstoff oder in Form von Derivaten beziehungsweise Trägerstoffen wie Ammoniak, Methanol, synthetischem Methan oder Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC).

Hier ein Vergleich der momentan größten Tanker für Methan, Wasserstoff (H₂) und Ammoniak und ihre maximale energetische Zuladung:

- > Die südkoreanische Nakilat Q-Max-Klasse kann bis zu 266.000 Kubikmeter Flüssiggas (LNG) aufnehmen und transportieren. Es sind die derzeit größten Flüssiggastanker der Welt. Seine maximale Zuladung entspricht bei einem durchschnittlichen Energiegehalt von circa 22 Gigajoule pro Kubikmeter 5.852.000 Gigajoule oder 1,62 Terawattstunden. Damit könnten etwa 85.000 Wohnungen ein Jahr lang geheizt werden.

- › Im Vergleich hierzu kann der derzeit größte Wasserstofftanker der Welt, die Suiso Frontier, 1.250 Kubikmeter Flüssigwasserstoff aufnehmen und transportieren. Dies entspricht bei einem durchschnittlichen Energiegehalt von 9 Gigajoule pro Kubikmeter einer maximalen Zuladung von 11.250 Gigajoule oder 0,003 Terawattstunden. Damit könnten 1.000 Brennstoffzellen-PKW etwa 10.000 Kilometer weit fahren.
- › Wesentlich größer fallen Tanker für den Ammoniaktransport aus. Der größte dieser LPG2G/2PG genannten Tanker (LPG-Tanker), die M/V Pacific Ineos Belstaff, kann bis zu 99.000 Kubikmeter Gase fassen. Bei einem durchschnittlichen Energiegehalt von 12 Gigajoule pro Kubikmeter entspricht dies einer maximalen Zuladung von 1.188.000 Gigajoule oder 0,33 Terawattstunden – der Menge Ammoniak, die in Deutschland in neun Tagen produziert wird.

STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG



- › Laut der Stakeholderumfrage des Wasserstoff-Kompasses hielten 51 Prozent der Befragten den Ausbau von Häfen als H₂-Hubs für notwendig und weitere 28 Prozent für bedingt notwendig. Demgegenüber hielten jeweils drei Prozent die Maßnahme für kaum oder nicht notwendig.^[8]

Voraussetzungen

- › Um den Import via Schiff realisieren zu können, bedarf es des Aufbaus einer inländischen Infrastruktur für Wasserstoff und seine Derivate für Häfen und Schiffe.
- › Voraussetzung für den Import via Schiff ist der Aufbau eines inländischen Transportnetzes für Wasserstoff und seine Derivate, auch wenn der Transport theoretisch bis zu den Häfen erfolgen und dann per Binnenschiff, Trailer oder Zug fortgesetzt werden könnte.
- › Der bedarfsorientierte Aufbau einer Verteilnetz-Infrastruktur für Wasserstoff und seine Derivate ist ebenso eine Voraussetzung für den Import via Schiff.
- › Um den zukünftigen Import aus Drittstaaten nachhaltig und auch gewinnbringend für die Exportländer und -regionen gestalten zu können, sollte sich die Auswahl von Regionen und Ländern zum Import an einem Kriterienkatalog orientieren – auch wenn sich Deutschland und die EU in einem internationalen Wettstreit um Importmärkte und Handelspartner befinden.

Vorteile

- › Bei Importrouten, die länger als 4.000 Kilometer sind, wird der Transport via Schiff wirtschaftlicher als über Pipelines eingeschätzt.^[5]
- › Der schnellstmögliche Hochlauf einer Importwirtschaft auf Basis erneuerbaren Wasserstoffs (H₂) könnte in Form von Ammoniak, synthetischem Methanol oder synthetischen Fischer-Tropsch-Produkten per Schiff innerhalb der nächsten zwei Jahre starten – noch vor dem Import von Wasserstoff via Pipeline.^[5]
- › Auch wenn es transportbedingte Emissionen gibt, kann via Schiff importierter erneuerbarer Wasserstoff (H₂) signifikante CO₂-Einsparungen gegenüber in Deutschland auf Basis von Erdgas produziertem »grauen« Wasserstoff und Ammoniak aufweisen.

Nachteile

- > Unterbrechungen der Seewege und Handelsrouten aufgrund von Unfällen, natürlichen Ereignissen oder vorsätzlichen Handlungen sind nicht vorhersehbar. Dies ist besonders bei »Nadelöhren« wie dem Suezkanal (vergleiche hierzu die Sperrung im Jahr 2021 durch das havarierte Containerschiff Ever Given) zu berücksichtigen.
- > Langer Umsetzungszeitraum (8 bis 10 Jahre) für den Import von reinem Wasserstoff in Relation zum pipelinegebundenen Import (3 bis 5 Jahre).

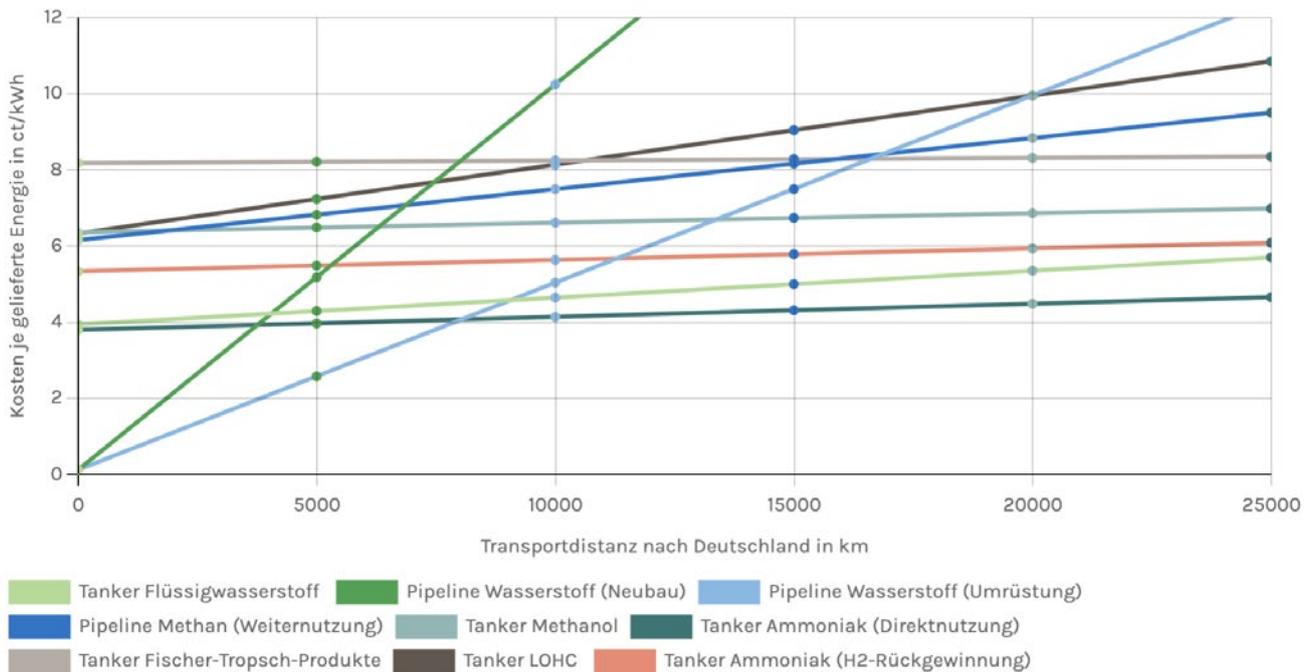
Folgen

- > Der Import von Wasserstoff und seinen Derivaten via Schiffstransport eröffnet Handlungsoptionen mit Ländern, die andernfalls nicht zur Verfügung stehen würden, wie zum Beispiel Australien oder Chile.

Ökonomische Aspekte

Ab circa 4.000 Kilometer ist der Import via Pipeline die günstigste Option (Quelle: Eigene Darstellung basierend auf ESYS^[5]).

Transport- und Umwandlungskosten
wasserstoffbasierter Energieträger in ct/kWh



Versorgungssicherheit

- > Der Import via Schiff ist eine notwendige Bedingung, um den Import von Wasserstoff und seinen Derivaten stärker diversifizieren zu können. Je stärker die Diversifizierung, desto höher die Versorgungssicherheit im Importbereich.
- > Der Wasserstoffimport via Schiff ermöglicht eine flexible Reaktion auf politische Entwicklungen in den internationalen Beziehungen wie auch auf Störungen von transnationalen Energieflüssen. Diese Flexibilität erhöht die Versorgungssicherheit des wasserstoffbezogenen Energiesystems.

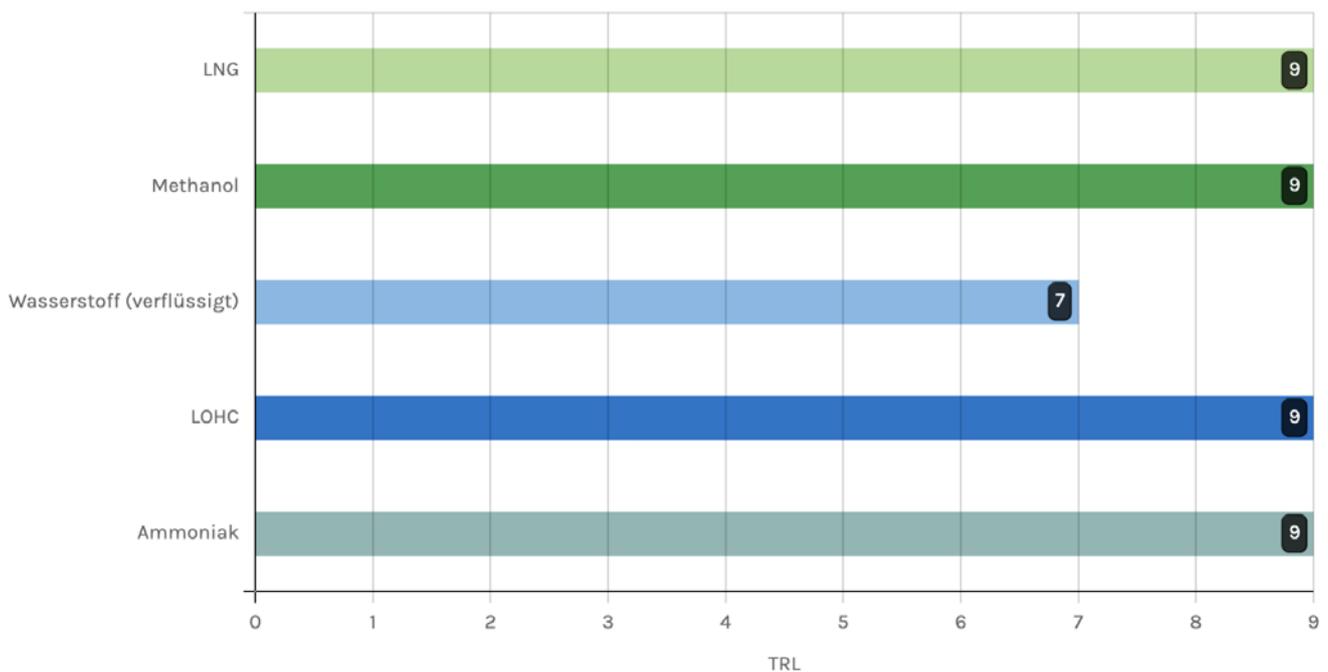
Akteur*innen

- > Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz,
- > Landesregierungen mit Küsten und Seehäfen,
- > Betreiber von Hafenterminals zum Anlanden von Energieträgern
- > Unternehmen zum Bau und Betrieb von Häfen und Hafeninfrastruktur
- > Reedereien

Technologiereifegrad

TRL für den Transport der verschiedenen Energieträger via Tanker

Der Technologiereifegrad für den reinen Transport von Wasserstoff und seinen Derivaten via Tanker variiert, ist aber grundsätzlich technisch möglich.^[12]

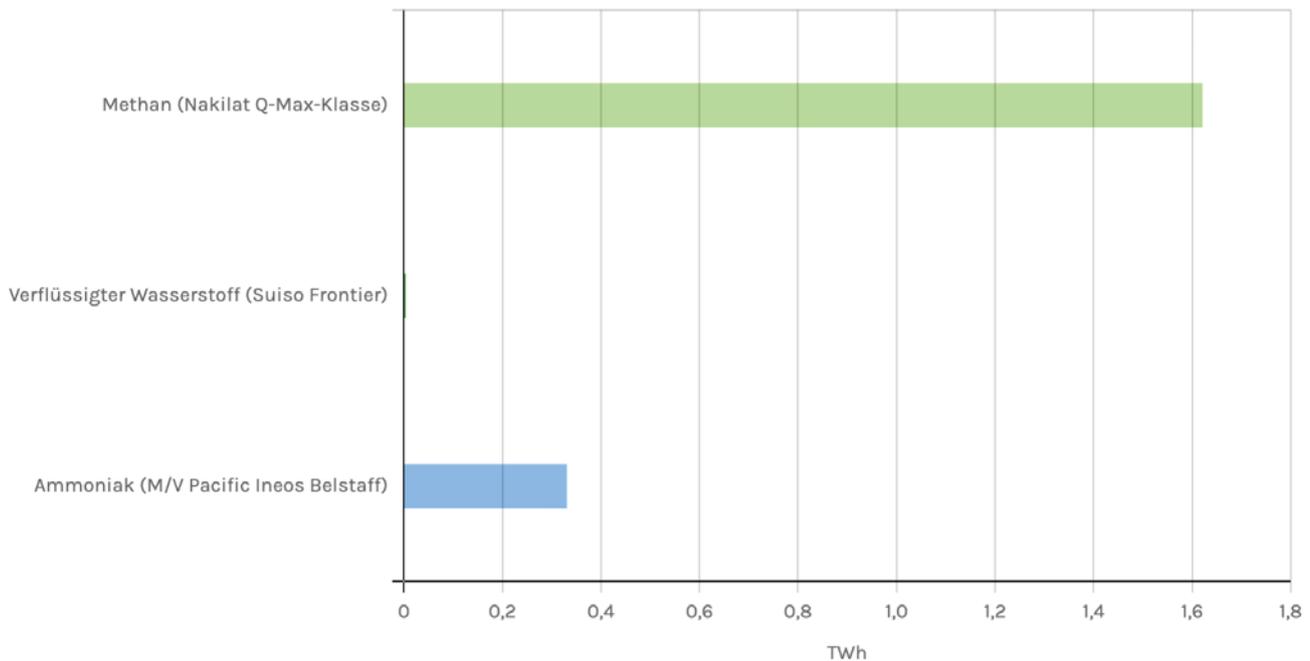


Endenergiebedarf

Für den Bunkerungsprozess der verschiedenen Energieträger muss unterschiedlich viel Energie aufgewendet werden. Je nachdem, welche Prozessschritte mit einbezogen werden, variieren die Werte für die aufgewendete Energie pro gebunkelter Einheit zwischen 20 und 50 Prozent.^{[5] [13] [14]}

Transportierbare Energiemengen per Schiff und Energieträger

Maximale energetische Zuladung der größten Tanker für Methan, Ammoniak und verflüssigten Wasserstoff in TWh



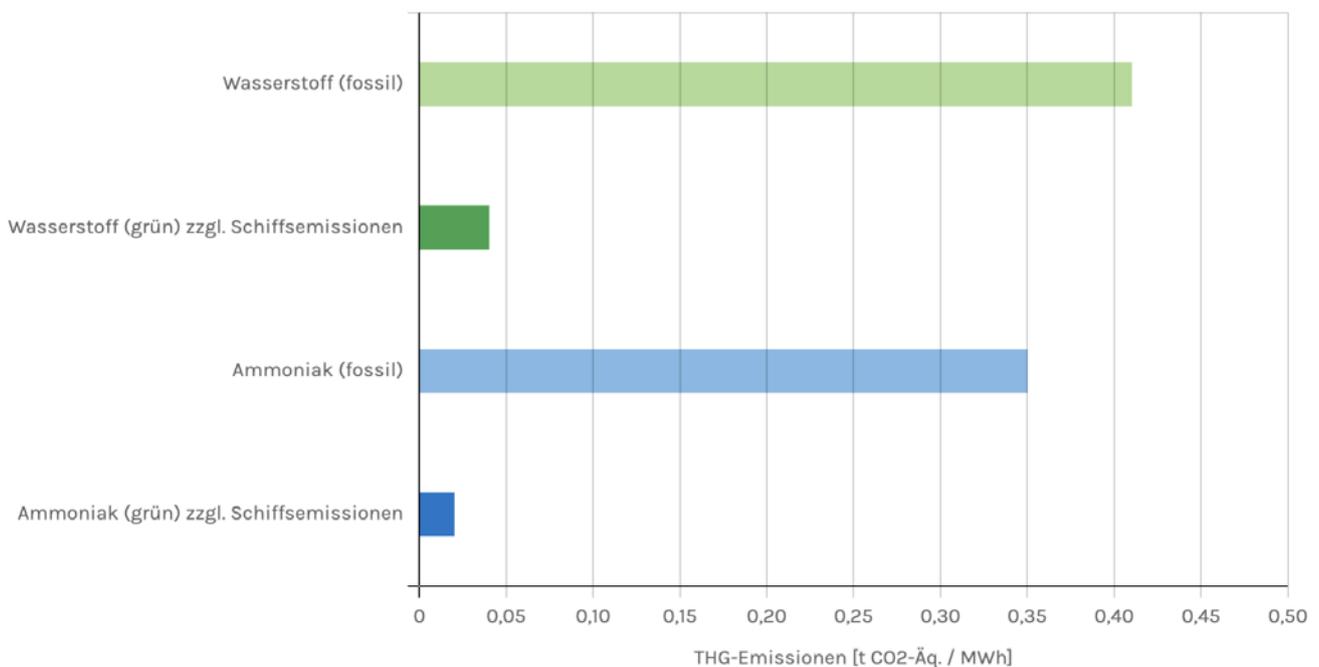
Treibhausgasemissionen

Eine Tonne erdgasbasierter Wasserstoff (ohne Carbon Capture and Storage - CCS) verursacht bei der Produktion bis zu 16,1 Tonnen CO₂-Äquivalente-Emissionen,^[15] beziehungsweise circa 0,41 Tonnen pro Megawattsunde.^[16] Bei einer Tonne erneuerbaren Wasserstoffs, das beispielsweise über 20.000 Kilometer mit einem per Schweröl angetriebenen Flüssigwassertanker nach Deutschland transportiert würde, fielen hingegen rund 1,4 Tonnen transportbedingte CO₂-Emissionen an.^[5]

Die Produktion einer Tonne Ammoniak, die in Deutschland auf Basis von erdgasbasiertem Wasserstoff (ohne Carbon Capture and Storage - CCS) hergestellt wird, verursacht etwa 1,8 Tonnen CO₂-Emissionen,^[5] beziehungsweise circa 0,35 Tonnen pro Megawattstunde (eigene Berechnung bei einem mittleren Heizwert von 18,8 Megajoule pro Kilogramm). Eine Tonne erneuerbares Ammoniak, das über 20.000 Kilometer mit einem per Schweröl angetriebenen Tanker nach Deutschland transportiert wird, verursacht hingegen etwa 0,1 Tonnen transportbedingte CO₂-Emissionen.^[5]

Die transportbedingten Mehremissionen von Wasserstoff gegenüber Ammoniak beruhen vor allem auf der wesentlich geringeren Dichte von flüssigem Wasserstoff von circa 70 Kilogramm pro Kubikmeter (bei einer Temperatur von minus 253 Grad Celsius) gegenüber der Dichte von Ammoniak von circa 681 Kilogramm pro Kubikmeter (bei einer Transporttemperatur von minus 33 Grad Celsius).

Treibhausgasemissionen der verschiedenen Energieträger in Tonnen CO₂-Äq. pro Megawattstunde



AUSWAHL RELEVANTER PROJEKTE

> HySupply

<https://www.acatech.de/projekt/hysupply-deutsch-australische-machbarkeitsstudie-zu-wasserstoff-aus-erneuerbaren-energien/>

> TransHyDE

<https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/leitprojekte/transhyde>

MASSNAHMEN

MASSNAHME

> Vernetzung und Zusammenarbeit

Internationale Vernetzung und Zusammenarbeit sind eine notwendige Voraussetzung, um den EU-Wasserstoffmarkt weiterentwickeln zu können.

MASSNAHME

> Innereuropäische Abstimmung

Eine transparente innereuropäische Abstimmung bezüglich ihrer Wasserstoffambitionen und -erwartungen würde Deutschland und die EU beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft nachhaltig stärken.

MASSNAHME

> Zertifizierung von Wasserstoff

Die Zertifizierung von Wasserstoff kann den zukünftigen globalen Handel mit Wasserstoff und seinen Derivaten effizient und nachhaltig gestalten.

MASSNAHME

> Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport

Welche Kriterien müsste ein Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport beinhalten?

MASSNAHME

> Formulierung und Umsetzung eines Kriterienkatalogs für den Wasserstoffimport

Warum ein Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport sowohl im Sinne der Exportländer und -regionen als auch aus Eigeninteresse notwendig und zielführend sein könnte.

Innereuropäische Abstimmung

Deutschland und die Europäische Union (EU) konkurrieren mit anderen Staaten um Marktanteile einer zukünftigen globalen Wasserstoff-Wirtschaft. Ein prägnanter Beleg ist der Anfang 2023 in Kraft getretene Inflation Reduction Act der US-Regierung.

Gleichzeitig sind im vertraglichen und institutionalisierten Zusammenspiel der EU und ihrer Mitgliedsländer in der internationalen Handelspolitik durch die ausschließliche Zuständigkeit der EU nicht die Mitgliedsländer der entscheidende Akteur*innen, sondern eben die EU, die als stärkster Wirtschaftsraum der Welt den wirtschaftlichen Rahmen entscheidend prägt.

Damit deutsche und europäische Unternehmen auf allen Stufen der Wertschöpfungskette international wettbewerbsfähig sind, ist eine möglichst kohärente, zielgerichtete und an dieser internationalen Konkurrenzsituation orientierte Politik der EU und ihrer Mitgliedsländer notwendig. Dies impliziert eine enge innereuropäische Abstimmung.

STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG



- › Die Stakeholder*innen erkennen in der innereuropäischen Abstimmung einen zentralen Mechanismus, um den Hochlauf der nationalen beziehungsweise EU-weiten Wasserstoffwirtschaft erfolgreich gestalten zu können.

Vorteile

- › Die zeitnahe und konsensuale Ausrichtung zu einer europäischen Wasserstoffagenda generiert Effizienzvorteile gegenüber nationalstaatlichen Wasserstoffagenden und bündelt Know-how und Finanzmittel.
- › Eine zielgerichtete und kohärente Wasserstoffpolitik der EU erhöht die Wahrscheinlichkeit für eine einheitliche Definition von klimaneutralem Wasserstoff. Siehe dazu: Anforderungen und Definitionen an erneuerbaren beziehungsweise CO₂-armen Wasserstoff auf EU-Ebene vereinheitlichen.

Nachteile

- › Eine konsensuale, multilaterale Ausrichtung erfordert immer politische Kompromissbereitschaft und somit können eigene Maximalziele und -vorstellungen in den seltensten Fällen durchgesetzt werden.

Ökonomische Aspekte

In Deutschland sollen von Bund und Ländern insgesamt 8 Milliarden Euro für 62 grenzübergreifende strategische Förderprojekte (Important Projects of Common European Interest, IPCEI) zur Verfügung gestellt werden.

Versorgungssicherheit

Man kann davon ausgehen, dass eine erhöhte innereuropäische Koordination zu mehr Versorgungssicherheit bei Wasserstoff beziehungsweise mit Blick auf das Energiesystem insgesamt führt. Beispielsweise nimmt das European Hydrogen Backbone als länderübergreifendes Infrastrukturprojekt eine Schlüsselfunktion bei der Wasserstoffversorgung der EU ein und dürfte von einer kohärenten politischen Umsetzung stark profitieren und damit schneller realisiert werden.

MASSNAHMEN

MASSNAHME

› Innereuropäische Abstimmung der Wasserstoffstrategien

Damit sich in der EU eine Wasserstoffwirtschaft effizient etablieren kann, erscheint eine Abstimmung der Mitgliedstaaten über ihre jeweiligen Wasserstoffstrategien sowie bezüglich der Wasserstoffstrategie der EU als sinnvoll.

INITIATOREN

› Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

MASSNAHME

› Inhaltliche Anschlussfähigkeit nationaler und europäischer Importkriterien sicherstellen

Eine von Deutschland vorgenommene Formulierung und Gewichtung von Importkriterien sollte international, zuvorderst innerhalb der EU, anschlussfähig sein. Je anschlussfähiger – im Fall der EU also die Wahrscheinlichkeit, dass beispielsweise Ideen, Strategien oder Konzepte teilweise oder komplett übernommen werden – ein einzelnes Importkriterium beziehungsweise ein Kriterienkatalog als Ganzes ist, desto größer sind Deutschlands Möglichkeiten, internationale Maßstäbe mitzugestalten. Idealerweise verwirklicht Deutschland also Definition und Gewichtung von Importkriterien im Rahmen eines EU-Rechtsakts, ohne dabei eigene nationale Ambitionen und Projekte zurückstellen zu müssen.

STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG



› Die Stakeholder*innen unterstützten mit großer Mehrheit eine internationale Anschlussfähigkeit möglicher nationaler Importkriterien und deren Gewichtung.

INITIATOREN

› Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

MASSNAHME**> Etablierung einer Europäischen Wasserstoffbank**

Die EU-Kommission plant die Gründung einer Europäischen Wasserstoffbank (EHB) mit einem geplanten Anfangsbudget von zunächst drei Milliarden Euro. Sie wurde im Zuge des Netto-Null-Industrie-Gesetzes (Net-Zero Industry Act, NZIA) ausgerufen und soll als Koordinierungsstelle dienen, um sowohl den Hochlauf einer EU-internen Produktion als auch den Import von erneuerbarem Wasserstoff (H₂) zu beschleunigen.

Dabei soll sie als Auktionator Prämien pro produziertem Kilogramm Wasserstoff versteigern. Berechnet werden die Prämien aus der Differenz von Produktionskosten und tatsächlich erzielttem Marktpreis. Zuschlag erhalten die Hersteller, die die niedrigsten Prämien veranschlagen. Dabei sollen die Zuschläge bis zu zehn Jahre abgesichert werden.

Die Europäische Kommission und das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz streben eine Verzahnung der EHB mit H₂Global an. Vorgesehen ist zum einen, dass H₂Global im Rahmen der internationalen Säule der EHB Ausschreibungen aller interessierten EU-Mitgliedstaaten ermöglicht. Zum anderen sollen auch gemeinsame europäische Ausschreibungen durch die EHB und H₂Global vorgenommen werden.

STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Zwischen den Stakeholder*innen gab es keine Einigkeit, ob die angekündigte Wasserstoffbank einen realen Mehrwert gegenüber der Europäischen Investitionsbank bieten kann, deren Ziel die Bereitstellung von langfristigen Projektfinanzierungen, Garantien und Beratung ist. Diese Fragestellung wurde insbesondere vor dem Hintergrund des vorerst begrenzten Finanzrahmens von drei Milliarden Euro diskutiert.

INITIATOREN

> Europäische Kommission, Bundesministerium der Finanzen

Vernetzung und Zusammenarbeit

Eine vertrauensvolle Zusammenarbeit und Vernetzung mit relevanten Ländern, Regionen und sich etablierenden internationalen Wasserstoff-Handelsstrukturen sind notwendige Voraussetzungen, um Handelsbeziehungen zu etablieren beziehungsweise zu festigen sowie um in der internationalen Energiepolitik Einfluss zu gewinnen und dadurch Deutschland für den internationalen Wettbewerb um Import- und Marktanteile bestmöglich aufzustellen.

Einen wichtigen Akteur*innen für die Vernetzung und Zusammenarbeit wird die Europäische Union (EU) sein. Vernetzung und Zusammenarbeit umfassen in diesem Feld für die EU den verstärkten Austausch von Menschen mit Wasserstoffexpertise zwischen allen relevanten Akteur*innen, seien es Regierungen, Unternehmen oder Forschungseinrichtungen, aber auch institutionalisierte (Forschungs-)Kooperationen.^[17]

Eine enge und vertrauensvolle internationale Vernetzung könnte sich auch positiv auf die nationale Fachkräftesicherung auswirken.

Voraussetzungen

Die innereuropäische Koordination stellt eine grundlegende Handlungsebene dar, die für alle Mitgliedsländer von zentraler Bedeutung ist und integraler Funktionsbestandteil der EU als Akteur*innen sui generis ist. Aus diesen Gründen ist die innereuropäische Abstimmung von großer Bedeutung für die Umsetzung nationaler Wasserstoffinteressen im internationalen Umfeld.

Vorteile

- › Eine internationale Vernetzung und Zusammenarbeit kann bestehende Handelsbeziehungen festigen und neue etablieren.
- › Darüber hinaus bedeutet die internationale Vernetzung und Zusammenarbeit einen Zuwachs an Einfluss in der internationalen Energiepolitik.
- › Durch eine derartige Partnerschaftspolitik wird auch die Resilienz von (Energie-)Partnerschaften erhöht.

Nachteile

- › Eine ausgeprägte Vernetzung kann zu politischen Abhängigkeiten und/oder Effizienzverlusten in politischen Entscheidungsfindungsprozessen führen.

Versorgungssicherheit

Eine Vernetzung der Energieaußenpolitik mit diversen Importländern und -regionen erhöht die Versorgungssicherheit und hat ein resilientes Energiesystem zur Folge.

AUSWAHL RELEVANTER PROJEKTE

- > H₂Global
<https://www.h2-global.de/>
- > Hydrogen Valleys der EU
<https://h2v.eu/>

MASSNAHMEN

MASSNAHME

> Evaluierung und gegebenenfalls Mittelaufstockung H₂Global

Durch H₂Global sollen global Investitionen zum Aufbau von Wasserstoffproduktionsanlagen im industriellen Maßstab initiiert werden. Über die ebenso zu erfolgende Etablierung von Lieferketten sollen die erzeugten Energieträger nach Deutschland exportiert und zu wettbewerbsfähigen Preisen veräußert werden.

H₂Global nutzt hierzu ein Doppelauktionsmodell, bei dem der Bund die Differenzkosten zwischen Ankaufs- und Verkaufspreis von global erworbenem Wasserstoff und seinen Derivaten per Zuwendung befristet ausgleicht.^[18] Dabei werden die internationalen Auktionen für den Einkauf über einen Intermediär (Hydrogen Intermediary Network Company »HINT.CO«) abgewickelt, der Zuschläge mit langfristigen Verträgen erteilt. Dem Erwerb über die günstigsten Angebote im Rahmen von Hydrogen Purchase Agreements (HPA) folgen Hydrogen Sales Agreements (HSA) mit Abnehmern in Deutschland.

Aufbauend auf einer wissenschaftlichen Evaluation zum frühestmöglichen Zeitpunkt könnte für oder gegen eine Mittelaufstockung und über die konzeptionelle Weiterentwicklung entschieden werden. Vor allem könnten mit dem Ausrufen der Europäischen Wasserstoffbank idealerweise Synergien gehoben werden beziehungsweise im ungünstigsten Fall Doppelstrukturen und Effizienzverluste einhergehen.

STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG



- > H₂Global wurde von vielen Stakeholder*innen positiv bewertet. Die Ideen, das Programm sowohl finanziell als auch inhaltlich (H₂Europe, H₂Deutschland) zu erweitern, wurden oftmals vorgebracht.

INITIATOREN

- > Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

MASSNAHME
**> Diversifizierung von Wasserstoff-Bezugsquellen
 über Energiepartnerschaften**

Die Einbettung des Energieträgers Wasserstoff und seiner Derivate in Energiepartnerschaften und Energiedialoge ist von zentraler Bedeutung für die Deckung des prognostizierten deutschen Wasserstoffbedarfes. Die Diversifizierung der Bezugsquellen über Energiepartnerschaften kann ferner helfen, aus deutscher Perspektive asymmetrische Abhängigkeiten zu beenden beziehungsweise zukünftige zu verhindern.


STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Die Stakeholder*innen stimmten in hohem Maße überein, dass Energiepartnerschaften ein geeignetes Mittel darstellen, um nachhaltige Beziehungen zu Ländern aufzubauen, die unter anderem für den Wasserstoffexport nach Deutschland in Betracht kommen.

INITIATOREN

- > Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
- > Auswärtiges Amt

MASSNAHME
> Höchstwerte für H₂-Importe

In einem zukünftigen Energiesystem sollen zu große Abhängigkeiten von einzelnen Exportländern vermieden werden. Zu diesem Zweck könnten Höchstwerte für Importmengen pro Exportland definiert werden.


STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

- > Alle Stakeholder*innen befürworten die Diversifizierung von Importquellen zur Vermeidung zu starker Abhängigkeiten von einzelnen Ländern.
- > Es gab viele Stimmen der Stakeholder*innen, die sich generell gegen mengenorientierte Höchstwerte aussprachen. Gerade zu Beginn des Hochlaufs einer globalen Wasserstoffwirtschaft, in der erneuerbarer Wasserstoff ein knappes Handelsgut sein wird, könnten Höchstwerte für Importmengen dem Aufbau eines heimischen Wasserstoffmarkts entgegenwirken.

INITIATOREN

- > Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

MASSNAHME
**> Internationale Partnerschaften
 inklusive Stipendienprogramme**

Bilaterale Energiepartnerschaften können den zukünftigen Wasserstoff-Markthochlauf entscheidend vorantreiben. Dabei ist es wichtig, dass Deutschland im wasserstoff-bezogenen F&E-Bereich sowohl über öffentliche als auch privatwirtschaftliche Förderungen und Initiativen weiterhin in der internationalen Spitze vertreten bleibt. Denn ein vertrauensvoller und über längere Zeiträume etablierter Wissenstransfer, beispielsweise über Stipendien, Austauschprogramme für Trainees, Young Professionals und Akademiker*innen, kann ein fördernder Faktor zur Vertiefung von privatwirtschaftlichen oder auch institutionalisierten bilateralen (Energie-)Beziehungen sein.

Ein Beispiel wäre ein neu aufgelegtes Stipendienprogramm des DAAD im Zuge des »Europäischen Agendaprozesses Grüner Wasserstoff«.^[19]

INITIATOREN

- > Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
- > Auswärtiges Amt
- > Bundesministerium für Bildung und Forschung

Notwendigkeit und Ausrichtung eines nationalen Kriterienkatalogs für den Wasserstoffimport

Bevor einzelne Kriterien eines Kriterienkatalogs formuliert werden, sollte ein größtmögliches gemeinsames Verständnis über die grundsätzliche Notwendigkeit und Ausrichtung eines Kriterienkatalogs – nicht der einzelnen Kriterien – vorliegen.

Der Import von Wasserstoff oder seinen Derivaten könnte reguliert werden. Ein geeignetes Instrument könnte ein nationaler Kriterienkatalog sein, der definiert, unter welchen Voraussetzungen welche Art von Wasserstoff importiert werden kann. Er könnte sich aufteilen in obligatorische (»harte« Maßgaben) und fakultative Kriterien (»weiche« Ideale).

Die Formulierung eines derartigen nationalen Kriterienkatalogs für den Wasserstoff- und Derivateimport müsste verschiedene handelsrechtliche Rahmenbedingungen berücksichtigen, insbesondere auch europarechtliche Vorgaben.

Aller Wahrscheinlichkeit nach wird es bei der Anwendung eines Kriterienkatalogs zielführend beziehungsweise notwendig sein, Importkriterien zu gewichten und zu priorisieren. Eine schwächere Gewichtung sollte sich dabei ausschließlich auf optionale, noch näher zu definierende Zusatzkriterien beziehen, aber nicht auf unverzichtbare Kernkriterien wie etwa die Trinkwasserverfügbarkeit für die lokale Bevölkerung.

Die Kombination von obligatorischen und fakultativen Kriterien zu einer kohärenten Wasserstoff-Außenhandelspolitik dürfte für Deutschland auch in Abstimmungsprozessen innerhalb der Europäischen Union (EU) zu einer großen Herausforderung werden.

STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG



› Grundsätzlich bestand Konsens zwischen den Stakeholder*innen, dass Importkriterien für Wasserstoff dringlich und notwendig sind, sei es für Deutschland und die EU, um sich im internationalen Wettbewerb zu behaupten, sei es allgemein für den Hochlauf einer globalen Wasserstoffwirtschaft.



› Starker Dissens bestand zu den Fragen, von wem, wann und welche Importkriterien festgeschrieben werden sollten. Maßgeblich für die unterschiedlichen Standpunkte war das jeweilige grundlegende Verständnis, woran sich Energiepolitik orientieren sollte. Auf der einen Seite gab es eine auf internationalen Konsens und Interdependenz ausgerichtete Haltung. Auf der anderen Seite dominierte ein stärker interessengeleitetes Politikverständnis, das den globalen Wettbewerb unterstreicht, in dem sich Deutschland und die EU befinden.

Voraussetzungen

- › Die Konformität mit den Regularien und Vorgaben der EU wären eine notwendige Voraussetzung für die Umsetzung eines nationalen Kriterienkatalogs, da die Ausgestaltung der Handelspolitik in der ausschließlichen Zuständigkeit der EU liegt.
- › Ob spezifische Importkriterien überhaupt für einen Kriterienkatalog geeignet sind, sollte sich daran orientieren, in welchem Maße sie sich tatsächlich praktisch anwenden beziehungsweise überprüfen lassen (ethnische, kulturelle, soziale und politische Landesspezifika stellen wichtige zu berücksichtigende Variablen dar). Beispielsweise müssten bei Projekten in Nordafrika die Bedürfnisse der dort lebenden Nomadenvölker Berücksichtigung finden; ein Sachverhalt, der gegenüber Australien oder Chile entfallen würde.
- › Insbesondere in einer Markthochlaufphase sollte engmaschig durch eine objektive und unabhängige Instanz evaluiert werden, inwiefern spezifische Importkriterien praktisch anwendbar und überprüfbar sind.

Vorteile

- › Die Implementierung eines nationalen Kriterienkatalogs für Wasserstoffimporte könnte Deutschland in einem sich entwickelnden Wasserstoffmarkt unter vielen global agierenden Stakeholdergruppen eine hohe Akzeptanz und damit Gestaltungsspielraum sichern.
- › Grund hierfür ist, dass mit einem Kriterienkatalog der nationale Handlungsrahmen mit definiert würde, was wiederum den Optionsraum eingrenzt und somit die Vorhersehbarkeit erhöht beziehungsweise Unwägbarkeiten reduziert – Faktoren, die Akzeptanz und Vertrauen als handelnder Akteur*innen gegenüber Dritten generieren können und somit den Gestaltungsspielraum sichern helfen.

Nachteile

› Es besteht die Gefahr, dass in den Export involvierte Stakeholder*innen (auch solche in den Erzeugerländern) strengen Exportkriterien kritisch gegenüberstehen. Dies könnte zu reduzierten Importen führen, weil stattdessen in andere Länder und Regionen mit niedrigeren Standards exportiert würde.

Folgen

Auf EU-Ebene könnte der Einfluss Deutschlands auf die Formulierung eines EU-Kriterienkatalogs zunehmen, auch wenn dies nicht von allen Stakeholdergruppen anderer Mitgliedsländer positiv aufgenommen werden dürfte.

Versorgungssicherheit

In einem bis dato wenig reglementierten Markt könnten klare Vorgaben einen verlässlichen Rahmen für Geschäftsmodelle bilden. Andererseits könnte eine zu strenge Reglementierung den Import be- oder sogar verhindern.

MASSNAHMEN

MASSNAHME

› Umsetzung von Nachhaltigkeitskriterien im Rahmen der EU

Die Umsetzung von Nachhaltigkeitskriterien im europäischen Rechtsrahmen würde es Deutschland und der EU ermöglichen, bei der Festsetzung von Nachhaltigkeitsstandards im globalen Kontext aus einer stärkeren Position heraus zu agieren und somit wertegeleitete Akzente zu setzen – zum Beispiel in die Richtung internationaler Gremien wie die G7, G20, IEA, IRENA, Weltbank oder OECD.

MASSNAHME

› Steigerung der Akzeptanz der lokalen Bevölkerung von exportierenden Ländern durch vielschichtige Beteiligungen

Die Ausrichtung eines Kriterienkatalogs sollte für die lokale Bevölkerung von exportierenden Ländern Beteiligungschancen bieten. Diese Beteiligungschancen können vielfältig sein und sollten sich auch an den lokalen Bedürfnissen orientieren.

Denkbar sind hierbei:

- › materielle Beteiligungen wie beispielweise (sozialer) Infrastrukturausbau,
- › immaterielle Beteiligungen wie beispielweise der Aufbau von neuen Bildungswegen,
- › direkte monetäre Beteiligungen (da Geld materiell als auch immateriell in Erscheinung tritt, ist die direkte monetäre Beteiligung als eigener Punkt genannt).

All diese verschiedenen Beteiligungsformen an den Erlösen des Wasserstoffexports könnten helfen, Chancen und Akzeptanz in der lokalen Bevölkerung zu schaffen.



STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

- › Die überwiegende Mehrheit der Stakeholder*innen betrachtet die Beteiligung der lokalen Bevölkerung als selbstverständlich und zwingend notwendig, um die notwendige Akzeptanz als Fundament für Wasserstoffpartnerschaften auf Augenhöhe zu schaffen.

INITIATOREN

- › Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

MASSNAHME

› Einbeziehung lokaler Stakeholder*innen in Exportländern

In Exportländern oder Exportregionen ist die Einbeziehung der Stakeholder*innen vor Ort essenziell, um Akzeptanz zu schaffen und nachhaltige (Handels-)Beziehungen aufzubauen.

Landesspezifische oder kulturelle Einflüsse sollten daher ausschließlich von den Menschen vor Ort bewertet werden. Die Einbeziehung der lokalen Bevölkerung sollte ferner transparent dokumentiert werden.



STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

- › Die überwiegende Mehrheit der Stakeholder*innen befürwortet die Einbindung der Stakeholder*innen vor Ort.

INITIATOREN

- › Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

MASSNAHME

› Anwendung von Importkriterien in subnationalen Regionen

Einzelne Importkriterien sollten außerhalb der EU gegebenenfalls nur in subnationalen Regionen angewendet werden, in enger Absprache mit Stakeholder*innen vor Ort. Eine Anwendung in subnationalen Regionen kann deshalb notwendig und zielführend sein, weil mögliche Partnerländer für den Wasserstoffimport wie beispielsweise Algerien in ihrer Gesellschaftsstruktur relativ heterogen sind und dies auch regional verankert ist. So müsste im Fall Algeriens zum Beispiel ein Projekt zur Wasserstoffgewinnung im ariden Landesinneren ohne Meereszugang im Gebiet der Tuareg andere Schwerpunkte setzen als ein ähnliches Projekt in Küstenregion. Die Einbindung lokaler Nichtregierungsorganisationen zur Einschätzung der lokalen Gegebenheiten würde hierbei Legitimation und Transparenz erhöhen.



STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

- › Die überwiegende Mehrheit der Stakeholder*innen betrachtet eine den lokalen Gegebenheiten entsprechend ausdifferenzierte Anwendung von Importkriterien als sinnvoll.

INITIATOREN

- › Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz

Kriterienkatalog für den Wasserstoffimport

Deutschland wird zukünftig Wasserstoff und seine Derivate in erheblichem Maße importieren müssen, um seine prognostizierten Bedarfe decken zu können. Beim Import sind (Nachhaltigkeits-)Kriterien zu berücksichtigen.^[20] Dabei zeichnen sich – vor allem bei Importen von außerhalb der Europäischen Union (EU) – Zielkonflikte zwischen notwendigen Importmengen auf der einen und Ansprüchen an die Ausgestaltung eines entsprechenden Kriterienkatalogs auf der anderen Seite ab.

Die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen (Sustainable Development Goals, SDG) bieten ein breites Fundament für solch einen Kriterienkatalog. Als weitere Referenz kommen die Nachhaltigkeitskriterien aus dem Finanzbereich infrage (Environment, Social, Governance, ESG). Diese wurden im Zuge des EU-Aktionsplans »Finanzierung nachhaltigen Wachstums« entwickelt und im Juli 2021 in überarbeiteter Form als sogenannte EU-Taxonomie veröffentlicht.^[21]

STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG



- › Kein Konsens herrschte zwischen den Stakeholder*innen bei der Frage, ob insbesondere die bestehenden ESG-Kriterien der EU beim Aufbau einer Wasserstoffwirtschaft zum Tragen kommen sollten.

Voraussetzungen

- › Es wird eine politische Entscheidung zu treffen sein, wie strikt Importkriterien vor allem zu Beginn eines globalen Wasserstoffmarktes anzuwenden sind.

Vorteile

- › Neben der Zertifizierung von Wasserstoff erhöhen auch Importkriterien die Handlungssicherheit für die Produktion, den Vertrieb und den Import von Wasserstoff und seinen Derivaten.

Nachteile

- › Es besteht die Gefahr, dass in den Export involvierte Stakeholder*innen (auch solche in den Erzeugerländern) strengen Exportkriterien kritisch gegenüberstehen. Dies könnte zu reduzierten Importen führen, weil stattdessen in andere Länder und Regionen mit niedrigeren Standards exportiert würde.

Folgen

- › Einerseits könnten sich durch unzureichende Nachhaltigkeitskriterien Pfadabhängigkeiten ergeben, die ein Erreichen bestimmter Nachhaltigkeitsziele verhindern.
- › Dem steht die Gefahr gegenüber, dass der Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft aufgrund strenger Kriterien behindert wird. Dies könnte ein Erreichen bestimmter Nachhaltigkeitsziele ebenfalls infrage stellen.

Versorgungssicherheit

Ob sich die Implementierung eines Kriterienkatalogs für Wasserstoffimporte eher positiv oder negativ auf die Versorgungssicherheit bezüglich Wasserstoff beziehungsweise des Gesamtenergiesystems auswirken wird, ist schwer abschätzbar. Maßgeblich wird sein, welche Kriterien ein Kriterienkatalog letztlich beinhalten wird und ob beziehungsweise wie diese Kriterien gewichtet werden.

MASSNAHMEN

MASSNAHME

> Politische Stabilität

Die politische Stabilität eines Exportlandes sollte unabhängig von Rechtsstaatlichkeit und Freiheitsgrad des politischen Systems bewertet werden, wie dies bereits in Teilen der kohlenstoffbasierten Energieaußenpolitik der Fall ist.



STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Ob politische Stabilität als ausreichende Bedingung für Exportländer gelten sollte, wurde kontrovers diskutiert. Eine Vielzahl der Stakeholder*innen vertrat die Meinung, dass zudem Rechtsstaatlichkeit und gute Regierungsführung gleichrangig zu berücksichtigen seien.

MASSNAHME

> Internationale Arbeits- und Sozialstandards

Die Arbeits- und Sozialstandards der Internationalen Arbeitsorganisation (International Labour Organisation, ILO) definieren grundlegende Rechte und Pflichten. Hierzu existieren Kriterien, Audit-Protokolle oder auch Prozesse zur Sorgfaltsprüfung (Due-Diligence-Prozesse). An diesen Normen und Standards könnte sich die Herstellung von für den Import bestimmten Wasserstoff orientieren. Zudem sind die Vorgaben des Lieferkettengesetzes der Europäischen Union zu berücksichtigen.

MASSNAHME

> Trinkwasserschutz

Exportländer oder -regionen sollten über genügend Trinkwasser verfügen. Dies bedeutet, dass die Nutzung von Süßwasser zur Wasserstoffproduktion, auch auf der Basis von Meerwasserentsalzung, nicht in Konkurrenz zur Trinkwasserversorgung oder zur landwirtschaftlichen Nutzung treten darf. Eine Übernutzung des Grundwassers ist auszuschließen.



STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Dieses Importkriterium wurde von den Stakeholder*innen konsensual als unverzichtbar erklärt.

MASSNAHME
> Zusätzlichkeit erneuerbarer Energien

Importländer oder -regionen sollten über genügend Erneuerbare-Energien-Anlagen verfügen, um sowohl den Strombedarf vor Ort als auch den Strombedarf von Wasserstoffherstellungsanlagen zu decken.


STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Zwischen den Stakeholder*innen wurde kein Konsens darüber erzielt, ob Zusätzlichkeit ein Importkriterium sein sollte. Die Argumentationslinien folgten der Diskussion zur Ausgestaltung des delegierten Rechtsakts der Europäischen Kommission zur Grünstromdefinition in der Erneuerbare-Energien-Richtlinie (2018/2001/EG) II Artikel 27 (RED II).

MASSNAHME
> Geostrategische Relevanz

Ein Land beziehungsweise eine Region sollte umso weniger als großskaliger Exporteur infrage kommen, je mehr sich aus dem Import (längerfristige) geostrategische Nachteile (politisch, versorgungstechnisch, ökonomisch) für Deutschland ergeben können.


STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Die Berücksichtigung geostrategischer Aspekte wurde von den Stakeholder*innen weitestgehend begrüßt, auch wenn dies bedeutet, dass weniger Importe realisiert werden.

MASSNAHME
> Klimaverträgliche Erzeugung und ökologische Gesamtwirkung

Ein Land sollte nur für den Import in Betracht gezogen werden, wenn der Wasserstoff mit erneuerbaren Energien oder CO₂-arm erzeugt wird. Um die erneuerbare oder CO₂-arme Erzeugung zu belegen, bedarf es einer Zertifizierung. Ferner muss bei der Erzeugung von Wasserstoff und seinen Derivaten die ökologische Gesamtwirkung evaluiert und offengelegt werden.


STIMMEN AUS DEM STAKEHOLDERDIALOG

> Eine sehr große Mehrheit der Stakeholder*innen sieht in der Klimaverträglichkeit der Wasserstoffherzeugung ein zentrales Importkriterium.

Literatur

- [1] **Bundesregierung (2023):** Fortschreibung der Nationalen Wasserstoffstrategie – NWS 2023. https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/fortschreibung-nationale-wasserstoffstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=3
- [2] **Nationaler Wasserstoffrat (2023):** Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland. https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2023/2023-02-01_NWR_Grundlagenpapier_H2-Bedarf_2.pdf
- [3] **Nationaler Wasserstoffrat (2022):** Die Rolle und notwendige Ausgestaltung der Zertifizierungskriterien für einen schnellen und wirksamen Hochlauf der Wasserstoffwirtschaft. https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2022/2022-12-09-NWR-Stellungnahme_Zertifizierungskriterien.pdf
- [4] **Deutscher Wasserstoff- und Brennstoffzellen-Verband (2022):** Marktumfrage zur prognostizierten jährlichen Lieferkapazität für Elektrolyseure zur grünen Wasserstoffproduktion. <https://www.dwv-info.de/wp-content/uploads/2015/06/DWV-Marktumfrage-zur-jaehrlichen-Lieferkapazitaet-fuer-Elektrolyseure.pdf>
- [5] **Staiß et al. (2022):** Optionen für den Import grünen Wasserstoffs nach Deutschland bis zum Jahr 2030 - Materialband (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft). Energiesysteme der Zukunft ESYS, acatech, München. <https://www.acatech.de/publikation/wasserstoff/download-pdf?lang=de>
- [6] **Sprenger, Tobias; Wild, Patricia und Pickert, Lena (2023):** H₂-Geopolitik – Geopolitische Risiken im globalen Wasserstoffhandel. EWI-Studie, Köln. https://www.ewi.uni-koeln.de/cms/wp-content/uploads/2023/02/230110_EWI_H2_Geopolitik_DE.pdf
- [7] **Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking (2019):** A sustainable Pathway for the European Energy Transition. <https://data.europa.eu/doi/10.2843/341510>
- [8] **Wasserstoff-Kompass (2022):** Auf dem Weg in die deutsche Wasserstoffwirtschaft: Resultate der Stakeholder*innen-Befragung. acatech und DECHEMA, Berlin. https://www.wasserstoff-kompass.de/fileadmin/user_upload/img/news-und-media/dokumente/wasserstoffwirtschaft-2030-2050/Umfragebericht_Langversion.pdf
- [9] **Viebahn et al. (2022):** Synthese und Handlungsoptionen – Ergebnisbericht des Projekts MENA-Fuels. https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/projects/MENA-Fuels_Synthesebericht_Zusammenfassung_de.pdf
- [10] **European Hydrogen Backbone:** EHB publishes five potential hydrogen supply corridors to meet Europe’s accelerated 2030 hydrogen goals, zuletzt aufgerufen am: 15.05.2023. <https://www.ehb.eu/newsitem/ehb-publishes-five-potential-hydrogen-supply-corridors-to-meet-europe-s-accelerated-2030-hydrogen-goals>
- [11] **Frontier Economics und Austrian Institute of Technology (2022):** Endbericht Importmöglichkeiten für erneuerbaren Wasserstoff. https://positionen.wienenergie.at/wp-content/uploads/2023/01/SGP-22413_Endbericht_Importmoeglichkeiten-Erneuerbarer-Wasserstoff_final-1.pdf
- [12] **IEA (2021):** Global Hydrogen Review. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/5bd46d7b-906a-4429-abda-e9c507a62341/GlobalHydrogenReview2021.pdf>

- [13] **Baumann et al. (2021):** IEA's Hydrogen TCP Task 39 Hydrogen in the Maritime – Final Report. International Energy Agency. https://www.ieahydrogen.org/wp-admin/admin-ajax.php?juwpfisadmin=false&action=wpfd&task=file.download&wpfd_category_id=17&wpfd_file_id=3991&token=abad9fa9a0f0a9c00152edff03825bf4&preview=1
- [14] **Paschotta, Rüdiger:** RP-Energie-Lexikon, zuletzt aufgerufen am: 08.06.2023. <https://www.energie-lexikon.info/fluessigerdgas.html>
- [15] **Umweltbundesamt (2022):** Welche Treibhausgasemissionen verursacht die Wasserstoffproduktion? https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/dokumente/uba_welche_treibhausgasemissionen_verursacht_die_wasserstoffproduktion.pdf
- [16] **Luczak, Andreas (2022):** Zukünftige Erzeugung und Nutzung von grünem Wasserstoff in Schleswig-Holstein: Abschätzung der CO₂-Vermeidungskosten. Gesellschaft für Energie und Klimaschutz Schleswig-Holstein, Kiel. https://www.eksh.org/fileadmin/redakteure/downloads/Presseinformation/2022-02-10_Kurzstudie-Wasserstoffforschung_inkl-Anhang.pdf
- [17] **European Commission:** ERA industrial technology roadmap for low-carbon technologies in energy-intensive industries, zuletzt aufgerufen am: 25.05.2023. <https://data.europa.eu/doi/10.2777/92567>
- [18] **H2Global Stiftung:** The H2Global Instrument, zuletzt aufgerufen am: 25.05.2023. <https://www.h2global-stiftung.com/project/h2g-mechanism>
- [19] **DAAD:** EFR Zukunftsstipendien – Grüner Wasserstoff, zuletzt aufgerufen am: 25.05.2023. <https://www.daad.de/de/studieren-und-forschen-in-deutschland/stipendien-finden/gruener-wasserstoff/>
- [20] **Nationaler Wasserstoffrat (2021):** Nachhaltigkeitskriterien für Importprojekte von erneuerbarem Wasserstoff und PtX-Produkten. https://www.wasserstoffrat.de/fileadmin/wasserstoffrat/media/Dokumente/2021-10-29_NWR-Stellungnahme_Nachhaltigkeitskriterien.pdf
- [21] **Europäische Kommission COM (2021) 390 final:** Mitteilung der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Strategie zur Finanzierung einer nachhaltigen Wirtschaft. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9f5e7e95-df06-11eb-895a-01aa75e-d71a1.0003.02/DOC_1&format=PDF

Beteiligte Institutionen



acatech Deutsche Akademie der Technikwissenschaften e.V.

acatech berät Politik und Gesellschaft, unterstützt die innovationspolitische Willensbildung und vertritt die Technikwissenschaften international. Ihren von Bund und Ländern erteilten Beratungsauftrag erfüllt die Akademie unabhängig, wissenschaftsbasiert und gemeinwohlorientiert. acatech verdeutlicht Chancen und Risiken technologischer Entwicklungen und setzt sich dafür ein, dass aus Ideen Innovationen und aus Innovationen Wohlstand, Wohlfahrt und Lebensqualität erwachsen. acatech bringt Wissenschaft und Wirtschaft zusammen. Die Mitglieder der Akademie sind herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Ingenieur- und den Naturwissenschaften, der Medizin sowie aus den Geistes- und Sozialwissenschaften. Die Senatorinnen und Senatoren sind Persönlichkeiten aus technologieorientierten Unternehmen und Vereinigungen sowie den großen Wissenschaftsorganisationen. Neben dem acatech FORUM in München als Hauptsitz unterhält acatech Büros in Berlin und Brüssel.

www.acatech.de



DECHEMA Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V.

Die DECHEMA ist das kompetente Netzwerk für chemische Technik und Biotechnologie in Deutschland. Sie vertritt als gemeinnützige Fachgesellschaft diese Gebiete in Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft. Die DECHEMA fördert den technisch-wissenschaftlichen Austausch von Fachleuten unterschiedlicher Disziplinen, Organisationen und Generationen und bündelt das Know-how von über 5.500 Einzel- und Fördermitgliedern. Sie engagiert sich in (inter-)nationalen technischen Expertengremien und ist in öffentlich geförderten F&E-Projekten sowie der Auftragsforschung aktiv. Dabei koordiniert sie große Forschungsverbände und ist in verschiedenen Fördermaßnahmen für die Begleitforschung verantwortlich.

www.dechema.de

Autor*innen

- > **Dr. Jens Artz**
Teamleiter DECHEMA
 - > **Dr. Benjamin Baur**
Referent Stakeholder-Dialog acatech
 - > **Marie Biegel**
Studentische Hilfskraft acatech
 - > **Dr. Dominik Blaumeiser**
Wissenschaftlicher Referent DECHEMA
 - > **Jasper Eitze**
Teamleiter acatech
 - > **Dr. Alexandra Göbel**
Wissenschaftliche Referentin DECHEMA
 - > **Tamara Hanstein**
Wissenschaftliche Referentin DECHEMA
 - > **Dr. Christopher Hecht**
Wissenschaftlicher Referent ISEA RWTH Aachen University / acatech
 - > **Thomas Hild**
Wissenschaftlicher Referent DECHEMA
 - > **Florian Hölting**
Wissenschaftlicher Referent ISEA RWTH Aachen University / acatech
 - > **David Knichel**
Wissenschaftlicher Referent acatech
 - > **Valerie Kwan**
Referentin Stakeholder-Dialog acatech
 - > **Jördis Lemke**
Teamassistentin acatech
 - > **Dr. Michaela Löffler**
Wissenschaftliche Referentin DECHEMA
 - > **Dr. Andrea Lübcke**
Teamleiterin acatech
 - > **Alena Müller**
Referentin Stakeholder-Dialog acatech
 - > **Lars Ole Reimer**
Redakteur Multimedia acatech
 - > **Dr. Damien Rolland**
Wissenschaftlicher Referent DECHEMA
 - > **Anna Runkel**
Studentische Hilfskraft acatech
 - > **Emre Yıldırım**
Studentische Hilfskraft acatech
- Ansprechpartner*innen acatech**
- > **Jasper Eitze**
eitze@acatech.de
 - > **Dr. Andrea Lübcke**
luebcke@acatech.de
- Ansprechpartner*innen DECHEMA**
- > **Dr. Jens Artz**
jens.artz@dechema.de
 - > **Dr. Michaela Löffler**
michaela.loeffler@dechema.de



WASSERSTOFF KOMPASS

IMPRESSUM

Wasserstoff-Kompass
- Handlungsoptionen für die Wasserstoffwirtschaft

Herausgebende

**acatech – Deutsche Akademie
der Technikwissenschaften e.V.**

Geschäftsstelle
Karolinenplatz 4
80333 München
T +49 (0) 89 / 52 03 09-0
F +49 (0) 89 / 52 03 09-900
info@acatech.de
www.acatech.de

**DECHEMA Gesellschaft für
Chemische Technik und Biotechnologie e.V.**

Theodor-Heuss-Allee 25
60486 Frankfurt am Main
T +49 (0) 69 / 75 64-0
info@dechema.de
www.dechema.de

Geschäftsführendes Gremium des Präsidiums / acatech

Prof. Dr. Ann-Kristin Achleitner, Prof. Dr. Ursula Gather,
Dr. Stefan Oschmann, Manfred Rauhmeier,
Prof. Dr. Christoph M. Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber,
Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner
Vorstand i.S.v. § 26 BGB:
Prof. Dr.-Ing. Johann-Dietrich Wörner,
Prof. Dr.-Ing. Thomas Weber, Manfred Rauhmeier

Verantwortlicher im Sinne des Presserechts

Dr. Jens Artz, DECHEMA

Redaktion

Jasper Eitze, Dr. Andrea Lübcke / acatech
Dr. Jens Artz, Dr. Michaela Löffler / DECHEMA

Gestaltung und Satz

Lindner & Steffen GmbH, www.lindner-steffen.de

Bildnachweis

AdobeStock: Kalyakan

Die Projektpartner danken dem Bundesministerium
für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) sowie dem
Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
für die finanzielle Unterstützung des Vorhabens
(FKZ 03EWT002).

Betreut wurde das Projekt durch den Projektträger Jülich.

Erschienen im März 2024 in Frankfurt am Main

1. Auflage

ISBN 978-3-89746-245-8

www.wasserstoff-kompass.de

Empfohlene Zitierweise

acatech, DECHEMA (Hrsg.): Wasserstoff-Kompass
- Handlungsoptionen für die Wasserstoffwirtschaft,
Frankfurt am Main 2023, ISBN: 978-3-89746-245-8
<https://www.wasserstoff-kompass.de/handlungsfelder#>



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages