

# Potenziale für Importe von Wasserstoff

Fachreferat auf den 12. Niedersächsischen Energietagen –  
Wasserstoff – ein Schwergewicht der Energiewende

5. November 2019



# Frontier ist eine sektorübergreifende ökonomische Beratung...

Regulierung

Strategie

Wettbewerb

Dispute  
services

Politik-  
beratung



Energie



Transport



Finanzdienst-  
leistungen



Gesundheit



Einzelhandel



Medien



Telekom-  
munikation

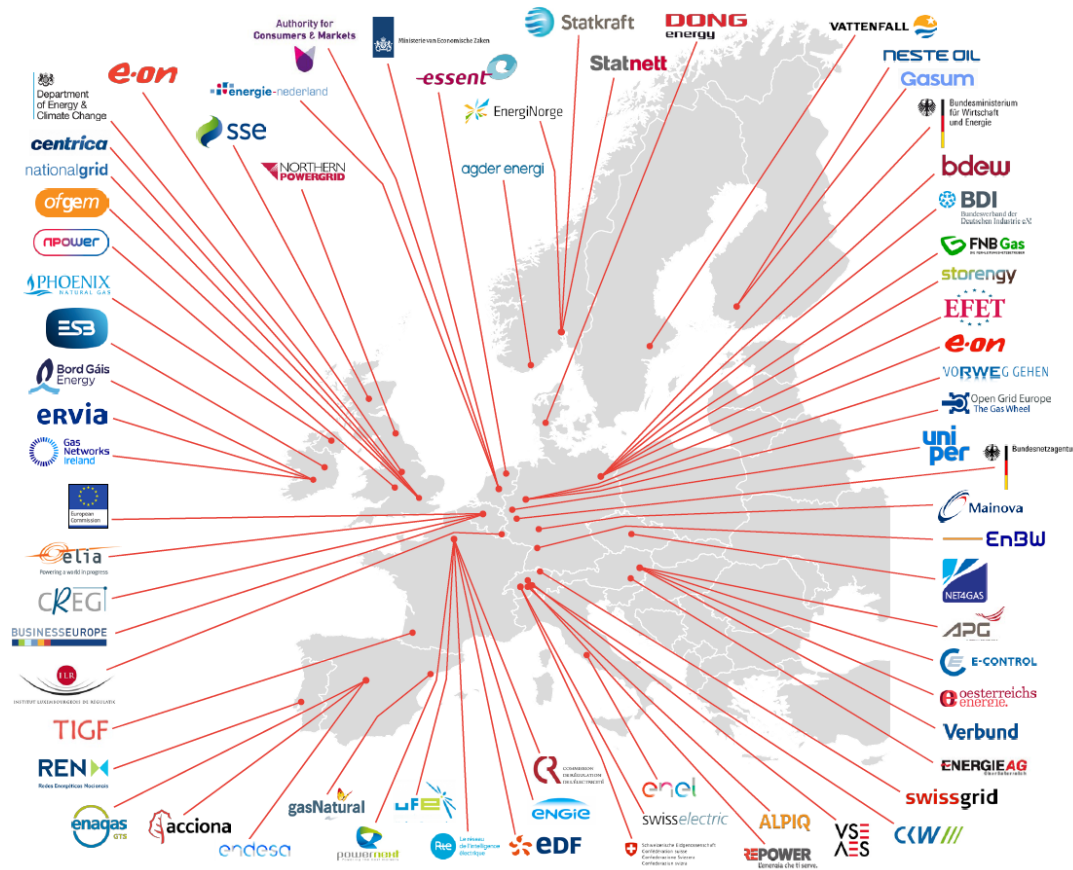


Wasser

- Frontier hat über 200 Berater in Berlin, Brüssel, Dublin, Köln, London, Madrid und Paris
- Energie ist die wichtigste Sektorexpertise, zudem Expertise in anderen Infrastrukturektoren
- Der Schwerpunkt unserer Energiearbeit liegt in Nordwesteuropa
- Regelmäßige Arbeit zu Erneuerbaren Energien, Power-to-X, Gasinfrastruktur und anderen Energiewendefragen
- Internationale Erfahrung mit Beratung von Politik, Behörden, privaten Unternehmen sowie Energiewirtschafts- und Industrieverbänden

... Energie ist unsere wichtigste Sektorexpertise.

# Im Energiesektor beraten wir...



... viele der wichtigsten Marktakteure in Europa

# Power-to-X ist seit mehreren Jahren ein Arbeitsschwerpunkt von Frontier

Auswahl



Analyse der Kosten von (importierten) synthetischen Kraftstoffen und synthetischen Gasen (2017-2018).



Erstellung einer internationalen Roadmap von PtX (Power-to-Gas oder Power-to-Liquid) in Bezug auf Nachfrage und Export, inklusive Länderbeispiele (2018).



Analyse der Vorteile des internationalen Handels mit synthetischen Kraftstoffen auf Basis erneuerbarer Energien (2018).



Studie über die zukünftige Rolle der Gasinfrastruktur unter Nutzung von grünem Gas, insbes. PtG (2018).



Metastudie zu Technologien zur Kopplung der Dekarbonisierung der Sektoren Strom, Wärme und Verkehr (2017-2018).



Analyse möglicher Szenarien für die Perspektiven der Gasinfrastruktur 2050. Insbesondere Vergleich der Kosten eines „All-Electric Szenario“ mit einem „Power-to-Gas-Szenario“ (2017).

## Eur. Energieunternehmen

Analyse potentieller Business Cases für Wasserstoff Elektrolyse in verschiedenen Sektoren



Ermittlung regulatorischer Hemmnisse bei der Entwicklung umweltfreundlicher Gastechnologien zur Unterstützung der Dekarbonisierung Europas im Jahr 2050 inklusive Empfehlungen zu deren Überwindung (2018).

## Automobilzulieferer

Beratung zur Wirtschaftlichkeit synthetischer Kraftstoffe zur Unterstützung des internen Strategieprozesses (2018).

# Agenda

---



Ausgangspunkt: Der zukünftige Wasserstoffbedarf wird ansteigen



Welche Optionen bestehen für die Bereitstellung klimaneutralen Wasserstoffs für den deutschen Markt?



Was ist zu tun?

# Verbrauch von Wasserstoff heute: Weltweit > 90% in Industrie, vor allem in Chemieindustrie und Raffinerien

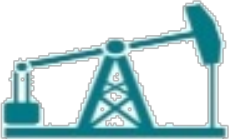











H<sub>2</sub>-  
Verbrauchsanteile  
in Industrie  
weltweit (2015)

INDUSTRY & MARKET SHARE	KEY APPLICATIONS	SUPPLY SYSTEM
 General Industry 1%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Semiconductor</li> <li>• Propellant Fuel</li> <li>• Glass Production</li> <li>• Hydrogenation of Fats</li> <li>• Cooling of electrical Generators</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Small on-site</li> <li>• Tube trailers</li> <li>• Cylinders</li> <li>• Liquid H<sub>2</sub></li> </ul>
 Metal Working 6%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Iron Reduction</li> <li>• Blanketing gas</li> <li>• Forming gas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cylinders</li> <li>• Tube trailers</li> </ul>
 Refining 30%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrocracking</li> <li>• Hydrotreating</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipeline</li> <li>• Large On-site</li> </ul>
 Chemical 63%	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ammonia</li> <li>• Methanol</li> <li>• Polymers</li> <li>• Resins</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipeline</li> <li>• Large On-site</li> </ul>

**Gesamt-  
verbrauch H<sub>2</sub> in  
DE ca. 20 Mrd. m<sup>3</sup>**  
 (ca. 1,5% des  
Energiebedarfs)  
 Vergleich: Erdgas-  
verbrauch ca. 80  
Mrd. m<sup>3</sup>

Kurz-/mittelfristig weiterhin primär Industrieverbrauch, aber langfristig Einsatz in vielen Sektoren denkbar

Schematisch!

Endenergieträger	Heute	Kurz- & mittelfristig	Langfristig
Öl			
Strom			
Erdgas			
Grünes Methan	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>	CH <sub>4</sub>
Grauer Wasserstoff	H <sub>2</sub>	 H <sub>2</sub>	 H <sub>2</sub>
Klimaneutraler Wasserstoff	H <sub>2</sub>		 H <sub>2</sub>

Kurz- & mittelfristig v.a. Substitution von grauem durch klimaneutralen H<sub>2</sub> in Industrie (?)

Langfristig auch Substitution von Öl & Erdgas durch klimaneutralen H<sub>2</sub> in Verkehr etc.

# Agenda

---



Ausgangspunkt: Der zukünftige Wasserstoffbedarf wird ansteigen



Welche Optionen bestehen für die Bereitstellung klimaneutralen Wasserstoffs für den deutschen Markt?



Was ist zu tun?



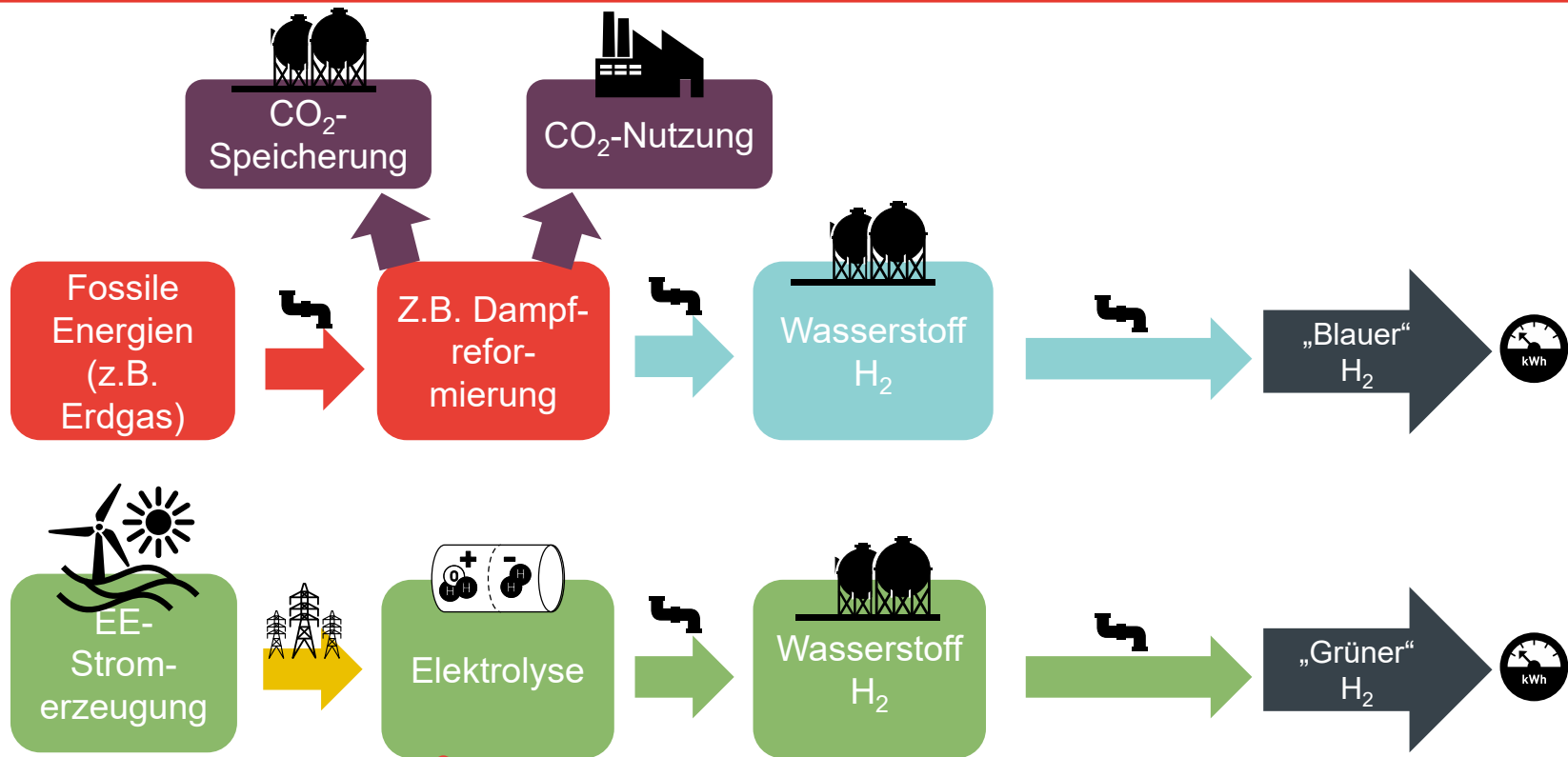
Heute etwa 96% weltweit aus fossilen Energieträgern (v.a. Erdgas), 4% aus Elektrolyse\*

Tab. 1: Herstellungsmenge von Wasserstoff in Milliarden Nm<sup>3</sup>

	Deutschland	Welt
Dampfreformierung von Erdgas oder Naphta	6	190
Partielle Oxidation von Schweröl	3	120
Petrochemie: Benzinreformierung	2,5	90
Petrochemie: Ethylenproduktion	3,6	33
Sonstige chemische Industrie	0,9	7
Chlor-Alkali-Elektrolyse	0,9	10
Kohlevergasung (Koksgas)	2,1	50
Gesamt	19	500

Quelle: <http://www.hydrogeit.de/wasserstoff.htm>

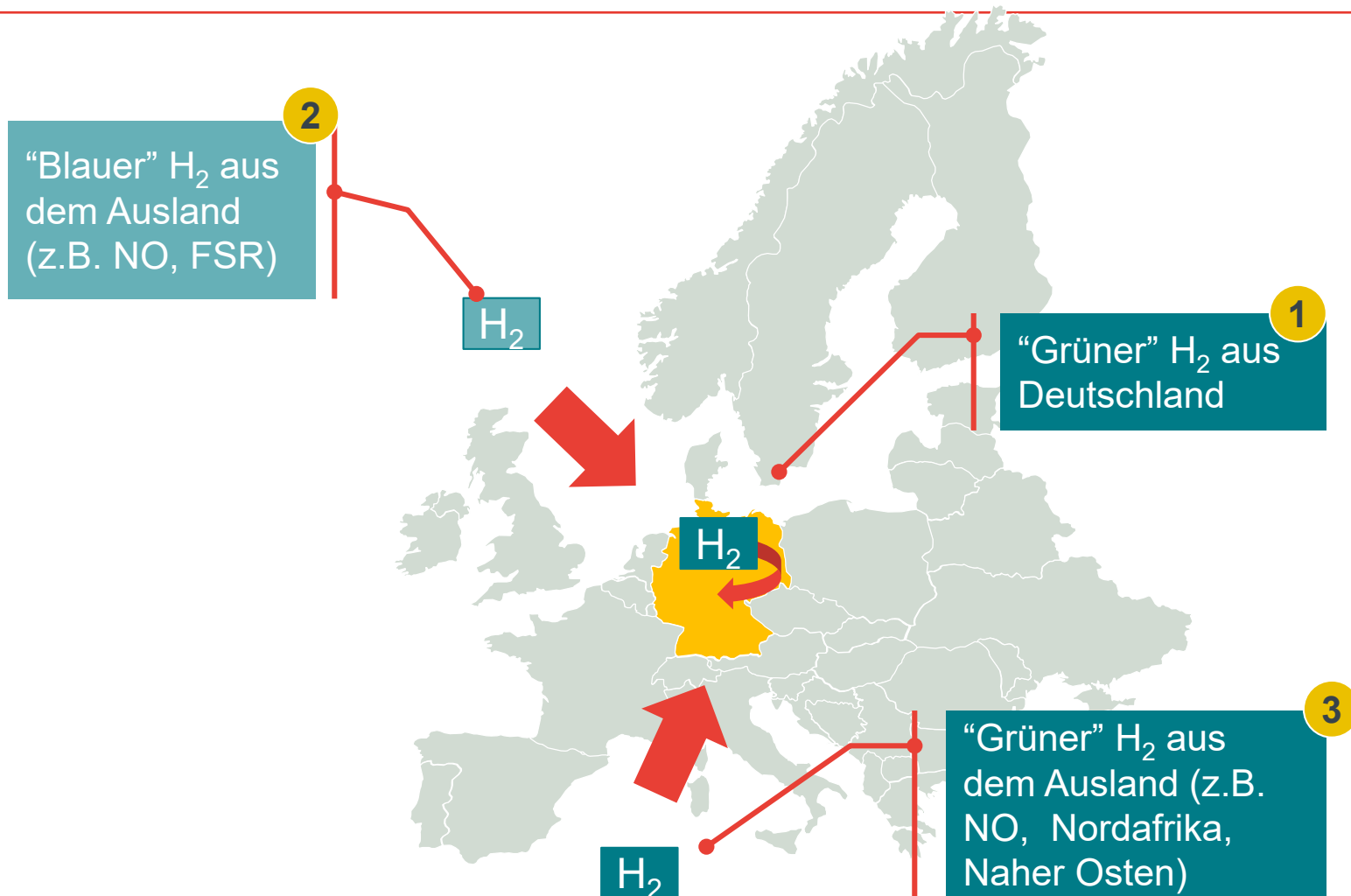
## Zukünftig: CO<sub>2</sub>-neutraler Wasserstoff durch Fossile (plus CCS/CCU) und/oder Elektrolyse aus EE-Strom



### Elektrolyse-Technologien:

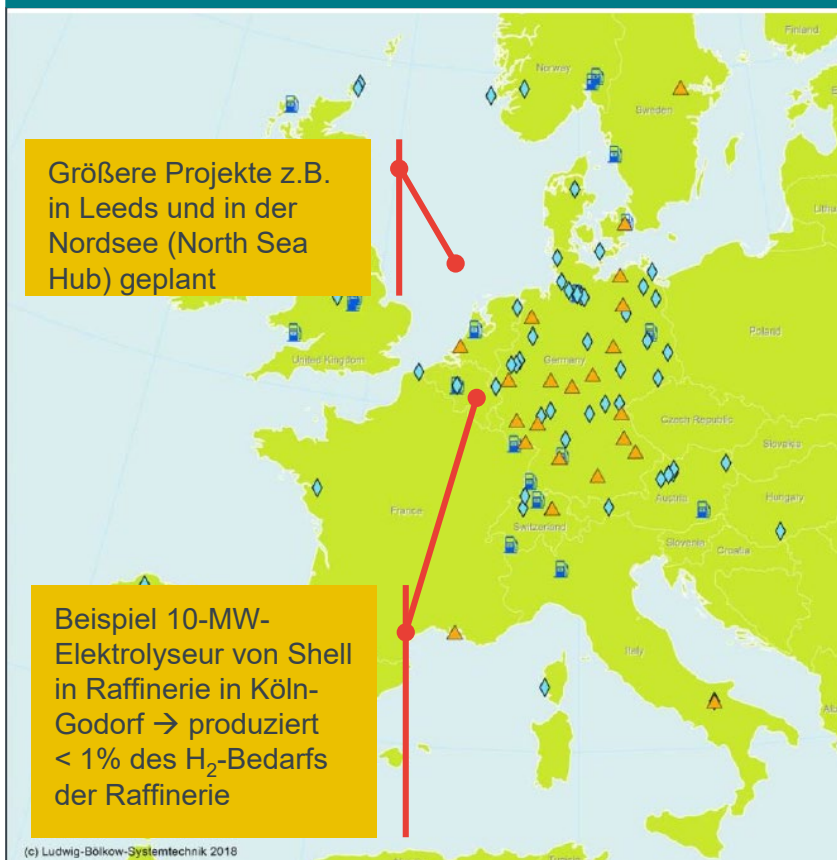
- Alkali-Elektrolyse (kommerziell erhältlich)
- PEM-Elektrolyse
- Hochtemperatur-Elektrolyse (im Entwicklungsstadium)

# Mögliche Optionen für die Bereitstellung klimaneutralen Wasserstoffs für den deutschen Markt

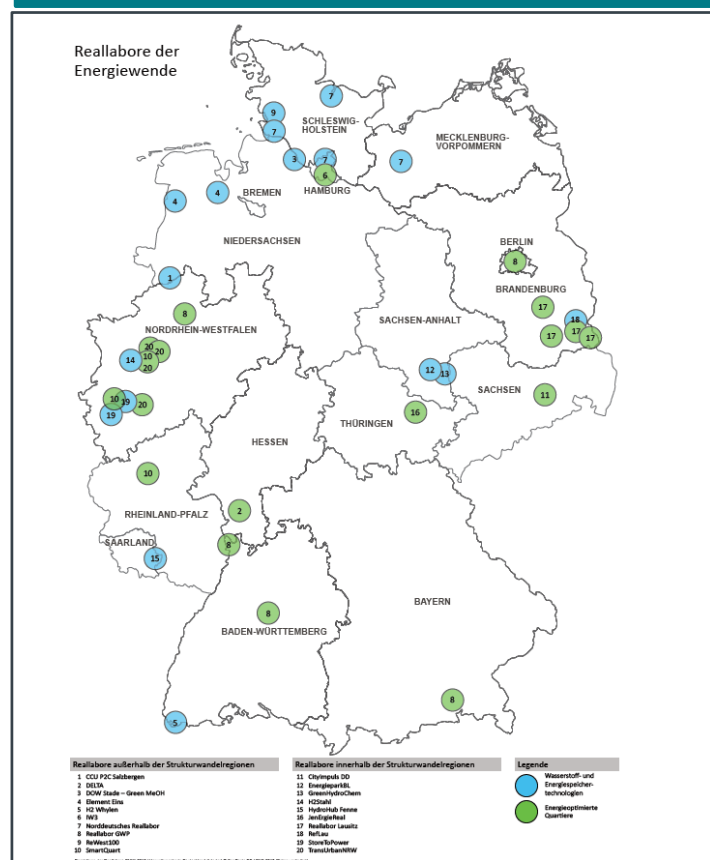


# Derzeit Pilotanlagen für Power-to-H<sub>2</sub> in EU/DE für lokalen Einsatz, aber noch nicht im industriellen Maßstab

## PtX-Projekte in Europa



## Projekte „Reallabore“ in DE



Quelle: Trinomics (2018) The role of Trans-European gas infrastructure in the light of the 2050 decarbonisation targets, basierend auf LBST Datenbank

Quelle: <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/reallabore-der-energiewende-karte.html>

# Hohe Potentiale für Importe von klimaneutralem H<sub>2</sub> z.B. auf Basis von Erdgas aus dem Ausland (z.B. NO, FSR)

## H<sub>2</sub> aus Erdgas aus Norwegen?

- Große Gasreserven (über 1700 Mrd. m<sup>3</sup>)
- Hohe Erdgasförderung (ca. 120 Mrd m<sup>3</sup>/a)
- Ausgebaute Gas-Infrastruktur in die EU
- Erfahrung mit CCS / Carbon Storage
- Hohes Potenzial an CO<sub>2</sub>-Senken im Continental Shelf
- Erfahrung mit Pilotprojekten - Beteiligung am H<sub>2</sub>-Projekt in Leeds

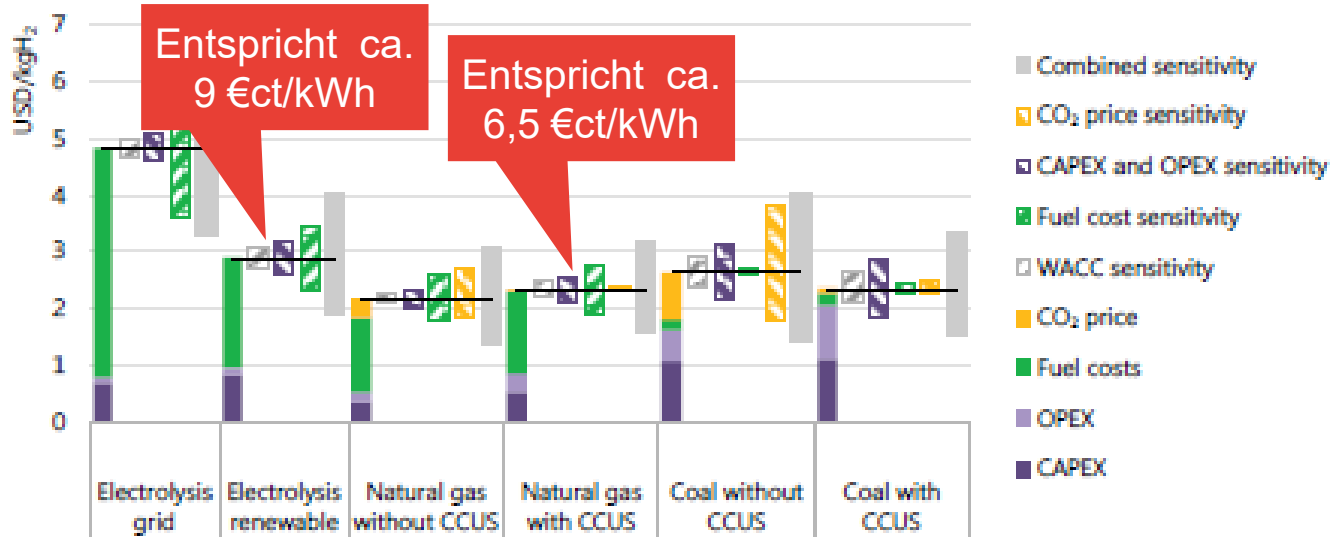


Source: Norwegian Petroleum Directorate, available at <https://www.norskpeterolium.no/en/production-and-exports/the-oil-and-gas-pipeline-system/>, last downloaded 03/09/2018.

# Kostenseitig ist „blauer“ Wasserstoff relativ konkurrenzfähig

Excl. Steuern (auf Brennstoffe und Strom) und ohne Verteilungskosten

Figure 16. Hydrogen production costs for different technology options, 2030



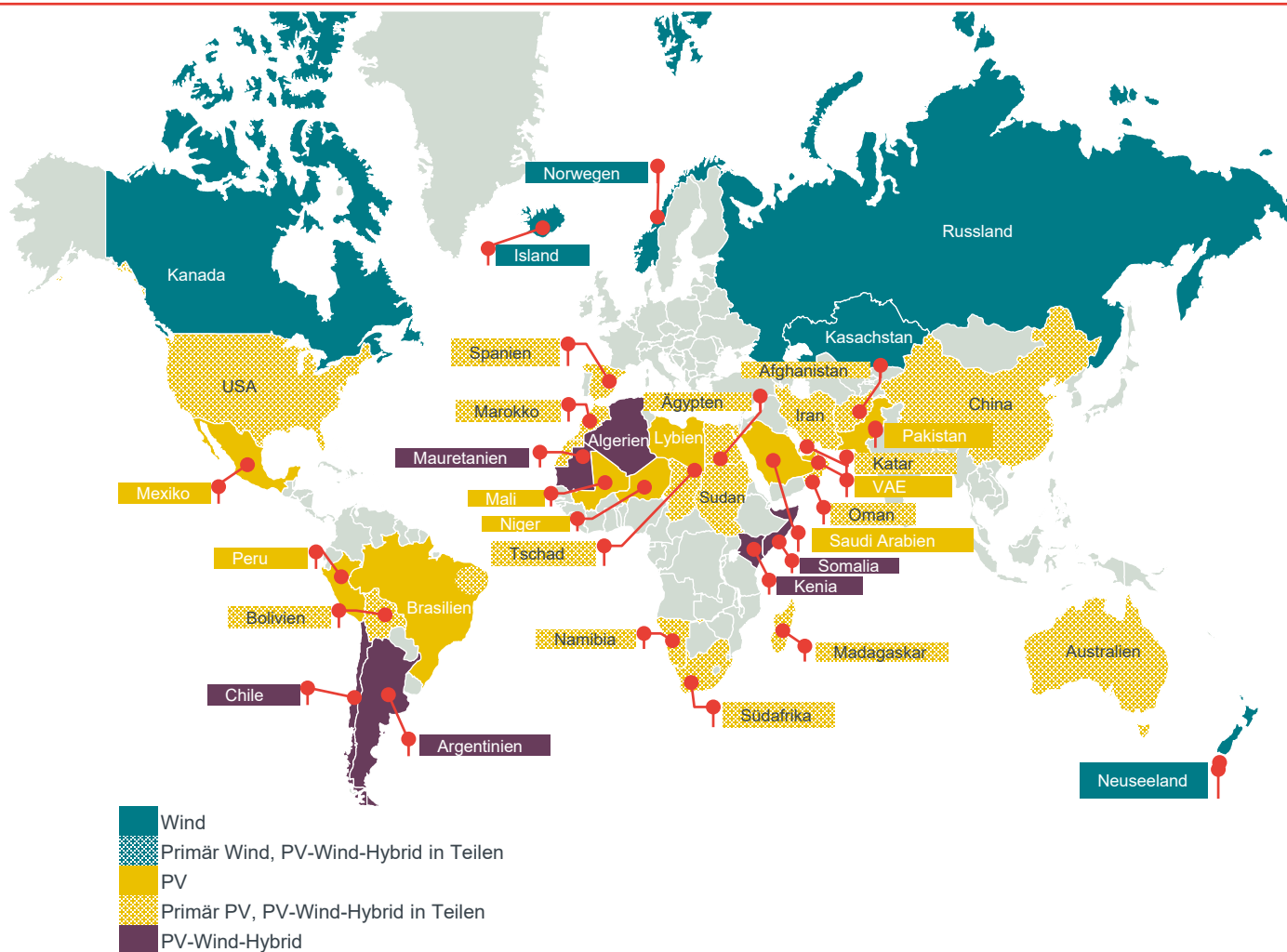
Notes: WACC = weighted average cost of capital. Assumptions refer to Europe in 2030. Renewable electricity price = USD 40/MWh at 4,000 full load hours at best locations; sensitivity analysis based on +/-30% variation in CAPEX, OPEX and fuel costs; +/-3% change in default WACC of 8% and a variation in default CO<sub>2</sub> price of USD 40/tCO<sub>2</sub>, to USD 0/tCO<sub>2</sub>, and USD 100/tCO<sub>2</sub>. More information on the underlying assumptions is available at [www.iea.org/hydrogen2030](http://www.iea.org/hydrogen2030).

Source: IEA 2019. All rights reserved.

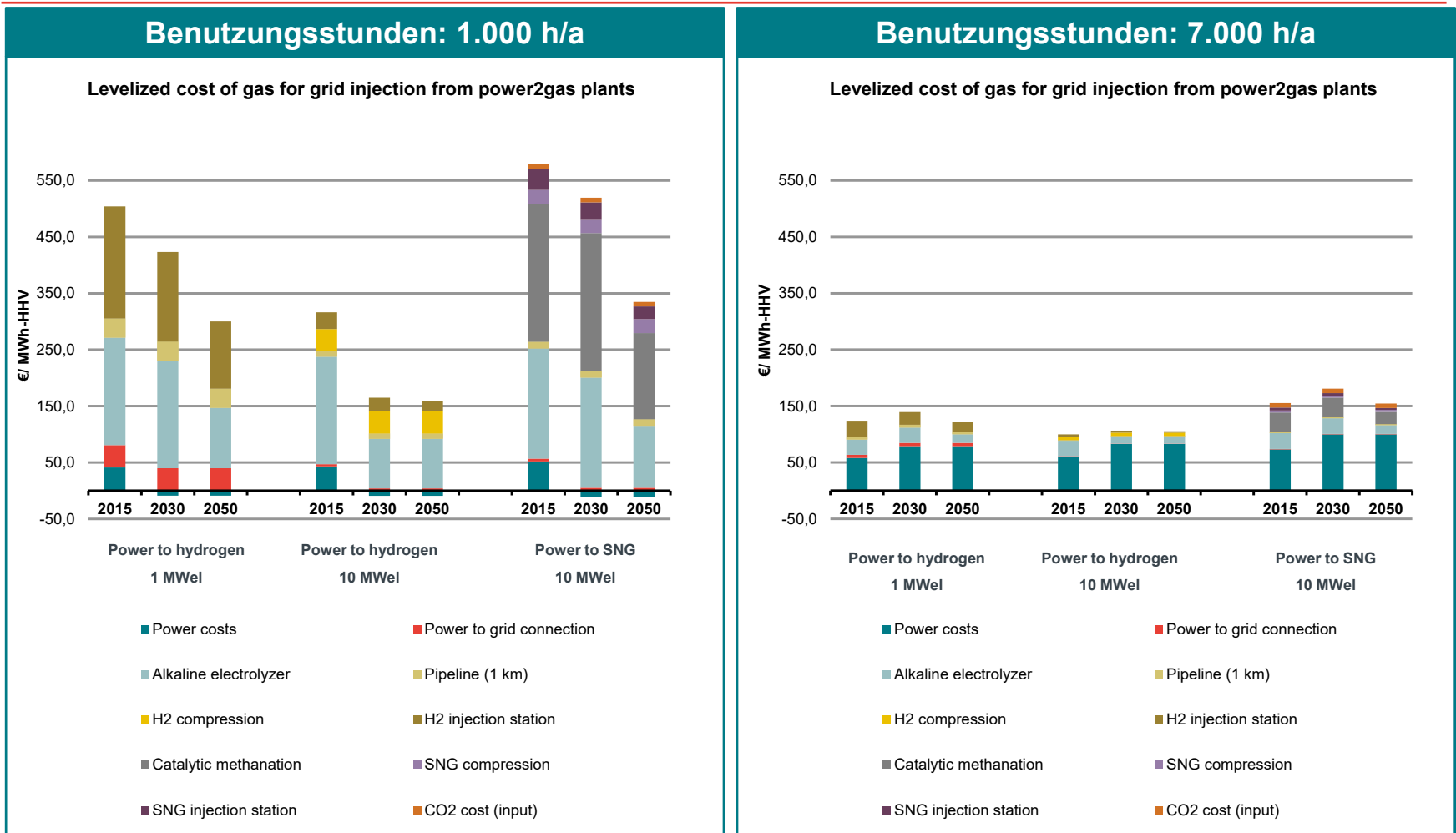
In the near term, hydrogen production from fossil fuels will remain the most cost-competitive option in most cases.

Source: IEA 2019

## Grüner Wasserstoff aus Erneuerbarem Strom könnte in vielen Regionen der Welt hergestellt werden



# Geringere EE-Erzeugungskosten und höhere Benutzungsstunden sind wesentlich für H<sub>2</sub>-Kosten aus EE

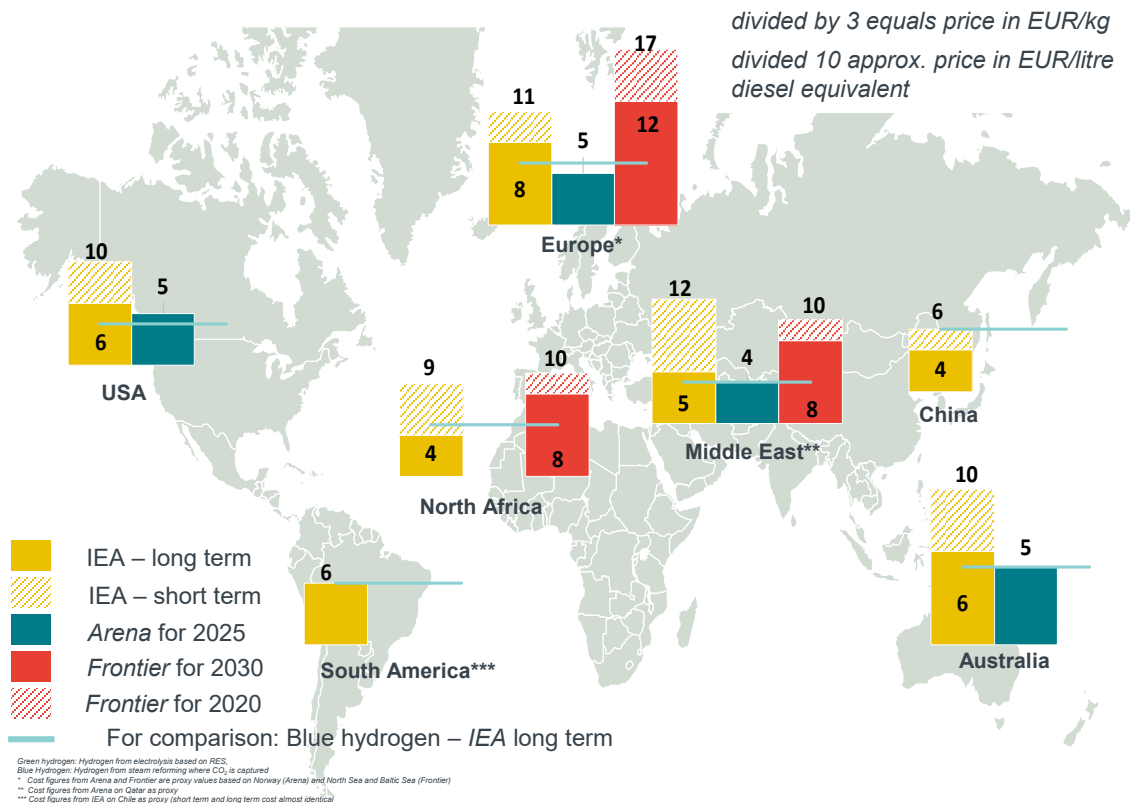


Source: Frontier Economics, own calculations.



# Herstellungskosten für grünen H<sub>2</sub> sind außerhalb Deutschlands häufig deutlich niedriger als innerhalb

## Herstellungskosten für grünen H<sub>2</sub> (ct/kWh)



Grüner H<sub>2</sub> heute noch nicht wettbewerbsfähig

- Großhandelspreis für Erdgas ~ 2ct/kWh
- Herstellkosten für grünen H<sub>2</sub>: 9-12 ct/kWh

Transportkosten?

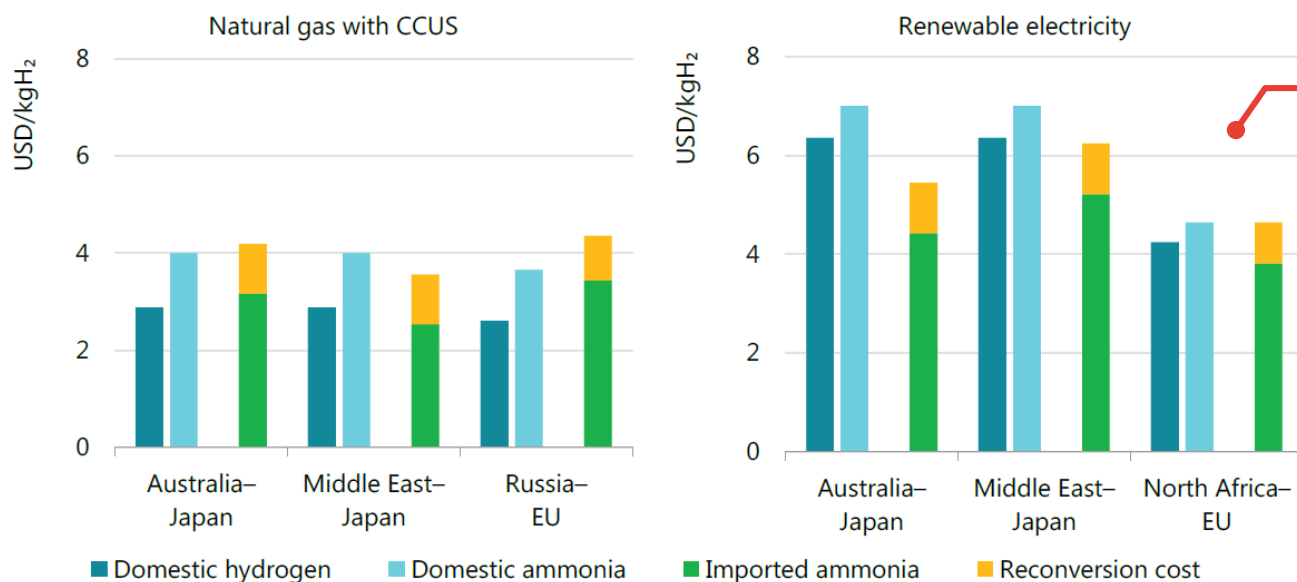
H<sub>2</sub> könnte aus verschiedenen Regionen nach Europa transportiert werden

- Transportkosten für H<sub>2</sub> sind Haupttreiber
- Hierzu zählen z.B. fixe Kosten für neue Infrastruktur (z.B. Verflüssigung)

Sources: IEA (2019) "Future of Hydrogen" using exchange rate 1.1 USD/EUR and convert 1kgH<sub>2</sub> to 33.3 kWh  
 ARENA (2018) "Opportunities for Australia from hydrogen exports" using exchange rate 1.6 AUD/EUR and convert 1kgH<sub>2</sub> to 33.3 kWh  
 Frontier/Agora (2018) values based on solar for North Africa and Middle East and wind for Europe

# Transportkosten bei Wasserstoff heute noch signifikant – Kostensenkungen zu erwarten

Figure 31. Comparison of delivered hydrogen costs for domestically produced and imported hydrogen for selected trade routes in 2030



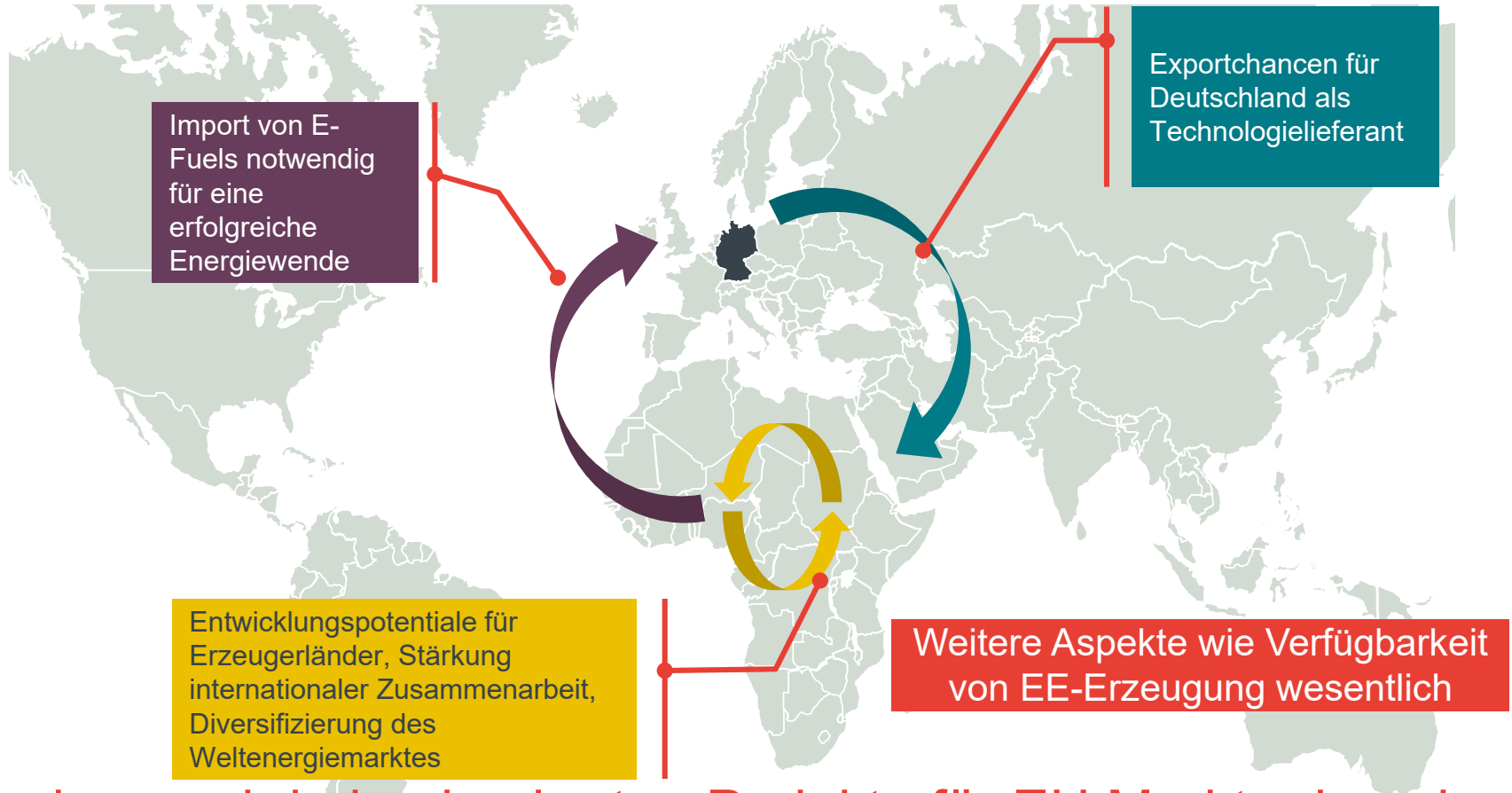
Note: "Domestic" cost is the full cost of hydrogen production and distribution in the importing country (i.e. Japan or the European Union). All costs assume 50 km distribution to a large industrial facility. More information on the assumptions is available at [www.iea.org/hydrogen2019](http://www.iea.org/hydrogen2019).

Source: IEA 2019

- Nach heutigem Stand: H<sub>2</sub> Importe im großen Stil eher perspektivisch
- Aber: Nutzung bestehender Importinfrastrukturen bietet Potenziale
- Und: Massive F&E Anstrengungen werden Treiber (u.a. Japan)



# Interesse der Marktakteure für internationale Kooperation ist groß,...



... aber noch keine konkreten Projekte für EU Markt erkennbar

# Agenda

---



Ausgangspunkt: Der zukünftige Wasserstoffbedarf wird ansteigen



Welche Optionen bestehen für die Bereitstellung klimaneutralen Wasserstoffs für den deutschen Markt?



Was ist zu tun?

# Der Aufbau einer CO<sub>2</sub>-neutralen Wasserstoffindustrie muss auf drei Säulen aufbauen...





## Dr. Jens Perner



+49 221 337 13 102



+49 176 641 00 11 4



[jens.perner@frontier-economics.com](mailto:jens.perner@frontier-economics.com)

Frontier Economics Ltd ist Teil des Frontier Economics Netzwerks, welches aus zwei unabhängigen Firmen in Europa (Frontier Economics Ltd) und Australien (Frontier Economics Pty Ltd) besteht. Beide Firmen sind in unabhängigem Besitz und Management, und rechtliche Verpflichtungen einer Firma erlegen keine Verpflichtungen auf die andere Firma des Netzwerks. Alle im hier vorliegenden Dokument geäußerten Meinungen sind die Meinungen von Frontier Economics Ltd.