

HYGRID²

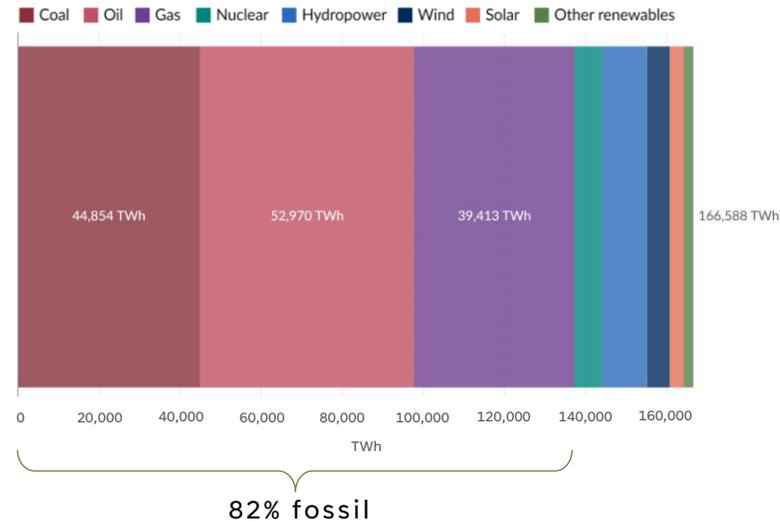
Demonstration von ReUse gebrauchter Erdgasinfrastruktur für 100% Wasserstoff

Stefan Fink

04.06.2024

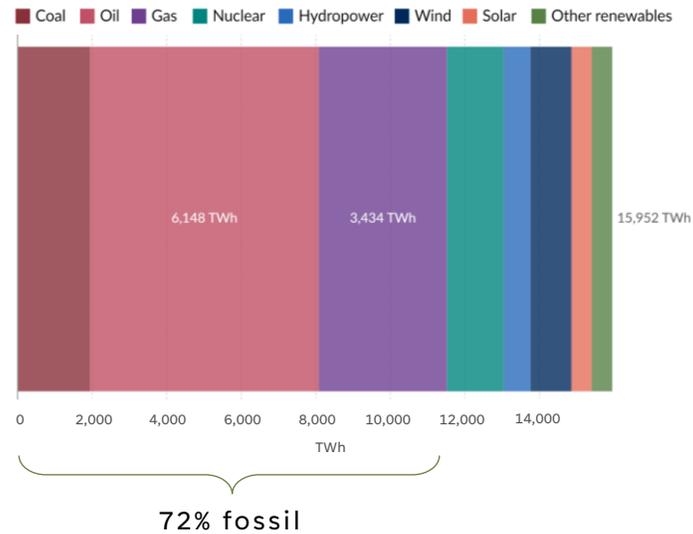
PRIMÄRENERGIEVERBRAUCH NACH HERKUNFT

WELTWEIT

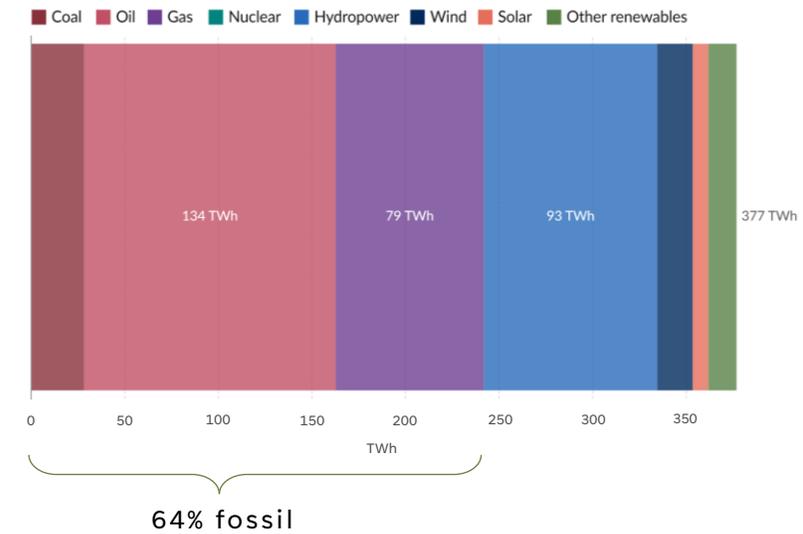


Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023)
OurWorldInData.org/energy | CC BY

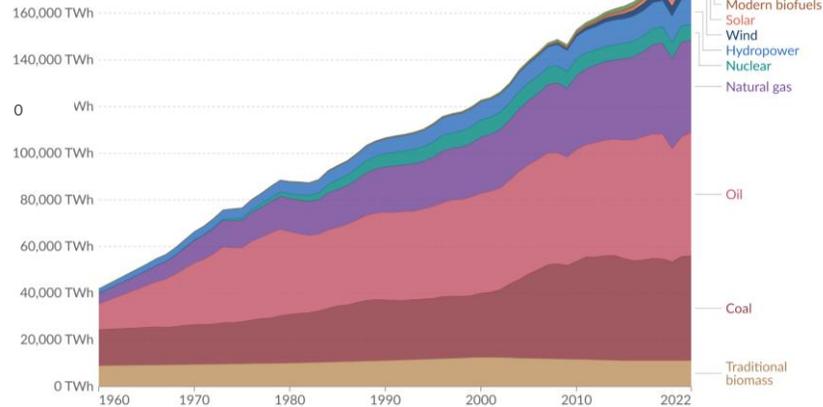
EUROPÄISCHE UNION (27)



ÖSTERREICH



HISTORISCH WELTWEIT



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2023); Smil (2017)
Note: In the absence of more recent data, traditional biomass is assumed constant since 2015.
OurWorldInData.org/energy | CC BY

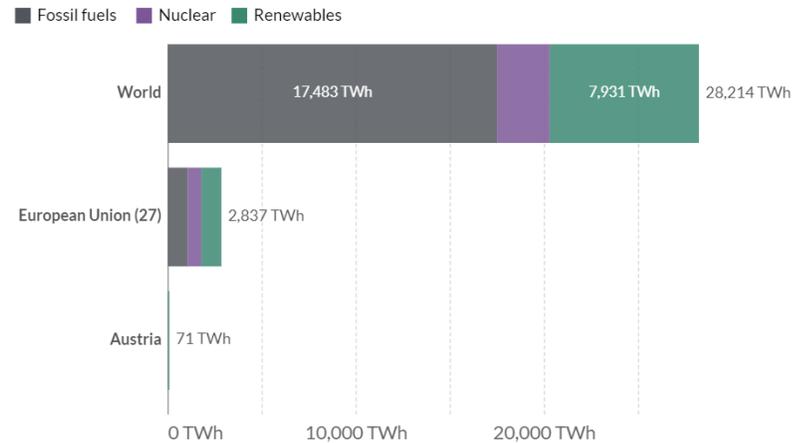
- Hoher Anteil an fossiler Energie
- Weltweite Energienachfrage steigt
 - IT und Kommunikation: Digitalisierung, Streaming, Kryptowährung...
 - Industrie: Prozesswärme, Stahlerzeugung, chemische Industrie

STROMVERBRAUCH

Electricity consumption from fossil fuels, nuclear and renewables, 2021

Our World
in Data

+ Add country Relative

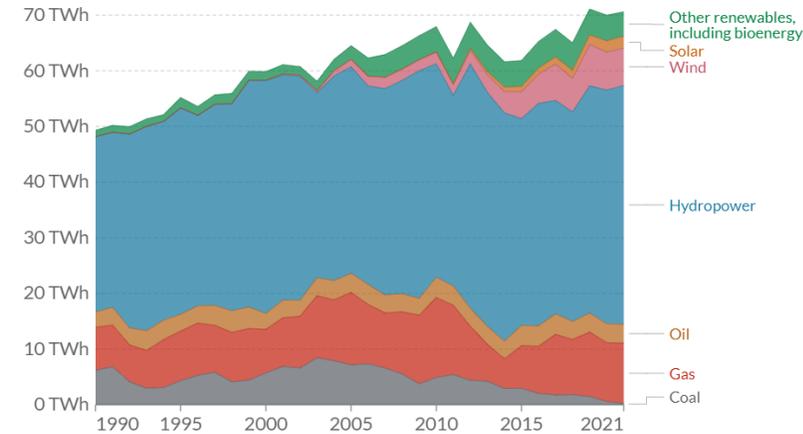


Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022); Our World in Data based on Ember's Global Electricity Review (2022); Our World in Data based on Ember's European Electricity Review (2022)
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Electricity production by source, Austria

Our World
in Data

Change country Relative

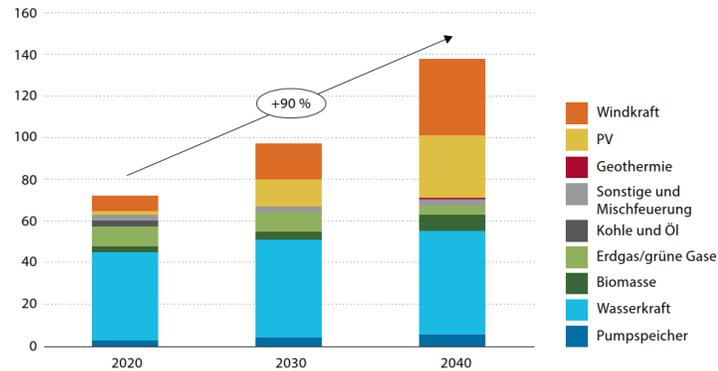


Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy (2022); Our World in Data based on Ember's Global Electricity Review (2022); Our World in Data based on Ember's European Electricity Review (2022)
Note: 'Other renewables' includes biomass and waste, geothermal, wave and tidal.
OurWorldInData.org/energy • CC BY

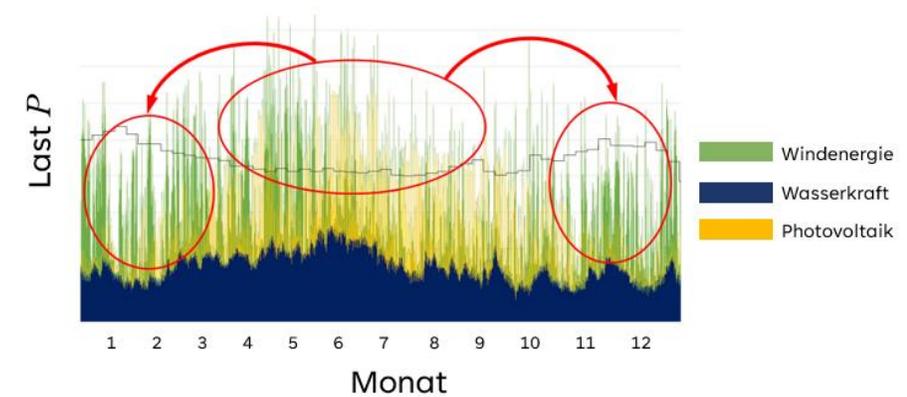
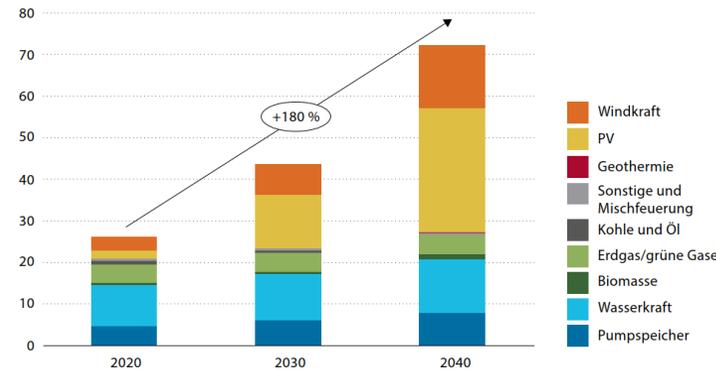
- Der Stromverbrauch beträgt in jedem Fall rund **17-18%** des **Primärenergieverbrauchs**
- Nicht nur die Steigerung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, auch die **Substitution des fossilen Primärenergieverbrauchs** ist notwendig
- **Energiewende** und nicht nur **Stromwende**
 - Dekarbonisierung der gesamten fossilen Primärenergie von 258 [TWh] und nicht nur des Strombedarfs von 71 [TWh] notwendig
- Umstellung von 258 [TWh] fossiler Primärenergie auf elektrische Energie würde bedeuten
 - Es muss ca. **4 (258/71) mal mehr** Energie über das Stromnetz transportiert werden
 - Netzkapazität muss massiv ausgebaut werden

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

Erzeugungsmenge in TWh



Installierte Leistung in GW



- **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**

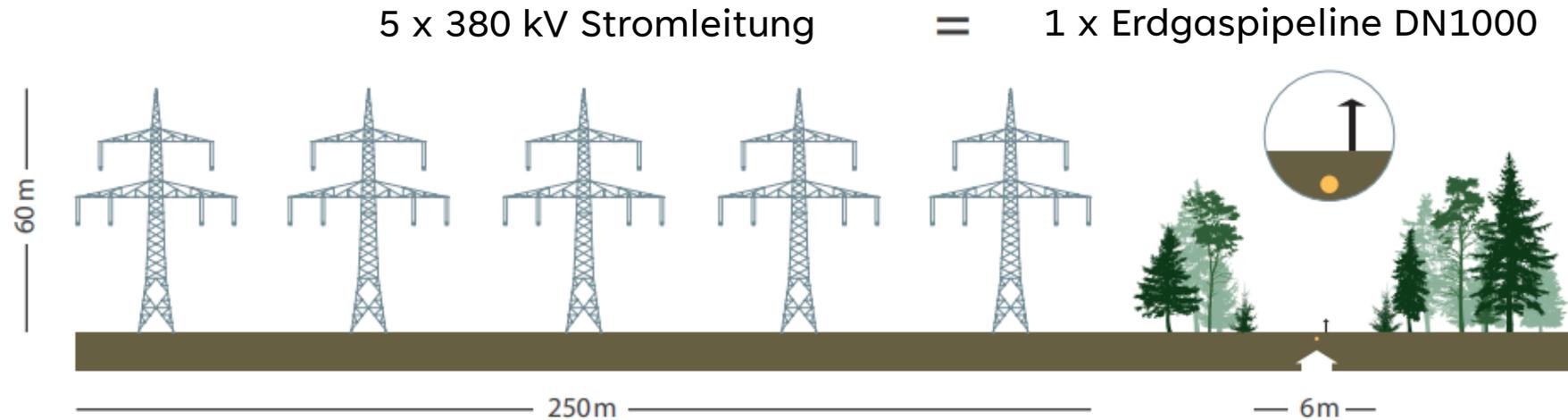
**+6,5 TWh
Biomasse & Biogas**

**+2,5 TWh
Wasserkraft**

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

https://oesterreichsenergie.at/fileadmin/user_upload/Oesterreichs_Energie/Publikationsdatenbank/Diverses/2022/Stromstrategie_2040_29092022.pdf
<https://www.aggm.at/netzinformationen/netzentwicklungsplaene/Ifp>

GASINFRASTRUKTUR IM VERGLEICH



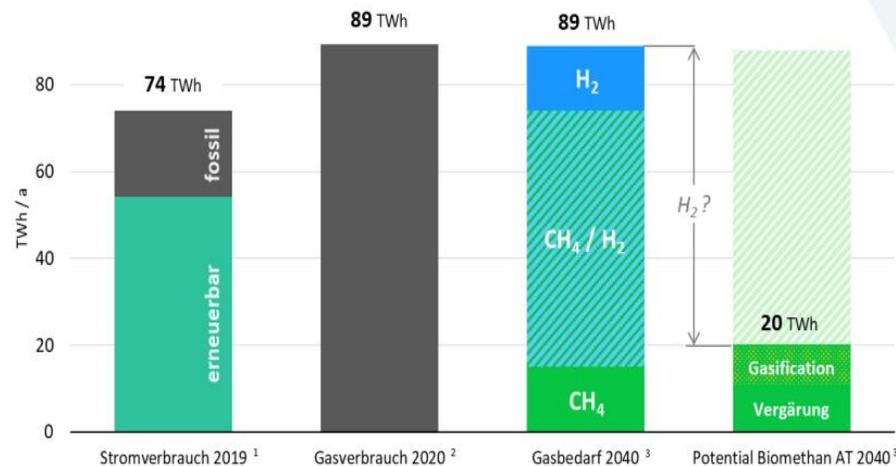
[HTTPS://WWW.OVGW.AT/GAS/UEBER-GAS/FACTSHEETS-GAS/](https://www.ovgw.at/gas/ueber-gas/factsheets-gas/)

- 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

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

Gasbedarf in einem klimaneutralen Österreich



Quellen: ¹ BMK (2020). Energie in Österreich. ² E-Control (2020).

³ AEA, JKU, MUL (2021). Erneuerbares Gas in Österreich 2040 (Szenario "Exergieeffizienz")

- Differenzierte Gasnachfrage
 - **Wasserstoff**
 - **Mischgas** (Biomethan, synthetisches Methan P2G, Wasserstoff)
 - **Grünes Methan** (Biomethan, synthetisches Methan P2G)
- Großer Importbedarf für Grünen Wasserstoff
 - Aufbringung von Grünem Wasserstoff wird technisch und wirtschaftlich nur zum Teil in Österreich erfolgen

PROJEKTÜBERSICHT

Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie



ECKDATEN

Laufzeit: 2022 – 2025 (3J)

Förderprogramm: Vorzeigeregion Energie

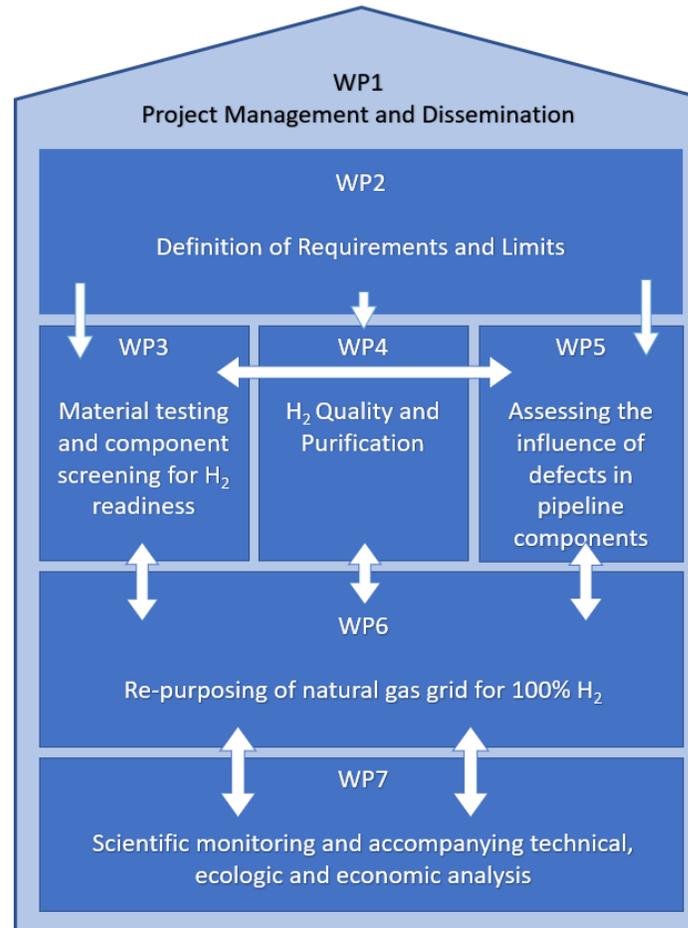
Projektart: kooperatives F&E-Projekt

Budget: rd. € 2,29 Mio.

Förderung: rd. € 1,14 Mio.

Leitung: Energienetze Steiermark GmbH

Partner Bilfinger Industrial Services GmbH, ÖVGW, DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, Materials Center Leoben Forschung GmbH, HyCentA Research GmbH, Montanuniversität Leoben - Lehrstuhl für Allgemeine und Analytische Chemie, WIVA P&G



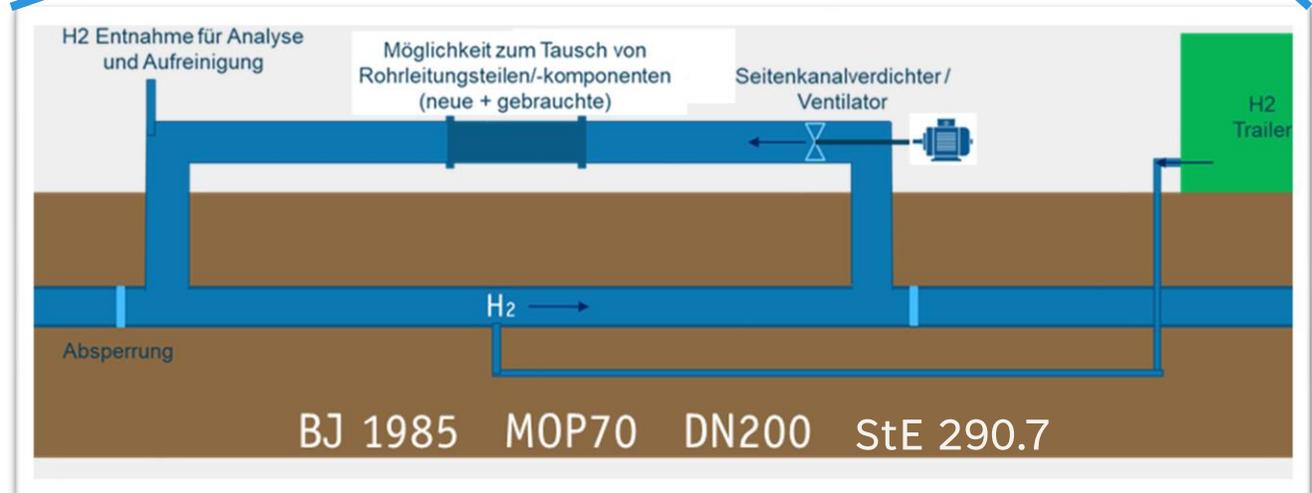
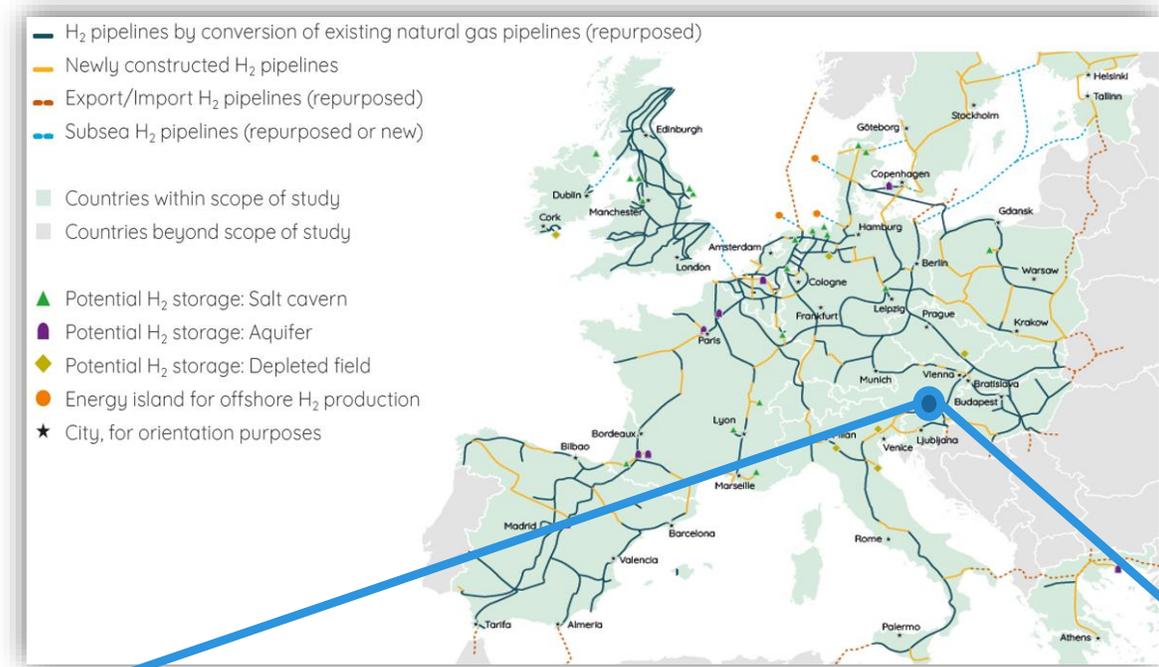
PROJEKTÜBERSICHT

■ PROBLEMSTELLUNG

- Welche Schritte / Maßnahmen müssen gesetzt werden, um **bestehende Pipelines** für den Transport von H₂ 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 H₂ eingebracht?
- Wie kann man solche Verunreinigungen durch **Aufreinigung** entfernen?

■ ZIELSETZUNG

- Erstellung eines **Handbuchs** für Umwidmungsprozess von Erdgaspipelines für zukünftigen Betrieb mit Wasserstoff
- Umwidmung bestehender Erdgasinfrastruktur in Österreich und Bau einer **Demonstrationsanlage** für Transport von reinem Wasserstoff
- **Experts Board** zur Integration europäischer Wissenslandschaft



H₂ QUALITÄT IN GEBRAUCHTEN PIPELINES

■ EXPERIMENTELLE BESTIMMUNG DER H₂ QUALITÄT IM HYGRID²

Welche **H₂ Qualität** kann beim Transport in gebrauchten Hochdruckleitungen erreicht werden?

- **Starker Einfluss** von Alter, Gas Historie, Reinigung, Odorstoffe auf die Qualität
- Forschung am HyCentA zeigt: **Grade A** (98% Reinheit) kann leicht erreicht werden
- HyGrid² wird erstmals Realdaten liefern und wesentliche Grundlagen für Normung



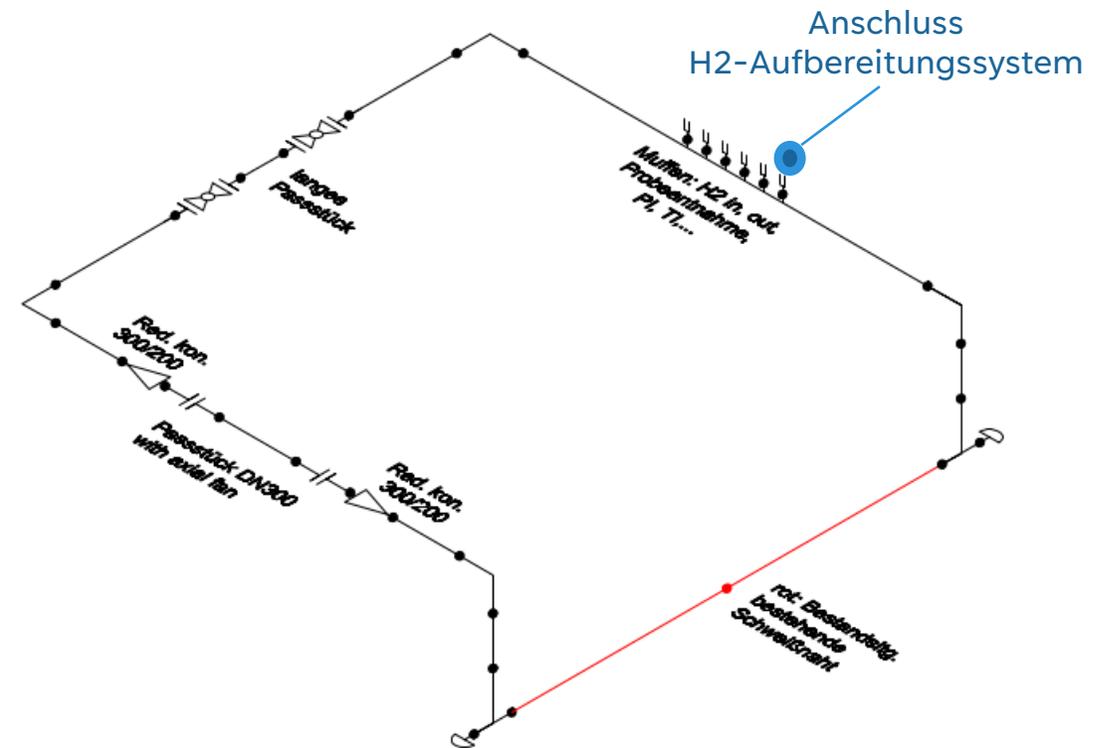
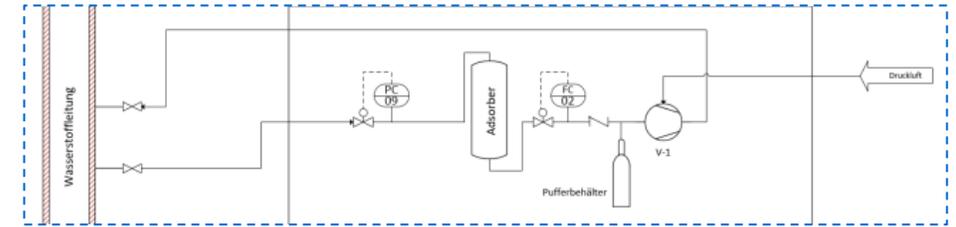
Investigated Pipeline Element No. 5

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

Source: Stöhr et. al, Hydrogen Quality in used Natural Gas Pipelines, 2023, IJHE

DEMONSTRATOR UND AUFBEREITUNGSSYSTEM

- **Realer Betrieb** bestehender Erdgasleitung mit Wasserstoff (noch in Prüfung ob in Mellach oder Gabersdorf)
- **Aufbereitung** von Wasserstoff im Feld validiert (mittels Adsorption)
- Getestet werden Adsorbenzien, welche sich in vorherigen Laborversuchen für die Abtrennung von Komponenten im Spurenbereich als geeignet herausgestellt haben
- Die Anlage entnimmt Wasserstoff aus dem Demonstrator und erlaubt eine Rückeinspeisung des gereinigten Wasserstoffs
- Erfolgskriterium: Wasserstoffreinheit > 99,97 mol.% nach der Aufreinigung, Einhaltung der Grenzwerte gemäß Qualitätsanforderungen **Grade D**

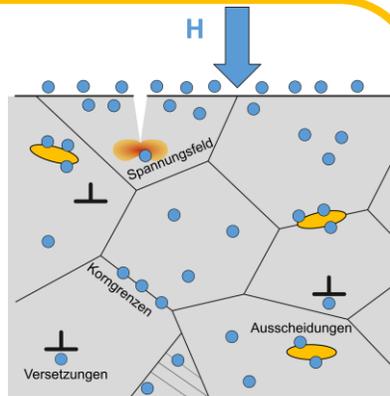


MATERIALPRÜFUNG

Ziel: Charakterisierung des Materialverhaltens und Lebensdauervorhersage der Pipelines bei 100% H₂ Transport

Wasserstoff in Stählen

- H₂ Versprödung
- Anreicherung von H₂ vor Risspitze
- Mehrere bekannte Versprödungsmechanismen (HEDE, HESIV, AIDE, HELP)



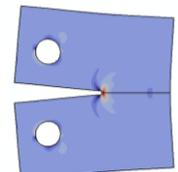
Material

- Untersuchung gängiger Rohrleitungsmaterialien (L360, L485)
- Gebogene und gerade Rohrsegmente mit Schweißnaht
- Beulen, Risse, Poren



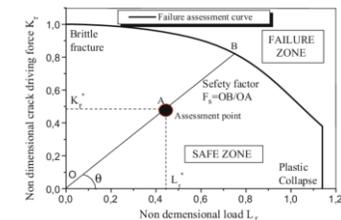
Untersuchungen

- Metallographie
- Härteprüfung
- Eigenspannungsmessungen
- Zugversuche
- Constant load tests
- Hohlprobentests
- Bruchmechanische Untersuchungen in Luft und H₂ Atmosphäre
 - Statische Bruchmechanik (J-Integral, K_{IC})
 - Zyklische Bruchmechanik (da/dN-DK)
- Thermal desorption spectroscopy (TDS)



Bewertung

- FAD Diagramm
- Analytische Bewertung der Lebensdauer in Kombination mit FE-Berechnung.



Bilder: FAD Diagram: Mohammed, hadj meliani et. Al (2018). The Inspections, Standards and Repairing Methods for Pipeline with Composite: A Review and Case Study. 147-156. 10.1007/978-3-319-70365-7_17
H2 Rohre: malp/Adobe Stock

VIEL ENERGIE

Energienetze Steiermark GmbH

Dipl.-Ing. Stefan Fink

Teamleiter Erneuerbare Gase

Mobil: +43-664-6168412

Mail: s.fink@e-netze.at

