

Wasserstoff – ein Molekül das keine Grenzen kennt

Prof. Dr. Markus Hölzle

ZSW-Vorstandsmitglied und Vorsitzenden Beirat Grüner Wasserstoff Baden-Württemberg

Wasserstoff in Schwaben: Netzwerke(n) in der Region

Ulm, den 26. Juni 2023



Das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) auf einen Blick

- **Gemeinnützige Forschungsorganisation: 330 Mitarbeitende, ca. 45 Mio. € Jahresumsatz, 85% Fremdfinanzierung**
- **Angewandte Forschung & Entwicklung zu neuen Energietechnologien:**
 - Batterien & Superkondensatoren: Materialien, Produktionstechnologien, Systeme, Qualifizierung
 - Wasserstoff & Brennstoffzellen: Stack-Technologie, Komponenten, Systeme, Produktionstechnologien, Testzentrum
 - Photovoltaik: Materialien, Dünnschichttechnologien (Perowskite) & Anwendungssysteme
 - Erneuerbare Brennstoffe: Wasserelektrolyse, Power-to-Gas, Biomassevergasung
 - Energiepolitik und -wirtschaft, Windenergie
- **Technologietransfer**

WINDENERGIE



PHOTOVOLTAIK



BATTERIEN



WASSERSTOFF



BRENNSTOFFZELLEN



POLITIKBERATUNG





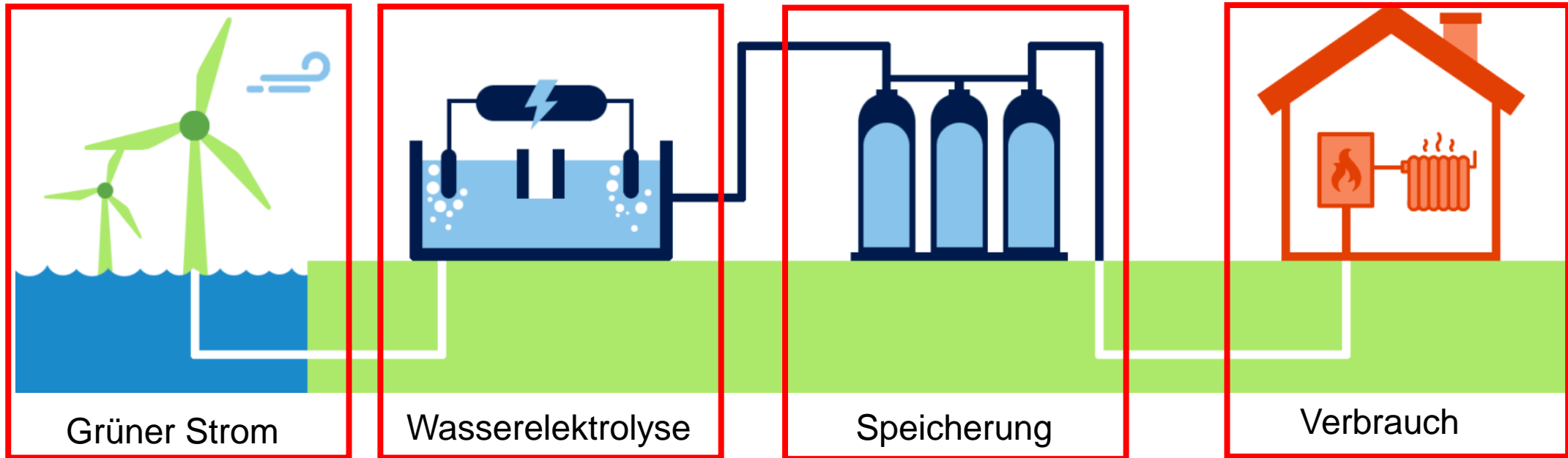
Spain: Sierra Costera Wind Project (Bild: Bildagentur.com/YouTube)

WASSERSTOFF: WIESO – WESHALB – WARUM?

Wasserstoff – Der bekannte Unbekannte

- **Wasserstoff** ist gasförmig, farblos und das **häufigste Element** des Universums.
- Wasserstoff kommt auf der Erde nicht als solches vor sondern **muss bei Bedarf hergestellt** werden:
 - Die **Herstellung** erfolgt **heute** fast ausschließlich aus **Erdgas und Erdöl** unter **Freisetzung von großen Mengen CO₂** - ca. 10 Kilogramm CO₂ je Kilogramm Wasserstoff.
 - Wasserstoff wird in der Regel dort produziert, wo er auch verbraucht wird, deshalb bleibt er für den Normalbürger eine große Unbekannte.
- Wasserstoff ist die volumenmäßig **größte Chemikalie weltweit**:
 - 1% der globalen Energie werden für die Wasserstofferzeugung eingesetzt
 - Ohne Wasserstoff keine Düngemittel, kein Benzin / Diesel, keine Chemikalien, Kunststoffe, Arzneimittel...
 - Preise für Wasserstoff aus Erdgas: ca. 2 Euro/kg (entspricht 5 Cent/kWh)
- Die Herstellung wird **zukünftig CO₂-frei** durch Spaltung von Wasser mittels **grünem Strom** erfolgen.
- **Wasserstoff und elektrischer Strom** werden das **Rückgrat** unserer zukünftigen, **CO₂-freien Energieversorgung** darstellen.

Wasserstoff aus Strom und Wasser: Wasserelektrolyse



Beispielbilder
für Elektrolyseure



Quellen: ZSW, H-Tec, Thyssen, Siemens-Energy

Elektrolyseaktivitäten in Bayern und Baden-Württemberg

Alle wichtigen Elektrolysetechnologien sind gleichgewichtig vertreten



Alkalische Elektrolyse:

- ZSW, Stuttgart + Partner

Polymerelektrolyt-Elektrolyse:

- Siemens Energy, Nürnberg
- H-TEC, Augsburg
- Bosch, Stuttgart und Bamberg
- Rolls-Royce, Friedrichshafen
- Handtmann, Biberach

Weitere Aktivitäten in Deutschland:

- Thyssen-Krupp, Duisburg
- Sunfire, Bremen

Wasserstoff ist ein Alleskönner und in allen Sektoren anwendbar...



Wasserstoff ist das Rückgrat und Bindeglied der Energieversorgung

...und gleicht das wechselnde Angebot an grünem Strom aus - frei von CO₂ Emissionen



Tomasz Wyszomirski, Getty Images/iStockphoto



Quelle: Focus online



Quelle: biogasanlagen-info.de

Wasserstoff

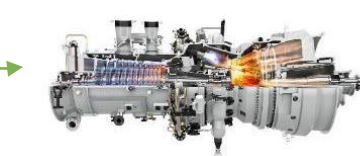
Täglicher Anteil erneuerbarer Energien an der öffentlichen Nettostromerzeugung, Jahr 2020



Der tägliche Anteil erneuerbarer Energien an der Nettostromerzeugung lag 2020 zwischen 16,5% am 10.12.2020 und 79,9% am 05.07.2020.
Grafik: B. Bürger, Fraunhofer ISE; Quelle: https://energy-charts.info/charts/renewable_share/chart.htm

18
© Fraunhofer ISE
PHOTO: ISE/INTERSIM

Fraunhofer ISE



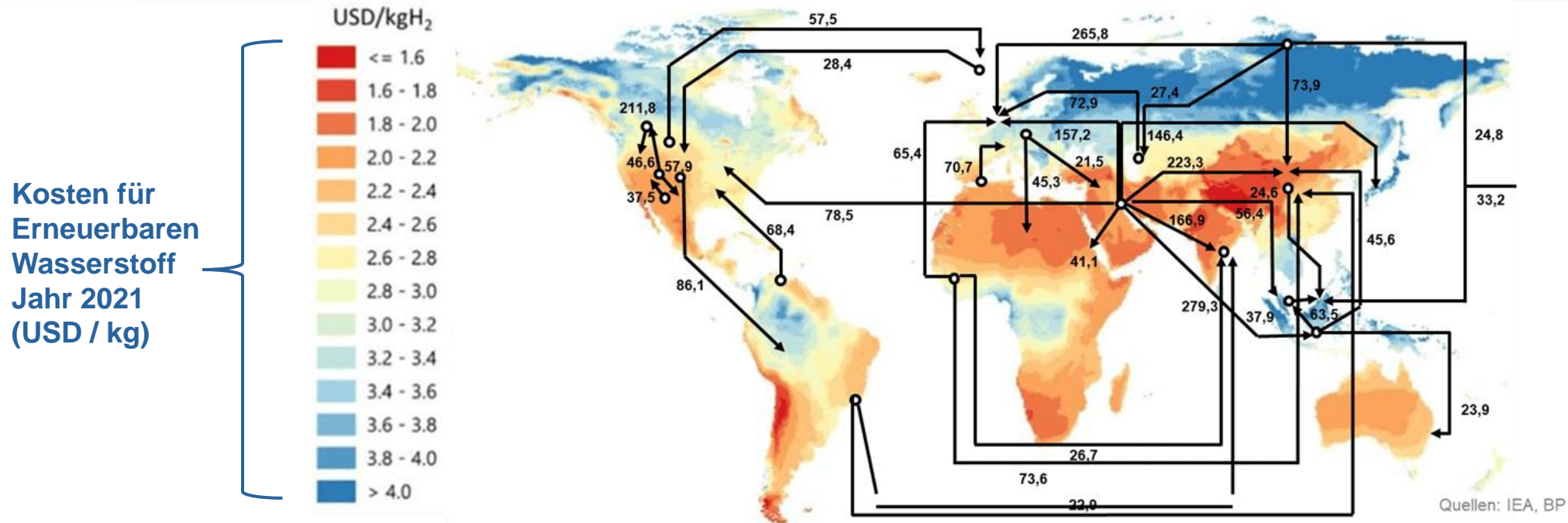
Quellen: Viessmann / Feudenberg / Imago Images / Pixabay / Pixabay / Siemens



WASSERSTOFF

- AUS DER WEITEN WELT IN DIE REGION

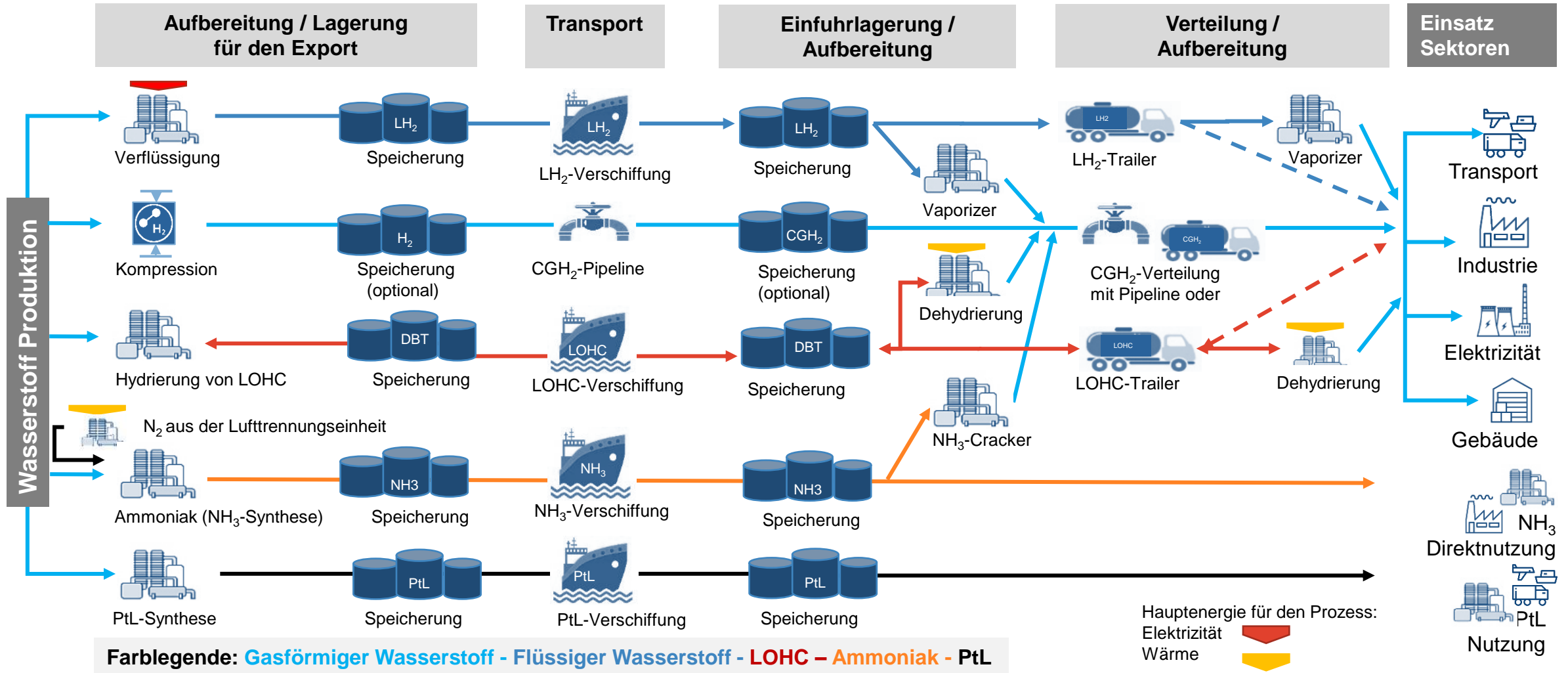
Grüner Wasserstoff ist heute weltweit eine realistische und wirtschaftlich wettbewerbsfähige Option



- Wettbewerbsfähige Kosten für grünen Wasserstoff können an sehr guten Wind- und/oder Solarstandorten erreicht werden - allerdings fehlt es noch an der notwendigen Transporthardware (Schiffe, Pipelines).
- Das bestehende Pipelinenetz muss neu ausgerichtet werden (z.B. 350.000 km Erdgasnetz in Deutschland).
- Chance für Deutschland: Der Aufbau von sicheren Lieferländern & Technologieexport.

Optionen für den Wasserstoffimport

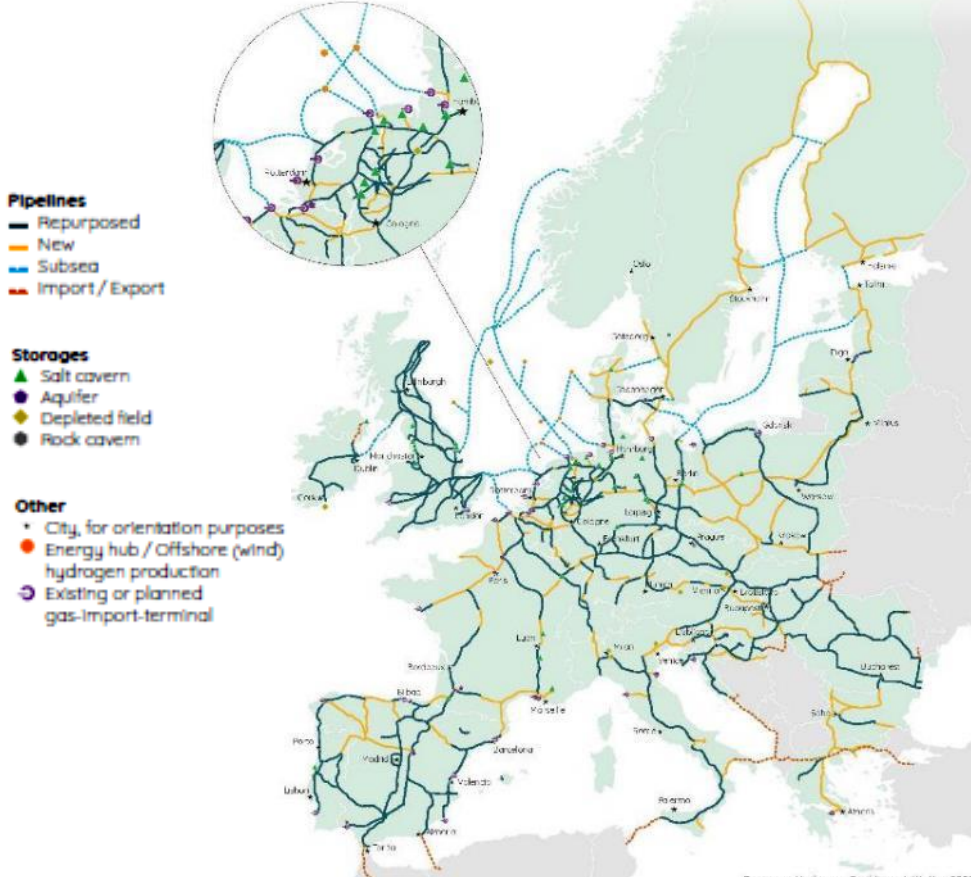
Unterschiedliche Verfahren und Chemikalien sind im Wettbewerb



„European Hydrogen Backbone“

Kostengünstiger Wasserstoff-Ferntransport über Pipelinenetz

Bis 2040 soll sich eine leistungsfähige Infrastruktur in alle Richtungen erstrecken:



- **Wasserstoff-Transportinfrastruktur**, die Angebot und Nachfrage in Nord-Süd- & West-Ost-Richtung verbindet
- 2030: 28.000 km Leitungsnetz verbindet die Wasserstoffcluster - in Norddeutschland / NRW
- 2040: Netz erstreckt sich in alle Richtungen mit einer Länge **ca. 53.000 km**
- Backbone erfordert bis 2040 geschätzte Gesamtinvestitionen von **80 – 143 Mrd. €**
- 75% umgestellte Erdgasleitungen, 25% neu zu bauende Wasserstoffleitungen
- Transportkosten: **0,11-0,21* €/kg pro 1.000 km** – kosteneffizienter Ferntransport in Europa

*über Unterwasserpipelines: 0,17-0,32 €/ kg Wasserstoff pro 1.000 km Transportweg

Quelle: European Hydrogen Backbone initiative 2022, supported by Guidehouse

Quelle: European Hydrogen Backbone, 2022

Süddeutsche Wasserstoff-Magistrale

Eine Vision mit hohem Realisierungspotential



Wasserstoff-Anbindung für Baden-Württemberg

Schrittweise Umstellung von Leitungsabschnitten



terranets bw



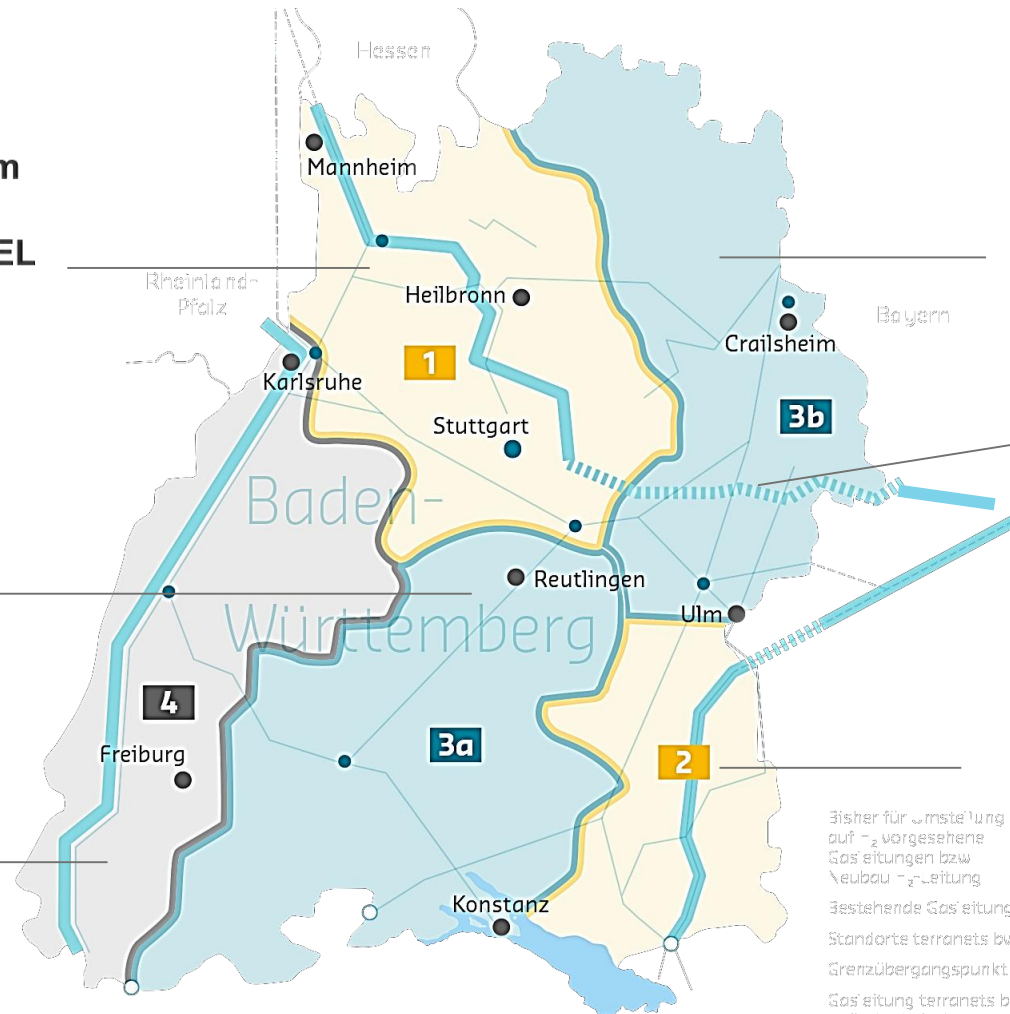
Wasserstoff für
Baden-Württemberg
Eine Initiative der terranets bw

1 Rhein-Neckar und Großraum Stuttgart: Versorgung von Lampertheim ab 2030 via SEL

Anschluss Kraftwerke + min. 25%
Gassubstitution bei Verteilnetzbetreibern
erforderlich (ca. 5,1 GWh/h)

3a Region Schwarzwald-Baar: Planung Neubau erst möglich bei Anfrage

4 Fernleitungen Rhein- Ebene: H₂-Versorgung durch OGE/Fluxys ab 2040 möglich



3b Raum Aalen und nördlich Aalen: Planung Neubau erst möglich bei Anfrage

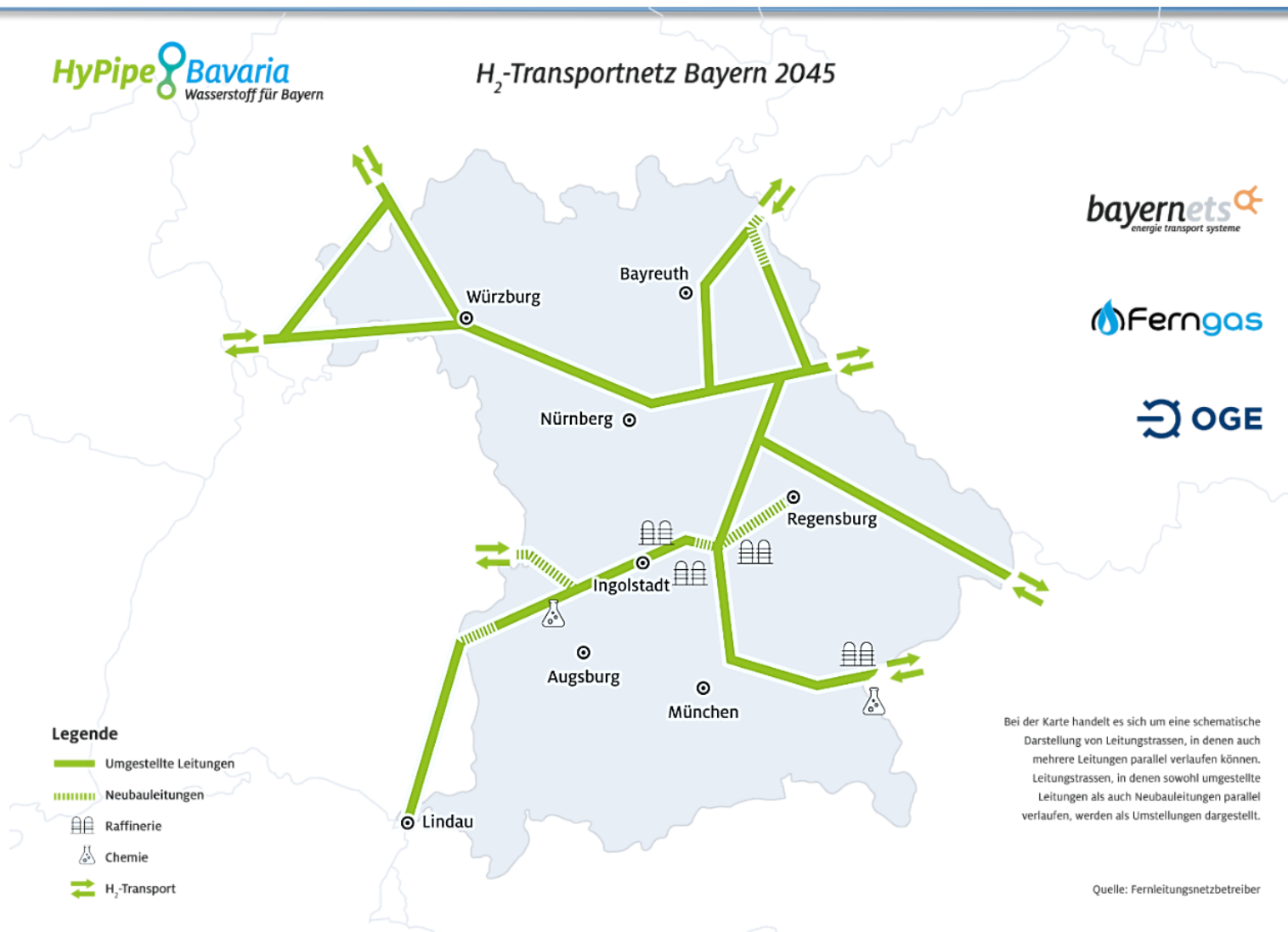
Hier *möglich bei
hinreichendem Bedarf*:
Verlängerung SEL (S-
Bissingen) als H₂-Option für
Raum Göppingen –
Heidenheim – Ulm + Bayern

2 Raum Bodensee/Oberschwaben: Aufspeisung im Raum Ulm ab 2035

ca. 7 Jahre Vorlauf (min. 2 GWh/h Gassubstitution
bei Verteilnetzbetreibern und Industriekunden);
H₂ wird über Ingolstadt vermutlich erst ab 2040
geliefert

Fisher für Umstellung
auf H₂ vorgesehene
Gasleitungen bzw
Neubau H₂-Leitung
Bestehende Gasleitung
Standorte terranets bw
Grenzübergangspunkt
Gasleitung terranets bw
außerhalb Baden-
Württemberg

H2-Transportnetz Bayern

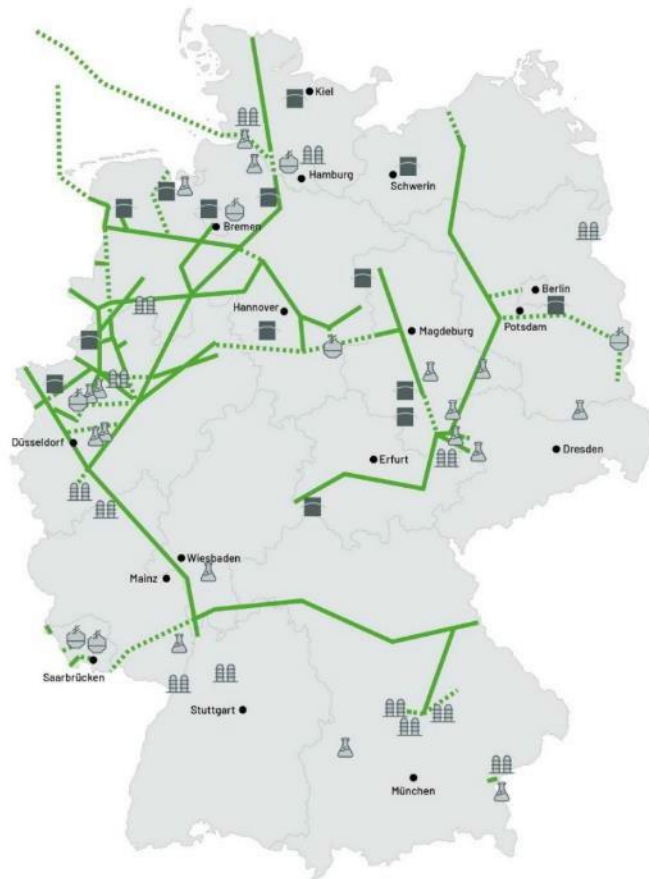


- Länge: Rund 2.200 km
- ca. 2.000 km umgestellte Gastransportleitungen
- 10 % Neubauleitungen, d. h. rund 200 km

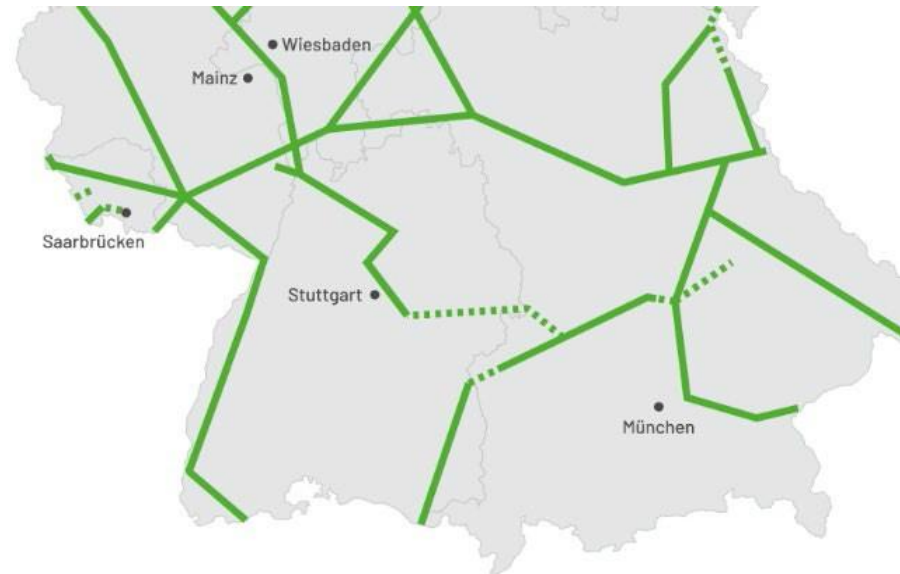
Wasserstoffnetz der FNB: Für ein klimaneutrales Deutschland

Die Anbindung Süddeutschland spätestens bis 2035 vorgesehen

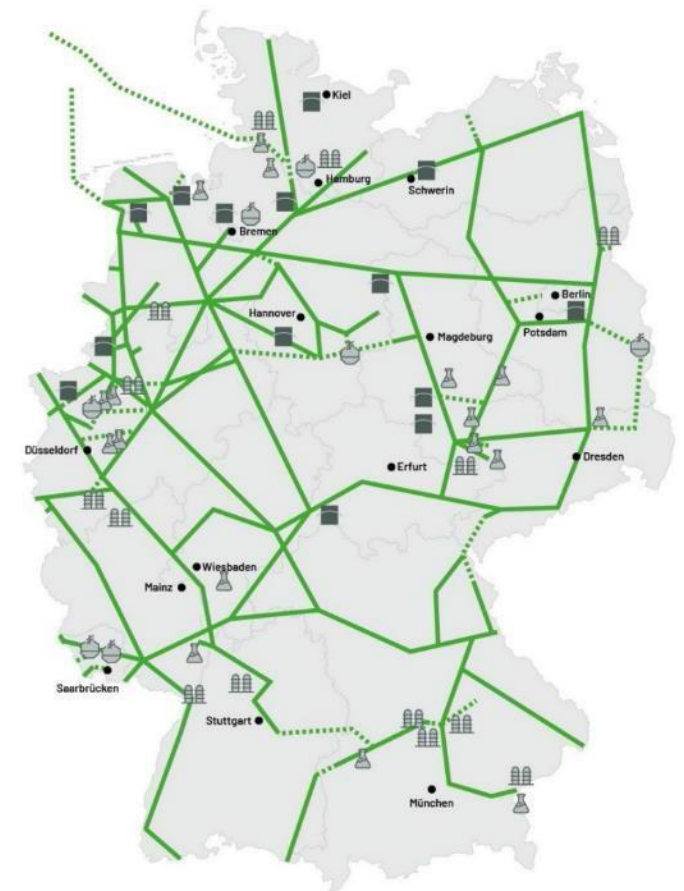
Wasserstoffnetz 2030



Anbindung Süddeutschland 2035



Wasserstoffnetz 2050





ZUSAMMENFASSUNG

Zusammenfassung: Wasserstoff – regional bis global

- **Wasserstoff und elektrische Energie** sind das Rückgrat der globalen Energiewende:
 - Wasserstoff ist dabei die **globale Komponente** und wird zukünftig weltweit in ausreichenden Mengen verfügbar sein.
 - Deutschland muss und kann heute seine **zukünftige Wasserstoffversorgung aktiv gestalten**.
- **Baden-Württemberg und Bayern** sind bezüglich grünem Wasserstoff strategisch im Nachteil!
 - Beide Bundesländer sind Strommangelländer
 - Es gibt keine bzw. nur wenige Wasserstoff-Großverbraucher (Stahl / Chemie / Glas / Papier / Zement...)
 - Der Anschluss an das europäische Wasserstoffnetz kommt erst ab 2028/2030
- Was kann die **Region Ulm / Augsburg / Schwaben** tun:
 - Einweben und Umsetzen von Fördermitteln (Hy-Expert, Hy-FIVE,.....)
 - Stärkung von KMU bei Wasserstoffkomponenten / Technologien
 - Schaffung einer **Wasserstoffinfrastruktur in der Fläche**, beginnend mit **Wasserstofftankstellen** für **Brennstoffzellen-Lkw**
- **Wasserstoff darf nicht als Champagner gedacht werden – sondern als Mineralwasser!**

VIELEN DANK FÜR IHR INTERESSE.

Prof. Dr. Markus Hölzle

E-Mail: markus.hoelzle@zsw-bw.de



Stuttgart



Ulm



Ulm eLaB



Ulm HyFaB



Solartestfeld



Windtestfeld