

Wasserstoff als zentrales Element im zukünftigen Energiesystem

Prof. Dr. Markus Hölzle

Vorstandsmitglied und Leiter des Geschäftsbereich Elektrochemische Energietechnologien

Symposium: Emissionsfreie Mobilität in der Bodenseeregion!

Lindau, 1. Juli 2022



Kurzbiografie Prof. Dr. Markus Hölzle



1996	Promotion in Elektrochemie – Universität Ulm
1996	F&E bei BASF (Brennstoffzellen)
2002	Business Manager Katalysatoren, BASF SE
2005	Business Manager BASF Corp., Houston, TX, USA
2009	General Manager BASF Batteriematerialien
2012	Manager Kathodenmaterialien Asien, Tokio, JP
2016	Leiter F&E Entwicklung Kathodenmaterialien BASF
2020	Seit Oktober – Leiter des ZSW in Ulm

Seit 34 Jahren der Zukunft einen Schritt voraus

Die Geschäftsbereiche des ZSW

// Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Stuttgart
Prof. Dr. Frithjof Staiß

Stuttgart
Prof. Dr. Michael Powalla

Ulm
Prof. Dr. Markus Hölzle

Studien
Politikberatung
Windenergie



Photovoltaik:
Materialforschung



Batterien



Elektrolyse
CO₂-Absorption
Grüne eFuels



Photovoltaik:
Modulqualität &
Netzintegration



Wasserstoff &
Brennstoffzellen





DIE ENERGIEWENDE UND IHRE HERAUSFORDERUNGEN

Primärenergieversorgung Deutschland heute

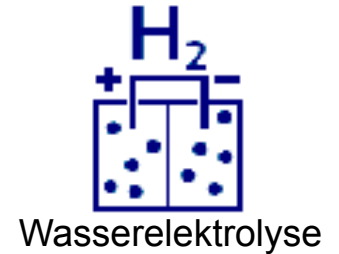


Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen für das Jahr 2019

Hüwener | Deutsche Wasserstoffvollversammlung | 26.01.2021

- **70 % der notwendigen Primärenergie** werden von Deutschland **importiert**
- In 20 Jahren wurde der Anteil an grünem Strom auf 50% gesteigert
- Das sind 12 % des Primärenergiebedarfs!
- **Gesamter Anteil an erneuerbaren Energien am deutschen Primärenergiebedarf 2020: 17%**

Primärenergieversorgung Deutschland morgen (>2045)



- Wasserstoff als global wandelbarer, CO₂-freier Energieträger
- Strombedarf vermutlich deutlich höher als 502 TWh (→ 800 TWh)

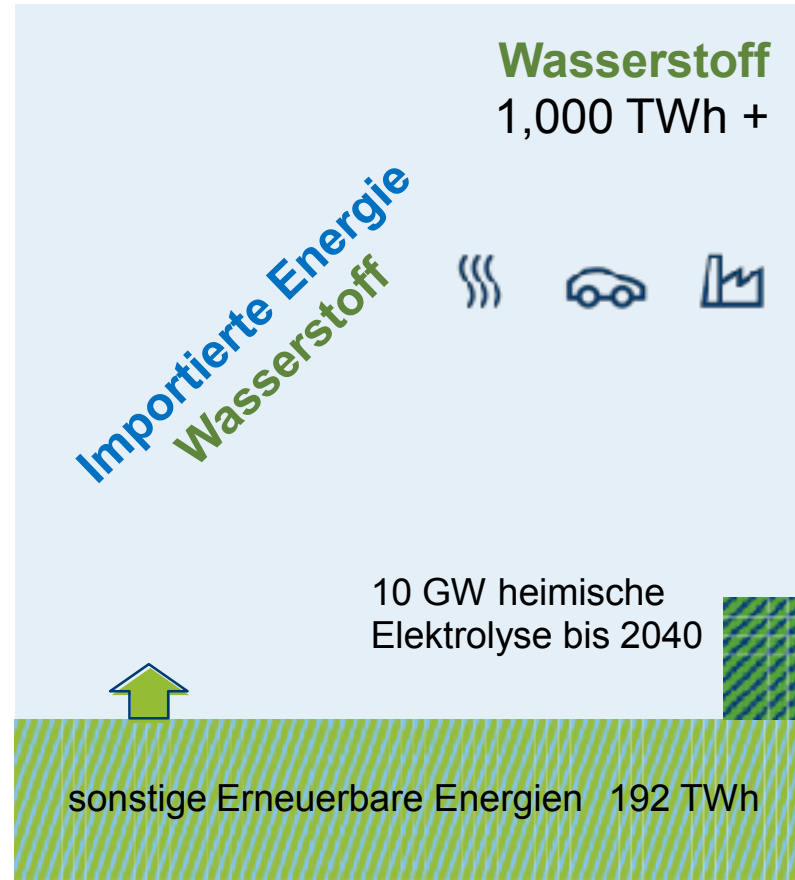
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen für das Jahr 2019

Hüwener | Deutsche Wasserstoffvollversammlung | 26.01.2021

Primärenergieversorgung Deutschland morgen (>2045) als 50:50 Mix aus grünem Strom und grünem Wasserstoff



Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen für das Jahr 2019



Hüwener | Deutsche Wasserstoffvollversammlung |
26.01.2021

- **Verdopplung** des im Land erzeugten Stroms auf 100% regenerativen Strom ist möglich
- **Vergleichbare Größenordnungen** von im Land erzeugter und importierter Primärenergie
- Hierzu müssen aber 500 TWh Primärenergiebedarf über Effizienzsteigerung reduziert werden



©The Linde Group

WASSERSTOFF

Wasserstoff – Einige Fakten zum Einstieg

- Wasserstoff ist **gasförmig** und das **häufigste Element** des Universums
- Wasserstoff **kommt auf der Erde nicht als solches vor** sondern wird „on-purpose“ hergestellt
 - Die Herstellung erfolgt heute fast ausschließlich aus Erdgas und Erdöl
 - Bei dieser Art der Herstellung entstehen große Mengen an CO₂
 - Die Herstellung zukünftig durch Spaltung von Wasser mittels grünem Strom erfolgen
- Wasserstoff ist die **volumenmäßig größten Chemikalie** weltweit
 - Ohne Wasserstoff keine Düngemittel
 - Ohne Wasserstoff kein Benzin / Diesel
 - Ohne Wasserstoff keine Chemikalien, Kunststoffe, Arzneimittel...
- Wasserstoff wird in der Regel **dort produziert, wo er auch verbraucht wird**, deshalb bleibt er für den Normalbürger eine große Unbekannte
- **Wasserstoff und elektrischer Strom** werden das Rückgrat unserer zukünftigen, CO₂-freien Energieversorgung darstellen

Wasserstoff ist in vielen Sektoren anwendbar und kann Sektoren koppeln



Wasserstofftransport heute



Trailer 350 bar

Heute gängigste Transportform
Ca. 400 kg / Lkw

Energiebedarf zur Verdichtung:
9% des transportierten
Wasserstoffs



Trailer bis 500 bar

Aktuelle technische
Obergrenze
Bis 1.100 kg / Lkw

Energiebedarf zur Verdichtung:
12% des transportierten
Wasserstoffs



Flüssiger Wasserstoff

Heute gängige Transportform
Temperatur: -253 °C
Ca. 4.000 kg / Lkw
Einzige Quelle in D: Leuna

Energiebedarf zur Verflüssi-
gung: 33% des transp. H_2

...und morgen....

- Eine Gaspipeline transportiert soviel Energie wie acht Hochspannungsleitungen

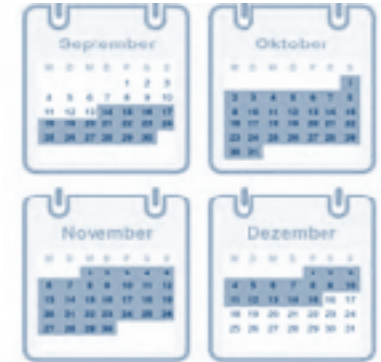


- Riesige Nord-Süd-Transportkapazitäten im deutschen Gasnetz vorhanden



Quelle: Frontier Economis, Grober Vergleich der bestehenden Strom- und Gastransportkapazitäten von Nord- nach Süddeutschland

- Deutsche Gas-Speicherkapazitäten drei Monate



- Strom 36 Minuten



Quelle: DVGW

Brennstoffzellenantriebe: Emissionsfrei und flexibel

Demonstriert in vielen Anwendungen, Fokus 2022: 40 Tonner Lkw



Aktuelle Entwicklungen Brennstoffzellen-Lkw



Hyundai: 350 bar H₂
Reichweite: bis 350 km

Verfügbar seit 2022



Nikola/Iveco: 700 bar gas H₂
Reichweite: bis 700 km

Verfügbar ab 2024

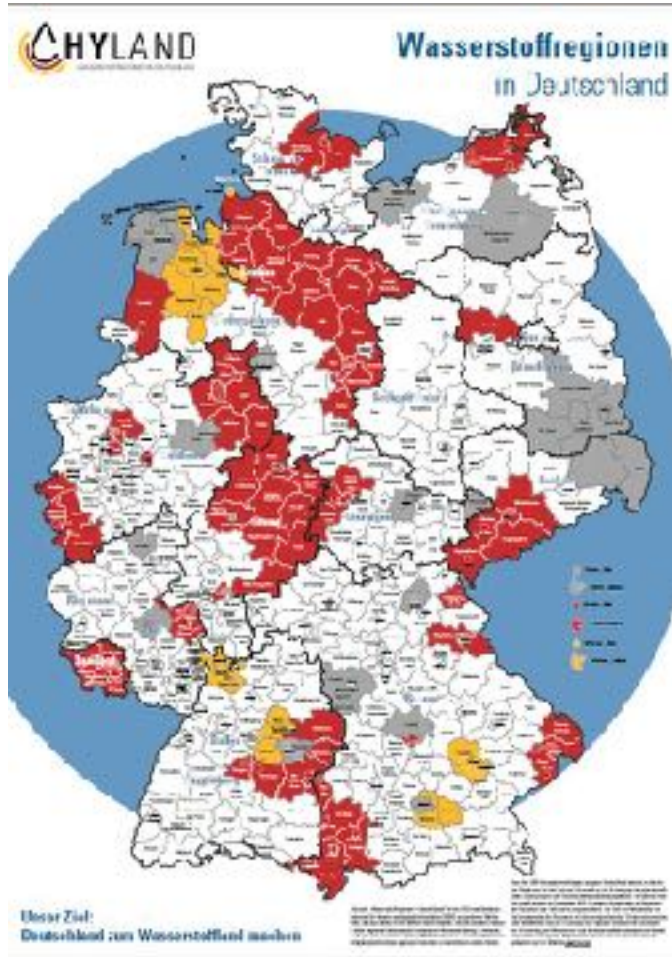


Daimler Truck: Flüssigwasserstoff
Reichweite: bis 1.000 km

Verfügbar ab 2025

Noch keine finale Entscheidung über den Wasserstoff-Betankungsstandard

Die Hy-Land Förderregionen in Baden-Württemberg



Hy-Starter:

Landkreis Reutlingen
Landkreis Göppingen

Hy-Expert:

Stadt Ulm
Landkreis Reutlingen
Ostalbkreis

Hy-Performer:

Metropolregion Rhein-Neckar mit Projekt
H₂-Rivers

Hy-Expert Regionen angrenzend:

Landkreis Oberallgäu
Landkreis Lindau
Stadt und Landkreis Ludwigshafen



VIELEN DANK FÜR IHR INTERESSE

Prof. Dr. Markus Hölzle

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



Stuttgart



Ulm



Ulm eLaB



Ulm HyFaB



Widderstall



Stötten