

Wasserstoffimporte - wieviel, woher und zu welchen Kosten?

H2 Lunch and Learn am 31. Januar 2024

Christiane Staudt, Dr. Stefanie Schwarz

Wasserstoff wird als Schlüsselement der Energiewende betrachtet

Relevanz von Wasserstoff für die Energiewende in Deutschland

Die NWS zielt unter anderem ab auf:

- einen beschleunigten Markthochlauf von Wasserstoff
- die Sicherstellung ausreichender Verfügbarkeit
- Aufbau lokaler Erzeugungsanlagen sowie Import von aus dem Ausland importieren
- den Aufbau einer leistungsfähigen Wasserstoffinfrastruktur



Deutschland als Energieimportland wird darauf angewiesen sein, sowohl aus dem europäischen Ausland als auch weltweit Wasserstoff zu beziehen.

Viele Fragen, aber genauso viele Studien...

Wieviel Wasserstoff wird zur Verfügung stehen?

Wo soll er erzeugt werden und wieviel davon?

Zu welchen Kosten?

Und wie kommt er zu uns?

DVGW-Kurzstudie zu Wasserstoffimportpotenzialen:

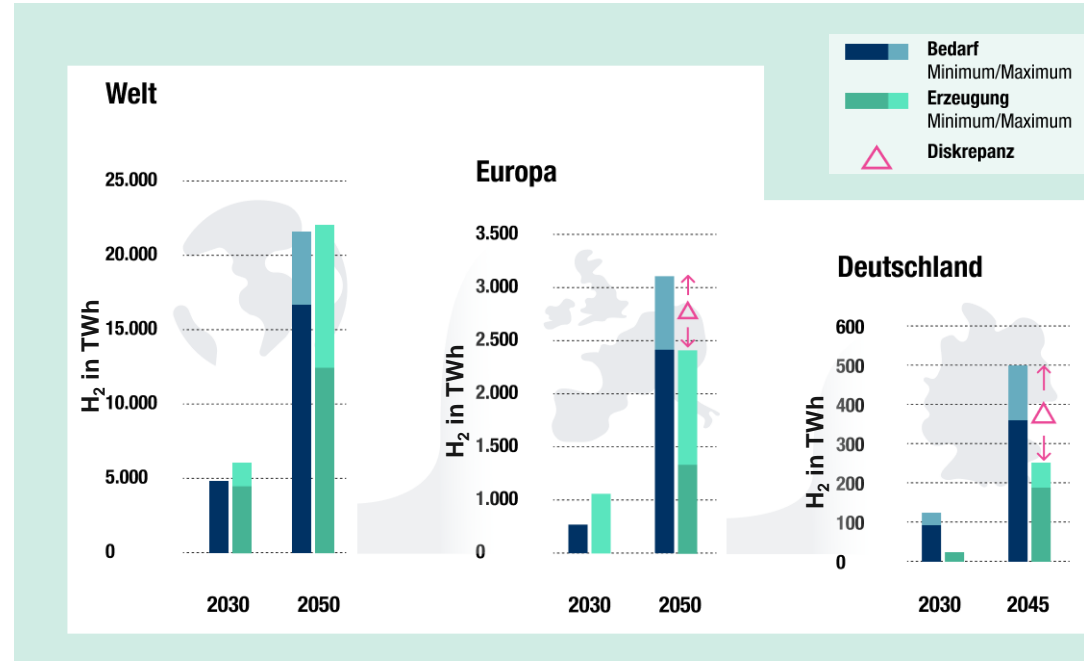


- Erzeugungspotenziale in Regionen und Ländern
- politisches Umfeld vor Ort
- Transport- und Erzeugungskosten für Wasserstoff und seine Derivate
- Verfügbarkeit geeigneter Transportrouten

Vergleich Bedarf und prognostizierter Erzeugung

Wieviel klimafreundlicher H₂ wird zukünftig benötigt?

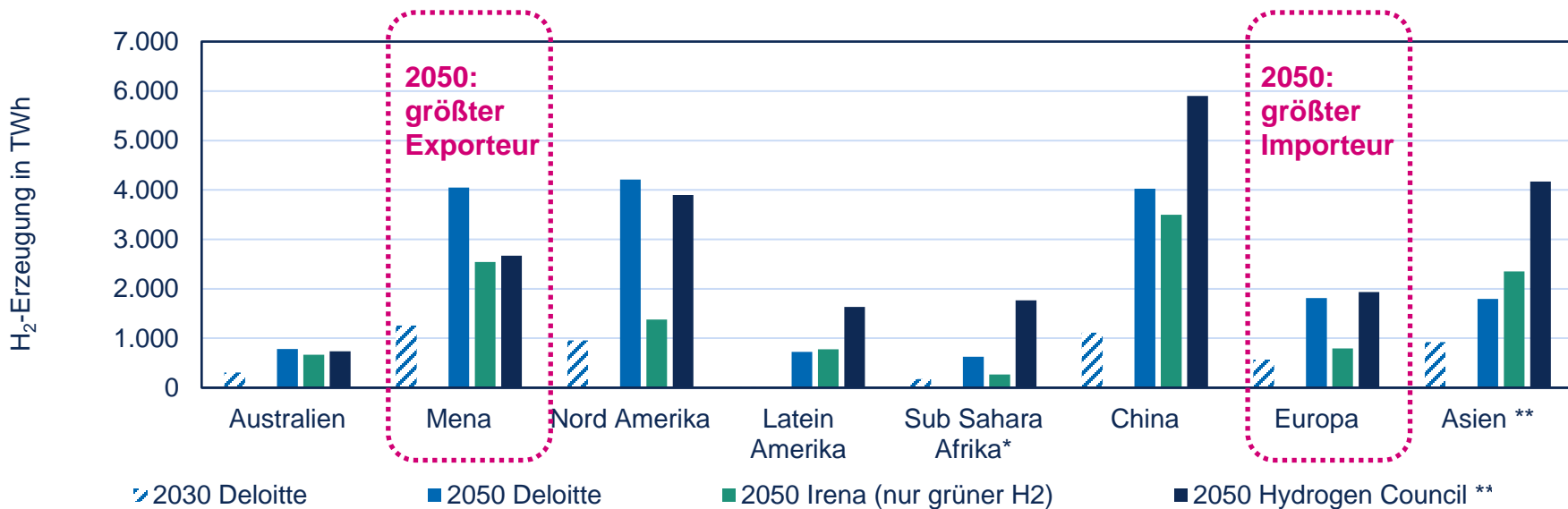
- ↘ weltweit wird der Bedarf an klimafreundlichem H₂ gedeckt werden können
- ↘ regional werden Importe notwendig sein



Quelle: DVGW

Regionale Wasserstoffherzeugung nach techno-ökonomischen Studien

In welchen Regionen wird klimafreundlicher H₂ zukünftig erzeugt?



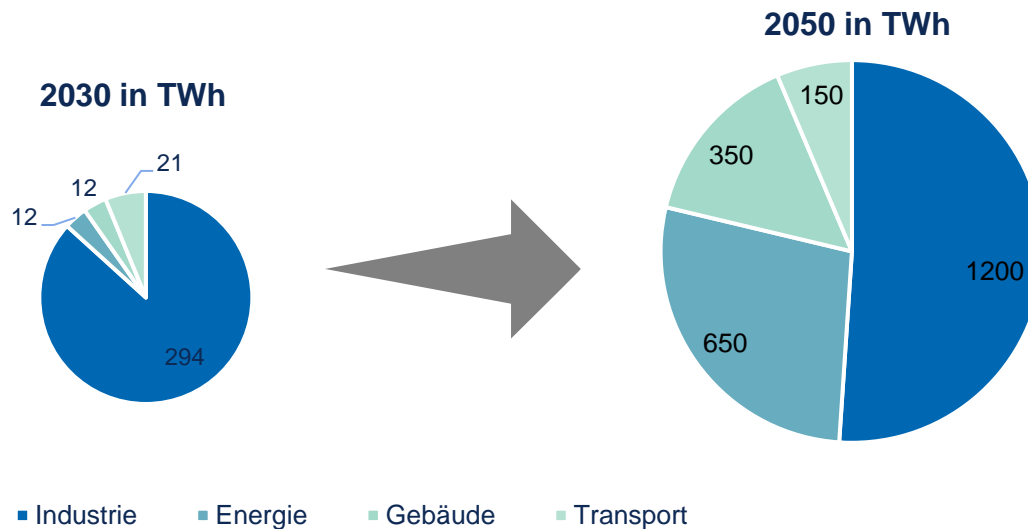
Quelle: DVGW

*Nordafrika in Sub-Sahara-Afrika enthalten für Hydrogen Council

**Asien ohne China

In welchen Sektoren wird H₂ zukünftig benötigt?

- größter Sektor: Industrie
- Klimafreundlicher H₂-Bedarf in 2050 das 7-Fache
- 2050 H₂ auch in Energiesektor wichtig



Quelle: DVGW basierend auf Daten von European Hydrogen Backbone

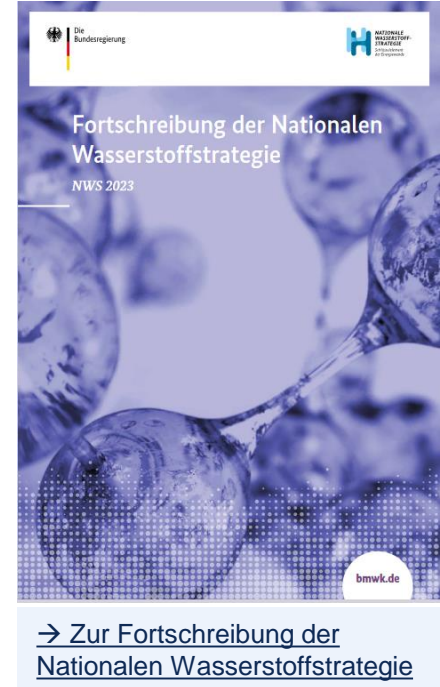
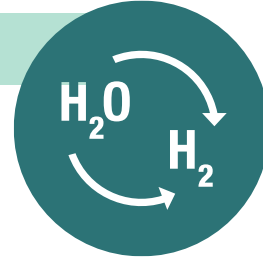
Was ist die H₂-Strategie Deutschlands?

Update der NWS im Juli 2023:

- ↘ 10 GW installierte Elektrolyseur-Kapazität
→ 28 TWh H₂ pro Jahr

Prognostizierter H₂-Bedarf in Deutschland bis zu Jahr 2030:

- ↘ 95-130 TWh
- ↘ 50-70 % gedeckt durch Importe



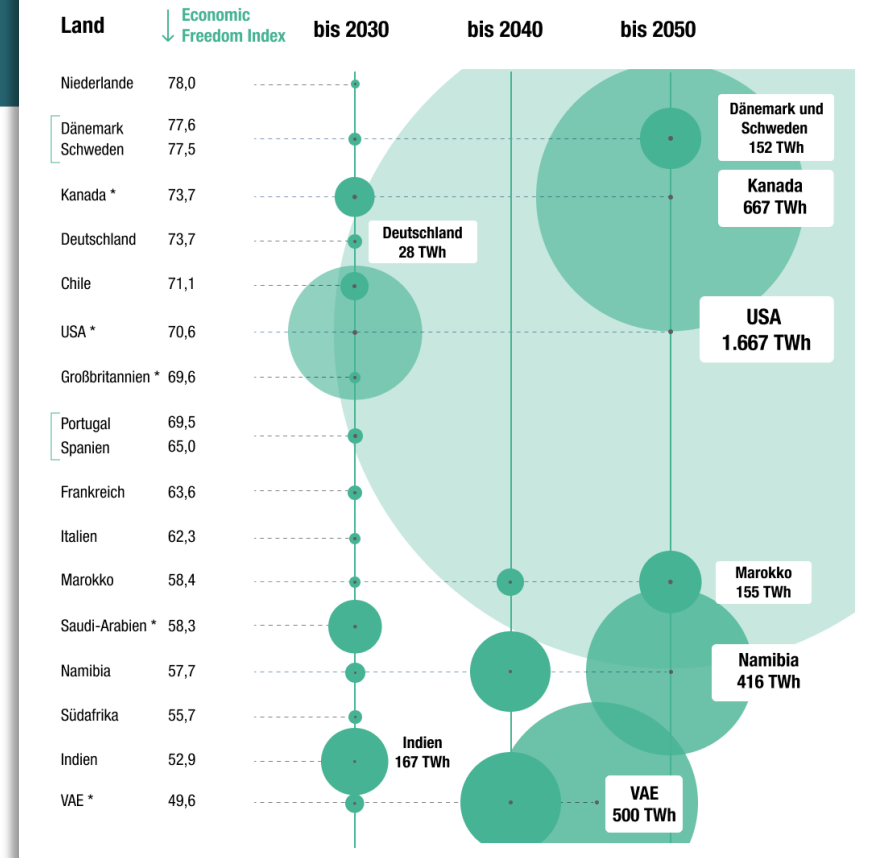
Ausbauziele gemäß nationaler Wasserstoffstrategien

Was für Ziele verfolgen andere Nationen?

höchsten Ausbauziele 2030:

- USA (333 TWh grüner und blauer H₂)
- Indien (167 TWh grüner H₂)
- Saudi-Arabien (133 TWh grüner und blauer H₂)
- Zum Vergleich: DE 28 TWh grüner H₂

Quelle: DVGW basierend auf den Strategien der einzelnen Länder



● Größe des Wasserstoffausbaus

* Ausbauziele berücksichtigen sowohl grünen als auch blauen Wasserstoff

Weitere Informationen zum Economic Freedom unter Index <https://www.heritage.org/index/>

Entwicklungsstand H₂-Derivate für den Schiffstransport

Welche Technologien gibt es?



Flüssigen Wasserstoff (LH₂)



Ammoniak (NH₃)



Liquid Organic Hydrogen Carrier (LOHC)



Methanol CH₃OH (MeOH)



Flüssiges Methan CH₄ (Green LNG)

H₂-Derivate

LH₂
verflüssigter
Wasserstoff

NH₃
Ammoniak

LOHC
Liquid Organic
Hydrogen Carrier

MeOH
Methanol

Green LNG
verflüssigtes
synthetisches Methan

Technologiereifegrad nach NASA

Konzeption

1 - 3

Validierung

4 - 5

Prüfung & Prototyp

6 - 7

Betriebsbereit

8 - 9

Exportland

Verflüssigung

NH₃-Synthese

Hydrierung

Methanol-
Synthese

CO₂ zur Methanol-Synthese
und Methanisierung

Methanisierung

Transport

Importland

Regasifizierung

NH₃-Cracking

Dehydrierung

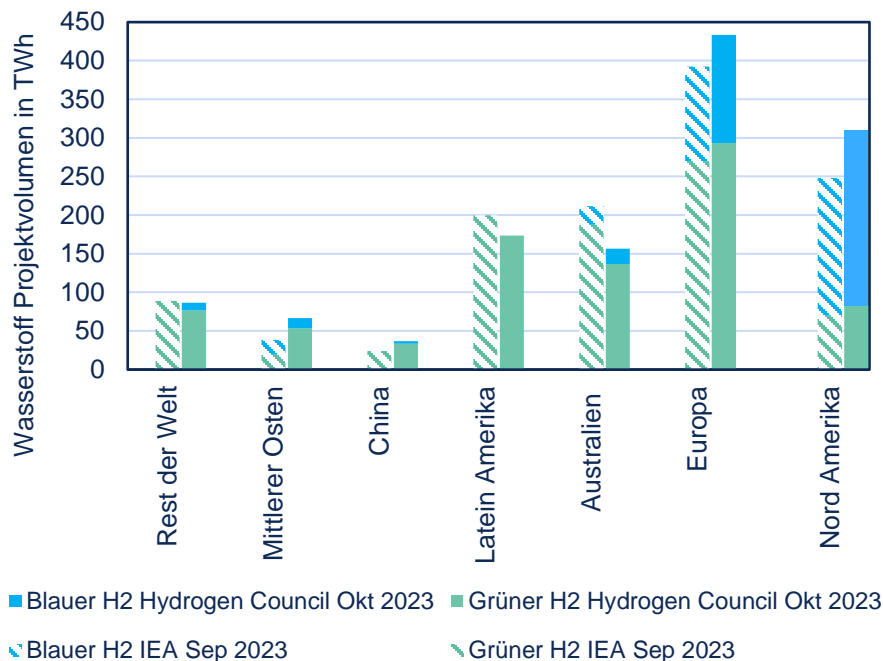
Methanol-
Reformierung

Methan-
Reforming

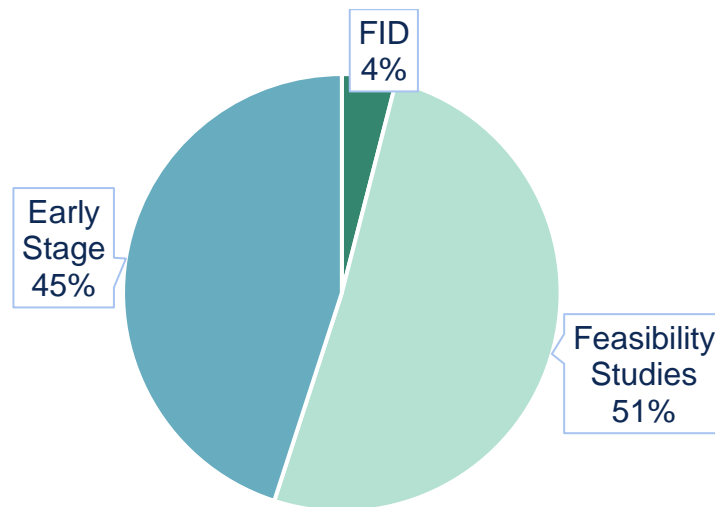
Quelle: DVGW

Große Dynamik bei angekündigten Projekte zur Wasserstoffherzeugung (nach Erzeugungskapazitäten und Regionen)

Projekte nach Region und Erzeugungskapazitäten



Status der Projekte

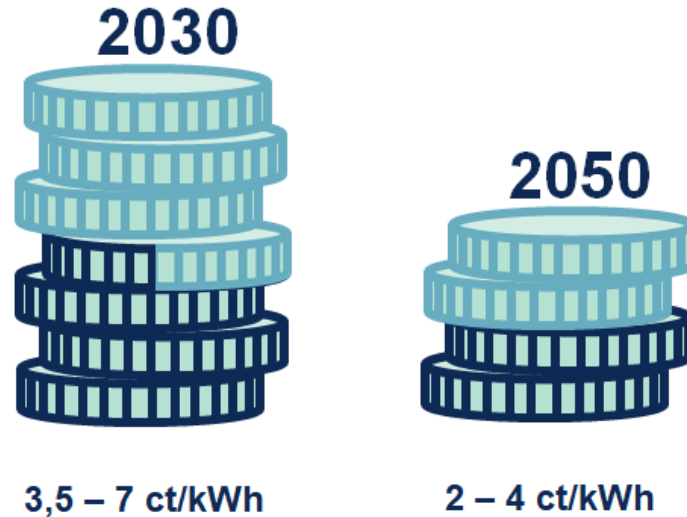


Quelle: DVGW nach IEA (2023)

Gestehungskosten der Wasserstoffherzeugung

Was kostet die Erzeugung von grünem Wasserstoff?

- ↘ Erwartete Kosten sinken bis 2050
- ↘ Stromkosten und Elektrolyseur-Kosten bestimmen grünen Wasserstoffpreis



Quelle: DVGW nach dena (2020) und IRENA (2022)

Transport- und Umwandlungskosten für H₂ und H₂-Derivate

Was kostet der Import?

Distanz < 5.000 km

- ↳ Gasförmiger H₂ Pipelinetransport



1-3 ct/kWh

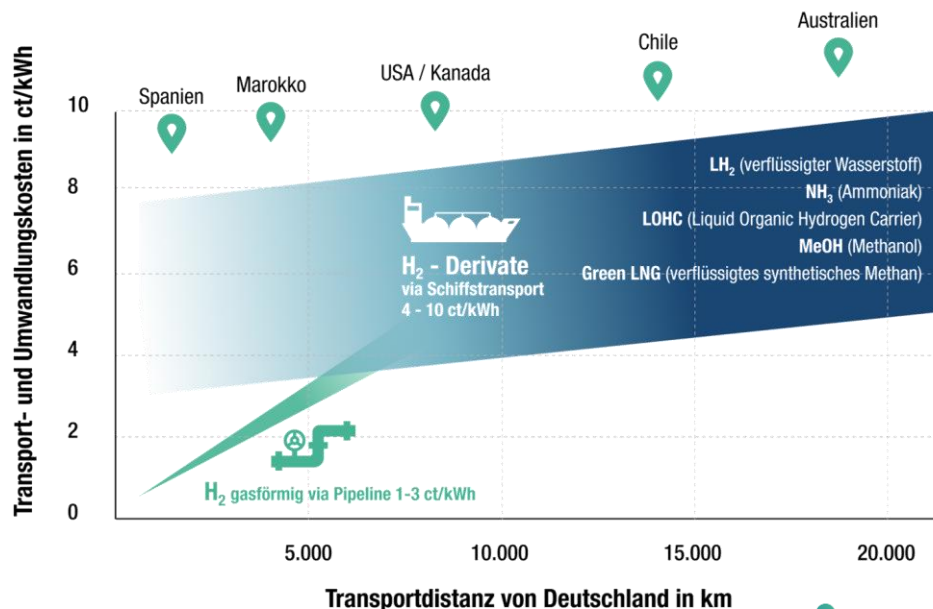
Distanz > 5.000 km

- ↳ Als LH₂, NH₃, LOHC, MeOH, Green LNG



4-10 ct/kWh

Transportkosten für H₂ und H₂-Derivate

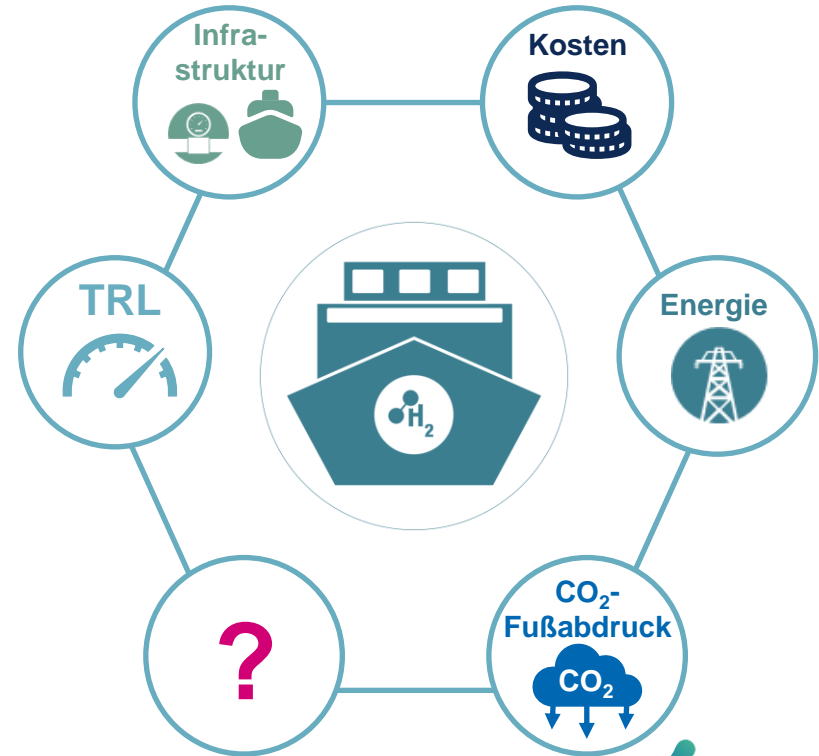


Quelle: DVGW basierend auf Daten von Acatech (2022) und Ortiz et al. (2022)

Zur Bewertung von H₂-Importoptionen gibt es nicht "das eine" Kriterium!

Welche Kriterien sind wichtig?

- TRL (Technologiereifegrad) der benötigten Verfahren
- Kosten (Gestehungskosten im Exportland, Transport- und Umwandlungskosten)
- Bestehende und benötigte Infrastruktur (Schiffe, Hafenanlagen, Pipelines)
- Energiebedarf
- CO₂-Fußabdruck (THG-Emissionen entlang der Wertschöpfungskette)



Was zeigen uns die Daten?

- ✓ weltweit ausreichendes Erzeugungspotenzial für den globalen Wasserstoffbedarf
- ✓ Europa und Deutschland zukünftig auf Importe angewiesen
- ✓ viel Bewegung in der Projektpipeline, aber ein Vielfaches an Initiativen und Investitionen für den Wasserstoffhochlauf notwendig
- ✓ Pipelinetransport am günstigsten für Distanzen bis zu 5000 Kilometern
- ✓ Verhältnis von Erzeugungs- und Transportkosten entscheidend, nicht die Entfernung
→ entscheiden für z.B. Nordamerika oder Australien als Lieferregionen
- ✓ einige Logistikrouten schon recht weit, aber noch Entwicklungsbedarf



Welche Hürden existieren für den Wasserstoffimport?

Zügiger Aufbau von speziellen Terminals

- Terminals im für Energieimporte notwendigen Maßstab sind bisher noch nicht vorhanden
- nur vereinzelt Projekte für den Aufbau von Ammoniak- und LOHC-Terminals

→ **mehr Investitionen und Pläne**

Ausreichende Schiffskapazitäten für den Transport

→ **Ausreichende Anzahl und Größe von Schiffen für den Transport der Wasserstoffderivate**

Rückgewinnung von Wasserstoff aus den Derivaten

- Stand heute: nur Erfahrungen mit dem Betrieb kleinerer Anlagen

→ **Anlagen in industriellem Maßstab und in für Energieimporte angemessener Größe**

Ausbau einer CO₂-Transportinfrastruktur

- für die Erzeugung der Wasserstoff-Derivate Methan und Methanol und blauen Wasserstoff sowie für Kohlenstoffderivate
- Abtrennverfahren von CO₂ für alle Industriezweige

Was braucht es?

- ✓ **Investitionssicherheit** durch definierte und verlässliche Ordnungsrahmen, um weitere Initiativen und Projekte für den Ausbau der Wasserstoffherzeugung sowie der Import- und Export-Infrastrukturen anzustoßen und voranzutreiben
- ✓ **Förderung von Forschung und Technologieentwicklung** für die Synthese von Derivaten und die Rückgewinnung von Wasserstoff
- ✓ Akzeptanz für **alternative klimafreundliche Wasserstoffarten** (wie z. B. blauen H₂) als Brückentechnologie sowie Aufbau entsprechender Erzeugungskapazitäten und Infrastrukturen – auch für CO₂
- ✓ Ausweitung und Konkretisierung von **internationalen Kooperationen** und mittel- bis langfristigen **Lieferabkommen**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Christiane Staudt
Projektingenieurin DVGW-Forschungsstelle
am Engler-Bunte-Institut des KIT
staudt@dvwg-ebi.de



Dr. Stefanie Schwarz
Fachl. Leiterin Wissenschaftskommunikation
DVGW e.V.
stefanie.schwarz@dvwg.de

Weitere Informationen zu finden unter: www.dvgw.de/h2-import



Anhang

H₂-Gestehungskosten

