ENERGIE NETZE STEIERMARK

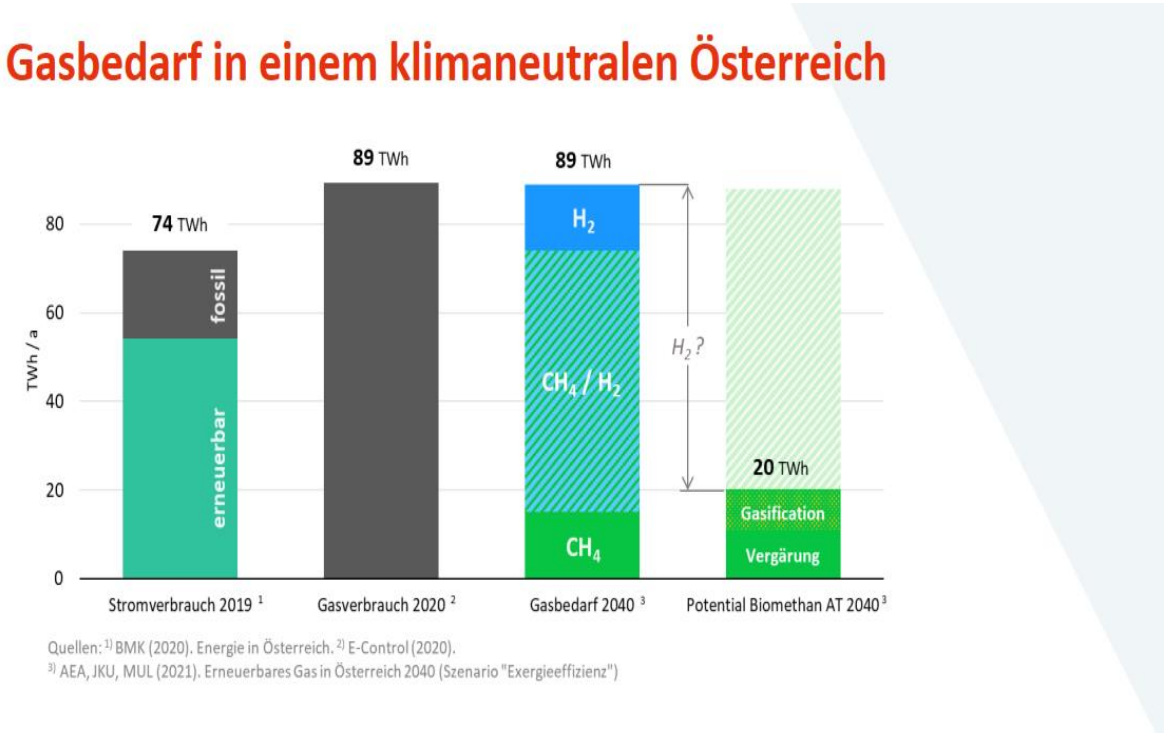
Ein Unternehmen der ENERGIE STEIERMARK

PROJEKT HYGRID²
WASSERSTOFFLOGISTIK

STEFAN FINK – ENERGIENETZE STEIERMARK

BEDARF AN GRÜNEN GASEN STEIGT AUCH IN ÖSTERREICH MASSIV

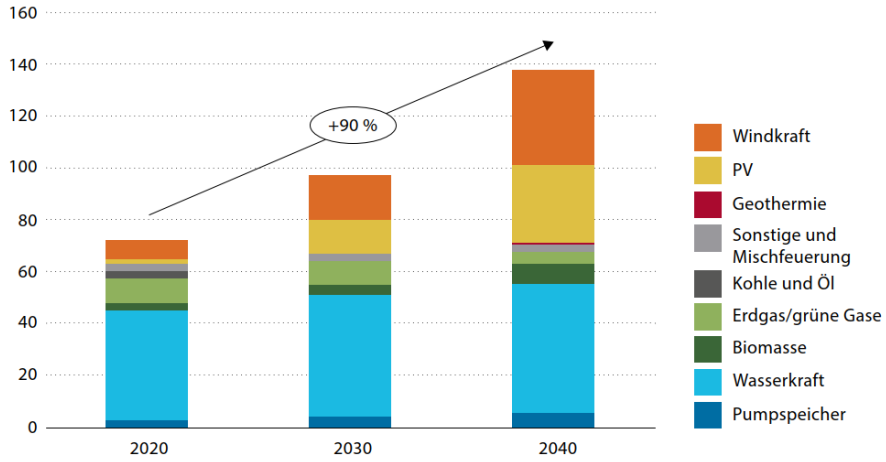
- Gesicherte Industrieproduktion und Stromerzeugung erfordern im Energiemix auch gasförmige Energieträger
- Prognostizierte Gasaufbringung und Gasnachfrage 2040 zeigt eine vollständige Substitution von Erdgas durch erneuerbare Gase



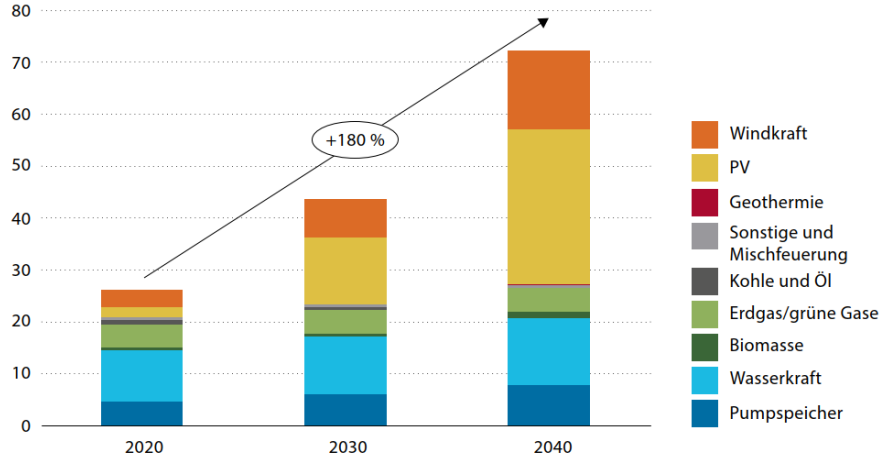
- Differenzierte Gasnachfrage
  - **Wasserstoff**
  - **Mischgas** (Biomethan, synthetisches Methan P2G, Wasserstoff)
  - **Grünes Methan** (Biomethan, synthetisches Methan P2G
- Wasserstoffstrategie für Österreich: Aufbau von 1 GW Elektrolysekapazität bis 2030 und Umgestaltung der Gasinfrastruktur in gezielte Wasserstoffinfrastruktur
- Großer Importbedarf für Grünen Wasserstoff
  - Aufbringung von Grünem Wasserstoff wird technisch und wirtschaftlich nur zum Teil in Österreich erfolgen

KLIMANEUTRALITÄT UND FORCIERTE SEKTORKOPPLUNG FÜHREN ZU EINER VERDOPPELUNG DES STROMBEDARFS AUF BIS ZU 140 TWH BIS 2040

Erzeugungsmenge in TWh



Installierte Leistung in GW



Quelle: Oesterreichs Energie; Stromstrategie 2040; 2022

- **Verdoppelung** der **Stromnachfrage** insb. durch die Elektrifizierung der Sektoren Mobilität, Wärme und Industrie
- **Verdoppelung** der **Stromproduktion** in Österreich und **Verdreifachung** der **installierten Leistung**
- Enormer Bedarf an **weiterer Netzinfrastruktur, Speichern und Flexibilitäten**

+20 TWh Wind

+17 TWh PV

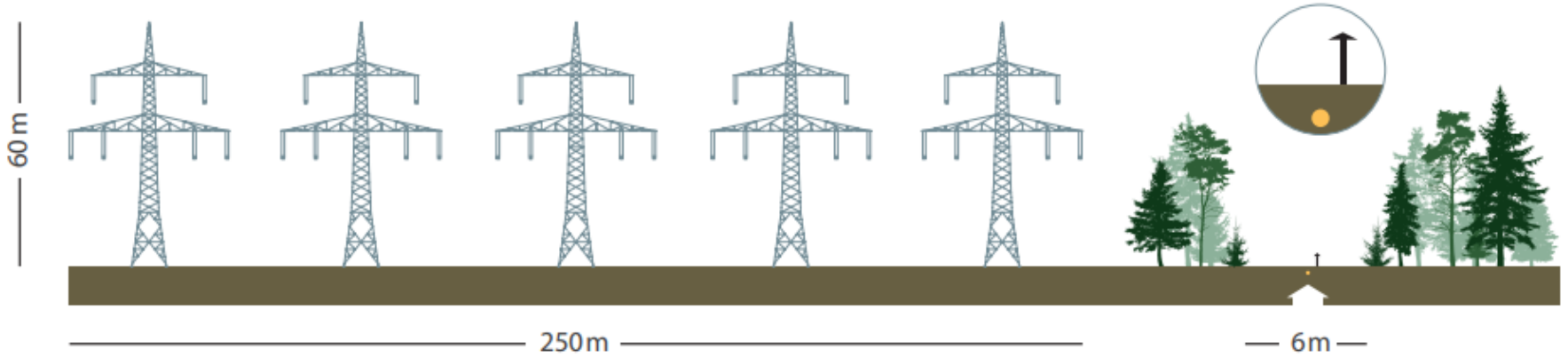
+6,5 TWh Biomasse & Biogas

+2,5 TWh Wasserkraft

Zusätzlicher Ausbau von **46 TWh** additional zu den 27 TWh aus den 2030 Zielen notwendig

GASINFRASTRUKTUR IM VERGLEICH

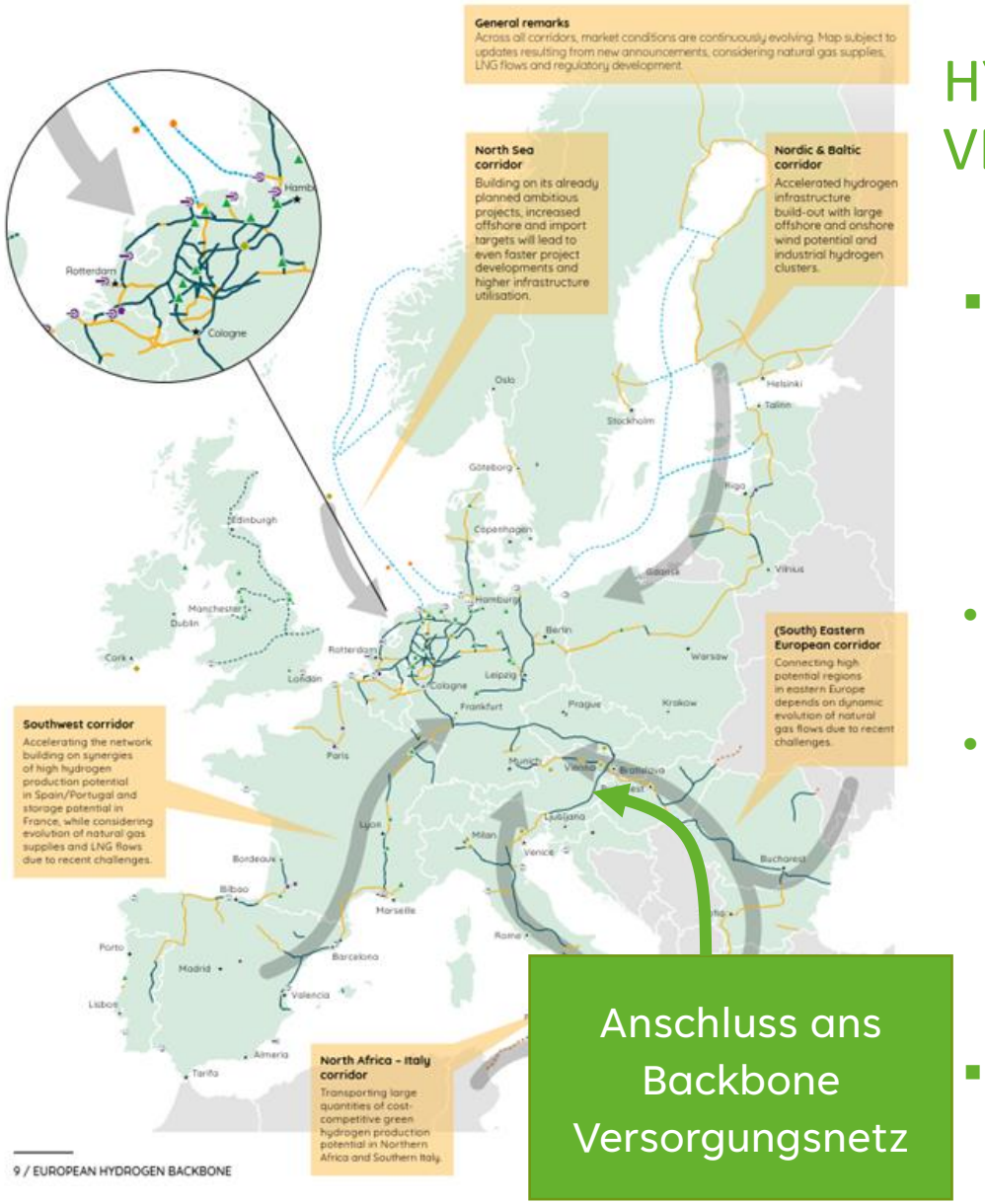
5 x 380 kV Stromleitung = 1 x Erdgaspipeline DN1000



HTTPS://WWW.OVGW.AT/GAS/UEBER-GAS/FACTSHEETS-GAS/

- In einer Gaspipeline (~ 10 GW) von etwa einem Meter Durchmesser kann die gleiche Leistung transportiert werden wie mit fünf 380-kV-Hochspannungsleitungen (5 x ~2 GW)
- Die gesamte österreichische Gasinfrastruktur transportierte im Jahr 2020 559 TWh, wovon rund 90 TWh an heimische Kunden geliefert wurden und der Rest einen wesentlichen Beitrag zur Energieversorgung unserer Nachbarländer leistete

HYDROGEN BACKBONE - NEUE PAN-EUROPÄISCHE VERSORGUNGS- UND IMPORTKORRIDORE

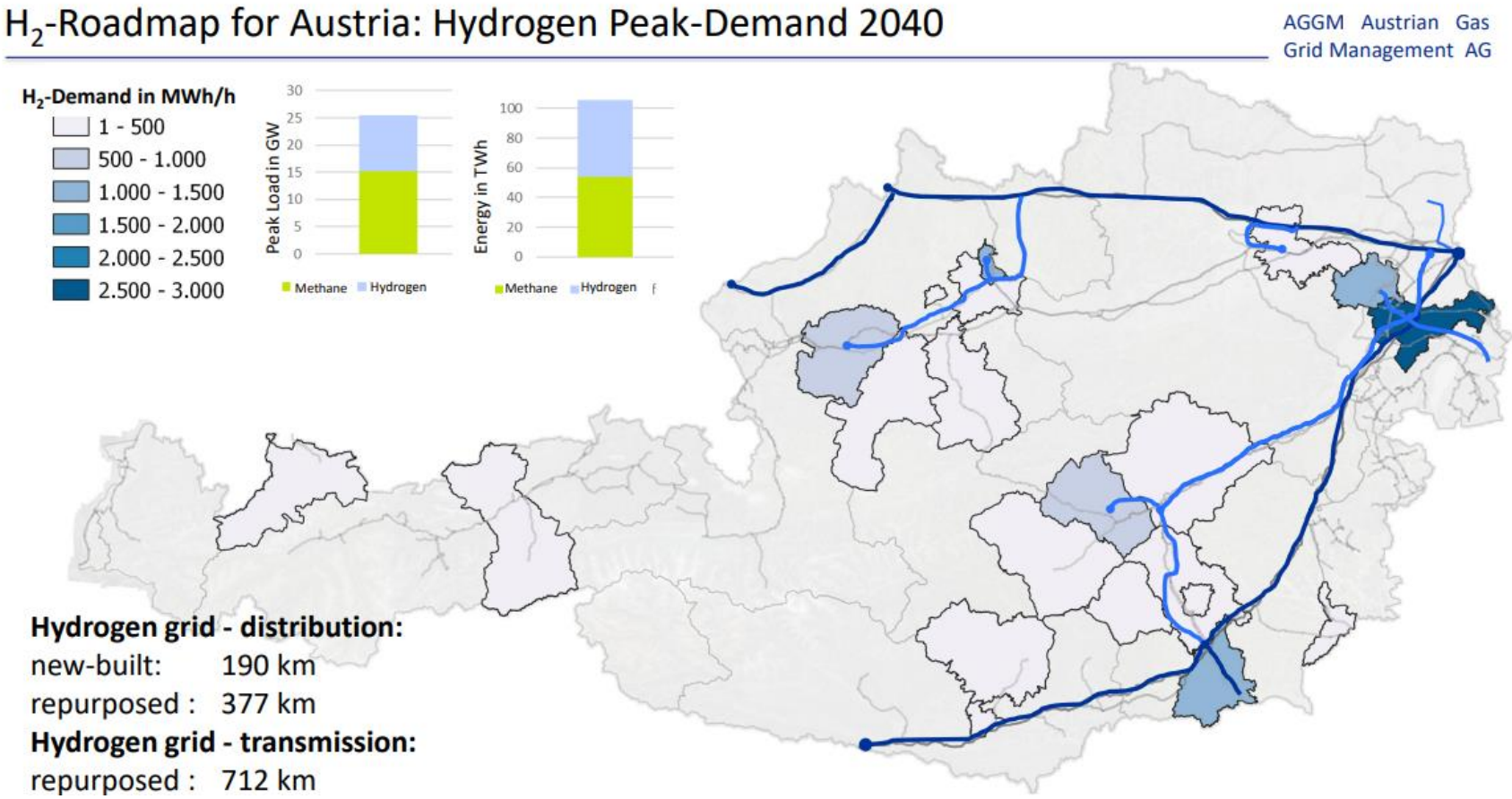


Anschluss ans Backbone Versorgungsnetz

- ZWISCHEN 2030 UND 2040, WIRD DER EUROPEAN HYDROGEN BACKBONE WEITER WACHSEN
  - Bis 2040 kann das Netz eine Gesamtlänge von fast 53.000 km haben
  - Es besteht zu etwa 60% aus wiederverwendeter bestehender Infrastruktur und zu 40% aus neuen Wasserstoffpipelines
- DER HYDROGEN BACKBONE ERFORDERT EINE GESCHÄTZTE GESAMTINVESTITION VON 80-143 MILLIARDEN EURO
- ERDGASIMPORTPIPELINES POTENZIELLE WASSERSTOFFIMPORTKAPAZITÄT
  - Nordsee-Korridor 31 Mt
  - Ukraine-Korridor 28 Mt
  - Mittelmeer-Korridor 15 Mt
- REPOWEREU
  - Festlegung eines Ziels von 10 Millionen Tonnen für die inländische Produktion von erneuerbarem Wasserstoff
  - Und 10 Millionen Tonnen Importe bis 2030

HTTPS://EHB.EU/FILES/DOWNLOADS/EHB-REPORT-220428-17H00-INTERACTIVE-1.PDF
HTTPS://GASFORCLIMATE2050.EU/WP-CONTENT/UPLOADS/2022/10/2022_FACILITATING_HYDROGEN_IMPORTS_FROM_NON-EU_COUNTRIES.PDF

H2 ROADMAP FÜR DIE NETZINFRASTRUKTUR IN ÖSTERREICH



https://www.aggm.at/fileadmin/AGGM/Bilder-Dokumente/Energiewende/H2_Roadmap/230329_EHC_H2-Roadmap_AGGM_fin.pdf

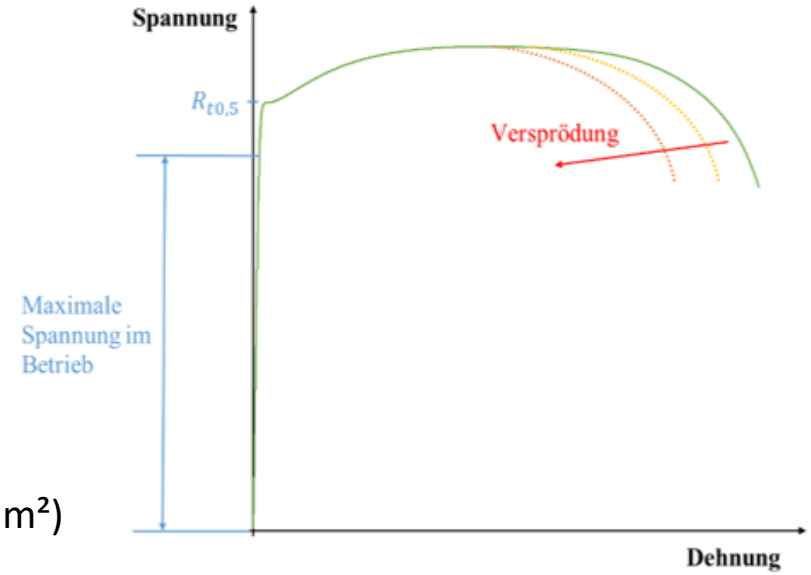
Regionale Produktion von **grünem Wasserstoff** in Gebieten mit hoher Wind– und PV-Stromproduktion. Energieableitung über **H2 Infrastruktur (Wasserstoffleitungen)** zu den industriellen Verbrauchszentren und **Wasserstoff-Untertage Speicher**.

WANDDICKE FÜR STAHL UND BETRIEBSDRUCK

- WANDDICKENFESTLEGUNG WASSERSTOFF LAUT ÖVGW H E200
  - Zur Abdeckung üblicher Lastfälle Nutzungsgrad $f_o \leq 0{,}4$
  - Höherer NG zulässig, wenn gleichwertiges Sicherheitsniveau nachgewiesen ist
  - Bei NG $f_o \geq 0{,}5$ nach ÖNORM 1594 ist bruchmechanische Bewertung nach ASME B31.12 durchzuführen
  - Ermittlung der Wanddicke der Rohrleitung verweist auf ÖNORM 1594
- MINDESTWANDDICKE (MM) GERADES ROHR GAS > 16 BAR:

$$T_{min} = \frac{DP\ x\ D}{20\ x\ f_0\ x\ R_{t0,5}(\theta)}$$

  - DP … Auslegungsdruck (bar)
  - D … Rohraußendurchmesser (mm)
  - f_0 … Nutzungsgrad
  - $R_{t0,5}(\theta)$ … Dehngrenze bei 0,5% gesamter Dehnung bei Auslegungstemperatur (N/mm²)



  - Zum Vergleich: Gemäß ÖVGW G E120 ist für Gasleitungen ein Nutzungsgrad von $f_o = 0{,}625$ anzusetzen

STRÖMUNGSGESCHWINDIGKEIT

- Max. Strömungsgeschwindigkeit von Wasserstoff: 60 m/s
- Für Gase: ~ 20 m/s

$$v_{max} = \frac{C}{2 * \sqrt{\rho}}$$

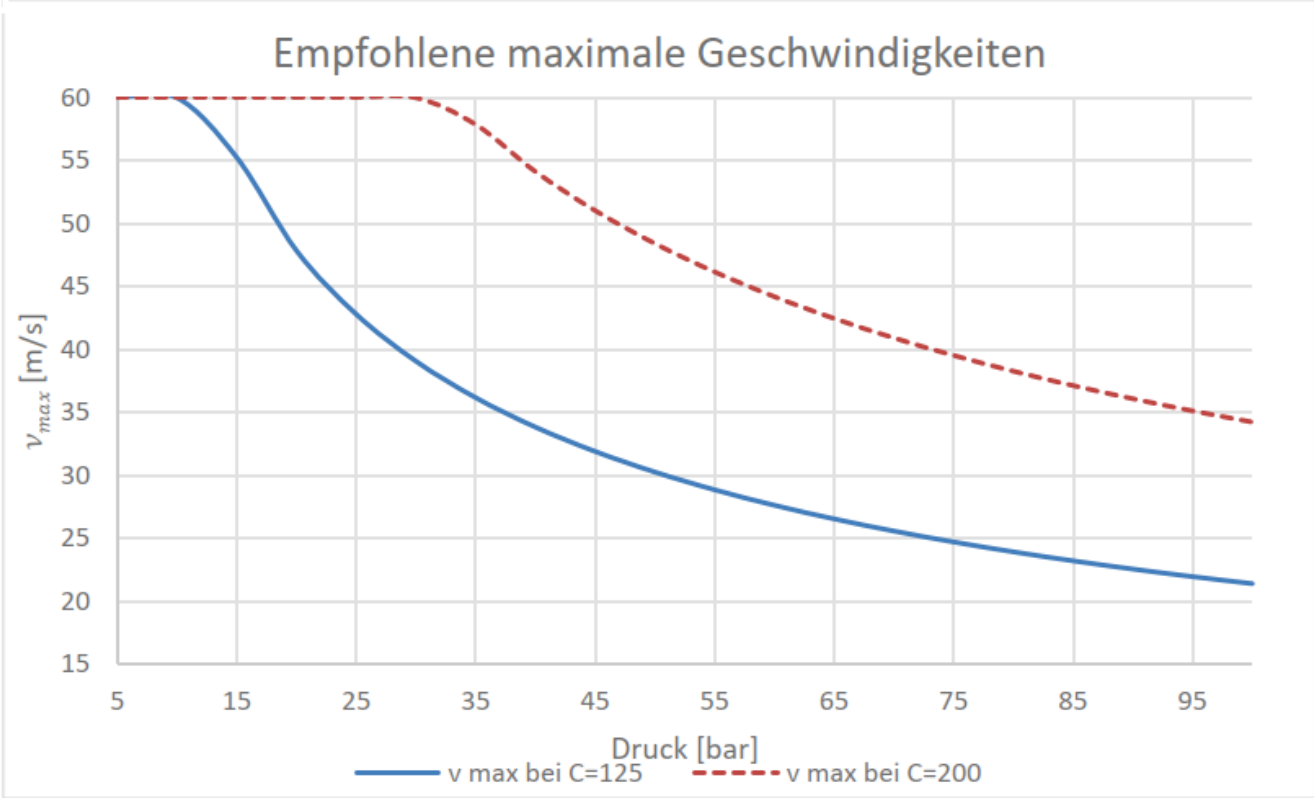


Abbildung 1: Empfohlene maximale Strömungsgeschwindigkeiten, ermittelt nach der oben angeführten Formel

QUELLE: ÖNORM H E200

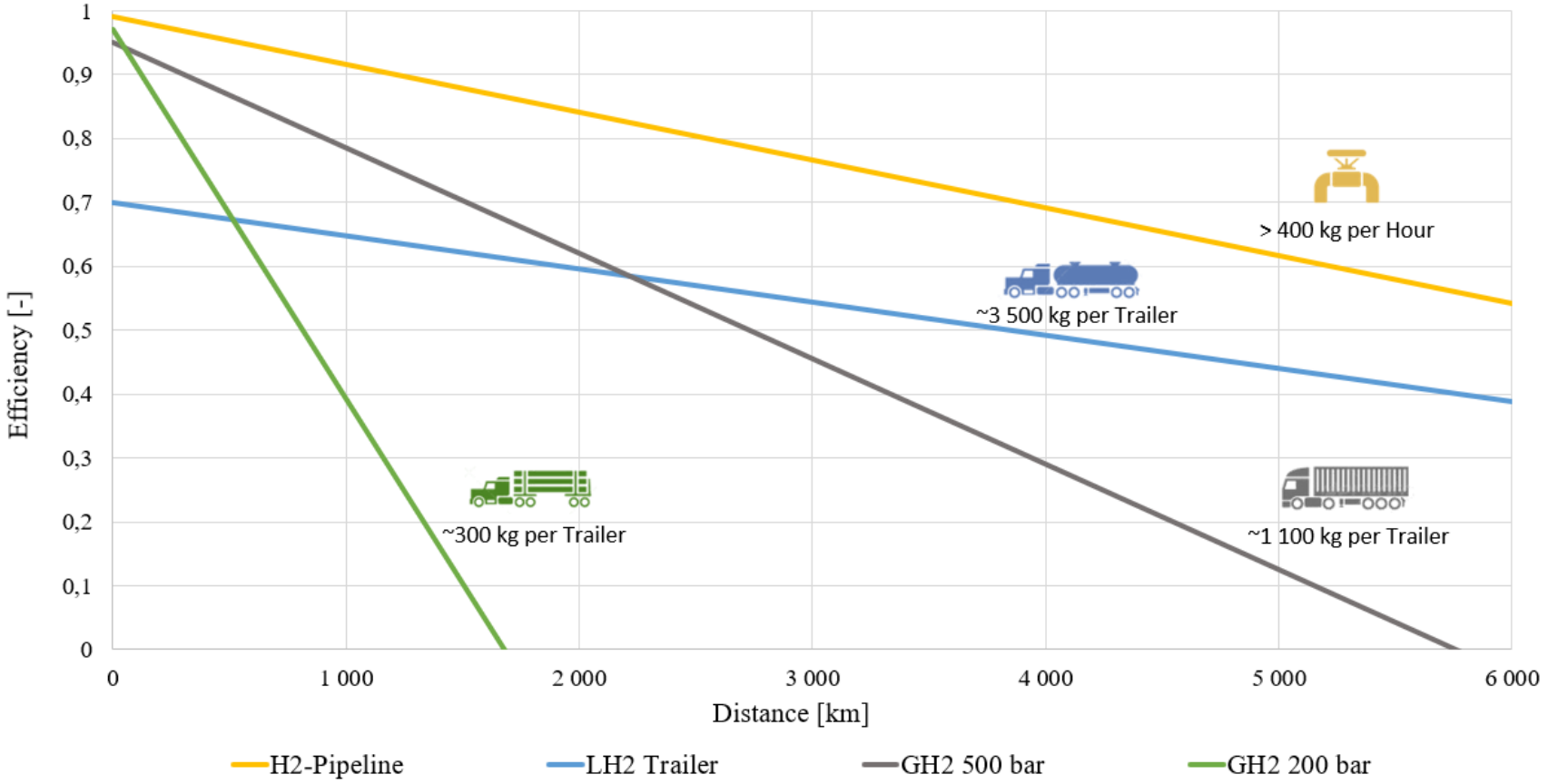
v_{max} … empfohlene maximale Strömungsgeschwindigkeit in m/s

C = 125 … Konstante für Wasserstoffbeschaffenheit Grade A bei Dauerbetrieb

C= 200 … Konstante für Wasserstoffbeschaffenheit Grade A bei kurzfristigem Betrieb oder für Wasserstoffbeschaffenheit Grade D

ρ … Dichte bei Betriebszustand in kg/m³

WASSERSTOFFTRANSPORT EFFIZIENZVERGLEICH



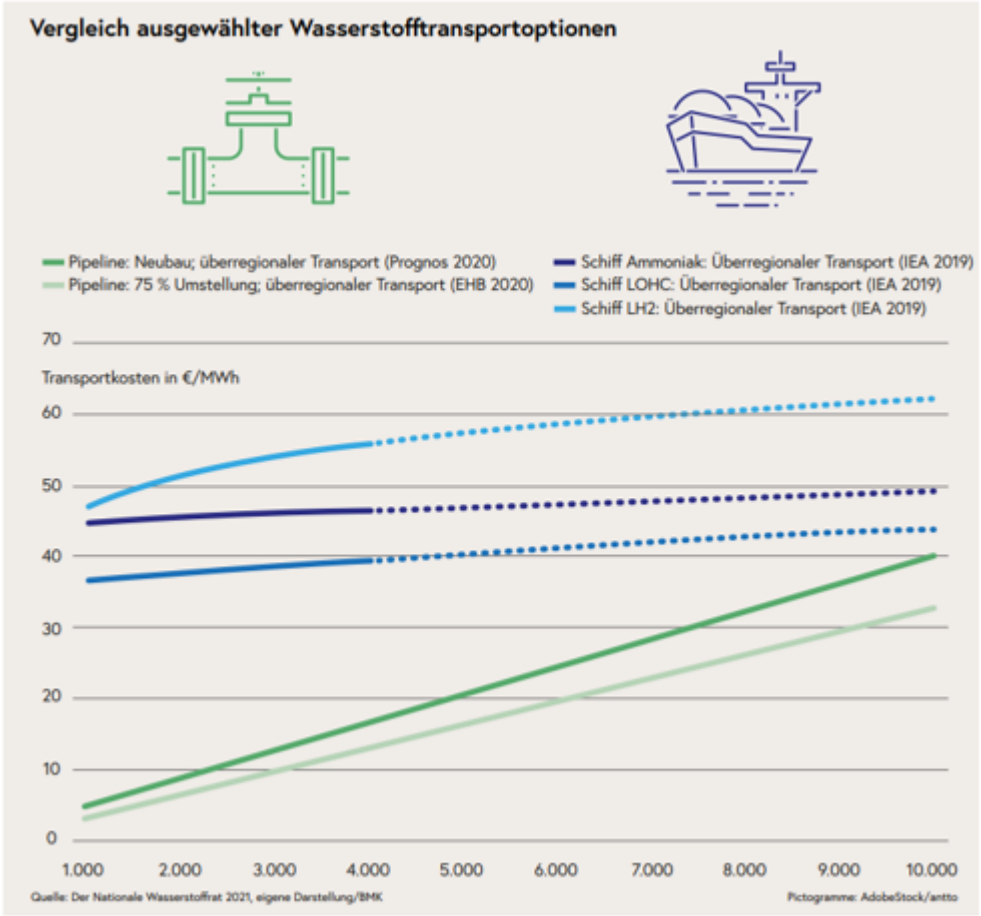
- ~ 80% der Energie von Erdgas kann mit H_2 übertragen werden (bei gleichem Δp)
- Strömungsgeschwindigkeit steigt um Faktor 3-4 (kompensiert die geringere Vol. Energiedichte von H_2)

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

WASSERSTOFFTRANSPORT

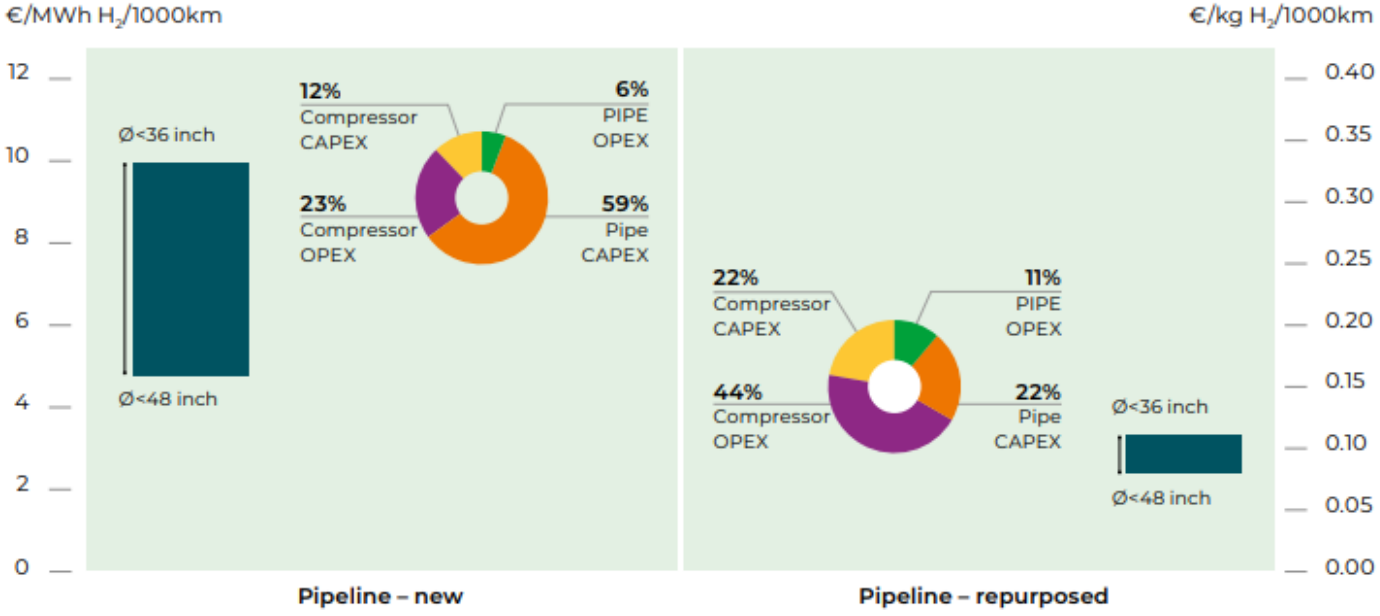
- Wesentlicher Kostenfaktor beim Einsatz von Wasserstoff liegt im Transport vom Produktionsstandort zum Verbraucher
- Je nach Transportdistanz und Anwendungszweck unterschiedliche Transportmodalitäten zur Verfügung
- Via Pipelines über weite Distanzen, kürzere Distanzen über nicht leitungsgebundene Spezialtransporte

Abbildung 3: Vergleich ausgewählter Wasserstofftransportoptionen

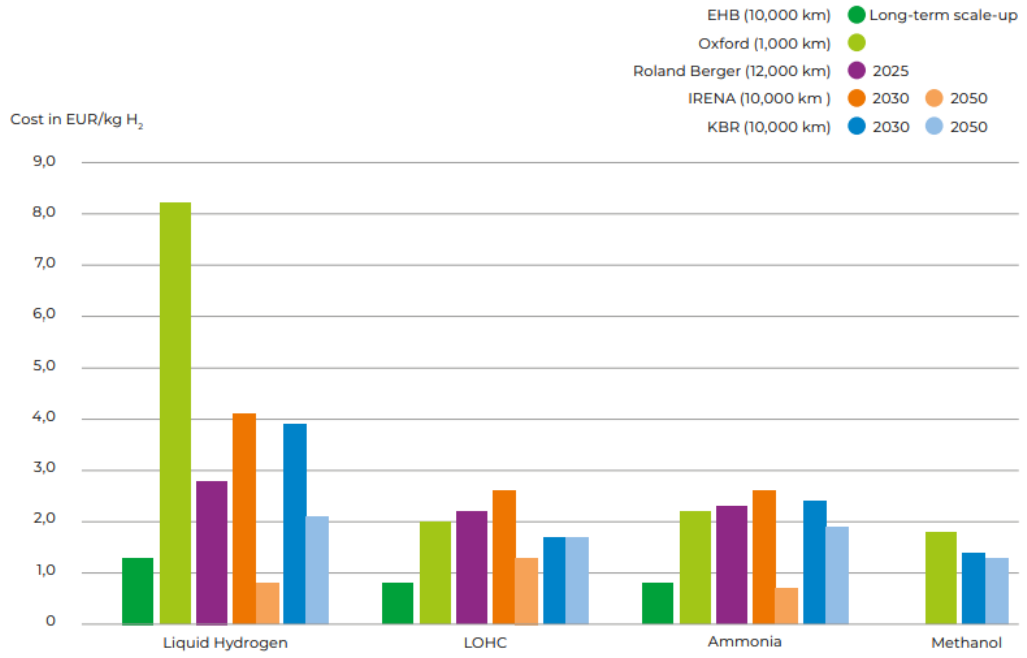


WASSERSTOFFTRANSPORT KOSTEN

Pipeline



Versand (inkl. Umwandlung von gasförmigem Wasserstoff in Versandmedium)



HTTPS://GASFORCLIMATE2050.EU/WP-CONTENT/UPLOADS/2022/10/2022_FACILITATING_HYDROGEN_IMPORTS_FROM_NON-EU_COUNTRIES.PDF

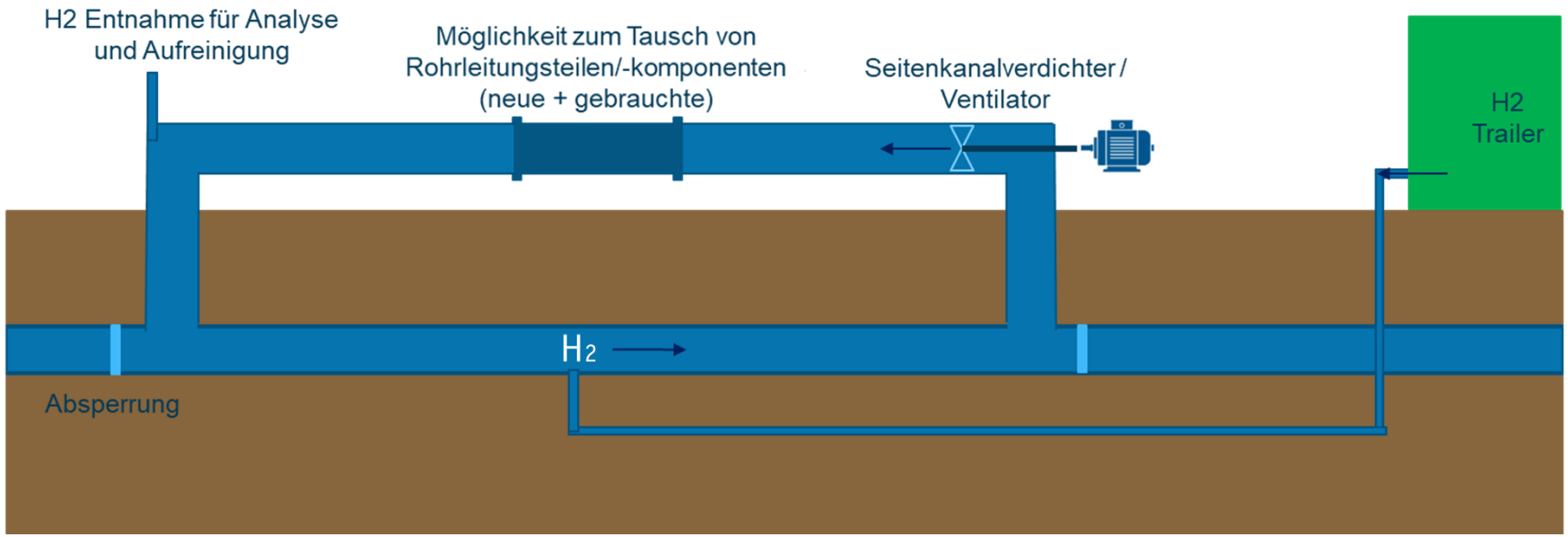
PROJEKT - HYGRID²

- PROBLEMSTELLUNG
  - Welche Schritte / Maßnahmen müssen gesetzt werden um bestehende Pipelines für den Transport von H_2 umzuwidmen?
  - Wie kann man die Sicherheit der Pipelines und Komponenten kostengünstig und möglichst zerstörungsfrei testen?
  - Welche und wie viele Verunreinigungen werden durch ehemalige Erdgaspipelines in H_2 eingebracht?
  - Wie kann man solche Verunreinigungen durch Aufreinigung entfernen?
- EXPERT‘S BOARD:
  - Integration Europäischer Wissenslandschaft
  - Sicherung der Zielgruppenrelevanz / Stakeholder-Interessen
  - Sicherung von Stakeholderinteressen im Expert‘s Board

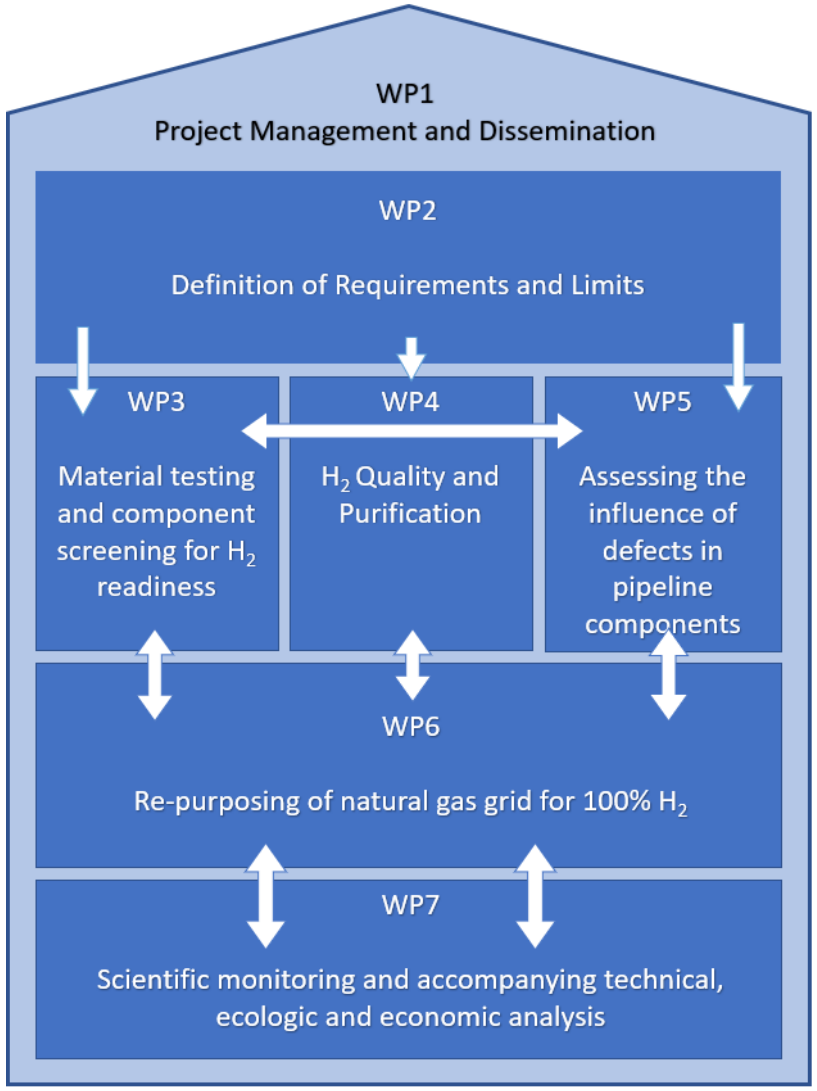
- KONSORTIUM

PROJEKT - HYGRID²

- UMWIDMUNG DER ERSTEN GASLEITUNG IN ÖSTERREICH ZUM TRANSPORT VON REINEM WASSERSTOFF
  - Erstellung eines Handbuchs für Umwidmungsprozess von Erdgaspipelines für zukünftigen Betrieb mit Wasserstoff
  - H2 – Pipeline Demonstrator in Mellach



PROJEKT - HYGRID²



		2022		2023				2024				2025		
WP	Leader	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
WP1	EN/ WIVA P&G		Project Management											
WP2	ÖVGW		Definition of Requirements and Limits											
WP3	MCL			Material testing and component screening for H2 readiness										
WP4	HyC			H2-Quality and Purification										
WP5	MCL			Model for assessing the influence of defects in hydrogen-loaded pipeline components										
WP6	EN			Re-purposing of natural gas grid for 100% H2										
WP7	WIVA P&G		Scientific monitoring and accompanying technical, ecologic and economic analysis											

Milestones

MS 1.1: Contribution to the annual report about the progress of the energy model region WIVA P&G

MS 1.2: Successful project completion

MS 2.1: Legal framework and technical boundaries identified

MS 2.2: Project cooperation on thematically related projects established and main parameters integrated

MS2.3: Expert's board established

MS 3.1: Inspection methods developed and approved

MS 3.2: Main material parameters for H2 readiness quantified

MS 3.3: Key indicators for determination of H2 readiness of natural gas grids developed

MS 4.1: Representative measurement points identified; test planning finished

MS 4.2: Optimized measurement routines and processes developed

MS 4.3: Laboratory measurements finished; impurities analytically quantified

MS 4.4: Adequate purification methods developed

MS 4.5: Purification methods validated and optimized within field test application

MS 5.1: FEM-based hydrogen trapping defect assessment finished

MS 5.2: Analytical fracture mechanics model implemented in extended CCGS-tool (HyMBA)

MS 6.1: Development and engineering of field test laboratory finished

MS 6.2: Field test laboratory in operation

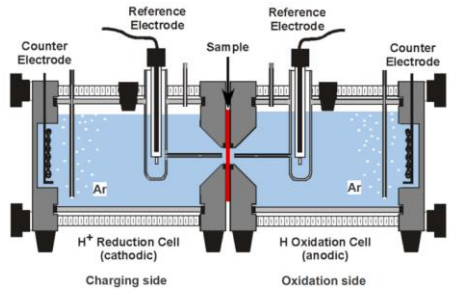
MS 6.3: NG-Grid successfully rededicated and officially approved for transport of 100% H2

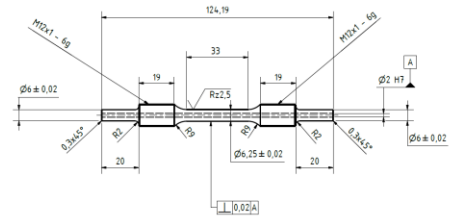
MS 6.4: Laboratory and small-scale results validated amongst field test boundaries

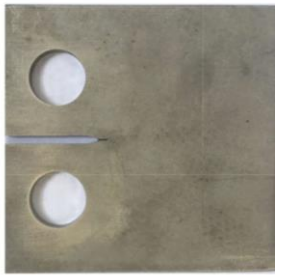
MS 7.1: Macro-economic and ecological models are developed

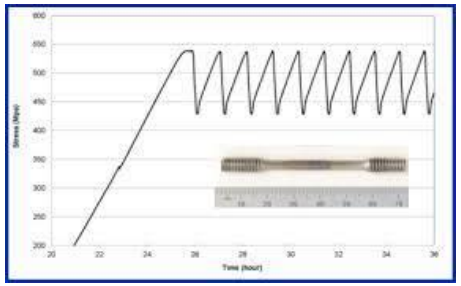
PROJEKT - HYGRID² - MATERIAL

- GEPLANTE WERKSTOFFWISSENSCHAFTLICHE UNTERSUCHUNGEN
  - Constant Load Tests (CLT)
  - Thermal desorption spectroscopy (TDS)
  - Hydrogen Permeation Tests
  - Slow Strain Rate Test (SSRT) mit Hohlzugprobe
  - Ripple Load Tests
  - Bruchmechanik (CT-Proben)







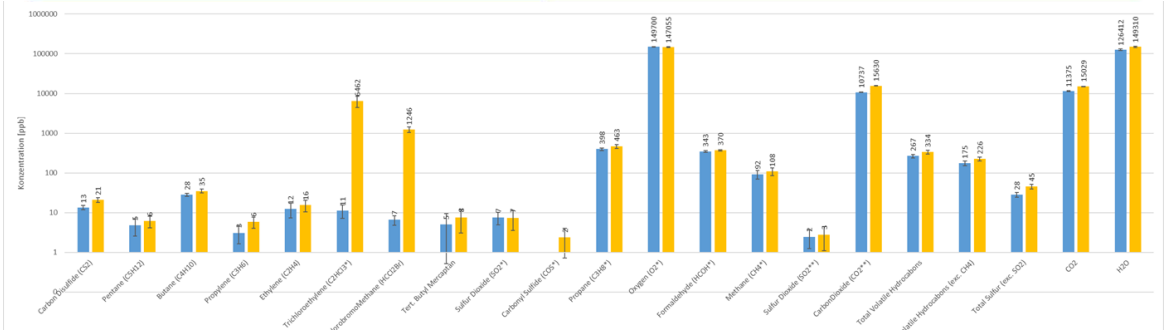


PROJEKT - HYGRID² - GASQUALITÄT

- METHODISCHE VERSUCHSPLANUNG UND IDENTIFIKATION VON REPRÄSENTATIVEN TESTOBJEKTEN
  - Versuchsplan zur praktischen Bestimmung der Kontaminationsquellen
- ANALYSE UND AUFBEREITUNG VON H2
  - Anpassung und Optimierung von Messroutine und Probennahme
  - Evaluierung von Inline-/Offline-Messmethoden für kontinuierliche Wasserstoffqualitätsmessung
  - Evaluierung von Wasserstoffaufbereitungsverfahren

Investigated Pipeline Element No. 5

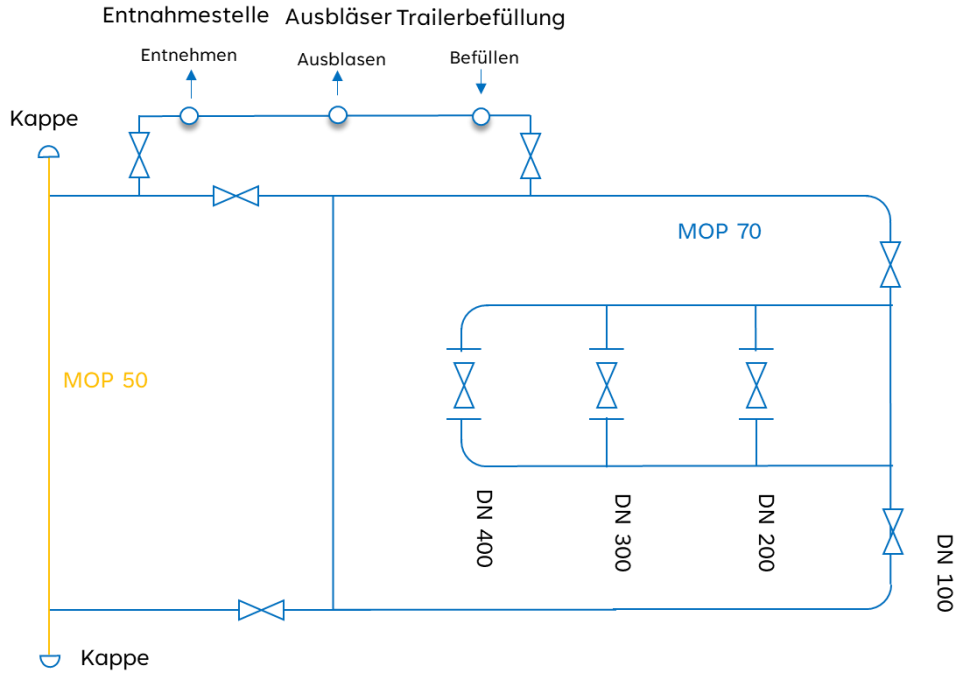
Measurement Setup at HyCentA Boltzmann Lab (IMR-MS, bottom right; FTIR, up right)



DEMONSTRATIONSANLAGE MELLACH

Lageplan

Schematische Darstellung



VIEL ENERGIE

Energienetze Steiermark GmbH
Leonhardgürtel 10
8010 Graz

Dipl.-Ing. Stefan Fink
Assetmanagement und
Engineering Gas

Tel: +43-316-90555-58412
Mobil: +43-664-6168412

Mail: s.fink@e-netze.at