

H2.B ZENTRUM
WASSERSTOFF.
BAYERN



WASSERSTOFF
BÜNDNIS.
BAYERN

Wasserstoff

– wesentlicher Baustein der Energiewende

Dr. Fabian Pfaffenberger, H2.B

Merkendorf, 13.04.2023

Initiiert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

H2.B ZENTRUM
WASSERSTOFF.
BAYERN



Wasserstoff

– wesentlicher Baustein der Energiewende

Dr. Fabian Pfaffenberger, H2.B

Merkendorf, 13.04.2023

Initiiert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Zentrum Wasserstoff.Bayern und Wasserstoffbündnis Bayern



Zentrum Wasserstoff.Bayern (H2.B)

Strategie- und Koordinationsstelle des Freistaats Bayern für Wasserstoffthemen in Bayern

- ▶ Stärkung und Beschleunigung des Hochlaufs der Wasserstoffwirtschaft in Bayern
- ▶ Beratung, Information und Vernetzung der bayerischen Wasserstoffakteure

Aktivitäten:

- ▶ Wasserstoff-Strategie und -Roadmap Bayern
- ▶ Beratung der bayerischen Politik
- ▶ Markt- und Technologieanalysen
- ▶ Öffentlichkeitsarbeit, Vernetzung, Matchmaking

Koordination



Wasserstoffbündnis Bayern



Networking-, Informations- und Interessens-plattform für Wasserstoffakteure in Bayern

knapp 330 H2-Akteure mit einem Sitz in Bayern entlang der gesamten H2-Wertschöpfungskette

Angebote für Bündnispartner:

- ▶ Workshops (zur Vernetzung & Information)
- ▶ Technologisches Matchmaking
- ▶ Initiale Beratung
- ▶ Infoletter
- ▶ Delegationsreisen
- ▶ Gemeinschaftsstände



-  **329 Bündnispartner**
-  **257 Unternehmen**
-  **22 Forschungseinrichtungen / Hochschulen**
-  **28 Verbände / Cluster**
-  **6 Sonstige Organisationen**

Kompetenzen & Branchen im Wasserstoffbündnis Bayern

- Aktivitäten und Interessen entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette
- Querschnitt durch die Wirtschaft: Selbstständige, KMU, Industrie, Finanzunternehmen & Investoren und Forschungsinstitute
- Darunter Markt- und Technologieführer in unterschiedlichen Branchen



Partner im Wasserstoffbündnis Bayern



Gründungspartner 2019:



Strategische Partner:



www.wasserstoffbueundnis.bayern

1

Was ist Wasserstoff?

Und wie wird er erzeugt?

1

H

Wasserstoff
1.008

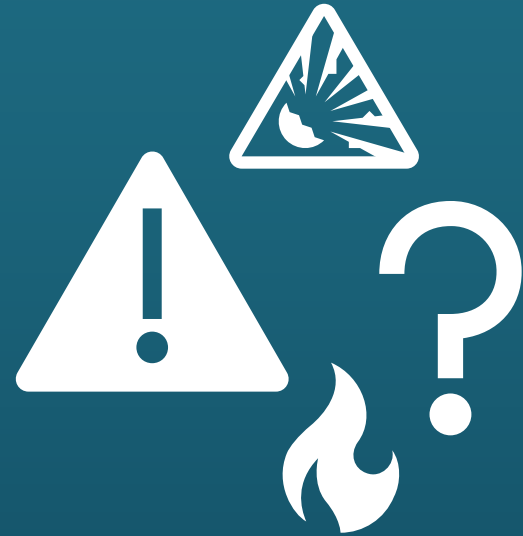
Was ist Wasserstoff?

- Wasserstoff (H₂) ist das häufigste Element in unserem Universum und ist in gebundener Form in nahezu allen organischen Verbindungen vorhanden.
- Es hat die geringste Atommasse aller Elemente: Wasserstoff ist 14-mal leichter als Luft.
- Wasserstoff kommt nur gebunden vor (z.B. Wasser, Erdgas)
- Wichtige „Wasserstoff-Derivate“:
 - Ammoniak (NH₃)
 - Methanol (CH₃OH)
 - Methan (CH₄)
 - Kraftstoffe, wie Diesel, Kerosin, Benzin (C_nH_{n+2})
- Elementarer Wasserstoff muss unter Energieeinsatz aus chemischen Verbindungen gewonnen werden. Die wichtigsten Quellen sind Erdgas, Erdöl und Wasser.

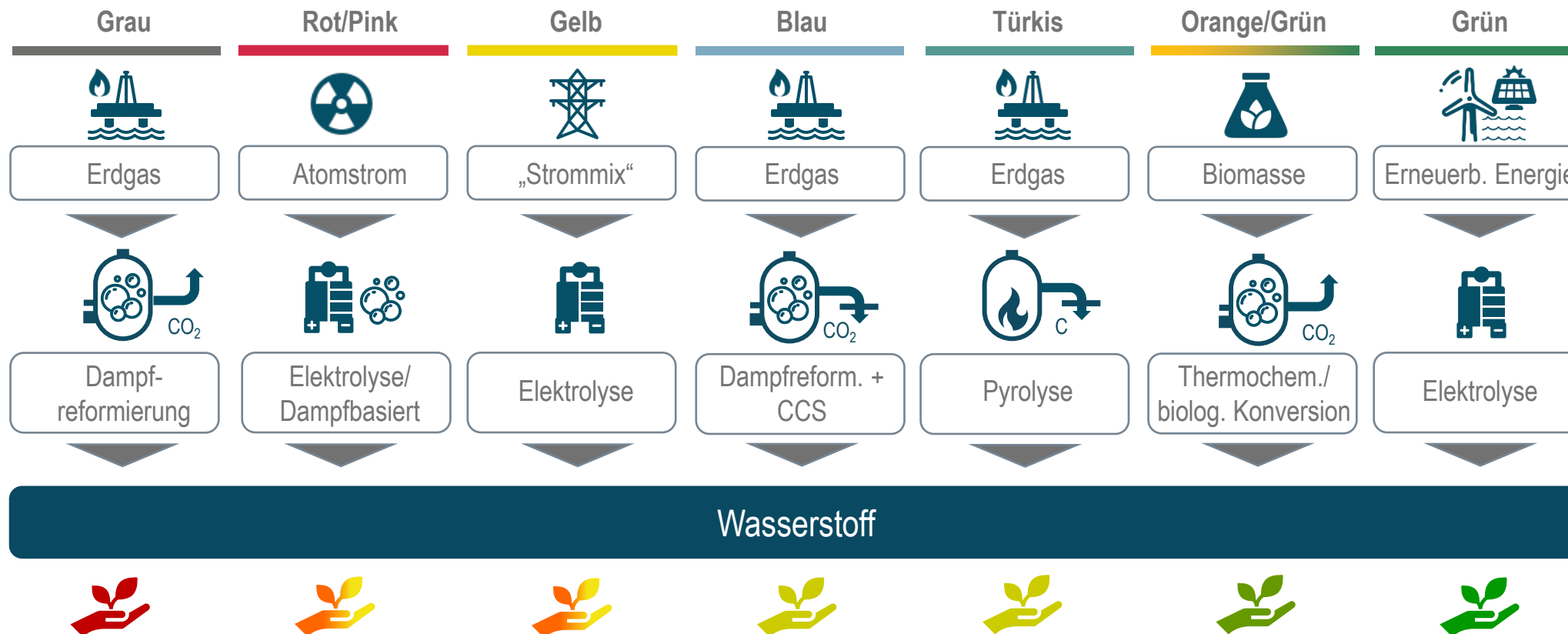
Wie sicher ist Wasserstoff?

Eigenschaften:

- Ungiftig und nicht reizend
 - Umweltneutral, nicht wassergefährdend
 - Geruchlos & geschmacksneutral
 - Unsichtbar, verbrennt mit farbloser Flamme rückstandsfrei
 - Im Freien nicht explosiv, entzündet sich nicht selbst
 - Nicht radioaktiv
 - Nicht krebserregend
- **Gefahrenpotential von Wasserstoff ist nicht größer als das von Erdöl und Erdgas**
- **Es gibt in Deutschland für Wasserstoff keine anderen Sicherheitsvorschriften als für alle anderen brennbaren Gase.**

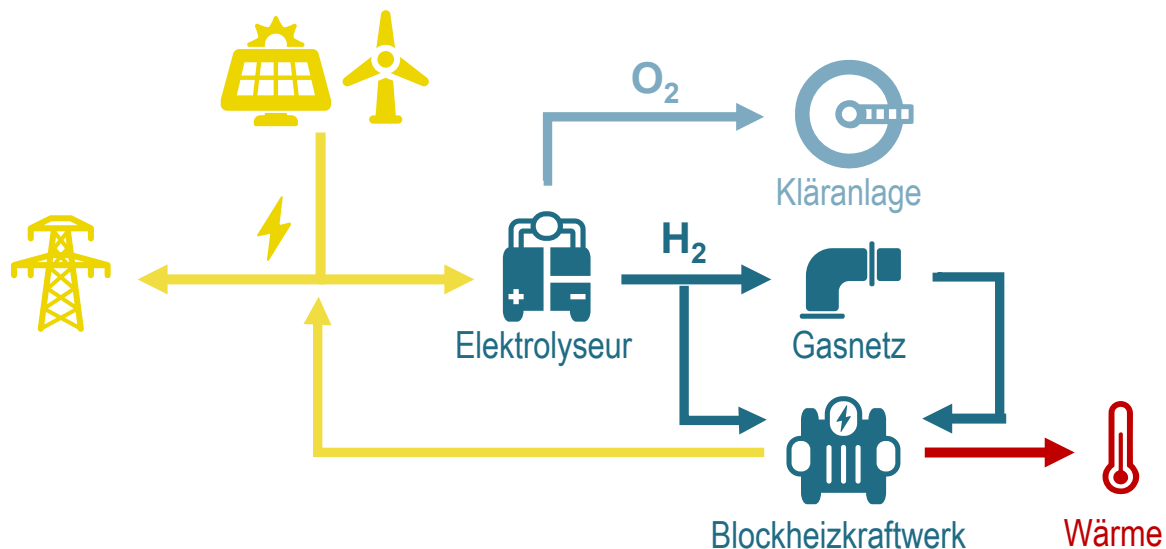


Farbenlehre – Welche Verfahren zur Wasserstoffherstellung gibt es?



Praxisbeispiel: *windgas* – Projekt der Stadtwerke Haßfurt

- Speicherung von Überschüssen aus Wind- und Solarenergieerzeugung
- H₂-Einspeisung ins Erdgasnetz
- Netzdienliche EL-Leistungsanpassung Erweiterung um eine KWK-Anlage, um Regelleistung bereitzustellen
- Nutzung des Sauerstoffs in der Abwasserbehandlung



Elektrolyseanlage



H2-Blockheizkraftwerk

Bildquelle: <https://www.stwhas.de>

Praxisbeispiel: WUN H2

- Vernetzter, Hybrider Kraftwerkspark: Sonne, Wind, Biomasse, elektrischer Speicher und Elektrolyse
 - 8,75 MW-Elektrolyseur
 - Nutzung des Sauerstoffs in der Abwasserbehandlung
 - Nutzung des Wasserstoffs in Industrie und Mobilität
 - Nutzung der Abwärme zur Pellet-Trocknung
- Hohe / Dauerhafte Verfügbarkeit erneuerbarer Energien

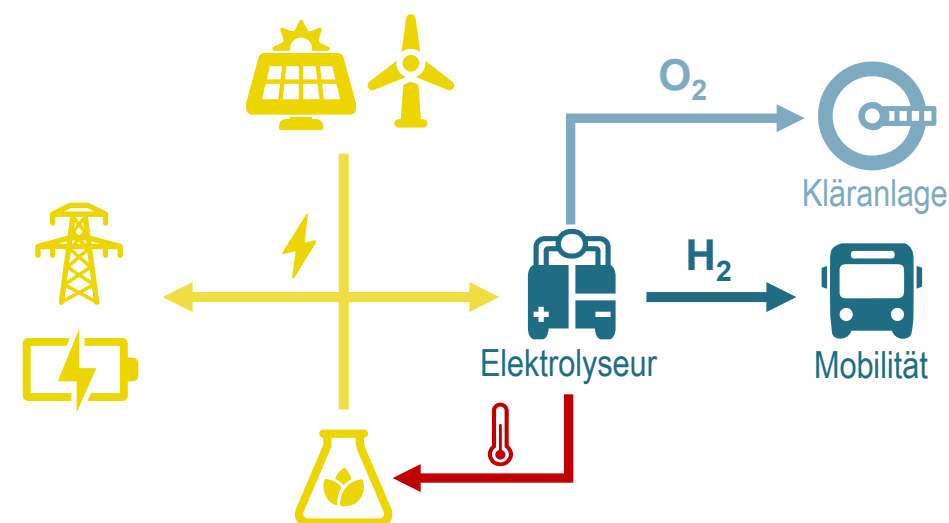


Bildquellen: Entwicklungsagentur Fichtelgebirge / SIEMENS AG

24.02.2023, 15:54 Uhr

🏠 > Wie die Strompreisbremse den Wasserstoff aus Wunsiedel bremst

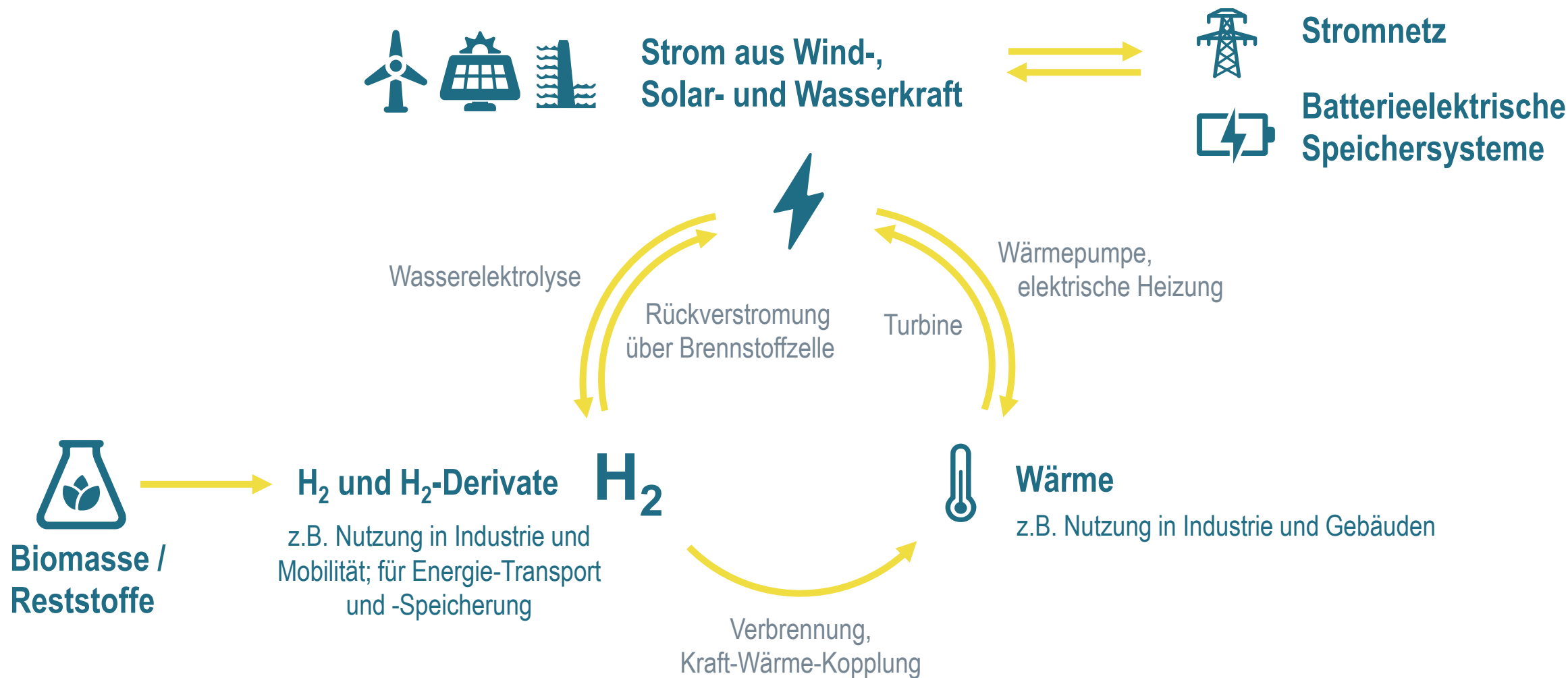
Wie die Strompreisbremse den Wasserstoff aus Wunsiedel bremst



2

Warum brauchen wir Wasserstoff?

Das (defossilisierte) Energiesystem der Zukunft



Wasserstoff ist ein wichtiger Baustein des künftigen Energiesystems



Energievektor

v.a. Import von erneuerbarer Energie, Diversifizierung



Energiespeicher

Ausgleich des schwankenden Energiedargebots, Energiereserven



Grund- und Brennstoff

z.B. chemische Industrie (z.B. Dünger), Stahlindustrie, Mobilität (+ E-Fuels für Bestandsflotten)

... und des künftigen Wirtschaftssystems



Wertschöpfung & Wohlstand

Erhalt von Industrie & produzierendem Gewerbe, Sicherung von Arbeitsplätzen



Forschung & Entwicklung

Auf- und Ausbau von Expertise & Hoch-Technologie, Erhalt von Fachkräften

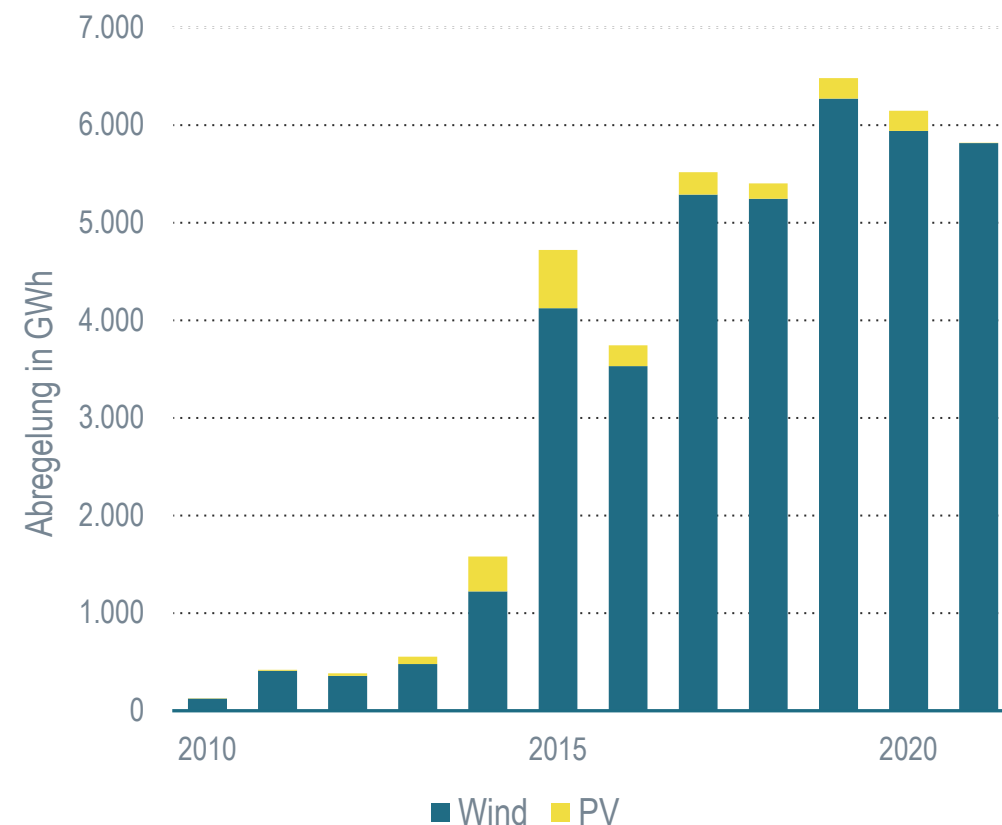


Handel

Export von Wasserstoff-Technologie (z.B. Maschinen und Komponenten)

Wasserstoff aus Überschussstrom?

- Abgeregelte Stromeinspeisung in Deutschland: jährlich 3-6 TWh (Bundesnetzagentur, Daten für 2016-2020)
→ Potenzial für H₂-Produktion: 1,8 und 3,6 TWh
- Allerdings: momentaner H₂-Verbrauch: 57 TWh in Deutschland
→ **Geringer Anteil an Bedarfsdeckung, dennoch nicht unerheblich im Kontext der Energiekrise**
- Aber: Wirtschaftlicher Betrieb von Elektrolyseure ab 1.500 Volllaststunden im Jahr!
- Immerhin: Wasserstoff aus Überschussstrom soll als grün definiert werden („Netzdienlichkeit“)

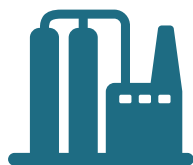


Quelle: Bundesnetzagentur - Monitoringbericht 2022

3

Wo wird Wasserstoff eingesetzt?

Wo wird Wasserstoff (künftig) eingesetzt?



Industrie

- Ammoniaksynthese
- Methanolsynthese
- Raffinerie
- Stahlherstellung (Reaktionsmittel)




Energiesystem

- Spitzenlastausgleich
- Saisonaler Speicher






Mobilität

- Flugverkehr (E-Kerosin, H₂)
- Schiffsverkehr (Ammoniak, Methanol, H₂)
- Fernverkehr-LKW, Reisebusse, Nutzfahrzeuge (H₂, Synfuels*)
- Kleine LKW, PKW (H₂, Synfuels*) 

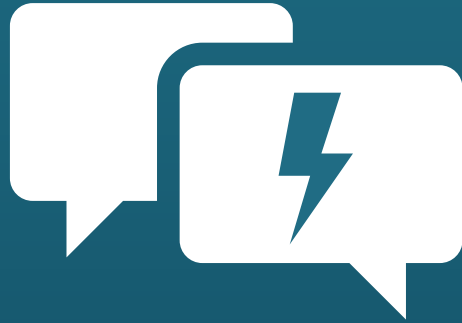


Wärme

- Hochtemperaturprozesse 
- Niedertemperaturprozesse 
- Wohnraumwärme 

*für Bestandsflotten

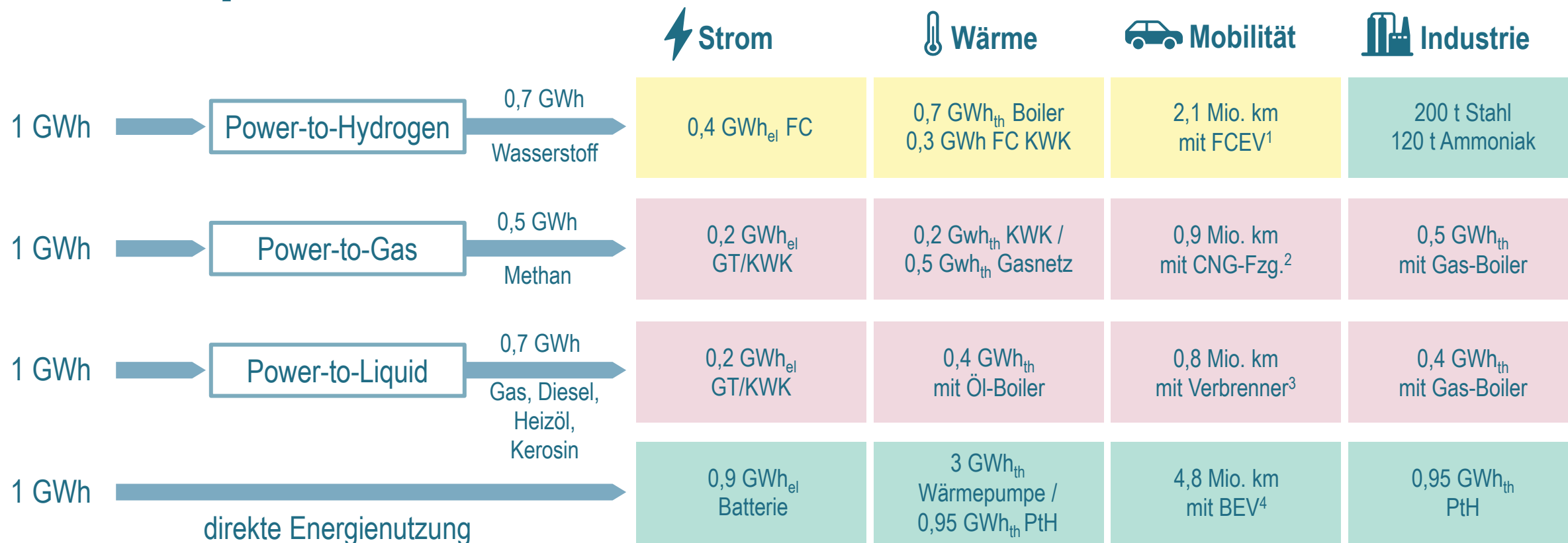
Die „Champagner-Debatte“



- Diskussion über prioritäre Anwendungsbereich von Wasserstoff, insbesondere über Sinnhaftigkeit von Wasserstoff im Mobilitäts- und Wärmebereich
- Rein-elektrische vs. wasserstoffgetriebene Energiewende
- Preis- und effizienzorientierte Argumentation
- Oft in Debatten nicht berücksichtigt:
 - Nicht direkt elektrifizierbare Prozesse (chemische Industrie)
 - Nicht sinnvoll elektrifizierbare Anwendungsfälle (Flugzeuge, Schwerlastverkehr)
 - Energiesystemische Einschränkungen (z.B. Netz-Infrastruktur)
 - „Faktor Mensch“ (z.B. Nutzungsverhalten, Gewohnheiten, Zahlungsbereitschaft)

Die Effizienz von Umwandlungsprozessen

Beispiel: Grüner H₂ in 2030



1) Bei einem Verbrauch von 1 kg H₂ / 100 km

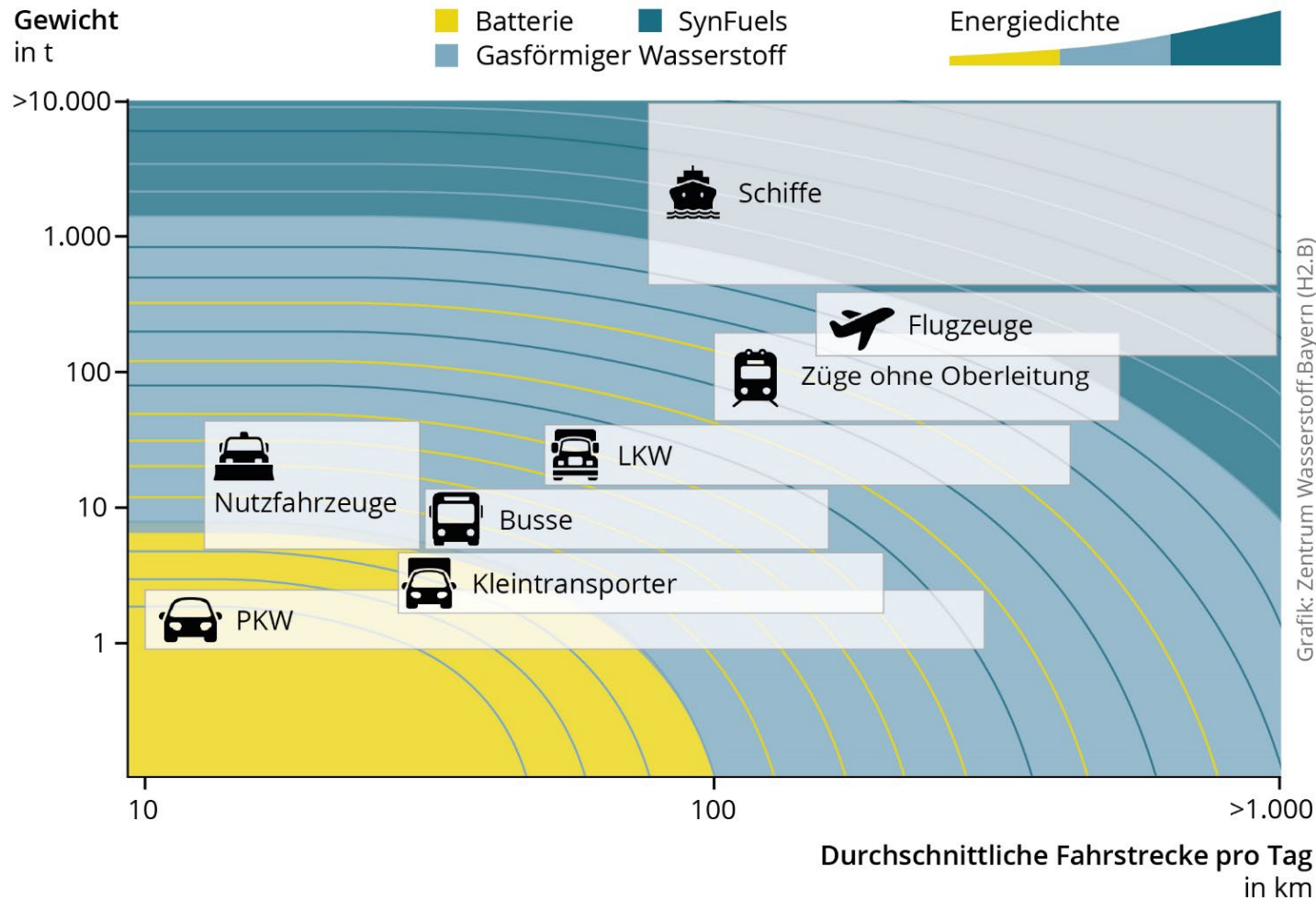
2) Bei 4,2 CNG / 100 km

3) Bei 5,2 l Benzin / 100 km

4) Bei 20 kWh / 100 km

Quelle: Klimapfade für Deutschland, Hybrit, BCG

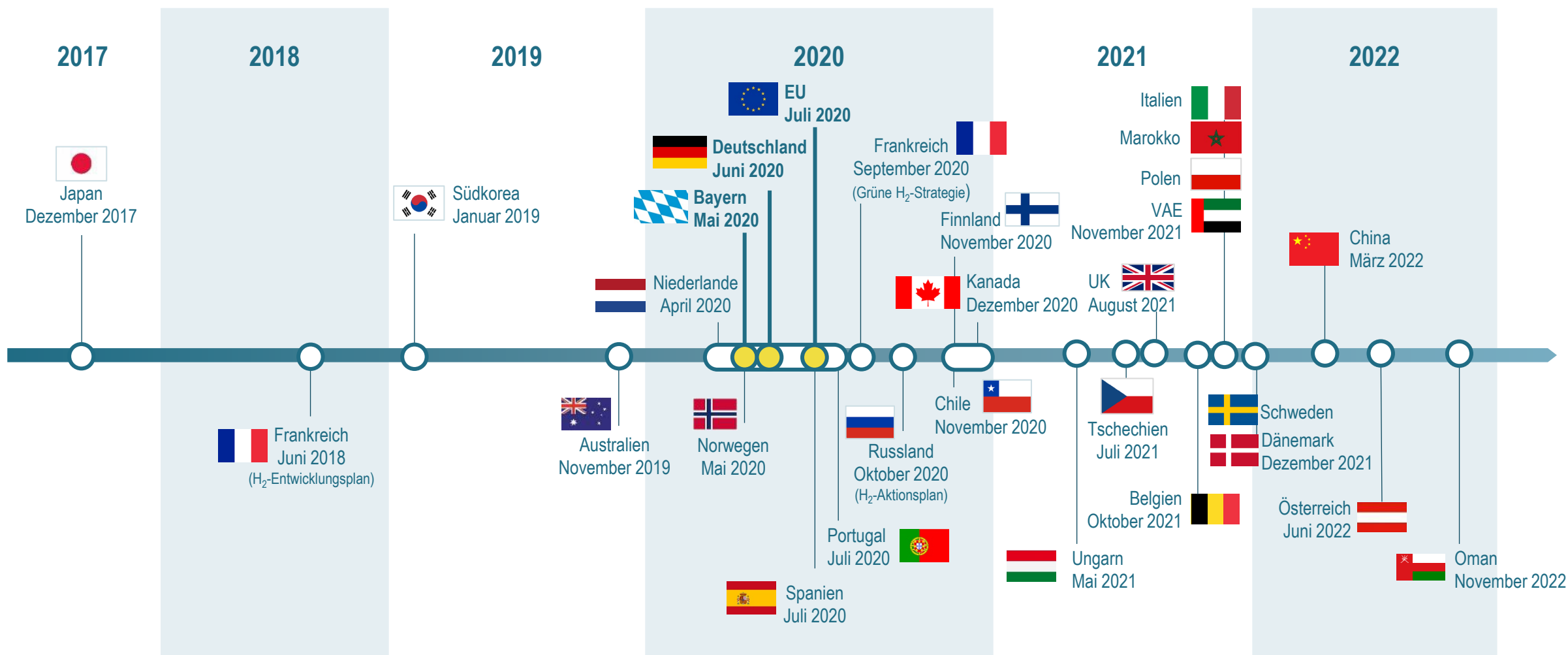
Wasserstoff in der Mobilität



4

Bayेरische Wasserstoffstrategie

Wasserstoff-Strategien weltweit



Die Bayerische Wasserstoffstrategie

- Veröffentlichung durch das StMWi im Mai 2020
- **Starker Fokus auf grünen Wasserstoff und H₂ in der Mobilität**
- Überwiegend Wasserstoffimport nach Bayern und Technologieexport
- Umsetzungsschritte (Auszug):
 - Wasserstoff-Forschungsoffensive „H2 Hightech Bayern“
 - Aufbau von Entwicklungs-, Test- und Anwendereinrichtungen
 - **Förderrichtlinie für Wasserstofftankstellen**
 - Ausbau der bayerischen Wasserstoff-Modellregionen und Demonstrationsprojekte
- neu: • **Förderrichtlinie für Elektrolyseure**
- neu: • **Unterstützung des Ausbaus der Pipeline-Infrastruktur (HyPipe Bavaria)**



Wasserstoff-Roadmap Bayern

- Veröffentlichung durch das H2.B im April 2022
- Ziele: Aufzeigen von Perspektiven, konkretem Handlungsbedarf und wichtigen Meilensteinen für den Rollout von Wasserstoff in Bayern, Abschätzung des möglichen Wasserstoffverbrauchs in Bayern
- **Hinweis: Krieg in der Ukraine und energiepolitische Konsequenzen nicht berücksichtigt!**

Wichtige Ergebnisse:

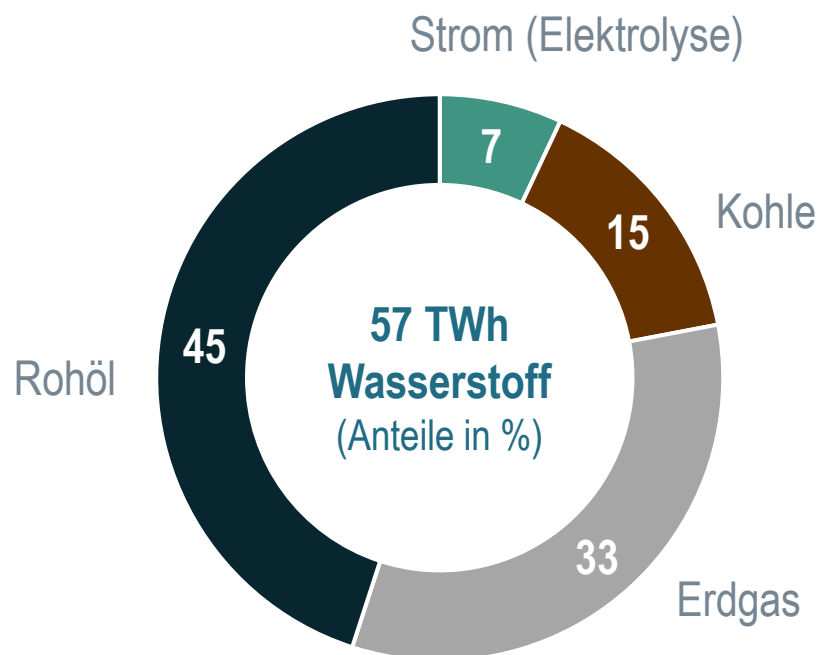
- **Kumulierte Nachfrage (H2 + Derivate) bis 2040: mind. 33-75 TWh**, hauptsächlich im Bereich der Mobilität, Petrochemie, Konversion
- **Bedarf an bayerischer Elektrolysekapazität von mindestens 1 GW bis 2030**
- Große Chancen für die exportorientierte bayerische Industrie
- Gezielte Unterstützung von Projekten zur Real-Erprobung von Technologien zur Erzeugung regionaler Spillover-Effekte



Steigender Wasserstoffbedarf in Deutschland und Bayern

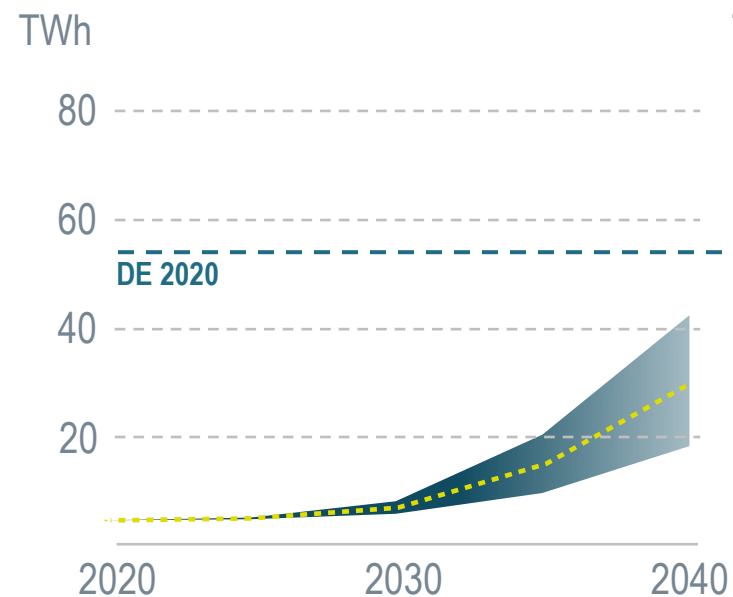
Wasserstoffbedarf 2020 in Deutschland

Gesamtenergiebedarf: ca. 2.500 TWh

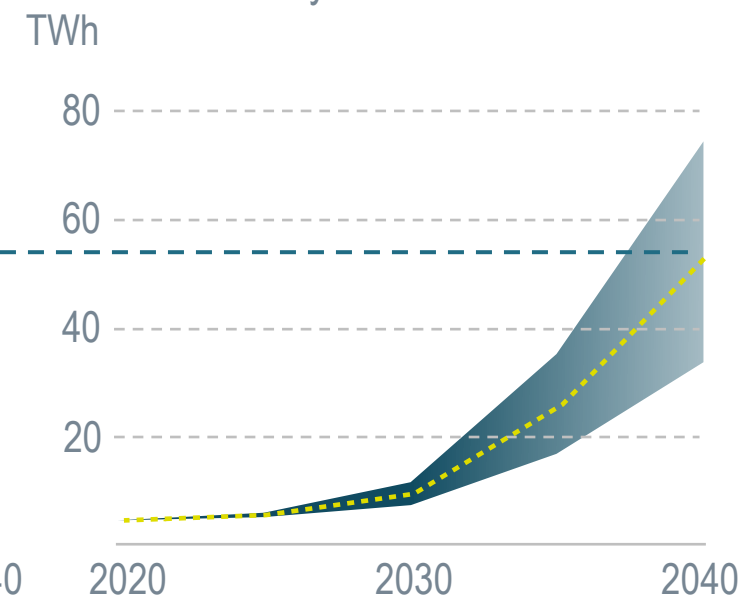


erwarteter Wasserstoffbedarf in Bayern bis 2040

kumulierter Wasserstoffbedarf



kumulierter Wasserstoff- und Synfuelbedarf

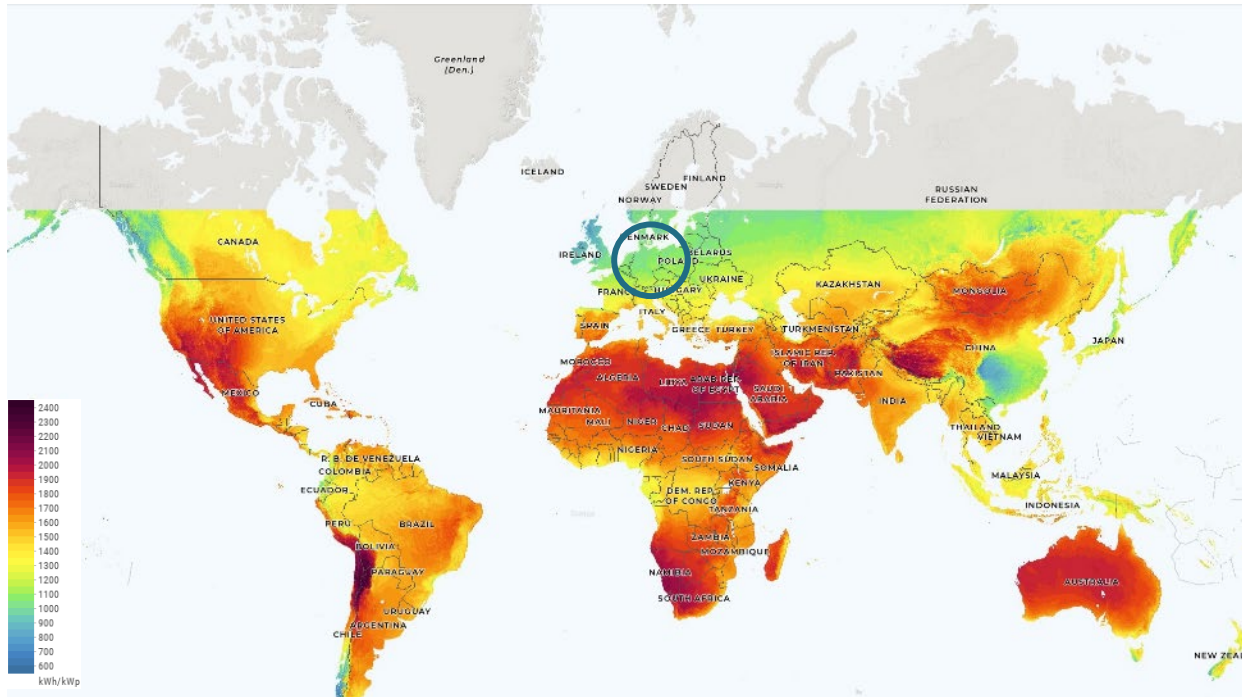


5

Zwischen Angebot und Nachfrage:

Die Importfrage

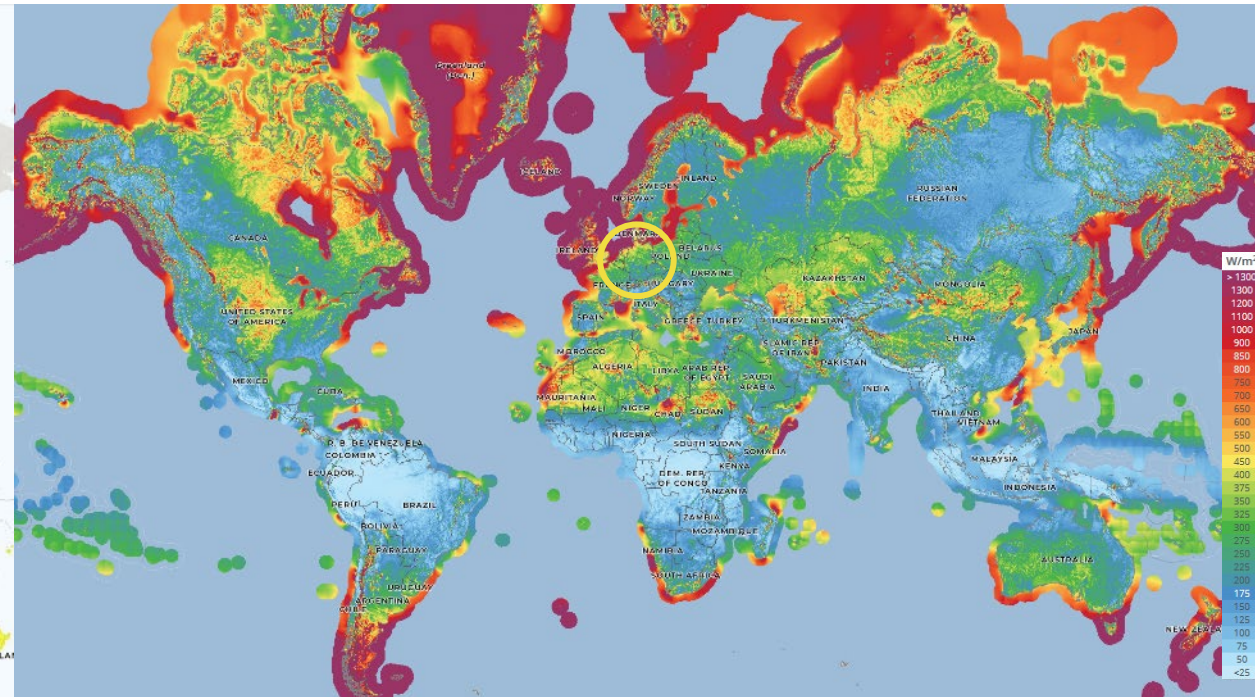
Weltweites Potenzial für Erneuerbare Energien



Photovoltaik Potential

Einheit: kWh/kWp

Quelle: Global Solar Atlas 2022 (Photovoltaic Power Output)



Wind Potential

Einheit: W/m² at 100 m

Quelle: Global Wind Atlas 2021 (Mean Wind Power Density auf 100m Höhe)



Deutschland wird weiterhin ein Netto-Energieimporteur bleiben.

Wasserstofflogistik nach Bayern?

Formen?

- Elementar (verflüssigt, komprimiert)
- Chemisch gebunden (LOHC)
- Derivate (NH₃, MeOH, E-fuels)

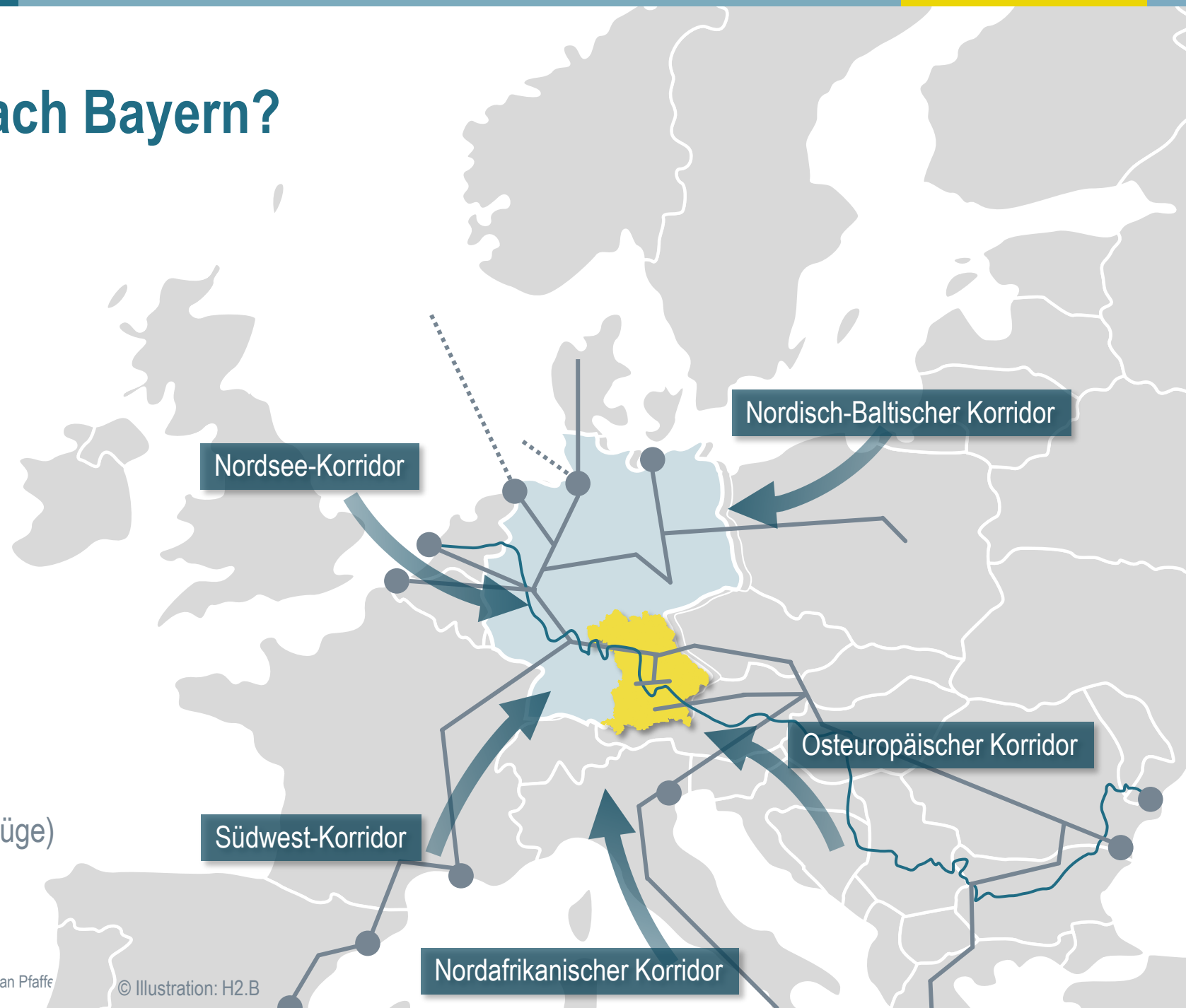
Transportmethode?

- Pipelines
- Schiffe
- Züge & Trailer

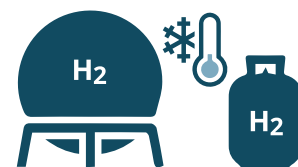
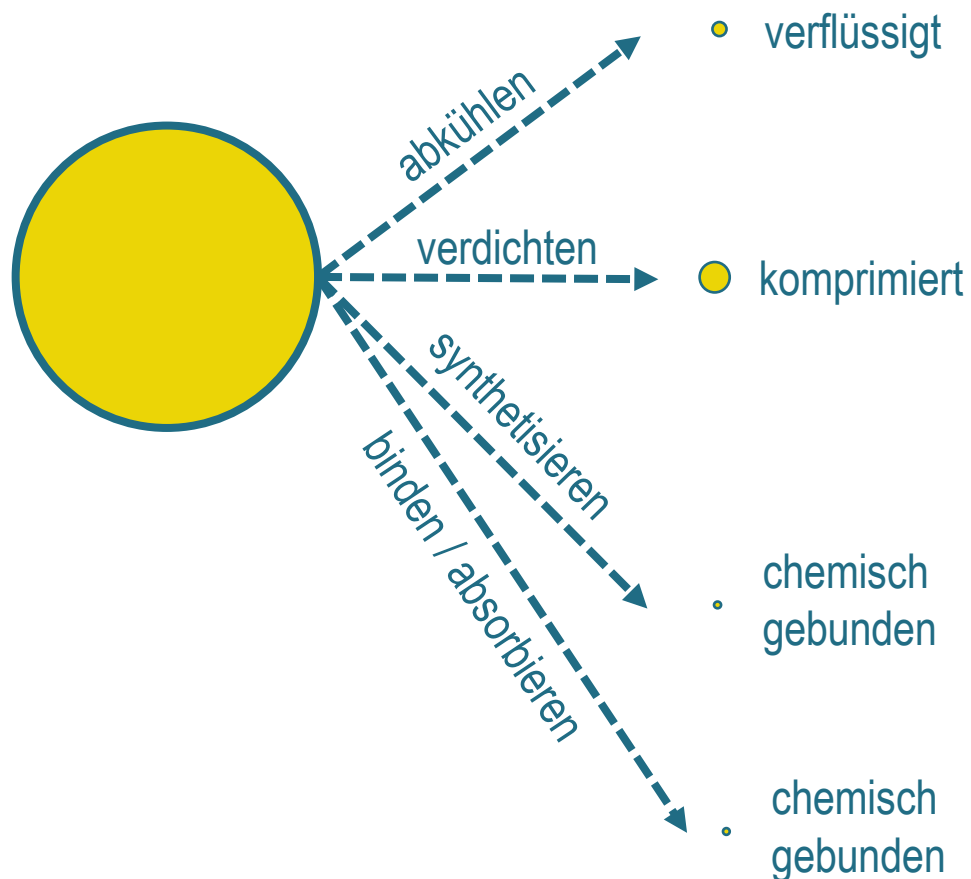
● Import Hub

--- European Hydrogen Backbone (Auszüge)

~ Rhein / Main / Donau (Auszüge)

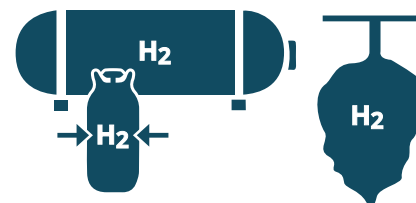


Speicherung und Transport von Wasserstoff



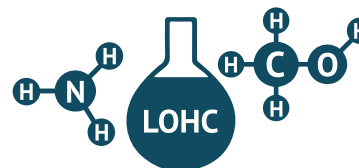
Flüssiger Wasserstoff (LH₂)

H₂ wird bei -253°C tiefgekühlt gespeichert und kann so über weite Strecken transportiert werden.



Gasförmiger Wasserstoff (GH₂)

H₂ wird unter hohem Druck (20-1000 bar) verdichtet, in Kavernen gespeichert und in Pipelines und Tanks transportiert.



Chemisch gebundener Wasserstoff

H₂ wird in Trägerflüssigkeit (LOHCs) gebunden oder für die Herstellung synthetischer Kraftstoffe (wie Methanol, Ammoniak oder Diesel) genutzt.



Metallhydride

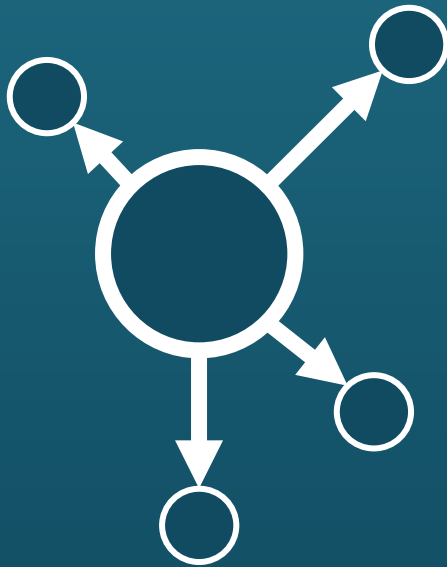
H₂ wird in Festkörpern aus Metall gespeichert, die das Gas wie Schwämme aufsaugen können.

Inländische H₂-Produktion

Wachsende Bedeutung lokaler, **systemintegrierter Projekte** und Inselnetze mit H₂-Erzeugung und H₂-Nutzung als Ausgangspunkt für Skalierung:

- (in begrenztem Maße) „Überbrückung“ des Hochlaufs bis Anschluss an European Hydrogen Backbone
- Versorgung von Verteilinfrastruktur-fernen Abnehmern
- Test von Technologien unter Alltagsbedingungen / Reallabore
- Aufbau lokaler Netzwerke
- Sichtbarmachen von Technologie, Schaffung von Akzeptanz
- Sicherung von Arbeitsplätzen

Allerdings: Großvolumiger Import von grünem H₂ und Derivaten wird unabdingbar sein!



Wasserstoffprojekte & Akteure (Auszug)

HyLand-Regionen

-  HyStarter
-  HyExpert
-  HyPerformer

H2-Projekte

-  Aktiv
-  In Realisierung
-  In Planung
-  IPCEI-Projekt

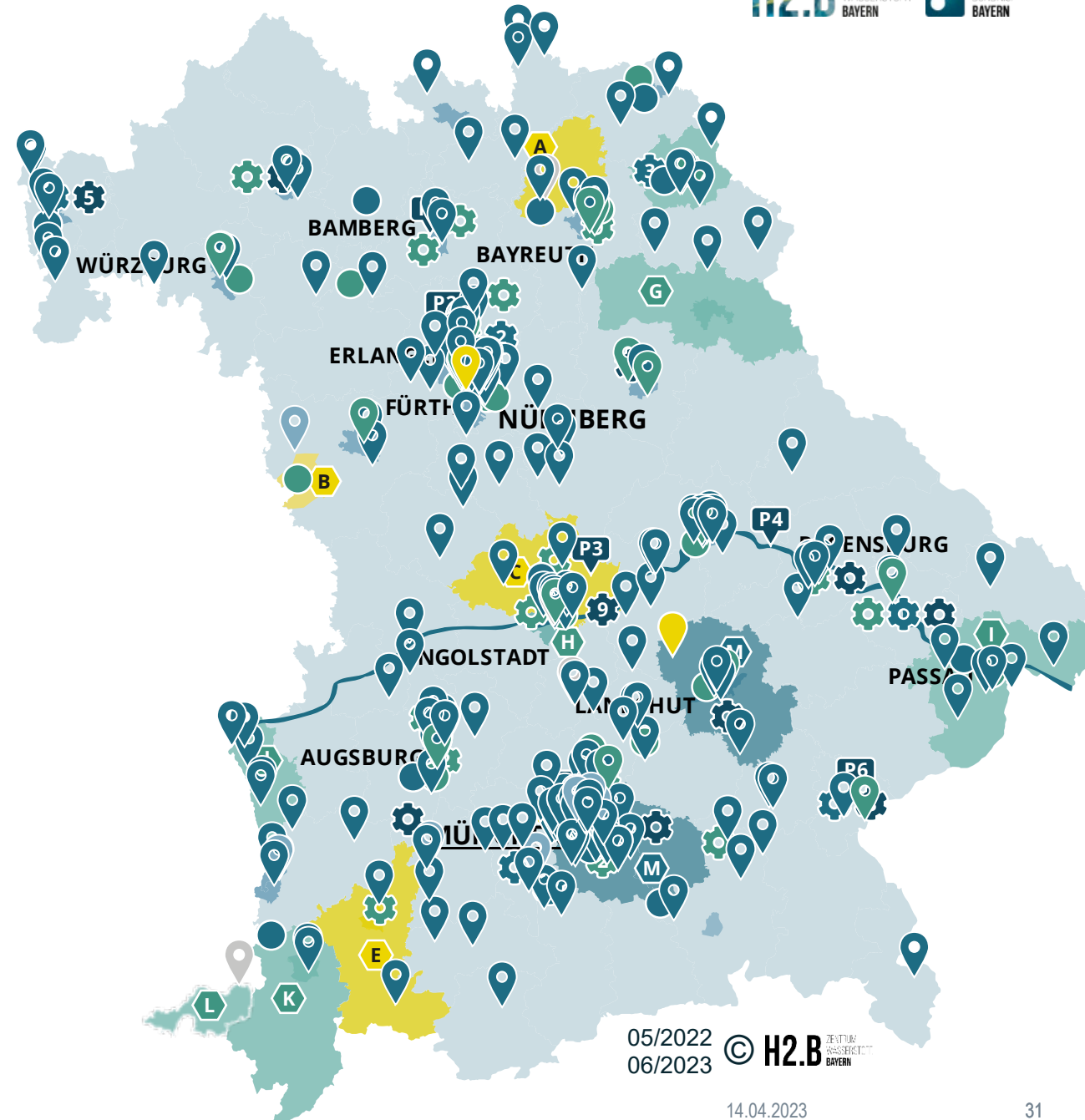
 WTAZ Pfeffenhausen

H2-Tankstellen

-  In Betrieb
-  In Planung

 Partner im Wasserstoffbündnis Bayern

 H2.B



05/2022 © H2.B ZENTRUM WASSERSTOFF. BAYERN
06/2023

6

Förderprogramme

Vorschau: Bayerische Förderrichtlinie für Elektrolyseure

- Angaben unter Vorbehalt! -

Förderprogramm

- Investives Förderprogramm zur Unterstützung des Hochlaufs der dezentralen Wasserstoffproduktion in Bayern
- Veröffentlichung Fördercall: voraussichtlich August 2023
- Gesamtes Fördervolumen: 150 Millionen Euro
- Investitionsbeihilfen nach AGVO bis zu 45% der zuwendungsfähigen Mehrausgaben (Art. 41 AGVO)

Was wird gefördert?

- Elektrolyseanlagen zur Herstellung von grünem Wasserstoff (auf Basis der Definition durch RED II)
- Betrieb der Anlage zu 100% mit elektrischem Strom aus regenerativen Energiequellen
- Elektrische Gesamtleistung von mind. 1 MW bis ca. 10-20 MW

Was wird *nicht* gefördert?

- Der Erwerb des Grundstücks, Gebäude sowie Kosten für den Betrieb der Anlage
- Anlagen zur Stromerzeugung

Vorschau: Bayerische Förderrichtlinie für Elektrolyseure

- Angaben unter Vorbehalt! -

Wichtig

- Berücksichtigung der RED II Kriterien für grünen H2 (Zusätzlichkeit, zeitliche & geografische Korrelation)
 - Netzdienlichkeit (Netzintegration)
 - Ideal: (bereits vorhandener) Energienutzungsplan
- Bayerisches Förderprogramm Energiekonzepte und kommunale Energienutzungspläne
- Antragsberechtigt sind kommunale Gebietskörperschaften in Bayern
 - Förderung von Energienutzungsplänen, deren Umsetzung sowie Energiekonzepte, erstellt durch fachkundige Dritte
 - Förderung bis zu 70 % der förderfähigen Kosten (Umsetzungsbegleitung max. 40.000 Euro, bei Energiekonzepten maximal 50.000 Euro)

<https://www.bayern-innovativ.de/de/seite/foerderung-energiekonzepte>

BMDV: Förderung von Elektrolyseanlagen zur Wasserstoffherstellung für den Verkehrssektor (NIP II)

Förderprogramm

- Gesamtes Fördervolumen: 80 Millionen Euro
- Investitionsbeihilfen nach AGVO bis zu 45% der zuwendungsfähigen Mehrausgaben (Art. 41 AGVO)

Was wird gefördert?

- Elektrolyseanlagen zur Herstellung von grünem Wasserstoff (auf Basis der Definition durch RED II) **für den Verkehrsbereich;**
→ Wasserstoffversorgung konkreter Verkehrsanwendungen
- In Verbindung mit der Elektrolyseanlage: Transportinfrastruktur, wie Trailer und Pipelines, zum H₂-Verbraucher im Verkehrsbereich
- El. Gesamtleistung von mind. 1 MW, Betrieb der Anlage zu 100% mit elektrischem Strom aus regenerativen Energiequellen

Was wird nicht gefördert?

- Der Erwerb des Grundstücks, Gebäude sowie Kosten für den Betrieb der Anlage
- Anlagen zur Stromerzeugung

Weiterführende Links

Bund

- [Basiswissen Projektförderung \(Projektträger Jülich\)](#)
- [Lotsenstelle Wasserstoff](#)
- [Praxisbeispiele konkreter Förderprojekte entlang der Wasserstoff-Wertschöpfungskette](#)

Bayern

- [Übersicht Förderinstrumente im Bereich Wasserstoff \(LENK\)](#)
- [Förderlotse Bayern \(Bayern Innovativ\)](#)

7

Fazit

Wasserstoff ist ein wichtiger Baustein des künftigen Energiesystems!



ABER: Wasserstoff ist kein Allheilmittel der Energiewende! Wir brauchen...



Deutlich ambitionierteren Ausbau der erneuerbaren Energien



Konsequente Umstellung/Optimierung von Prozessen (Energiesparmaßnahmen; wo sinnvoll: direkte Elektrifizierung), systemintegrierte Energiewende



Schaffung/Anpassung der Energieinfrastruktur für künftige Bedarfe



Harmonisierte Standards & Förderkulisse, technologieoffenen Hochlauf (aller CO₂-armen/neutralen Technologien)



Pragmatismus und Pioniergeist!

HYDROGEN DIALOGUE 2023 – Summit & Expo



HYDROGEN
DIALOGUE 2023
SUMMIT & EXPO

Flaggschiff-Event der bayerischen
Wasserstoff-Community

Datum: 6. – 7. Dezember 2023

Format: Kongress und Ausstellung

Ort: Messezentrum Nürnberg

Turnus: jährlich

www.hydrogendialogue.com





www.h2.bayern/newsletter/

Newsletter

allgemeiner Newsletter:

- Wichtiges aus dem Zentrum Wasserstoff.Bayern (H2.B) und dem Wasserstoffbündnis Bayern
- Ausgewählte Meldungen, Ausschreibungen, Fördermaßnahmen, Publikationen rund um Wasserstoff (in Bayern)
- Veranstaltungshinweise

Ihre Ansprechpartner



Elisabeth Gruber

Referentin Nationale Angelegenheiten

Tel: +49 (0) 911 5302 99221

Mail: elisabeth.gruber@h2.bayern

Dr. Fabian Pfaffenberger

Geschäftsführer

Mail: fabian.pfaffenberger@h2.bayern

Zentrum Wasserstoff.Bayern (H2.B)
Fürther Straße 250, 90429 Nürnberg
www.h2.bayern

H2.B ZENTRUM
WASSERSTOFF.
BAYERN



WASSERSTOFF
BÜNDNIS.
BAYERN

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Initiiert durch



Bayerisches Staatsministerium für
Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie