EMCEL

**Ingenieurbüro für Brennstoffzelle,
Wasserstofftechnologie und Elektromobilität**

Geschäftsmodelle für Wasserstoff

Anwendungsmöglichkeiten und Praxisbeispiele in den verschiedenen Sektoren

Online | 13. März 2024

Agenda

1. Über EMCEL
2. Anwendungsmöglichkeiten von Wasserstoff
3. Wasserstoffprojekte in den verschiedenen Sektoren
4. Zielpreise für Wasserstoffanwendungen

Über EMCEL
Unser Team

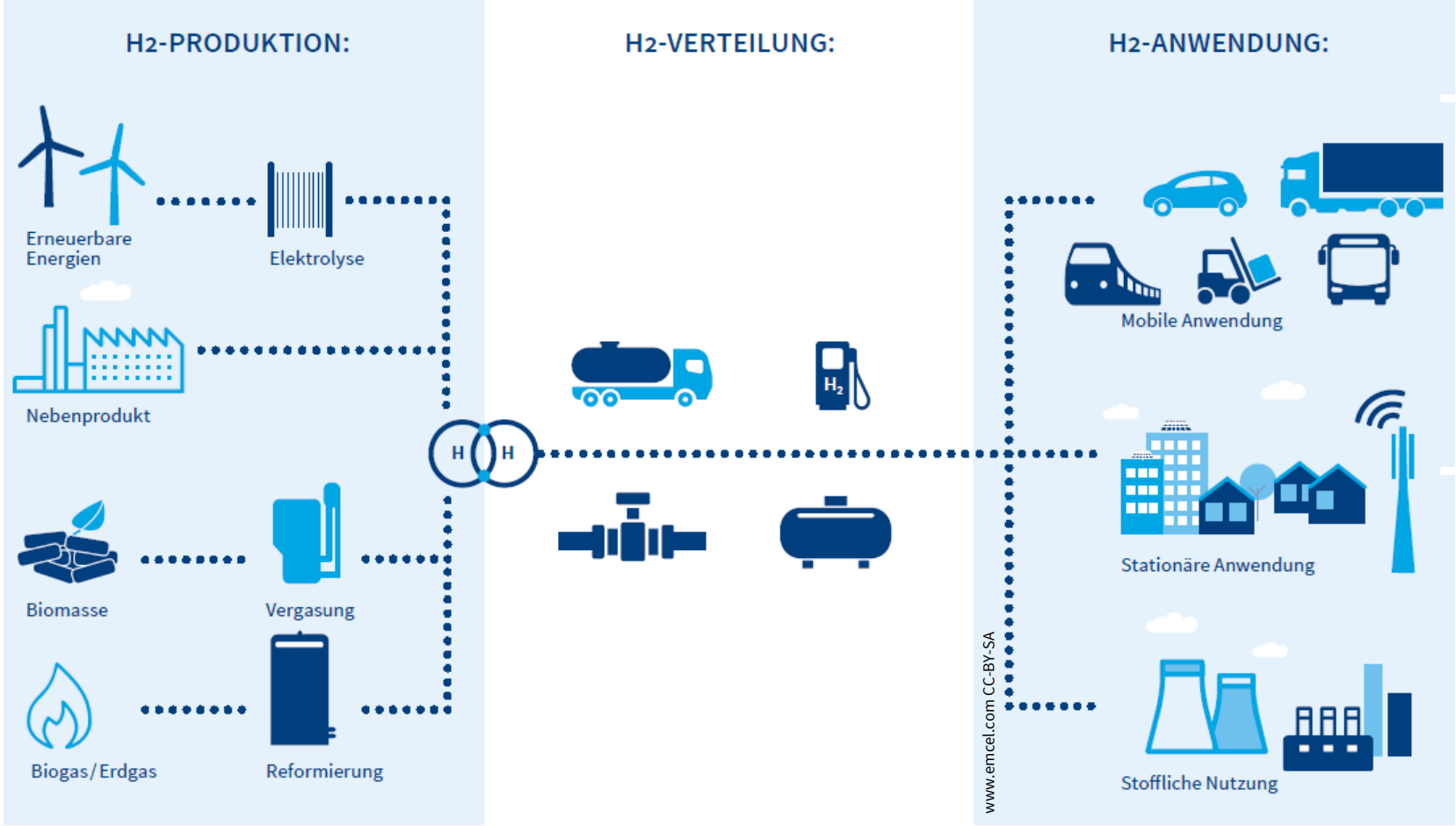
Energiewende, gemeinsam, heute!

- Ingenieurbüro mit Sitz in Köln
- Team aus ca. 25 Personen
- Langjährige Erfahrung aus der Beratungs- und Entwicklungspraxis

Seit 2009 unterstützt EMCEL aktiv die Energiewende und entwickelt Ideen und Konzepte zum Gelingen der Sektorenkopplung.

Über EMCEL

Wir beraten Sie über die gesamte Wasserstoffwertschöpfungskette



Anwendungsmöglichkeiten von Wasserstoff

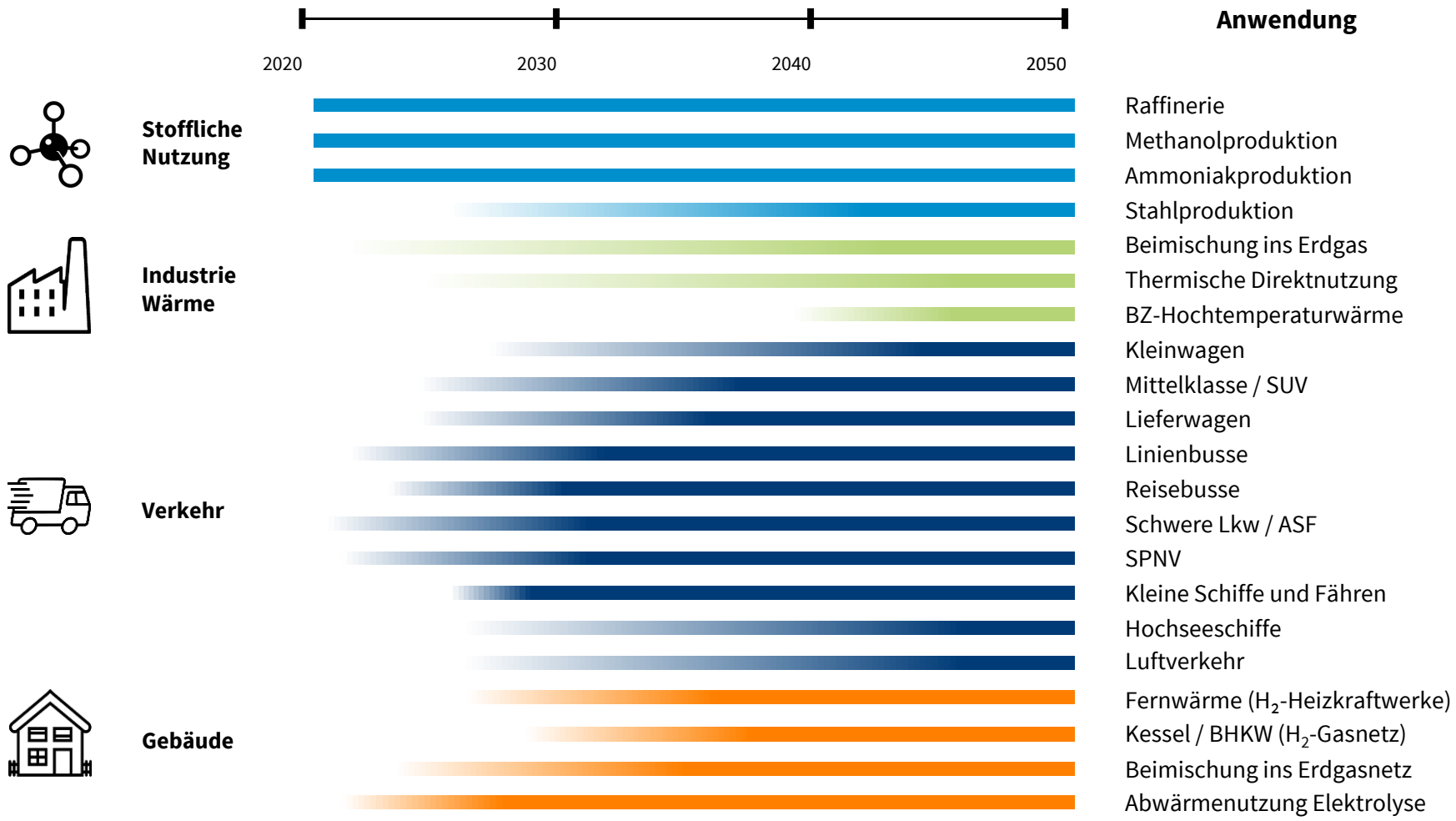
In gewissen Anwendungen ist grüner Wasserstoff alternativlos

Wasserstoff benötigt?	Industrie	Verkehr	Gebäude	Energie
Konsens	– Reaktionsmittel (Stahl zur Direktreduktion) – Stoffliche Nutzung (Ammoniak, Chemikalien)	– Langstrecken-Flugverkehr – Langstrecken-Schiffsverkehr	– Fernwärme (Residuale Wärmelast)	– Langzeitspeicher zum Back-Up variabler erneuerbarer Energien
Abhängig von Rahmenbedingungen	– Hochtemperatur-wärme	– Lkw und Busse** – Kurzstrecken-Luftverkehr – Kurzstrecken-Schiffsverkehr – Schienenverkehr***		– Mittelfristspeicher (unklare Bedarfe angesichts anderer Flexibilitäts- und Speicheroptionen)
Untergeordnete Rolle	– Niedertemperatur-wärme	– Pkw – Kleinere Nutzfahrzeuge	– Beheizung von einzelnen Gebäuden	

Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Agora Energiewende
* Neben Erneuerbaren Energien sind Umgebungs- und Abwärme so weit wie möglich zu nutzen. Insbesondere wichtig für große bestehende Fernwärmesysteme mit hohen Vorlauftemperaturen.
** Die Serienproduktion von Batterie-LKW und –Bussen ist aktuell weiter fortgeschritten als die von Brennstoffzellen-LWK und -Bussen.
*** Abhängig von Streckenlänge, Nutzungsfrequenz und Energieversorgungsoptionen.

Anwendungsmöglichkeiten von Wasserstoff
Nicht jeder Markt startet zur gleichen Zeit

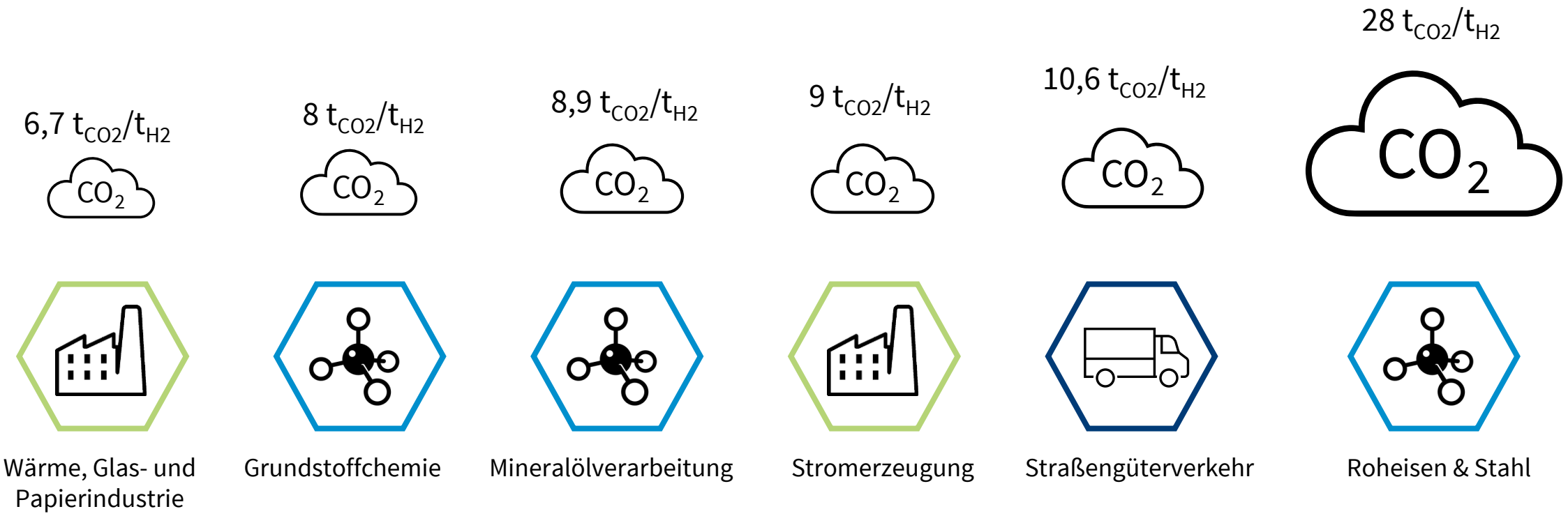
Vergleich zu CO_2-armen Alternativen



Nach Hydrogen Council (2020). Path to Hydrogen Competitiveness: A Cost Perspective. Hydrogen Council: Brussels, Belgium.

Anwendungsmöglichkeiten von Wasserstoff
CO_2-Einsparpotenziale unterscheiden sich je nach Anwendung

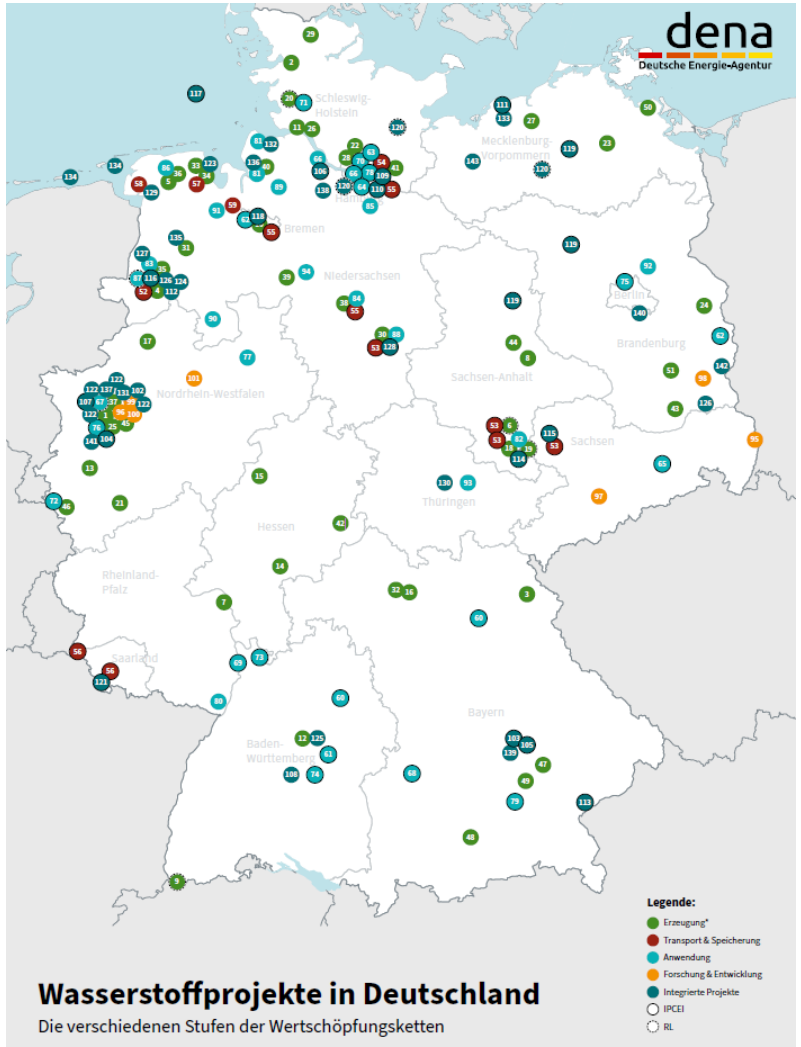
Potenziale zur Emissionseinsparung (in t_{CO2} pro eingesetzter t_{H2} grünen Wasserstoffs)



Nach: Treibhausgaseinsparungen und der damit verbundene Wasserstoffbedarf in Deutschland, Nationaler Wasserstoffrat, 2023

Wasserstoffprojekte in Deutschland

Es existieren in allen Wertschöpfungsstufen großskalige H_2-Projekte

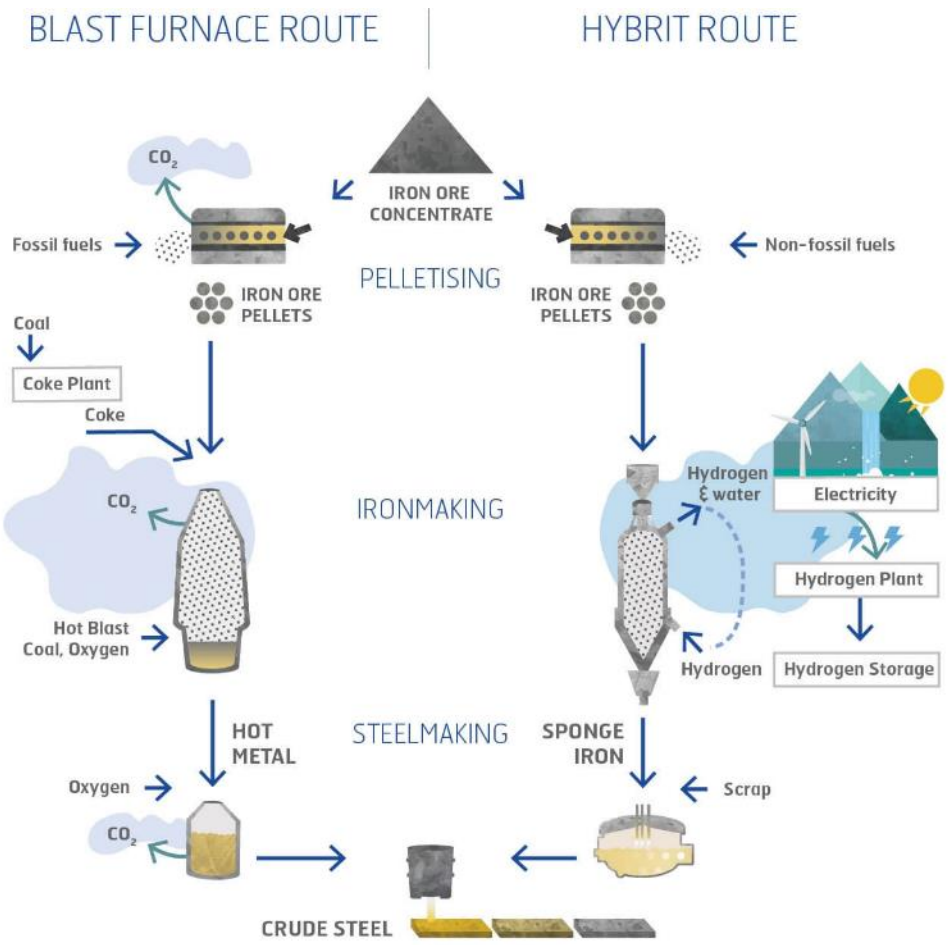


dena Übersichtskarte über Wasserstoffprojekte (Auszug)

- 51 Erzeugungsprojekte
- 8 Projekte Transport und Speicherung
- 35 Anwendungsprojekte
- 7 Projekte im Forschungs- und Entwicklungsbereich
- 42 integrierte Projekte aus verschiedenen Wertschöpfungsstufen (insbesondere Industrie und Infrastruktur)

Quelle: https://www.dena.de/newsroom/publikationsdetailansicht/pub/projektkarte-zum-download/, Stand: April 2023

Wasserstoffeinsatz in der Stahlproduktion
Pilotprojekte zur Stahlherstellung mit Wasserstoff angestoßen



Quelle: HYBRIT

- Auf die Stahlindustrie entfallen heute 7 Prozent der weltweiten Kohlendioxidemissionen
- 2021 hat der schwedische Stahlerzeuger SSAB im Projekt HYBRIT den ersten fossilfreien Stahl der Welt hergestellt
- 100 % grüner Wasserstoff anstelle von Kohle und Koks
- Thyssenkrupp, Salzgitter, Arcelor Mittal planen die Umstellung auf Wasserstoff in Deutschland

→ Umstellung auf Wasserstoff ist möglich

→ **Ausbau der Erneuerbaren Energien, der Stromnetze und der Wasserstoffnetze notwendig**

Wasserstoffeinsatz in der Glasproduktion
Erste Beimischungen bis zu 35 % in der Glasindustrie erfolgreich

H_2-Projekt des Spezialglasherstellers SCHOTT

- Energieintensive Branche: Schmelzprozess bei Temperaturen von bis zu 1.700 Grad Celsius
- In drei Versuchsphasen wurde in großtechnischen Schmelzversuchen der Wasserstoffanteil im Erdgas schrittweise auf bis zu 35 Volumenprozent erhöht
- Tests mit 100 % Wasserstoff folgen

→ Umstellung auf Wasserstoff scheint möglich

→ **Ausbau der Erneuerbaren Energien, der Stromnetze und der Wasserstoffnetze notwendig**

Quelle: https://www.schott.com/de-de/news-and-media/pressemitteilungen/2022/schott-und-mainzer-stadtwerke-testen-glasherstellung-mit-klimafreundlichem-wasserstoff

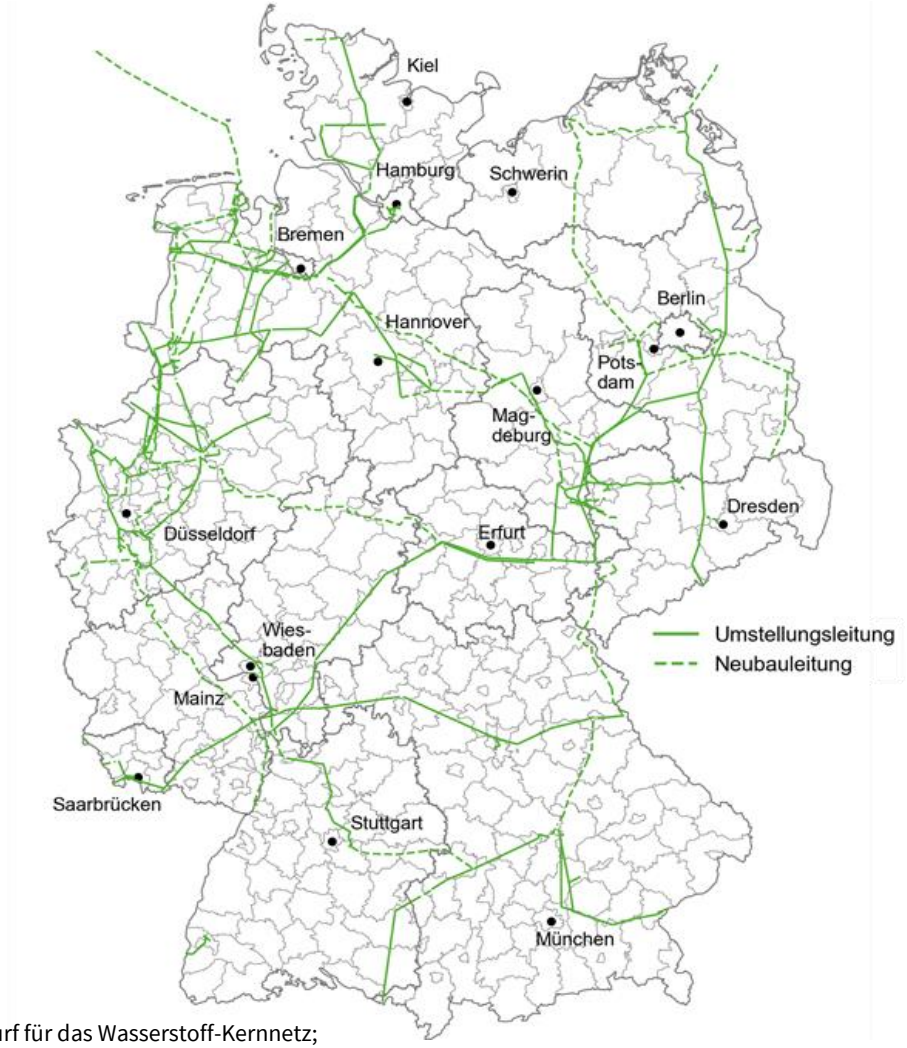
Wasserstoff im Fernleitungsnetz
Ein Kernnetz für den Wasserstofftransport und -import

Pipelineprojekte in Deutschland

GETH2

Flow making hydrogen happen

H2ercules



Entwurf für das Wasserstoff-Kernnetz;
Quelle: https://fnb-gas.de/wasserstoffnetz-wasserstoff-kernnetz/

› **Bedarfe anmelden / an Bedarfsabfragen teilnehmen!**

Wasserstofftankstellen

Die THG-Quote kann einen Business Case für H_2-Tankstellen forcieren

- Kraftstoffinverkehrbringer müssen die THG-Emissionen ihrer Kraftstoffe reduzieren (2030 auf 25 %)
- Nichterfüllung: Strafzahlungen von 600 €/t_{CO2e}
- Die Quote kann durch Dritte erfüllt und verkauft werden, z.B. H_2-Tankstellenbetreiber

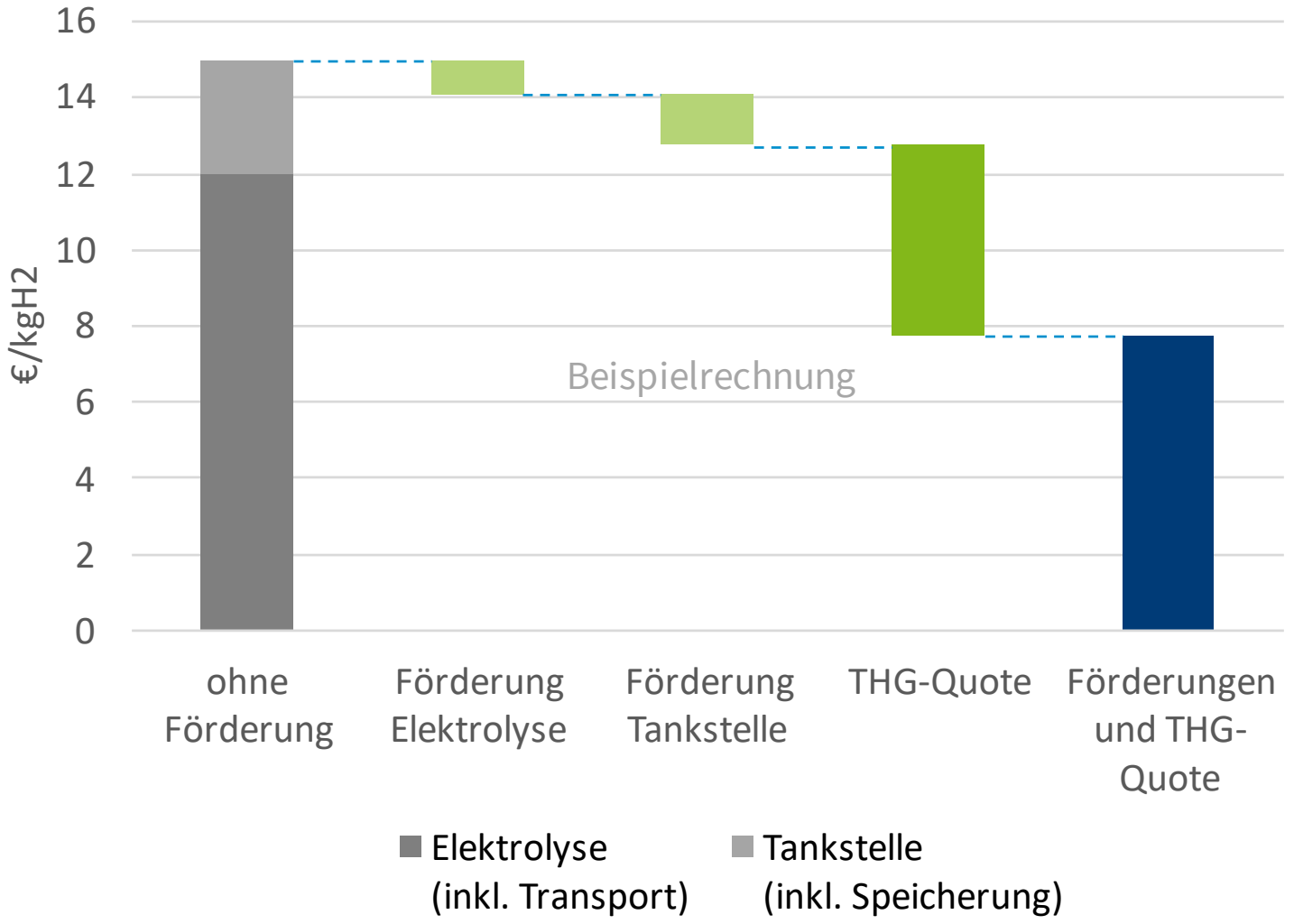
→ **H_2-Tankstellenbetreiber können mit Erlösen von ca. 2-6 €/kg_{H2} kalkulieren (Prognose)**

Hinweis: Der THG-Quotenmarkt unterliegt aufgrund vielfältiger Einflussfaktoren großen Schwankungen. Daher ist schwer abzuschätzen, wo tatsächliche Erlöse final liegen werden.

Wasserstofftankstellen
Förderungen und die THG-Quotenerlöse können den H_2-Preis reduzieren

Beispielrechnung für eine H_2-Tankstelle

- Förderquote
  Elektrolyseur + H2-Tankstelle: 45 %
- THG-Quote: 5 €/kg_{H2}
  Voraussetzung: Erneuerbarer Wasserstoff



Wasserstofftankstelle mit Eigenerzeugung in Gießen

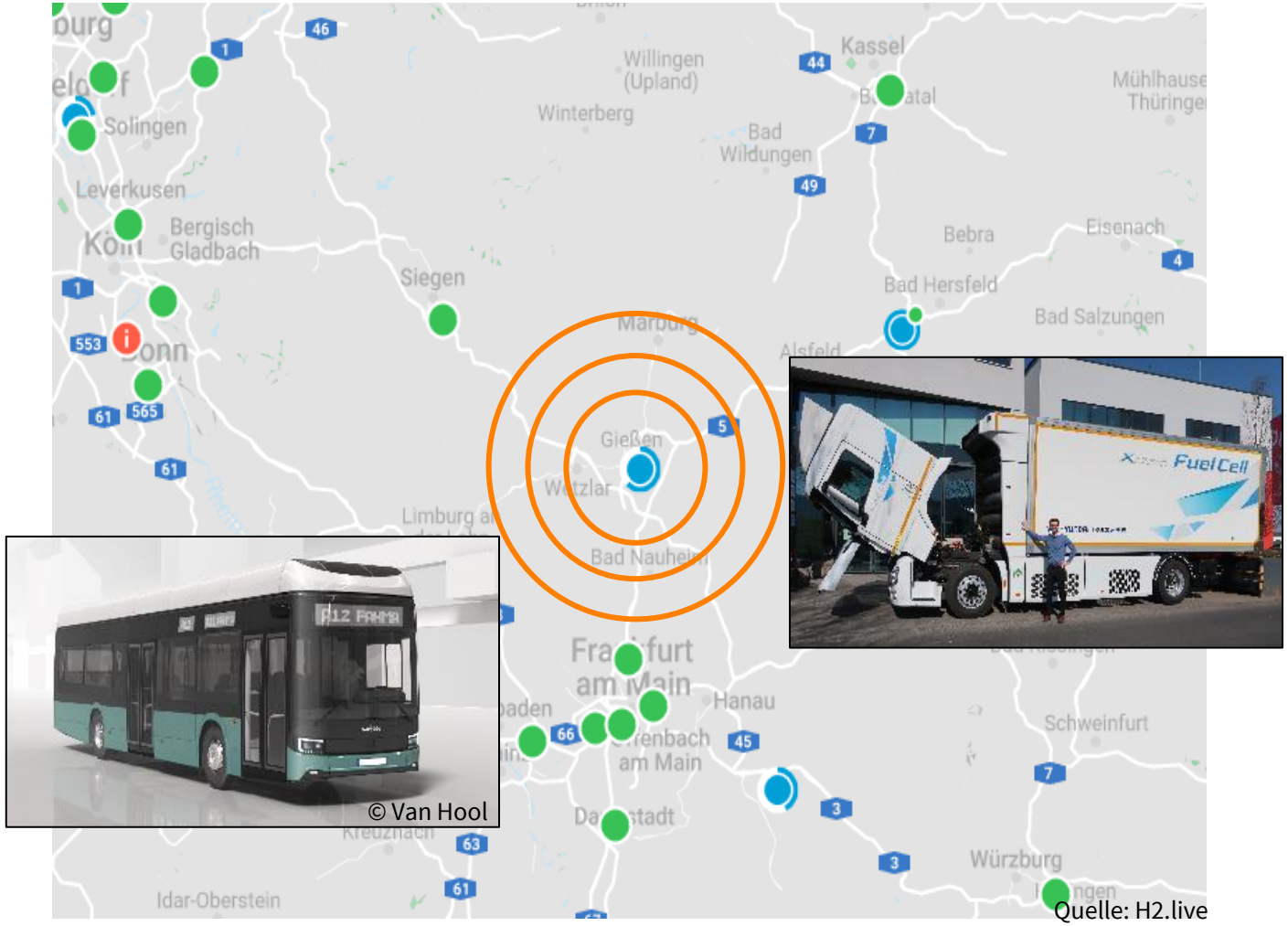
H_2-Tankstellen können auch mit Elektrolyse vor Ort realisiert werden

Wasserstofftankstelle mit Eigenerzeugung

Eine H_2-Tankstelle mit Elektrolyseur ist eine Keimzelle für H_2-Projekte

Rund um die Tankstelle wachsen weitere H_2-Aktivitäten

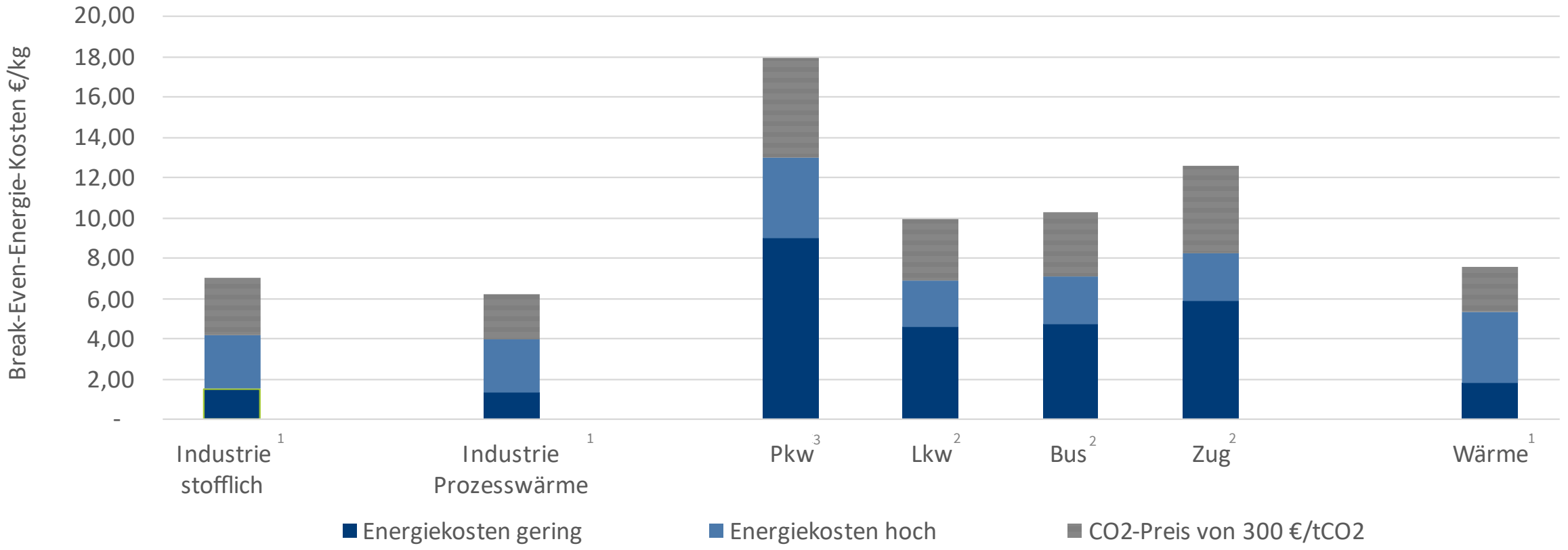
- **Brennstoffzellenbus „Lernwerkstatt“:**
  - Einstieg für lokale Busbetreiber
- HyWheels Hessenflotten Cluster:
  - Koordinationsstelle für Einführung BZ-Lkw (Testfahrzeuge) bei Logistikunternehmen



Quelle: H2.live

Zielpreise von Wasserstoff

Im Verkehrssektor ist die Wettbewerbsfähigkeit heute schon möglich



[1] Erdgas [2] Diesel [3] Benzin

Fazit
Die Zeit für Wasserstoffprojekte ist reif

Wasserstoff ist ein Multitalent

- Vielseitig produzierbar: Elektrolyse, Reformierung, Vergasung, Fermentation, etc.
- Vielseitig einsatzbar: Als Grundstoff, als Kraftstoff, für Prozess- und Raumwärme
- Die Möglichkeiten des Wasserstoffs zeigen sich gerade

H_2-Geschäftsmodelle stecken noch in den Kinderschuhen

- Der Markt entwickelt sich aktuell stark (nicht nur bei H_2)
- Verbesserung der Wirtschaftlichkeit durch Förderungen und Regulatorik (THG-Quote, CO_2-Preis)

Entwickeln Sie jetzt Ihre Wasserstoffstrategie!

EMCEL

Ingenieurbüro für Brennstoffzelle,
Wasserstofftechnologie und Elektromobilität

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

… damit Ihre Energiewende gelingt!

Lena Maier
Fon +49 (0)221 29 26 95 – 222
Fax +49 (0)221 29 26 95 – 229
lena.maier@emcel.com

EMCEL GmbH
Am Wassermann 28a
50829 Köln
www.emcel.com