

Auf dem Weg zur H₂-Wirtschaft: Perspektiven und Herausforderungen für die weitere Marktentwicklung von H₂ und Brennstoffzellen

Vortrag auf dem Wasserstofftag
Lampoldshausen



Die Entwicklung des globalen Marktes für Wasserstoff und Brennstoffzellen rückt derzeit (wieder) in den Fokus

Aktuelle Pläne zur Förderung der globalen H₂-Wirtschaft



China fördert Wasserstofftechnologien seit mehreren Jahren intensiv und erhöht die **Subventionen** massiv



Japan setzt die **Ziele** seiner ambitionierten **Wasserstoffstrategie** noch höher – diese sieht bis 2030 u.a. bereits **5,3 Millionen Brennstoffzellen in Häusern** vor



Südkorea möchte bis 2040 **6,2 Millionen Brennstoffzellen** auf die Straße bringen und **15 Gigawatt Strom** mit Brennstoffzellen erzeugen

Der **Internationalen Energieagentur (IEA)** zufolge ist aktuell der richtige Zeitpunkt, um das **Potenzial** von Wasserstoff für eine saubere, sichere und erschwingliche **energie-wirtschaftliche Zukunft** auszuschöpfen

Dabei sind in erster Linie die **Regierungen** zum Handeln aufgefordert

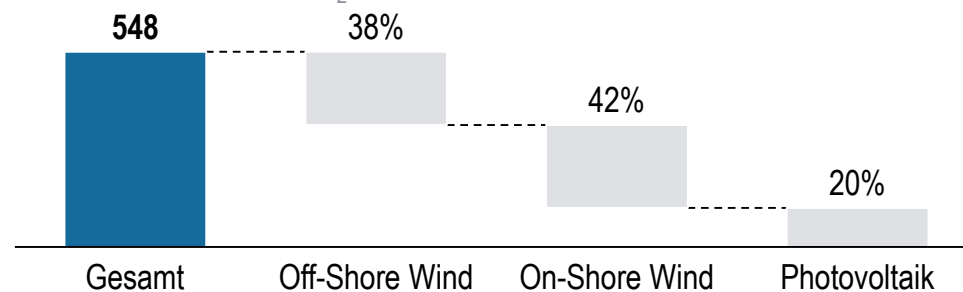
Die Dekarbonisierung unserer Energiesysteme ist eine zentrale Herausforderung – Wasserstoff kommt dabei eine Schlüsselrolle zu

Zukünftige Anforderungen an das Energiesystem am Beispiel Deutschlands

Strommix [Prognose für 2050¹⁾, TWh]

Annahme:

Im Jahr 2050 sind die CO₂-Emissionen um 80-95%²⁾ reduziert



1) Installationspläne der Regierung; 2) Im Vergleich zu 1990

Speicherbedarf für Überkapazität [TWh]

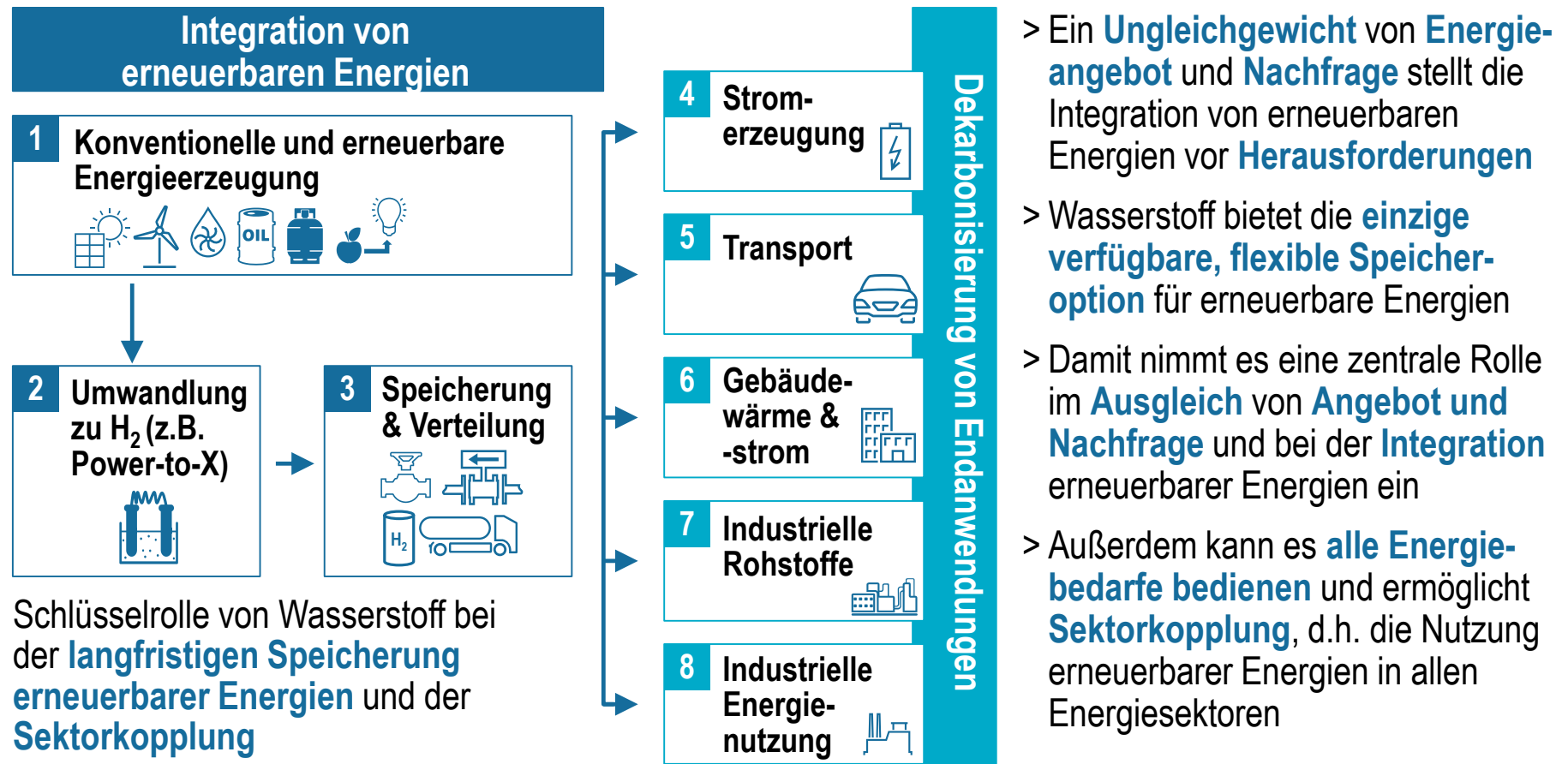


Hypothesen

- > **Massiver Anstieg des Energiespeicherbedarfs aufgrund sich ändernder Stromerzeugungsmuster** – sowohl langfristig als auch kurzfristig; Umfang, Zeitpunkt und Technologiemix ungewiss
- > **Ko-Existenz von Technologien aufgrund unterschiedlicher klimatischer, geografischer, wirtschaftlicher und regulatorischer Rahmenbedingungen** – wichtige Rolle von Batterien bei Kurzzeitspeicherung; Wasserstoff entscheidend für Langzeitspeicherung und großflächige, sektorübergreifenden Anwendungen
- > **Wichtige Industrieunternehmen steigen in Energiespeicherung & Anwendungen im Bereich Transport ein** – Erleichterung der Skalierung, Standardisierung und Analyse des wirtschaftlichen Potenzials; guter Zeitpunkt, um Potenzial der nächsten 5-10 Jahre zu analysieren

Aufgrund seiner Speicherfähigkeit wird Wasserstoff eine wichtige Rolle bei der Energiewende und Dekarbonisierung spielen

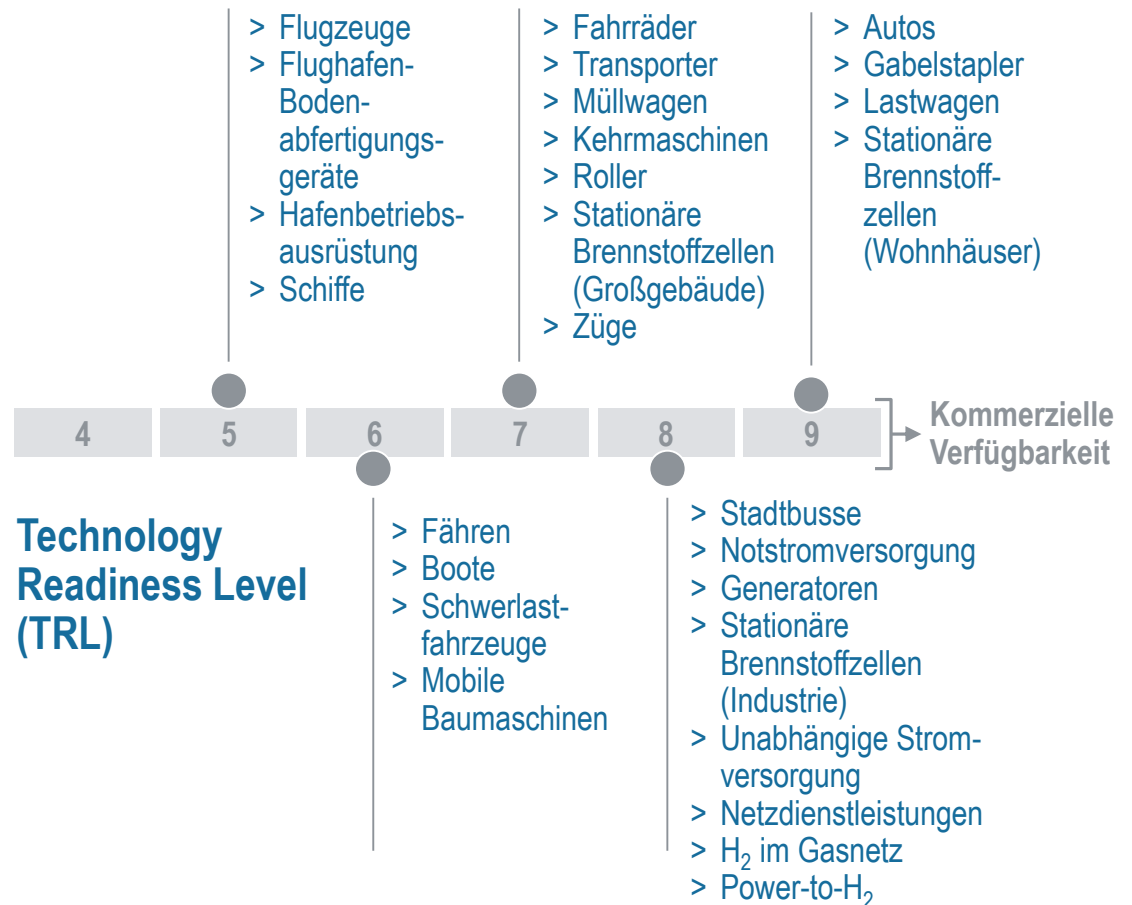
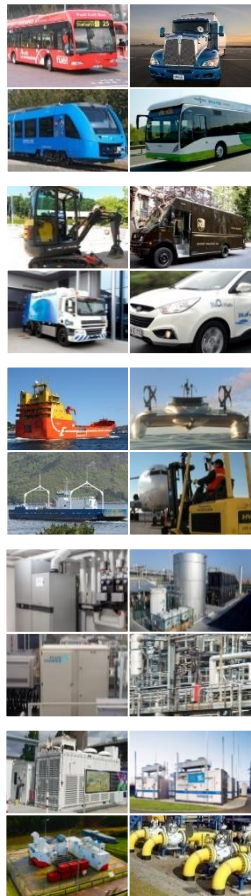
Zukünftige Rolle von Wasserstoff im Energiesystem



Wasserstoffanwendungen existieren derzeit in allen Anwendungsfeldern mit unterschiedlichem Reifegrad

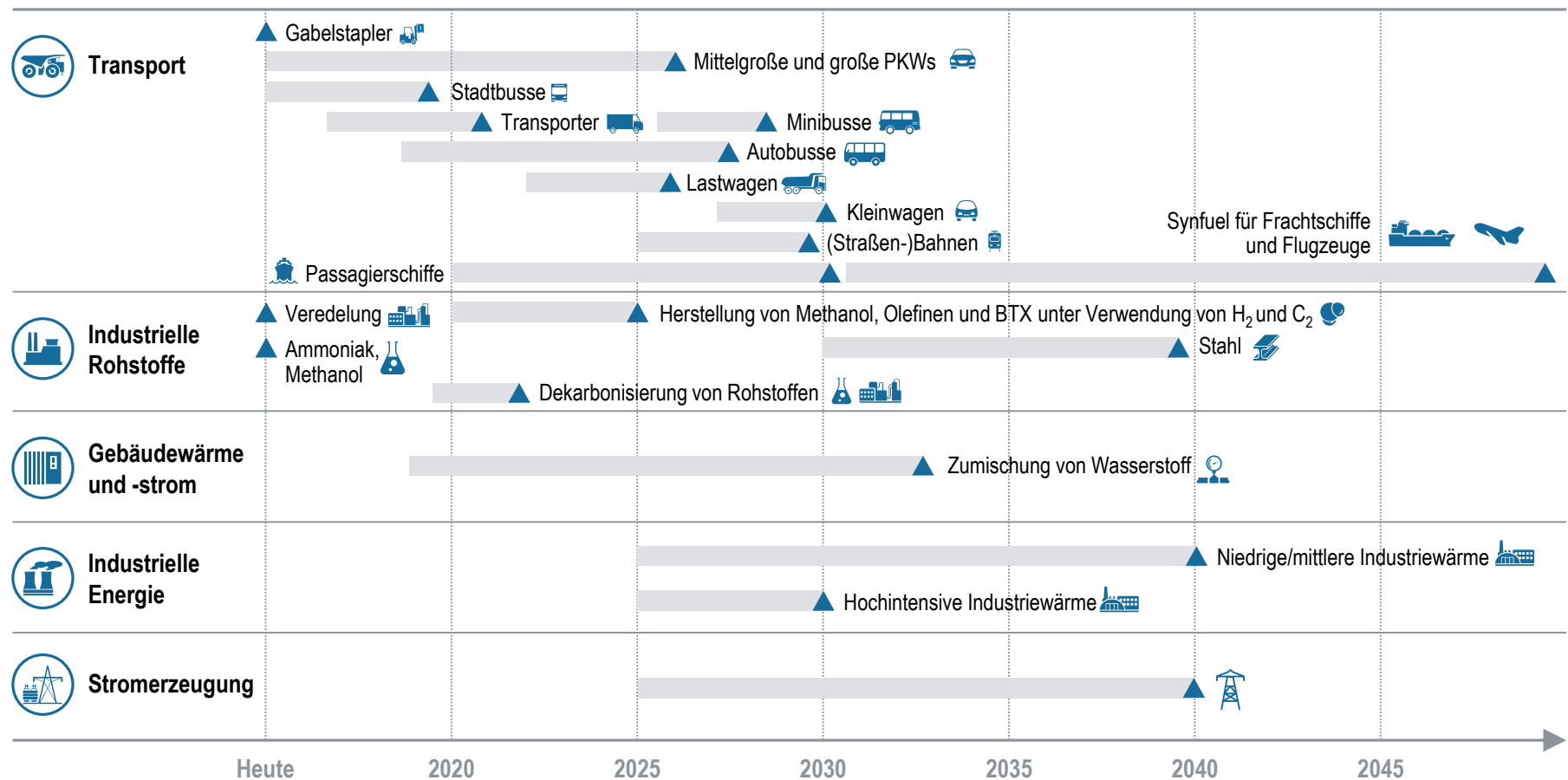
Status der Entwicklung unterschiedlicher H₂-Anwendungen

- 1** **Schwertransport**
- 2** **Leichte und mittelschwere Fahrzeuge**
- 3** **Schifffahrt & Luftfahrt**
- 4** **Stationäre Anwendungen**
- 5** **Energy-to-hydrogen**



Wasserstoff könnte in den kommenden Jahrzehnten vielseitig eingesetzt werden – Vorreiter ist Transportbereich

Möglicher Fahrplan für den Einsatz von Wasserstoff



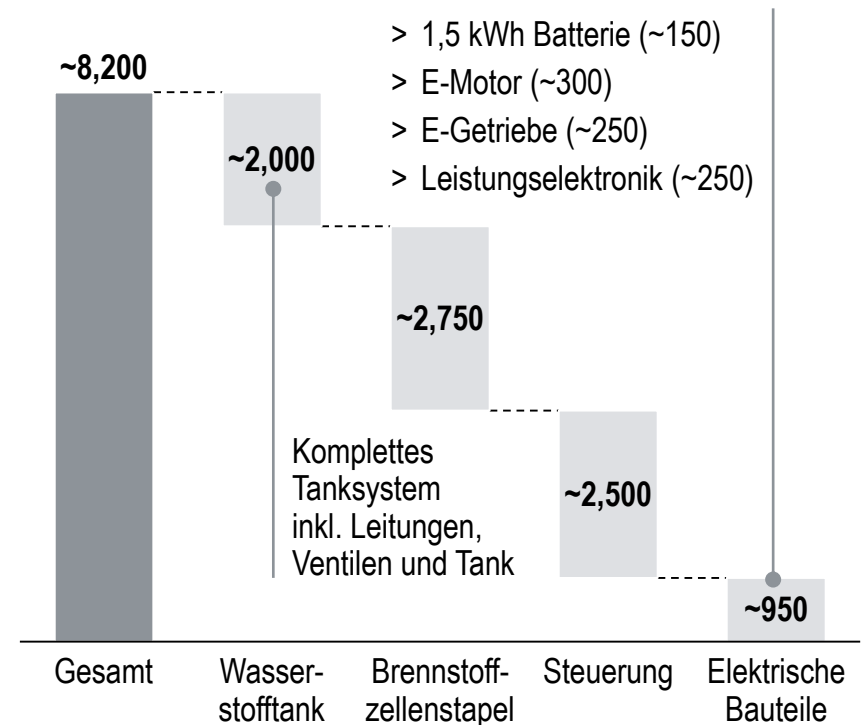
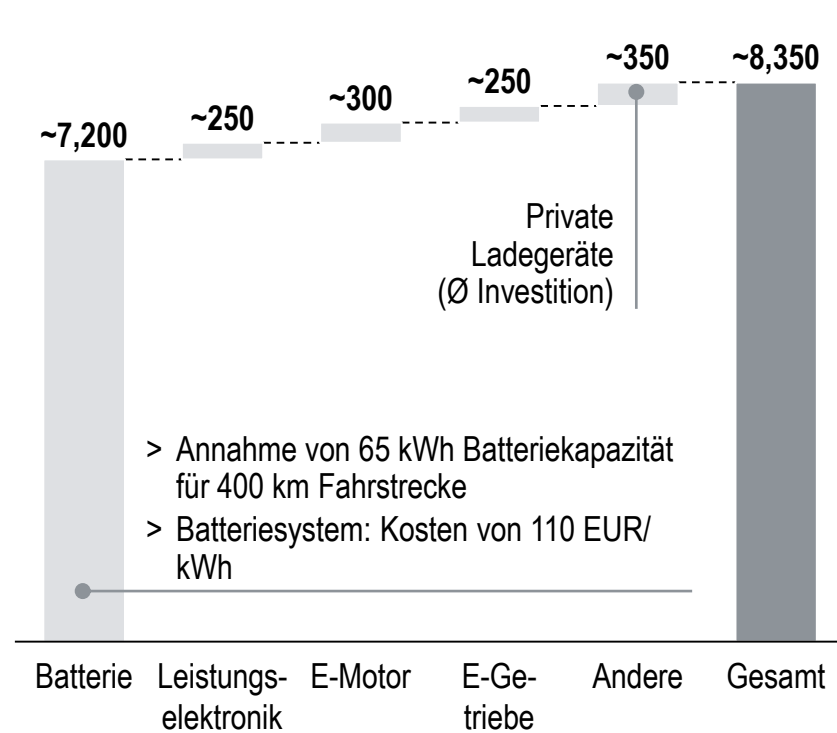
Kostengleichheit von Batterie- und H₂-betriebenen Fahrzeugen ist zukünftig möglich – Abhängig vom Produktionsvolumen

Kostenvergleich Batterie- und BZ-PKW [EUR]

Batteriebetriebenes Elektrofahrzeug Elektrisches Antriebssystem, Prognose 2025

Brennstoffzellenfahrzeug Kostensimulation für > 50.000 Einheiten

VS.

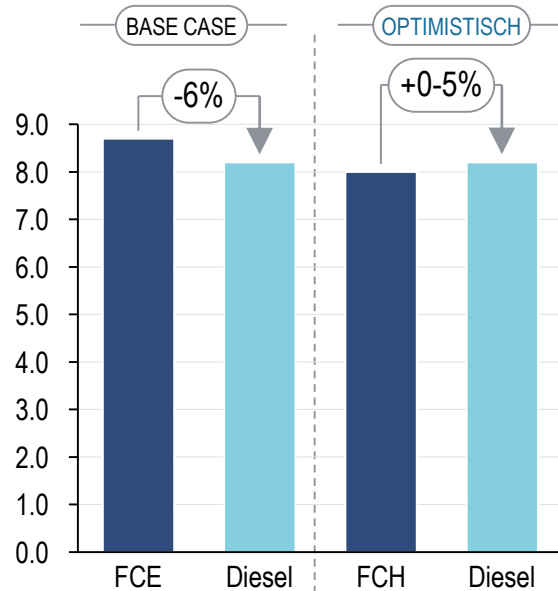


Auch im Schwerlastbereich ist H₂-Technologie vielversprechend, z.B. im Schienenverkehr – Wettbewerbsfähigkeit gegeben

Übersicht H₂ im Schienenverkehr

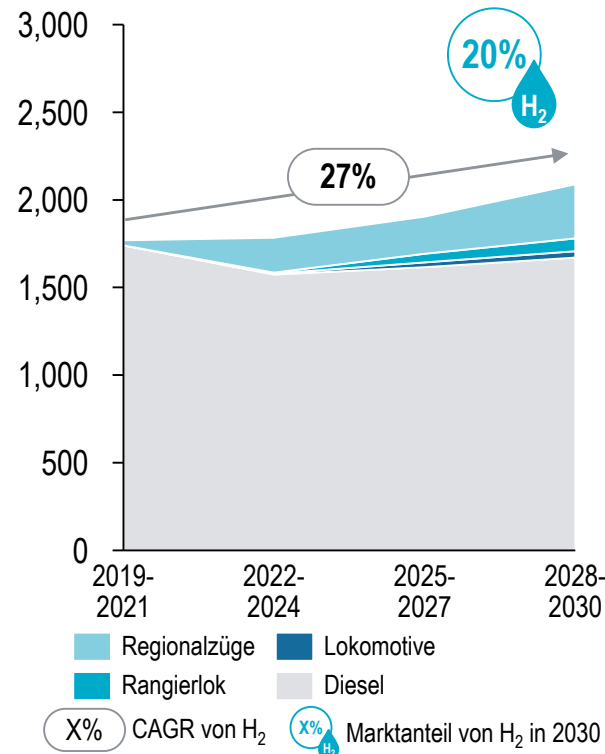
Wirtschaftlichkeit

Geschätzte Total Cost of Ownership (TCO) Regionalzug [EUR/km], Preise 2022



Marktpotenzial

EU Marktpotenzial von FCH Zügen – Base Szenario [Zugeneinheiten]

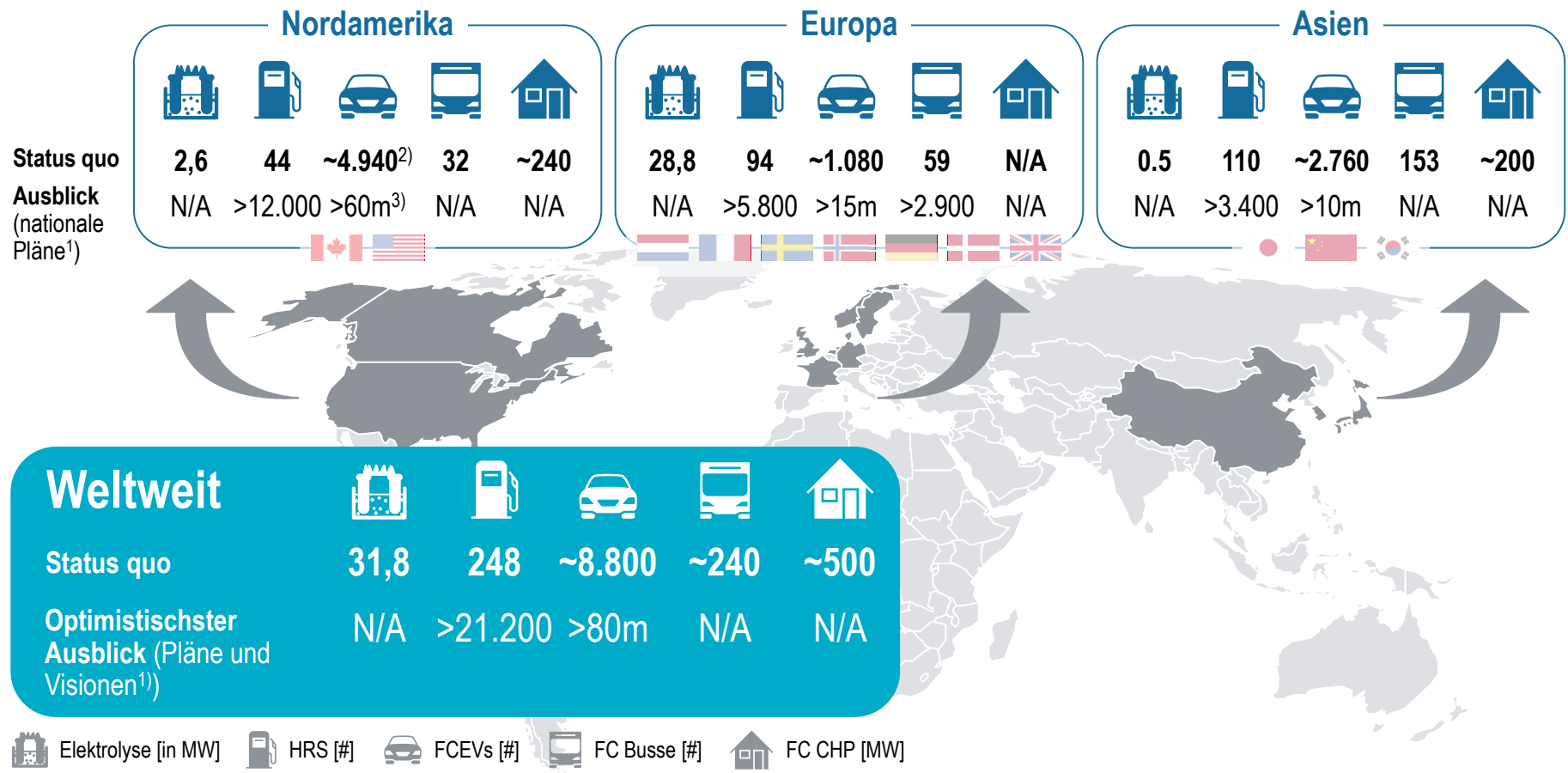


Zentrale Erkenntnisse

- > Aktuelle Studie von Shift2Rail und RB zeigt Wettbewerbsfähigkeit / Attraktivität unter bestimmten Bedingungen:
 - Auf nichtelektrifizierten Strecken ~100 km
 - Auf Strecken mit geringer Auslastung
 - Bei niedrigen Energiepreisen; diese sind Treiber der Wettbewerbsfähigkeit; z.B. Nebenprodukt Wasserstoff)
- > Keine Show-Stopp-Hürden für H₂ im Schienenverkehr, aber weitere Forschung und Entwicklung notwendig

Einsatz von Wasserstoff und Brennstoffzellen nimmt weltweit zu, wird jedoch weiterhin v.a. vom öffentlichen Sektor vorangetrieben

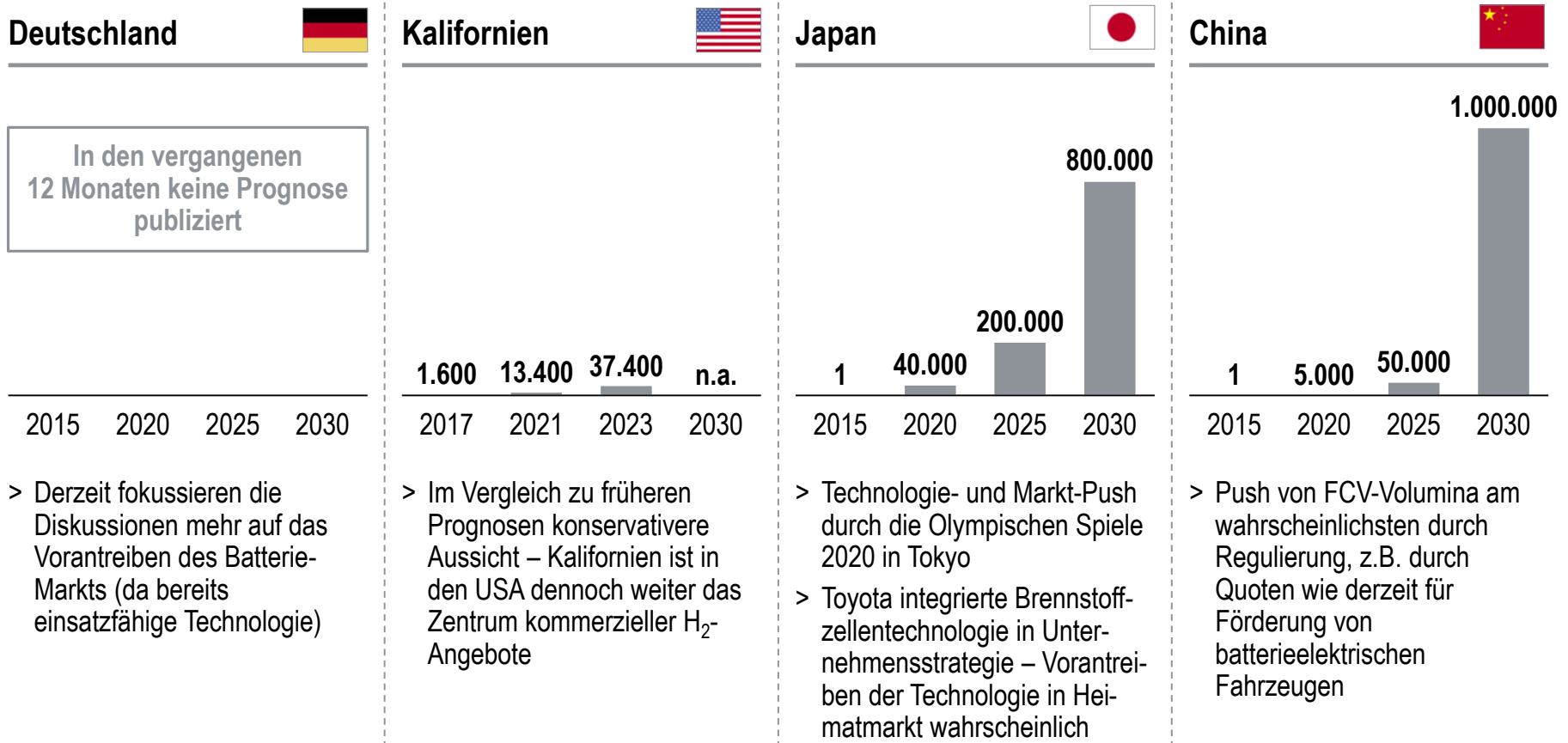
Status quo des Wasserstoffeinsatzes und nationale Zielsetzungen



1) Summe der öffentlich kommunizierten Einsatzziele weltweit (langfristig, 2030+) 2) davon 4.926 in Kalifornien 3) Quelle: Department of Energy, National Research Council

Insbesondere die asiatischen Märkte verfolgen ehrgeizige Ziele für Brennstoffzellenfahrzeuge – Europa und USA konservativer

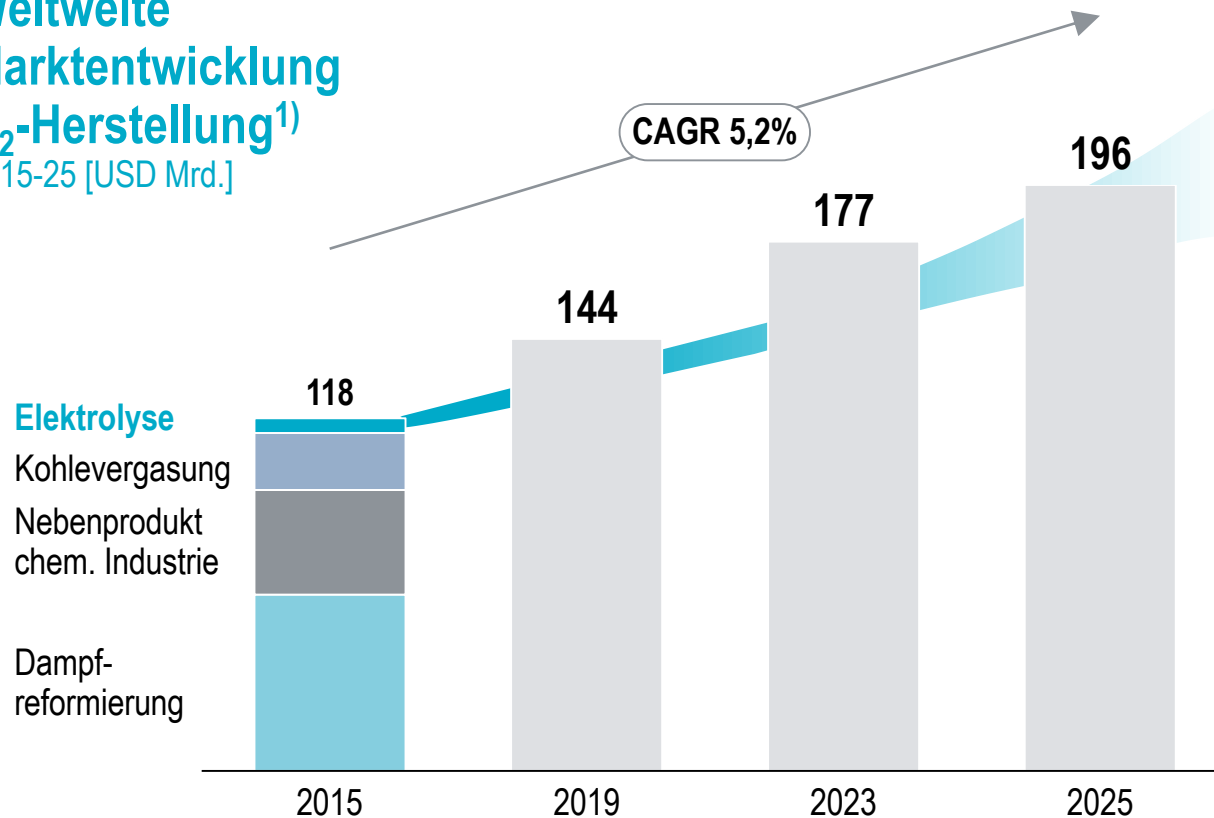
Regionale Marktaussichten für Brennstoffzellen [# FCVs]



Kontinuierliches Wachstum des Wasserstoffmarkts erwartet – wachsender Anteil von erneuerbarem H₂ vor allem durch Elektrolyse

Marktentwicklung der Wasserstoffherstellung (weltweit) [USD Mrd.]

Weltweite Marktentwicklung H₂-Herstellung¹⁾ 2015-25 [USD Mrd.]



- > Kontinuierliches **Wachstum** für den **globalen Wasserstoffmarkt** erwartet
- > Große Chance **Dampf-reformierung** als dominierende Technologie durch **Power-to-Gas** zu **ersetzen**
- > Wachstum v.a. **getrieben** durch **Investitionen in Europa**

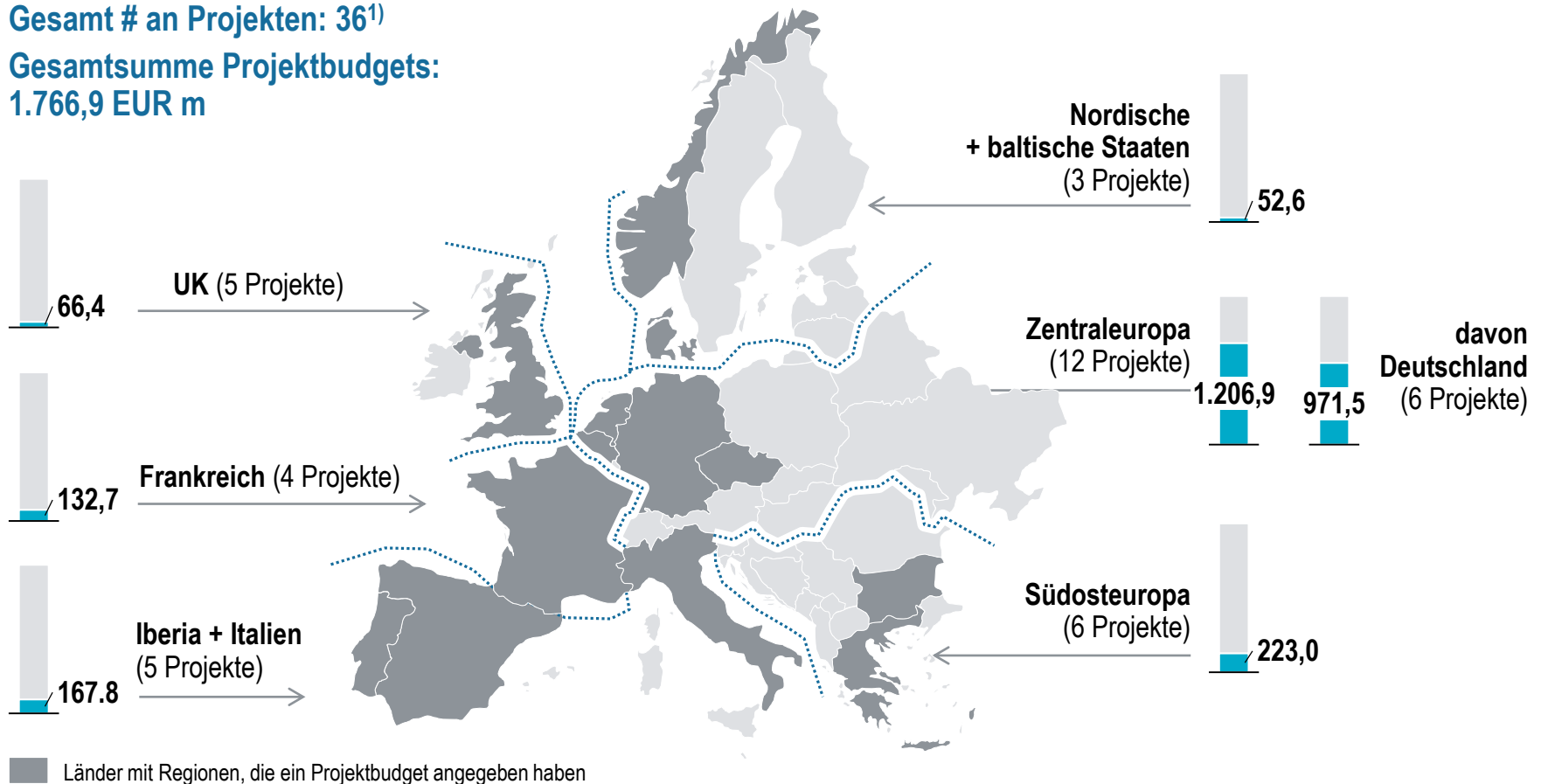
1) Weltweite Schätzung des Markts für Wasserstoffherstellung; umfasst alle Wasserstoffformen und alle wichtigen Anwendungen (inkl. industrielle Anwendungen)

Die 42 ambitioniertesten europ. Städte u. Regionen planen bis 2025 rund 1,8 mrd. EUR in H₂-Projekte zu investieren – Mehrheit in D.

Gesamtsumme geplanter Projektbudgets nach Ländergruppen in Europa [EUR m]

Gesamt # an Projekten: 36¹⁾

**Gesamtsumme Projektbudgets:
1.766,9 EUR m**



1) Anzahl an Projekten mit angegebenen Investitionsvolumen in insg. 42 europäischen Städten oder Regionen

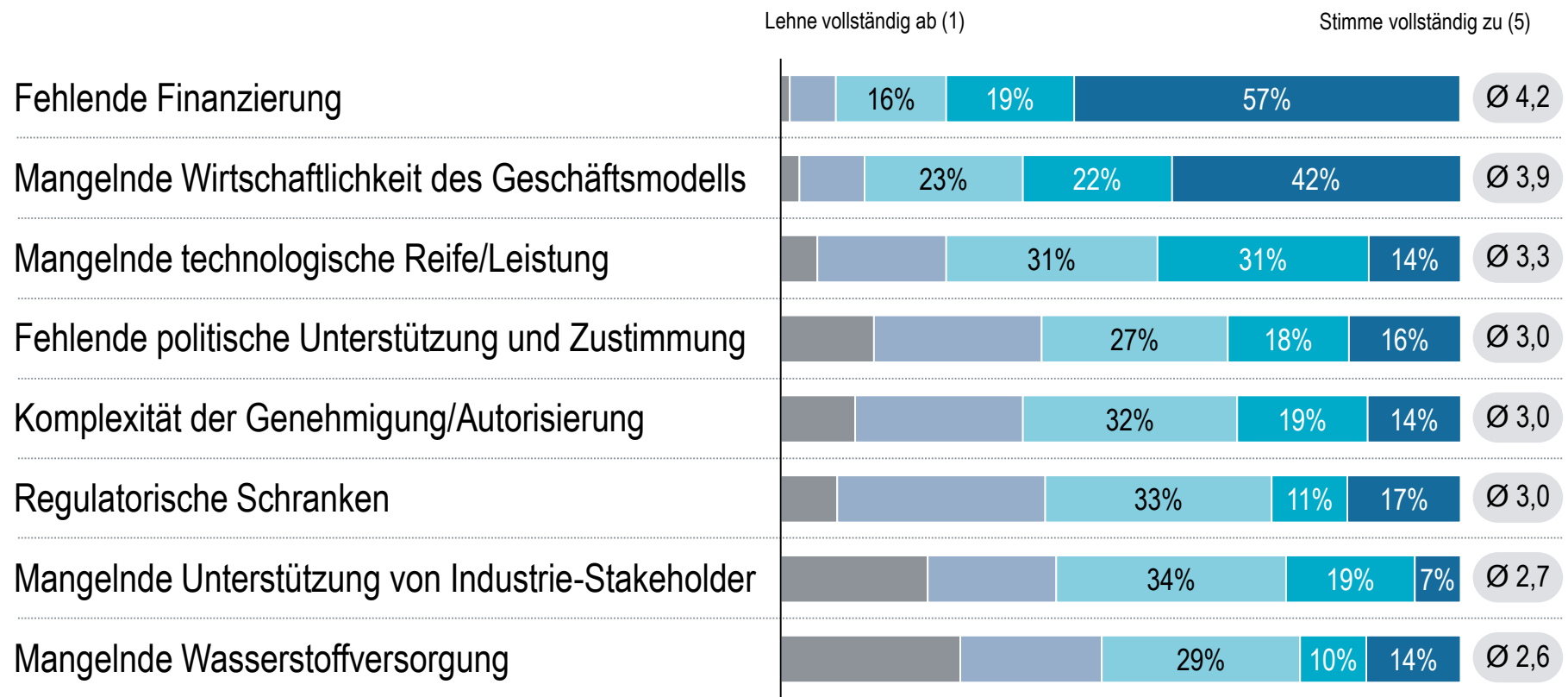
Städte und Regionen planen Einsatz verschiedener H₂-Anwendungen, v.a. im Verkehrssektor – signifikanter Anstieg nach 2025

Übersicht über die Einsatzpläne je Anwendung – 46 Regionen [#]

| Applications | Next implementation projects | | | | | Long-term outlook | | | Total |
|---|------------------------------|------|------|-------|-------|-------------------|------------|-----------|-----------|
| | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Until 2025 | Until 2030 | 2030+ | |
| Trains | | 52 | 2 | 3 | 29 | 189 | 161 | 102 | 538 |
| Buses | 8 | 109 | 300 | 218 | 244 | 1.003 | 1.659 | 1.665 | 5.206 |
| Heavy-duty trucks | 3 | 17 | 18 | 24 | 8 | 274 | 9.110 | 35.520 | 44.974 |
| Cars | 103 | 327 | 488 | 776 | 780 | 17.405 | 191.585 | 1.023.850 | 1.235.314 |
| Vans | 49 | 167 | 121 | 263 | 355 | 1.565 | 21.140 | 20.400 | 44.060 |
| Garbage trucks | 6 | 10 | 60 | 112 | 42 | 144 | 206 | 485 | 1.065 |
| Sweepers | 1 | 6 | 10 | 9 | 11 | 2 | 5 | 10 | 54 |
| Construction mobile equipment/ tools | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | | | | 15 |
| Material handling/ forklifts | | | 41 | 88 | 110 | 80 | 70 | 50 | 439 |
| Bikes | 42 | 35 | 25 | 25 | 11 | 115 | 50 | 75 | 378 |
| Scooters | | 5 | 5 | | 3 | | | 100 | 113 |
| Ships/ ferries/ boats | 3 | 5 | 6 | 4 | | 8 | 57 | 501 | 584 |
| Port operations equipment | | | 2 | | | | 21 | 32 | 55 |
| CHP | | 20 | 12 | 1.010 | 1.007 | 10.102 | 50.161 | | 62.312 |

Finanzierung und Wirtschaftlichkeit sind die akutesten Herausforderungen für den erfolgreichen Einsatz von H₂-Anwendungen

Hürden und Herausforderungen für den Einsatz von H₂-Anwendungen¹⁾







Lehne vollständig ab (1)
 2
 3
 4
 Stimme vollständig zu (5)

1) Frage: "In Ihrer Stadt oder Region, welche Hürden und Herausforderungen gibt es für den Einsatz von H₂-Anwendungen?" (n=72-74)

Um die Umsetzung lokaler Projekte zu sichern, muss das gesamte Förderkonzept für den H₂-Sektor verbessert werden

Handlungsempfehlungen

-  Ein **zuträglicher politischer und ordnungspolitischer Rahmen** auf allen Ebenen ist von vorrangiger Bedeutung für die weitere Marktentwicklung
-  Um Investitionen in den H₂-Sektor zu realisieren werden in den nächsten Jahren **wesentliche Beiträge** von allen beteiligten Stakeholdern verlangt – vor allem muss der Fokus in Richtung Einsatzfinanzierung geändert werden
-  Eine Hauptherausforderung für viele H₂-Projekte ist das **limitierte kommerzielle Angebot** und die **hohen Kosten** von H₂-Produkten auf dem europäischen Markt – intensive Gespräche mit OEMs sind notwendig um den europ. Markt zu entwickeln
-  Europäische Länder müssen aus ihren ehrgeizigen Umweltzielen **konkrete Maßnahmen** und Umsetzungsprojekte ableiten, die den Einsatz von H₂ und weiterer umweltfreundlicher Technologien fördern

V.a. Länder in Asien und N-Amerika fördern den Wasserstoffsektor und den Einsatz von Brennstoffzellen durch besondere Maßnahmen

Überblick über Ansätze zur H₂-/BZ-Unterstützung weltweit



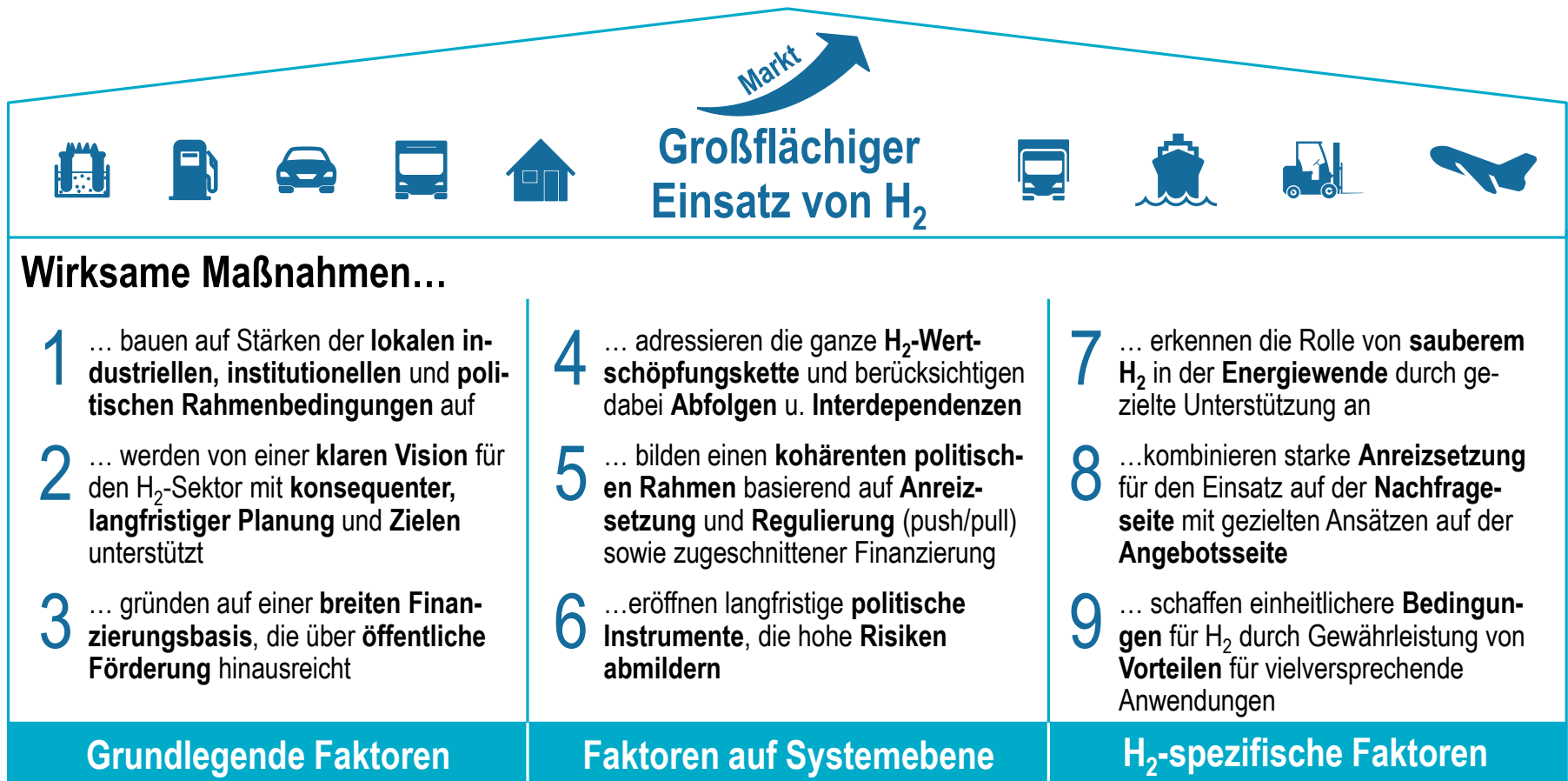
Relevant für Deutschland

- > Dedizierte H₂-Strategien u. Maßnahmen schaffen stabilen Investitionsrahmen
- > Regulierung/Anreize für Industrieinvestitionen in H₂ stärken Angebotsseite

1) Vor allem in Kalifornien

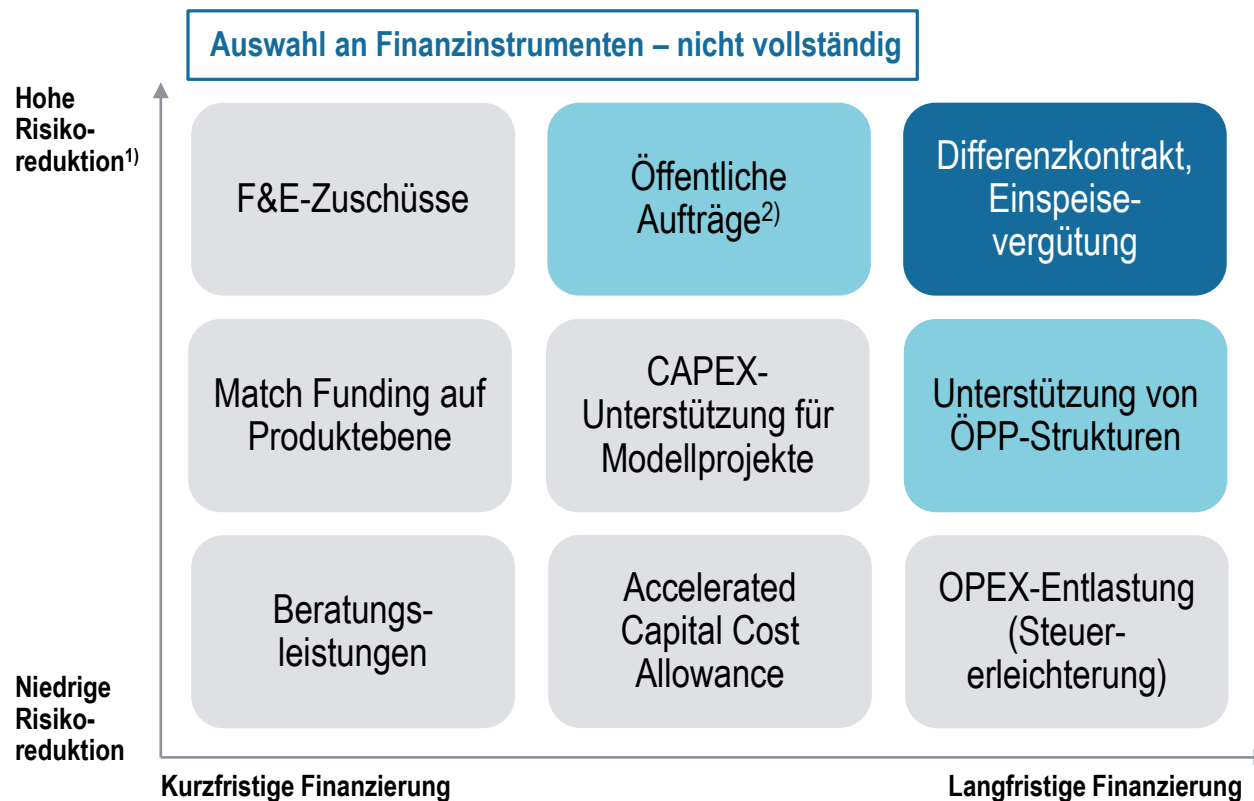
Eine Analyse der Ansätze unterschiedlicher Länder deckt neun Erfolgsfaktoren für einen zuträglichen politischen Rahmen auf

Erfolgsfaktoren für den politischen Rahmen für einen großflächigen Einsatz von H₂



Angrenzende Sektoren profitieren weltweit von Finanzierungsinstrumenten, die im H₂-Sektor derzeit noch fehlen

Mögliche Instrumente zur Förderung des H₂-Sektors



Key-Take-Aways:

- > Angrenzende Sektoren (Off-Shore Wind, Bio-Methan) profitieren von der **Kombination** aus **langfristigen** und **risikoreduzierenden Finanzierungsinstrumenten**
- > Diese sind aktuell für den **H₂-Sektor** abgesehen von F&E-Projekten **nicht verfügbar**
- > Die **Schließung dieser Lücke** könnte im H₂-Sektor zu ähnlichen **Erfolgen** wie in den angrenzenden Sektoren führen

Verfügbar im H₂-Sektor
 Sehr eingeschränkt verfügbar im H₂-Sektor
 Nur in anderen Sektoren verfügbar

1) Die Grafik zeigt Finanzinstrumente und die jeweilige Höhe des auf öffentlicher Seite getragenen Risikos auf. Sie zeigt darüber hinaus, welche Instrumente derzeit für den H₂-Sektor im Vergleich zu anderen Sektoren zur Verfügung stehen (z.B. Off-Shore Wind, Bio-Methan) 2) Einzelne Länder wie Norwegen und Kalifornien nutzen dieses Instrument bereits

Roland
Berger

THINK:ACT

