

Potenziale von Power-to-Gas für die Energiespeicherung – Energiecamp Murau 2023

DI Dr.techn. Markus Sartory

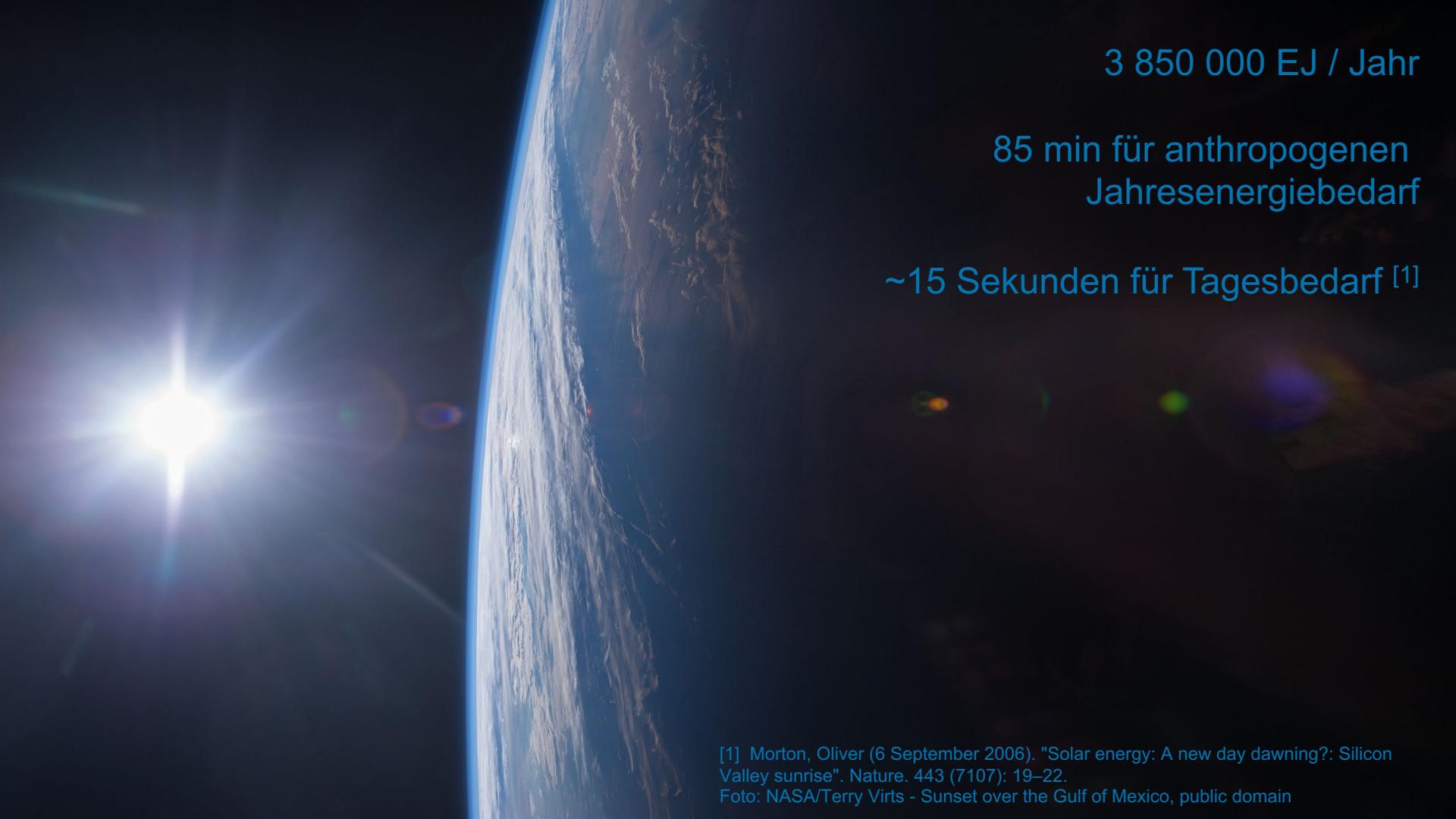
Leitung H₂-Testzentrum an der HyCentA Research GmbH

Murau, 11. Mai 2023

COMET

HyCentA
HYDROGEN CENTER AUSTRIA

TU
Graz



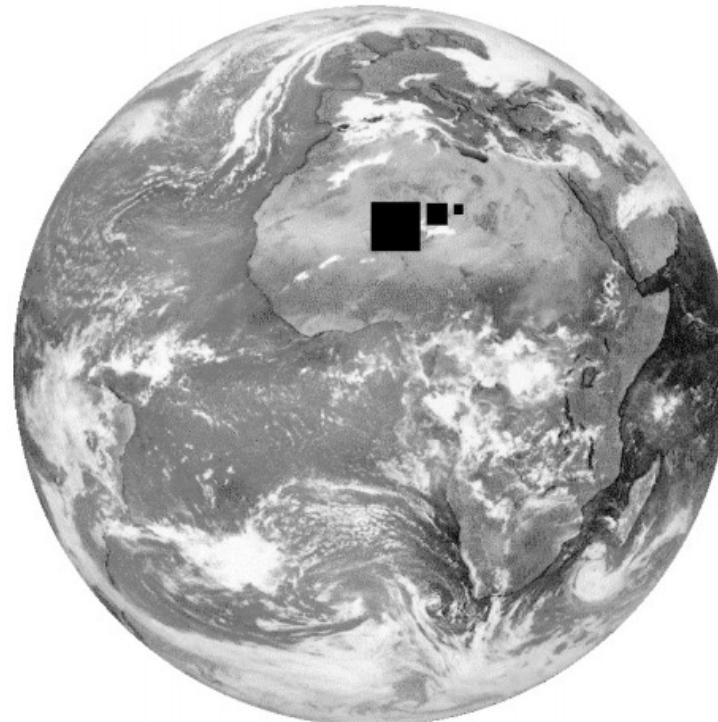
3 850 000 EJ / Jahr

85 min für anthropogenen
Jahresenergiebedarf

~15 Sekunden für Tagesbedarf ^[1]

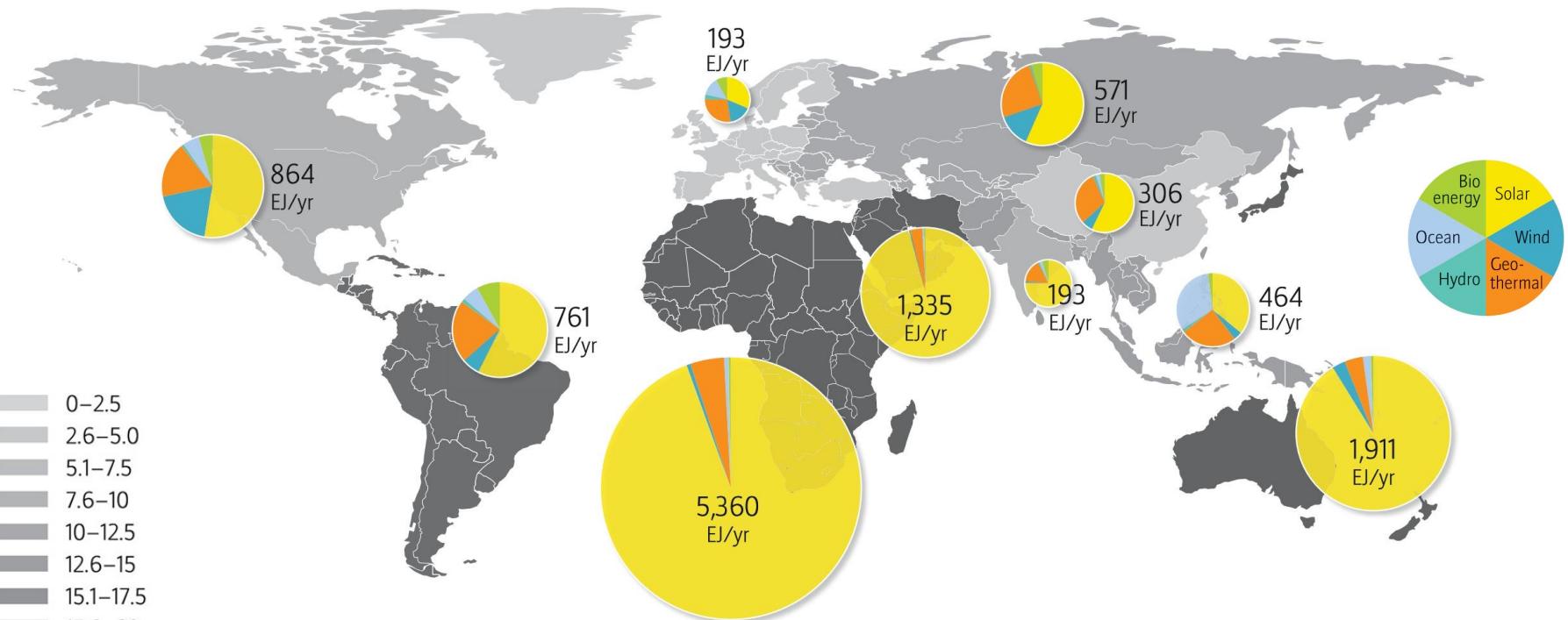
[1] Morton, Oliver (6 September 2006). "Solar energy: A new day dawning?: Silicon Valley sunrise". *Nature*. 443 (7107): 19–22.
Foto: NASA/Terry Virts - Sunset over the Gulf of Mexico, public domain

Benötigte Fläche zur Deckung des Primärenergiebedarfs der Erde



Quelle: Wesselak, 2017

Technisches Potenzial Erneuerbarer Gesamt

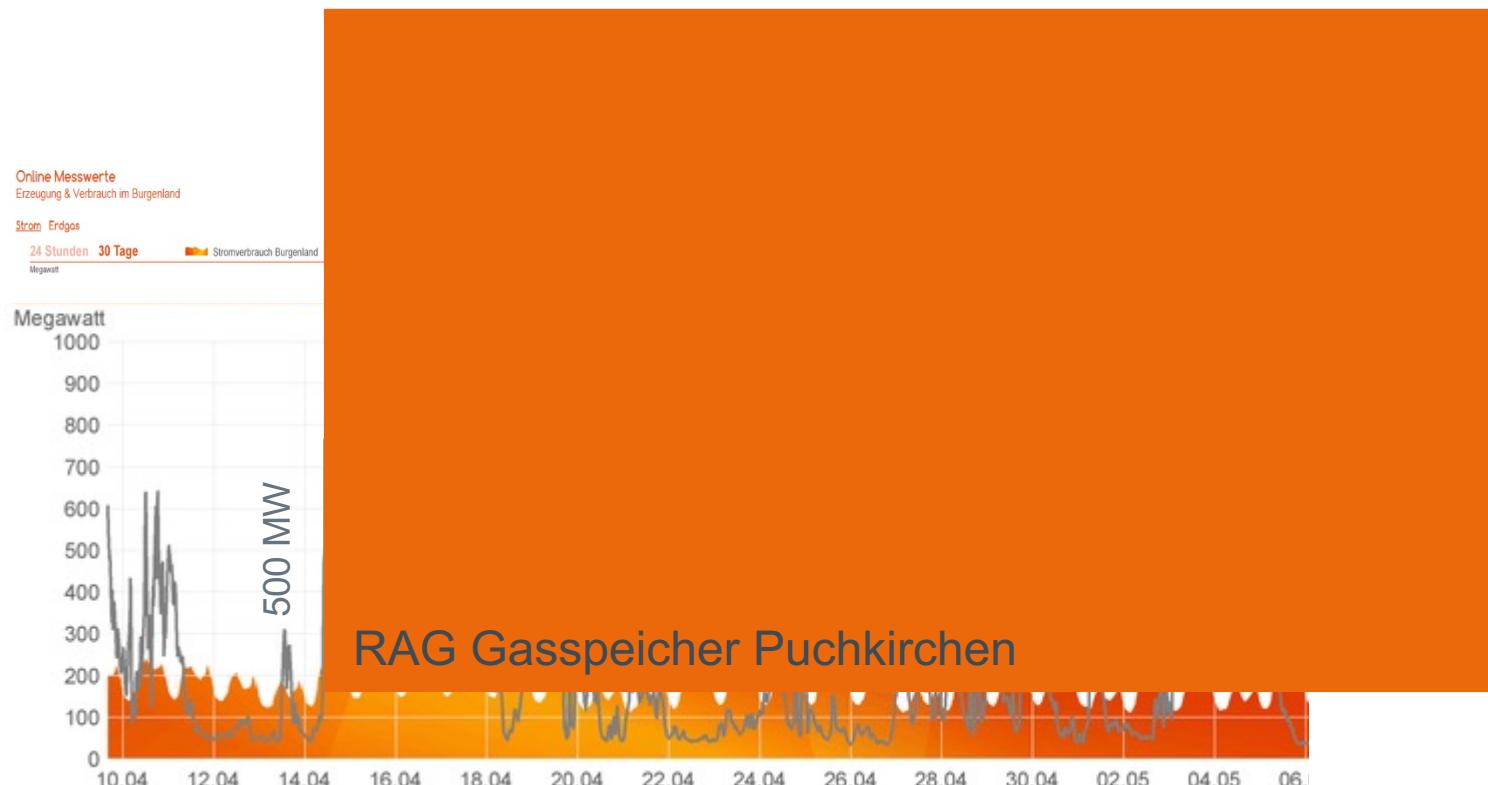


Primärenergiebedarf global 2021:
Vorhersagen für 2050:
Technisches Potenzial global:

595 EJ
623 bis 822 EJ/a
11 941 EJ/a

Quellen:
REN21, 2017;
IEA, 2019; WEC, 2018

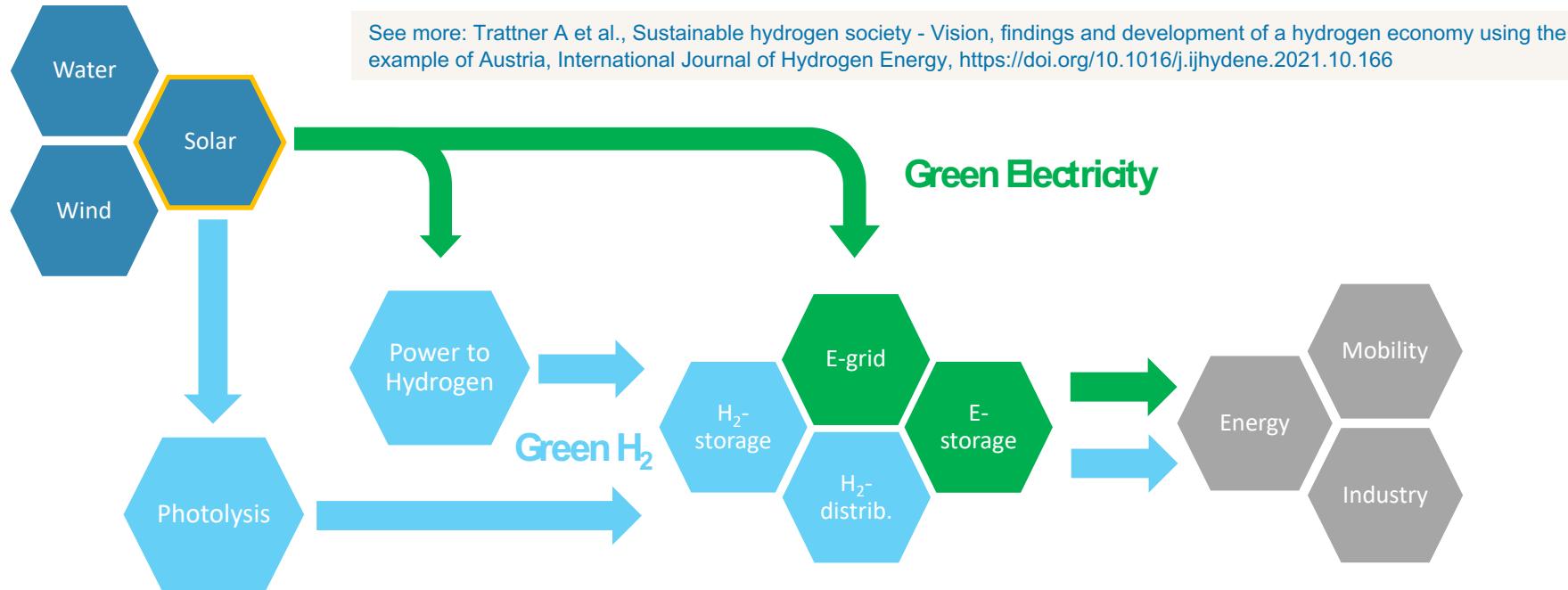
H₂ als Energiespeicher



Quelle: RAG, Bauer, Mitteregger

Lösungsansatz: Chemische Energiespeicher (PtG)

Wasserstoff – Schlüssel zur Energiewende



Integration of renewables

- Integrate production surpluses
- Direct water splitting

Energy conversion

- Electrolysis - compensate temporal volatility
- H₂ as secondary energy carrier – energy storage

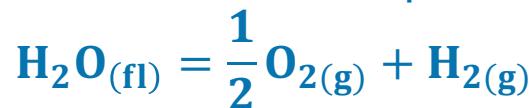
Storage and distribution

- Centralized and decentralized storage
- Long-term storage
- Efficient transport over long distances

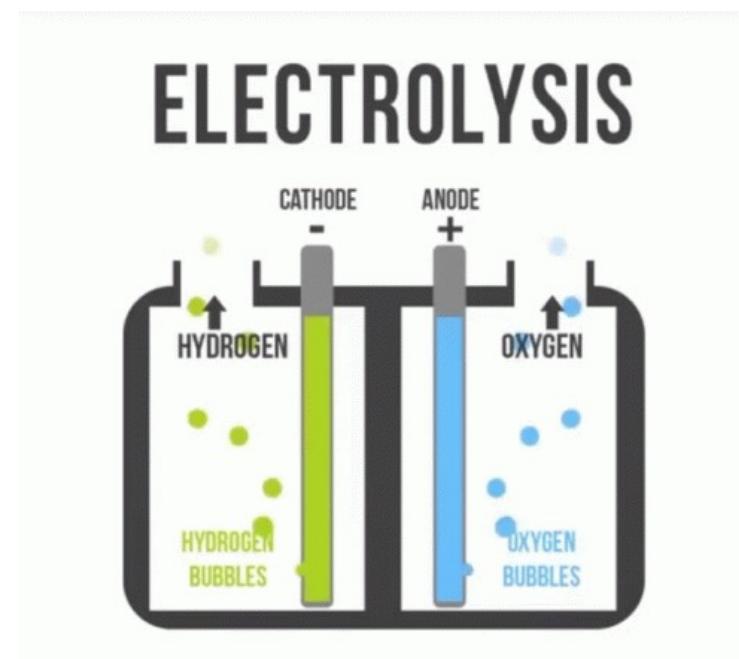
Zero Emission Usage

- Energy Services – CHP
- Mobility with Fuel cells
- Industry and high-temperature processes

- Overall electrochemical process:

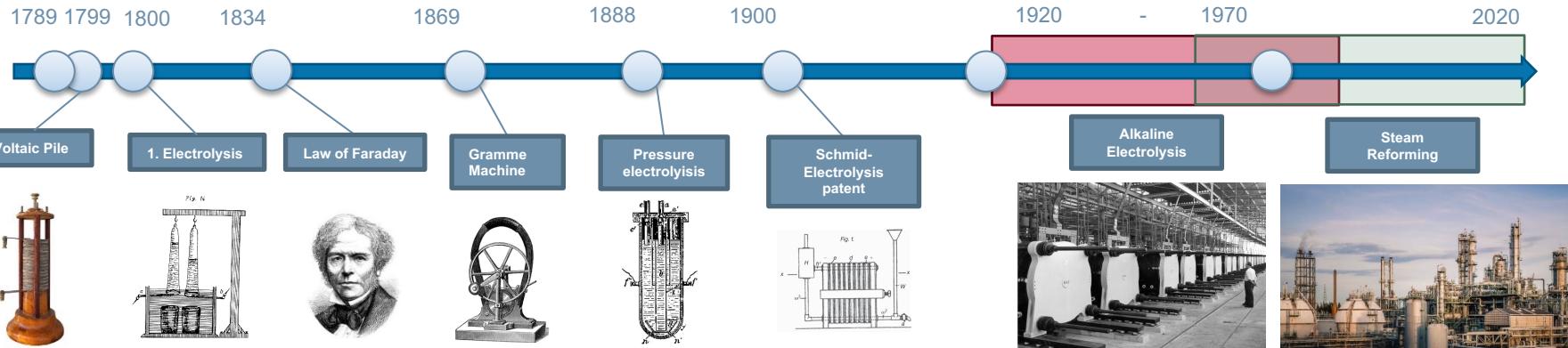


- Feed of water through a porous transport layer(PTL) to the catalyst
- Splitting of water in catalyst layer – anode or cathode depending on technology
- Removal of product gases H₂ and O₂ through PTL and flow field



<https://tenor.com/de-AT/view/electricity-gif-20832848>

Brief history of hydrogen production



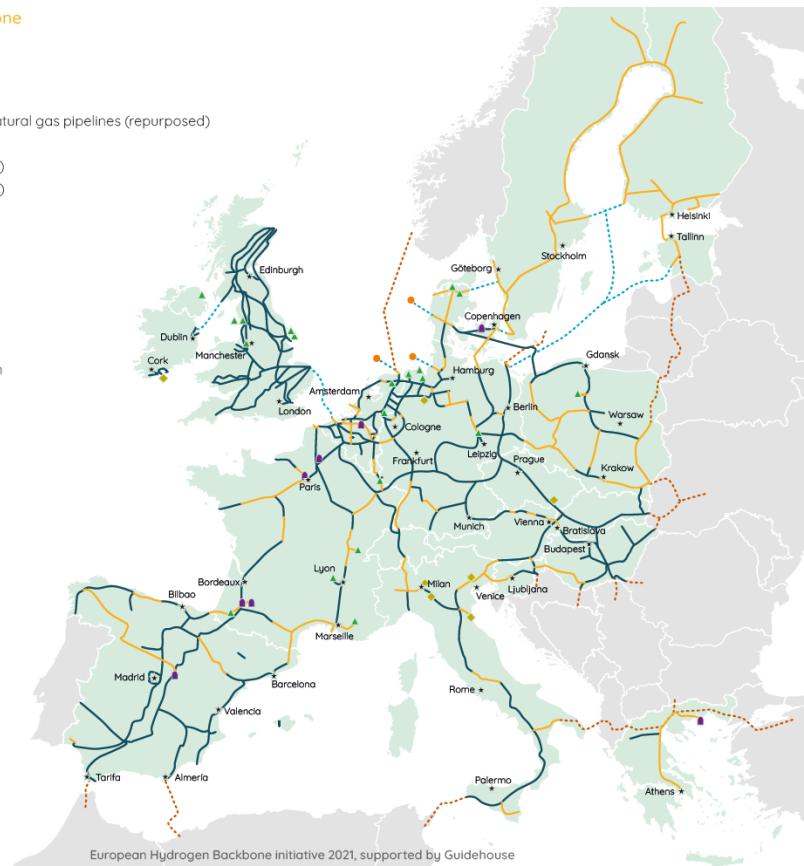
- 1789 Troostwijk, Deiman: erstmals elektrolytische Erzeugung von H₂ mit "Elektrisiermaschine" - statische Elektrizität
- 1799 Volta'sche Säule (Batterie): kontinuierliche Stromquelle steht erstmals zur Verfügung
- 1800 Ritter, Nicolson und Carlisle mit Volta'sche Säule kontinuierliche elektrolytische H₂-Erzeugung
- 1869 "Gramme Maschine" – Belgier ermöglicht durch diese Erfindung hohe Stromstärken bei niedrigen Spannungen für industrielle Anwendungen
- 1900 Schmid meldet Patent für alkalische Elektrolyse in filterpressenähnlicher Bauweise an (mehrzellige bipolare Bauweise)
- Anfang 20. Jahrhundert: > 400 Anlagen des Schmid'scher Elektrolyseur von Maschinenfabrik Oerlikon und kommerzialisiert
- 1920er: Großtechnische Alkalische Elektrolyse etabliert für Ammoniaksynthese
- 1930: USA, Standard Oil of New Jersey von J. D. Rockefeller: erste Dampfreformierungsanlage in Louisiana
- Ab 1947: 380 MW Ely bis in 90er Jahre in Betrieb: Gjømford Norwegen Elektrolyse gespeist aus Wasserkraft für Ammoniaksynthese

Speicherung und Distribution

- Druckgasspeicherung ist Stand der Technik und seit Jahrzehnten eingesetzt
- LH₂ (Flüssigwasserstoff ~ -253°C) für Sonderanwendungen
- Saisonale großtechnische Speicher wie in Untergrundspeichern
- Alternativen wie LOHC und Hybridspeicher nehmen an Bedeutung zu → F&E
- Distribution
 - GH₂ und LH₂ Trailer
 - Pipelines
 - Schiffe

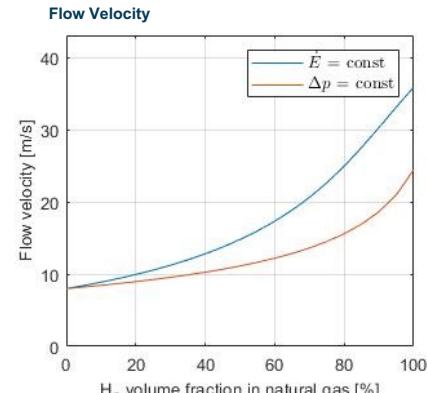
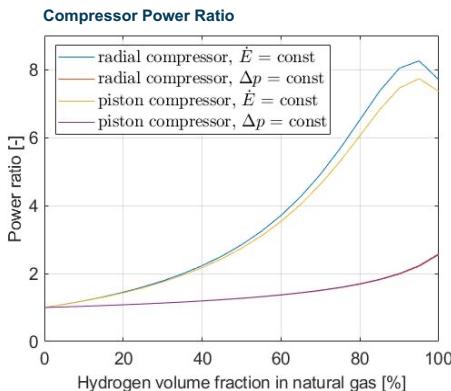
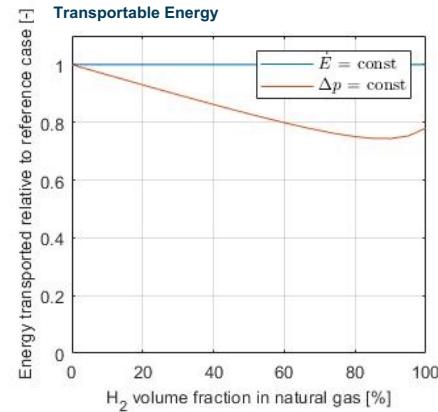
Mature European Hydrogen Backbone
can be created by 2040

- H₂ pipelines by conversion of existing natural gas pipelines (repurposed)
 - Newly constructed H₂ pipelines
 - Export/Import H₂ pipelines (repurposed)
 - Subsea H₂ pipelines (repurposed or new)
- Countries within scope of study
■ Countries beyond scope of study
- ▲ Potential H₂ storage: Salt cavern
 - Potential H₂ storage: Aquifer
 - ◆ Potential H₂ storage: Depleted field
 - Energy Island for offshore H₂ production
 - * City, for orientation purposes



Quelle: https://gasforclimate2050.eu/sdm_downloads/extending-the-european-hydrogen-backbone/

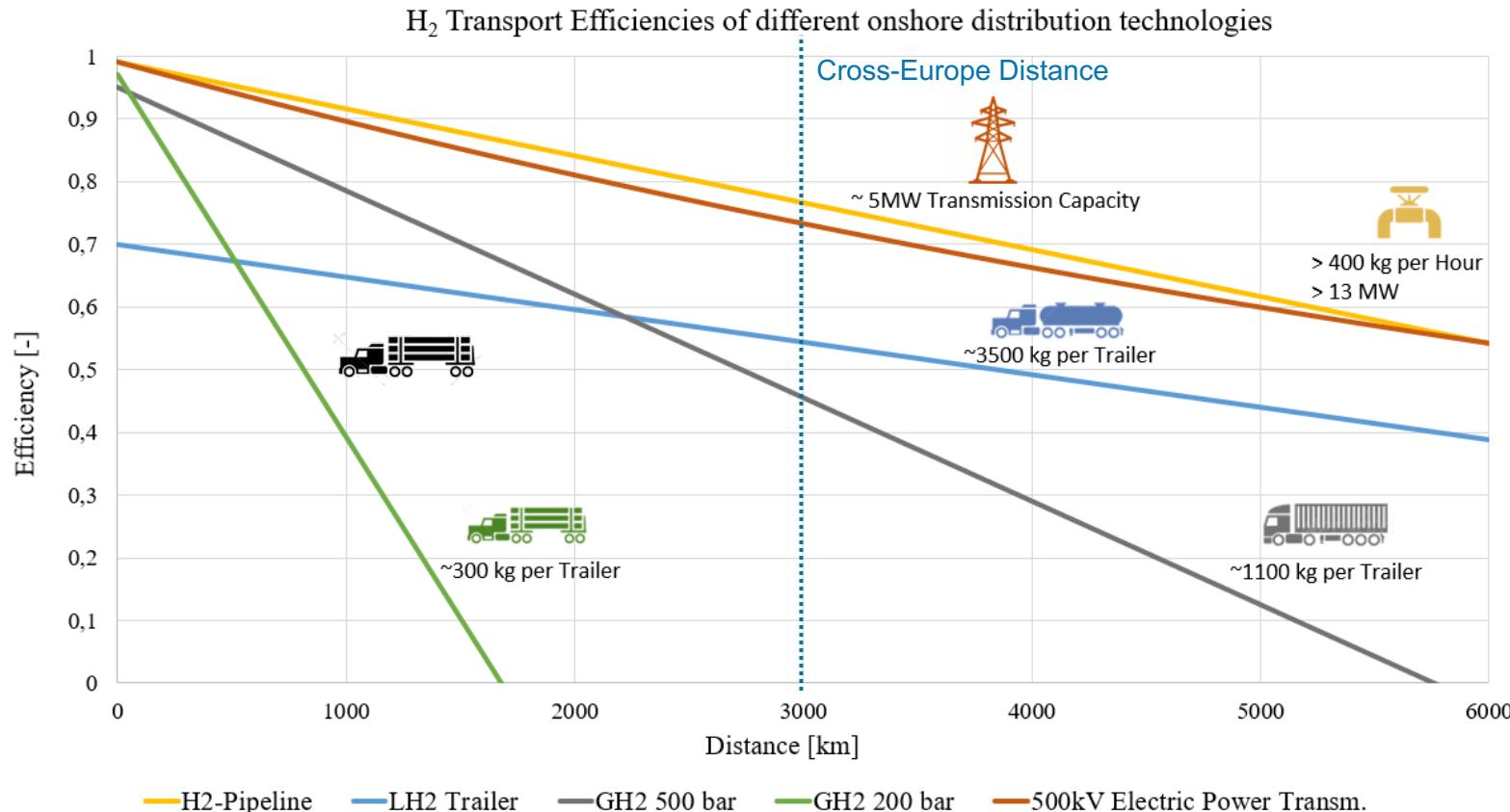
H₂ Strömungscharakteristik in Pipelines



- **~80% der Energie von Erdgas kann mit H₂ übertragen werden (bei gleichem Δp)**
- **Strömungsgeschwindigkeit steigt um Faktor 3-4**
- **Höhere Strömungsgeschwindigkeit kompensiert die geringere Vol. Energiedichte von H₂**
- **Verdichterleistung steigt um Faktor ~2**
- **H₂ Beimischung bis ~25% gangbar**
- **Verringertes Line Pack führt zu größerer Bedeutung von dezentralen Speicherungen**

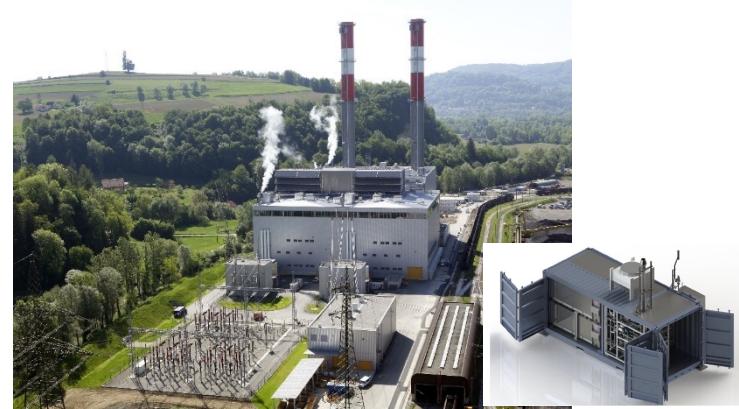
Source: Klopčič, N.; Stöhr, T.; Grimmer, I.; Sartory, M.; Trattner, A. Refurbishment of Natural Gas Pipelines towards 100% Hydrogen -A Thermodynamic-Based Analysis. Energies 2022, 15, 9370

H₂ Transport im Effizienzvergleich

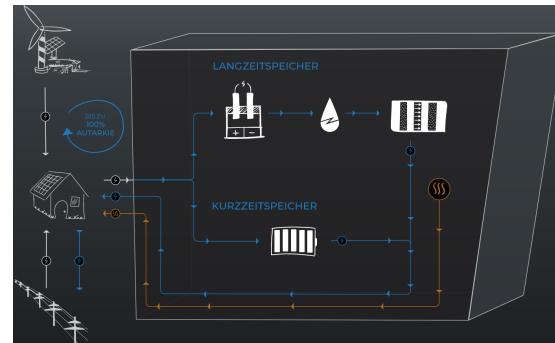


Source: Klopčič, Stöhr, Grimmer, Sartory, Trattner: Refurbishment of Natural Gas-Pipelines towards 100 % Hydrogen, MDPI 2022, in print

- **H₂-Technologien besonders relevant für Sektorkopplung**
- **Regelenergiemarkt mit Elektrolyse und Brennstoffzelle (reversibler Betrieb bei HT)**
- **Kraft-Wärme-Kopplung**
- **Eigenversorgung zB Häuser**
- **Notstromversorgung**
- **Verstromung mit: VKM / Turbine / Brennstoffzelle**



Quelle: Verbund, Gaskraftwerk Mellach, HotFlex



Quelle: Elements Energy GmbH

- H₂ seit Jahrzehnten im Einsatz
- Umstellung bestehender Prozesse von grauem H₂ auf grünen H₂
- Neue Prozesse mit H₂ zur Dekarbonisierung
- Stoffliche Verwertung
- Hochtemperaturprozesse: Wärmetauscher und Brenner



Chemie



Glas



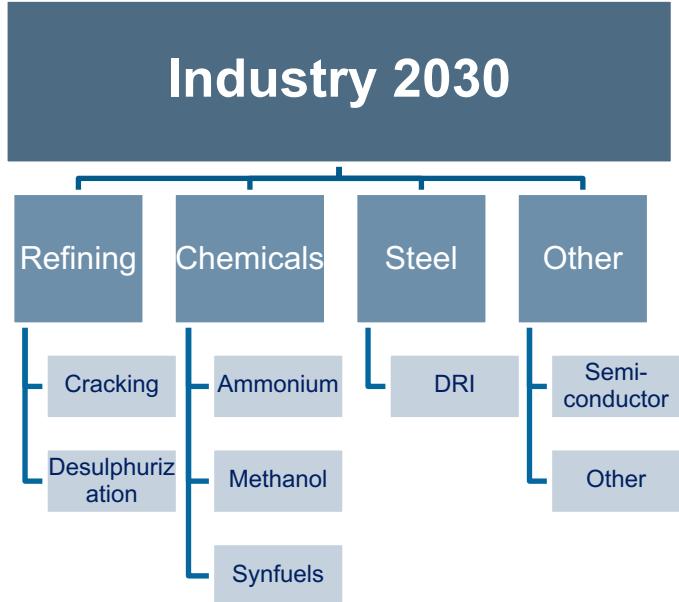
Halbleiter



Petrochemie

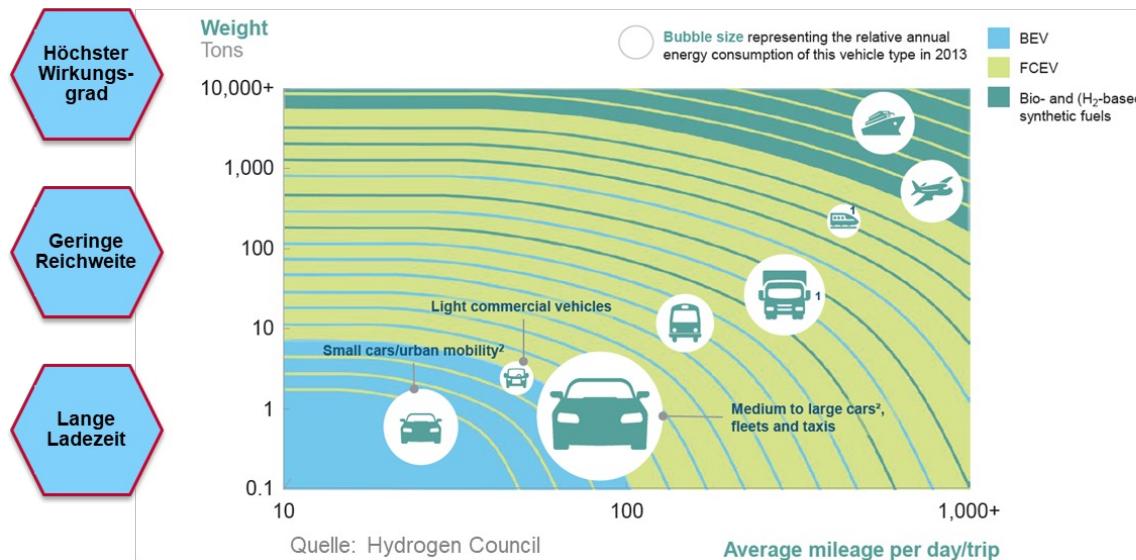


Metalle



- Wasserstoff mit Brennstoffzelle ist Teil der Elektromobilität
- Marktreife & marktnahe Lösungen

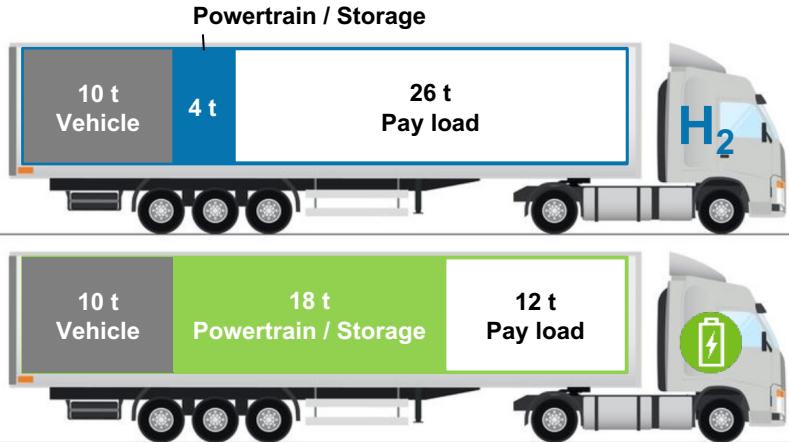
**BEV - Battery Electric Vehicle,
Akkumulator**



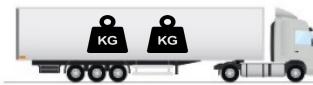
**FCEV – Fuel Cell Electric Vehicle,
Wasserstoff - Brennstoffzelle**



Heavy Duty 40 t Truck - 1000 km Range



Hydrogen Fuel Cell



Battery > 2x more traffic



Refueling / Charging Duration

	Power in MW	Duration in h
H2 - TK 16 HF	15	0,2
BEV - 500 kW	0,5	4,2
BEV - 1 MW	1	2,1

Hydrogen Fuel Cell



TtW Energy

3 kWh/km

Battery > 2x more traffic



85 % Efficiency



2 x 2,1 =
4,2 kWh/km

Austria's Research Centre for Hydrogen Technologies since 2005



Extra-University Research Organization at the
Graz University of Technology



- **80+ Researchers***
Mechanical Engineering, Physics, Chemistry,
Process Engineering, Electrical Engineering
- More than **70 projects** successfully finished
- More than **18 years** of expertise
- Modern testing infrastructure and HRS
- Covering all fields of hydrogen R&D
- **International Network**

* >160 Researchers in H₂-Area at TUG

<https://www.tugraz.at/forschung/forschen-an-der-tu-graz/research-centers/center-of-hydrogen-research>



Projekt HySnow 2017 – 2021



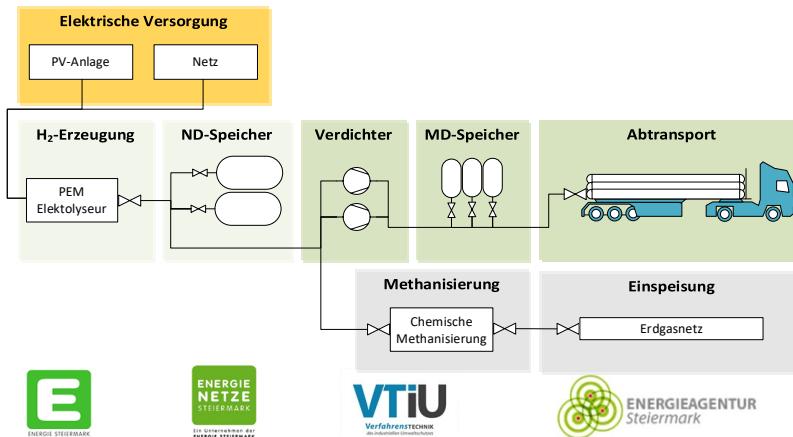
Decarbonisation of Winter Tourism by Hydrogen Powered Fuel Cell Snowmobiles

- Errichtung der ersten Wasserstofftankstelle in alpiner Umgebung (höchstgelegene H₂-Tankstelle Europas)
- Direkte Kopplung von Photovoltaik- und Elektrolyseanlage
- Entwicklung eines Brennstoffzellenantriebs für Schneemobile
- Betrieb und Evaluierung unter realen Betriebsbedingungen



Renewable Gasfield Gabersdorf

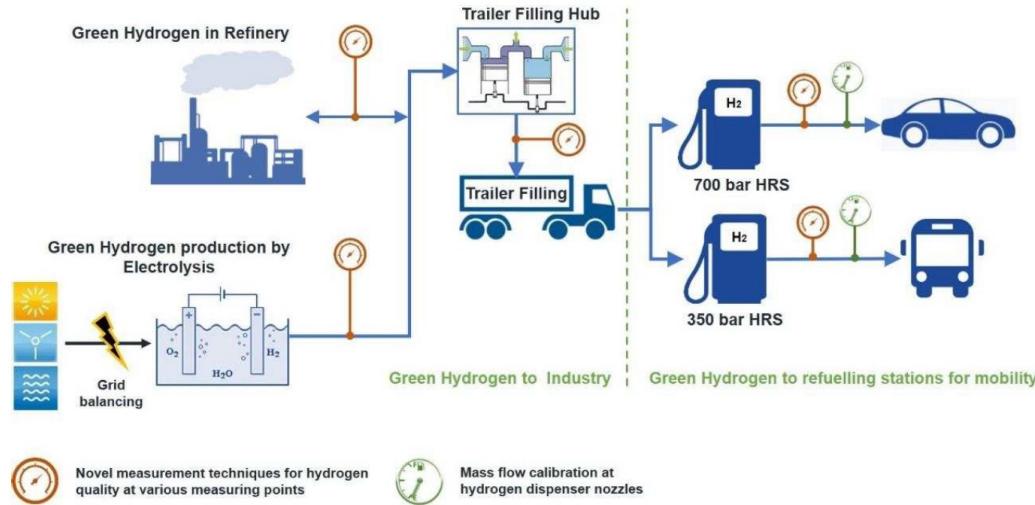
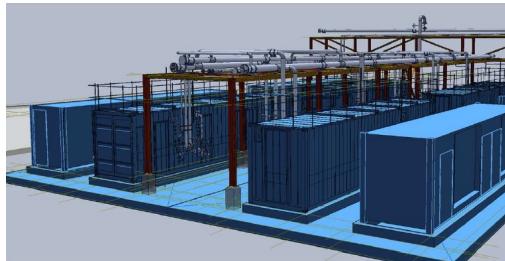
- Production of Green Hydrogen from renewable energy sources
- H₂-Trailer filling
- Demonstration of the load-flexible methanisation process
- Production of green biomethane and injection in the existing gas grid



Grüner H2 in der Mineralölindustrie

Projekt UpHy I & II

- Umsetzung einer 10 MW Elektrolyse
 - Raffinerie
 - Trailerabfüllung



**Energie
Institut**
an der Johannes Kepler Universität Linz



V&F Analyse- und
Messtechnik GmbH

WIVAP&G
Energy Model Region

Verbund



powered by klima+
energie
fonds





Kontakt

DI Dr.techn. Markus Sartory

sartory@hycenta.at

+43 316 873 9507

HyCentA Research GmbH

Inffeldgasse 15

A-8010 Graz

www.hycenta.at

