

NACHNUTZUNGSPOTENTIAL BESTEHENDER TIEFBOHRUNGEN ALS ENERGIESPEICHER

Leonhard Ganzer, Technische Universität Clausthal

ÖGEW/DGMK Herbsttagung 2019
Wien, 21. November, 2019

Institut für Erdöl- und Erdgastechnik

- gegründet 1943
- Institutsgebäude ausgestattet mit Büros, Labor, Werkstätten auf etwa 3000 m²
- Ca. 50 Mitarbeiter, etwa 300 Studenten



Drilling Simulator Celle



- Ziel: Aufbau eines state-of-the-art drilling simulator mit der Möglichkeit den Simulator zu erweitern
 - für Geothermiebohrungen , aber auch für Erdgas & Erdöl

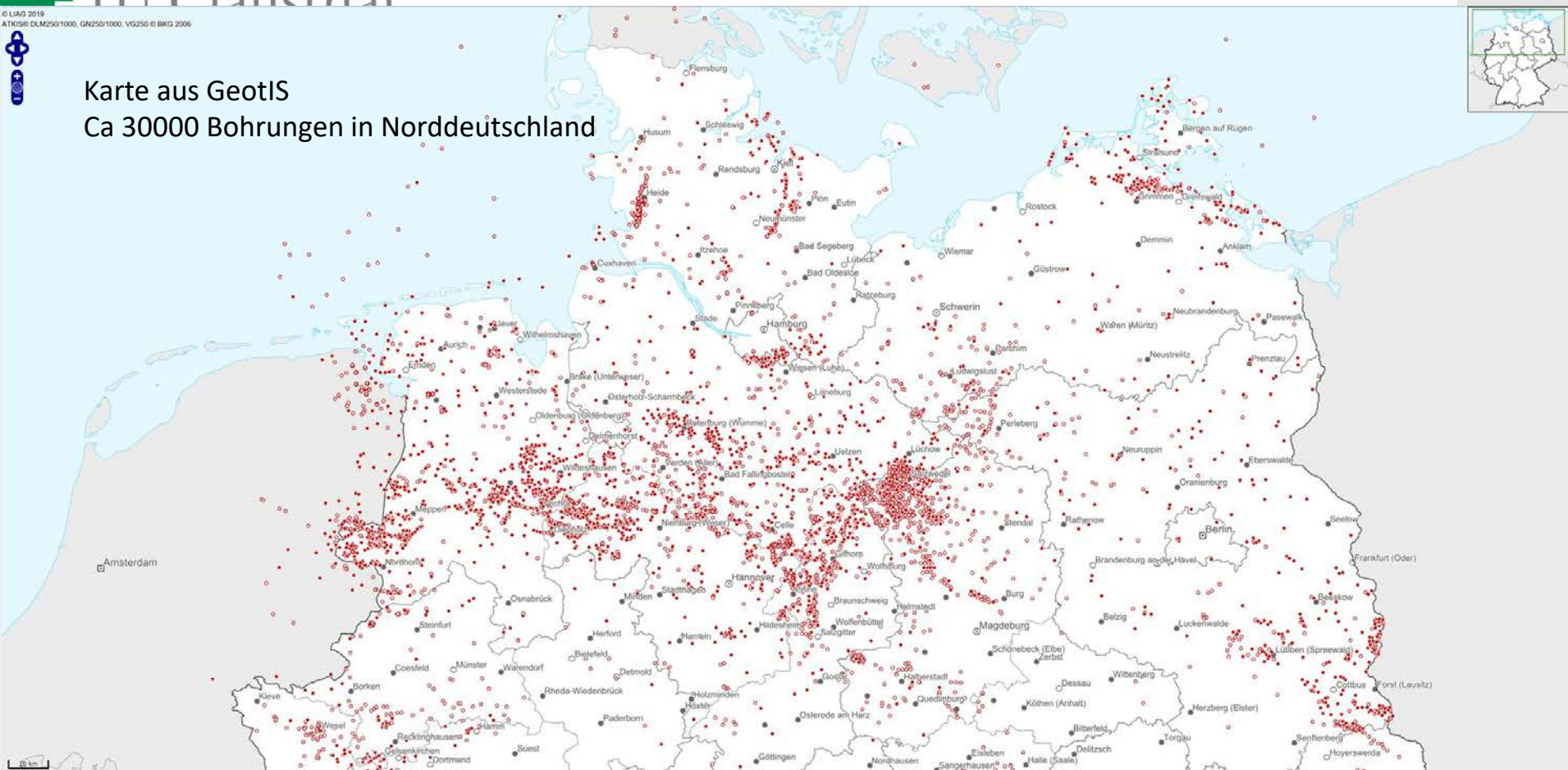
Oil & Gas in Deutschland

- Niedersachsen liegt im Zentrum der deutschen Öl- und Gasfelder
 - Ca 95% der Gasproduktion
 - Viele Bohrungen!



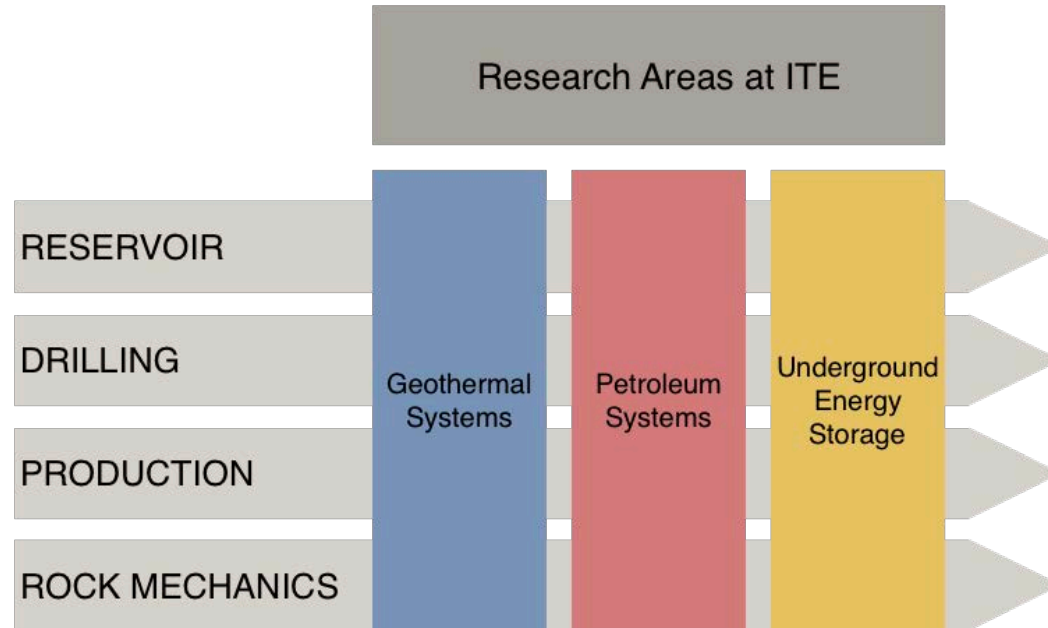


Karte aus GeotIS Ca 30000 Bohrungen in Norddeutschland



Weiterentwicklung der Einrichtung an der TUC

- Ab 1/2020: Institute for Subsurface Energy Systems



Forschungsbeiträge zu Nachnutzungsthemen

■ Forschungszentrum Energiespeichertechnologien

- <https://www.est.tu-clausthal.de>
- Am Standort EFZN in Goslar



■ Drilling Simulator Celle



Themen bei der **Nachnutzung von Bohrungen**

■ **Nachnutzung**

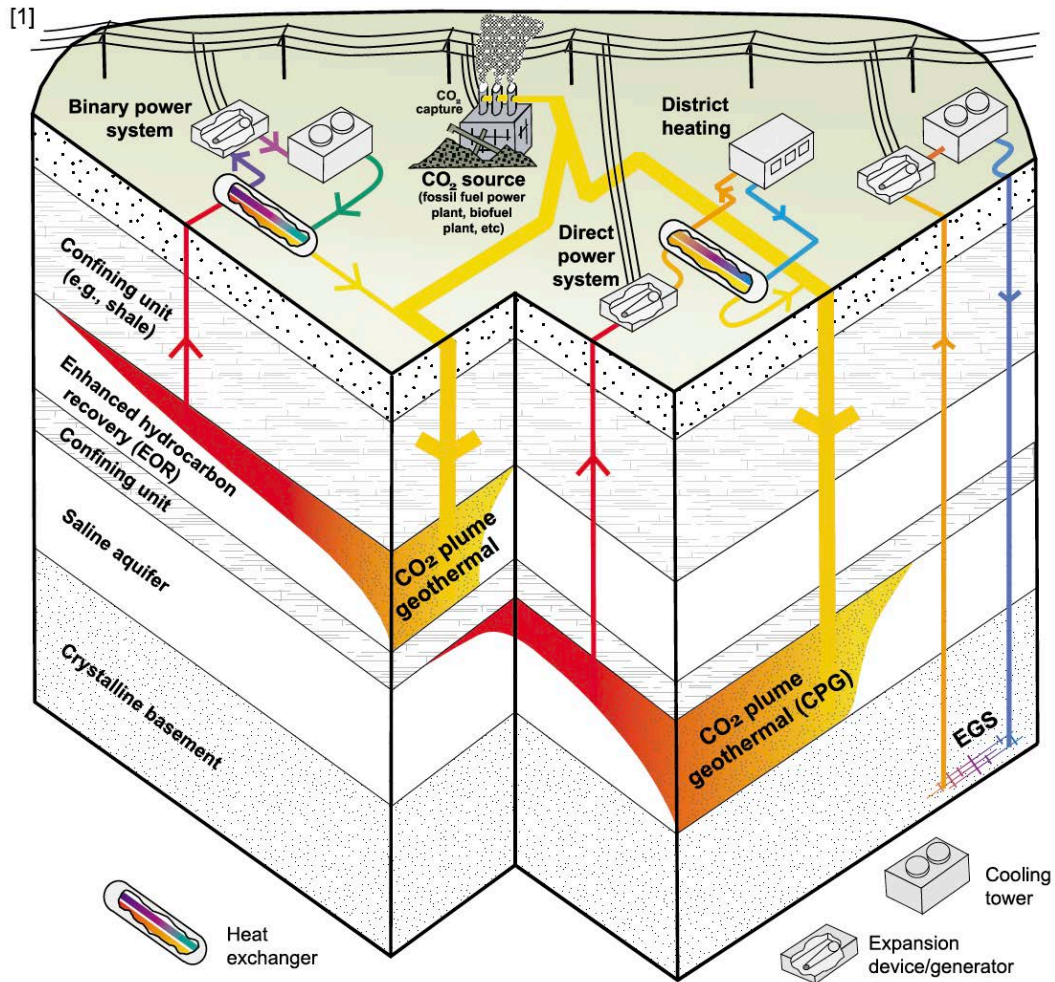
- CO₂: CCS/CCU/CCUS/CO₂-Kreislaufwirtschaft
- Tiefe Geothermie

■ **Nachnutzung & Energiespeicher**

- H₂: Wasserstoffspeicherung im Untergrund
- H₂ + CO₂: Methanisierung im Untergrund

Nachnutzung

- Kombination von CO₂ und Geothermie
- Bsp: „Combining geothermal energy capture with geologic carbon dioxide sequestration“ (2011), J. Randolph and M. Saar





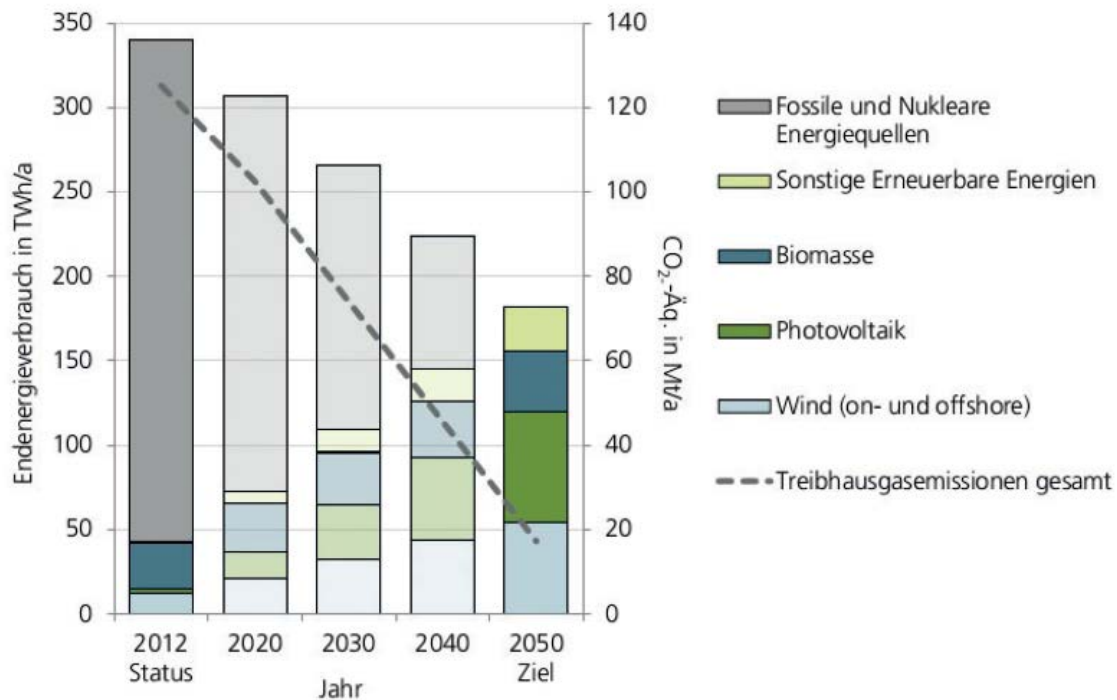
WASSERSTOFFSPEICHERUNG

MOTIVATION

- „Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050“ – Umweltministerium Niedersachsen
 - Zeigt den Weg zu einem Energieszenario für die Solidarregion Niedersachsen auf, das zu 100% (bzw 80%) auf Erneuerbaren Energien basiert
 - http://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/energie/runder_tisch_energiewende/gutachten_energieszzenarien_2050/runder-tisch-142928.html
 - Veröffentlicht Oktober 19, 2016



ENERGIE SZENARIO 100% ERNEUERBARE



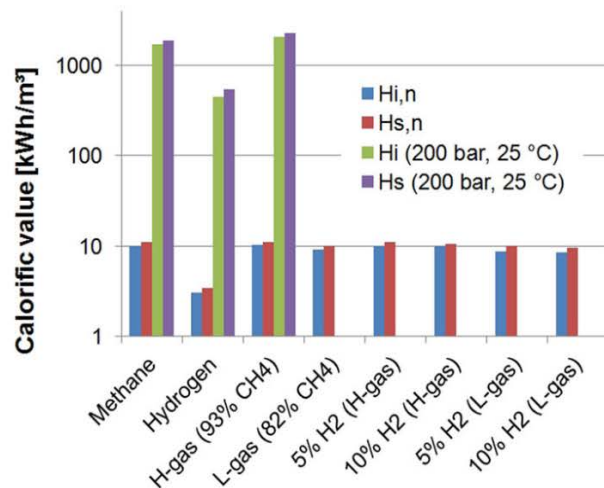
Wasserstoffspeicherung im Untergrund

- „Szenarien zur Energieversorgung in Niedersachsen im Jahr 2050“ – Gutachten, Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
 - Zur Energiespeicherung: (Zitat p.42)
 - Für die im Szenario erforderliche Speicherkapazität von 18,8 TWh ist also eine Erhöhung des vorhandenen Speichervolumens erforderlich. Dies gilt insbesondere, falls weiterhin ein Großteil (derzeit 40 Prozent (LBEG 2013)) der deutschen Kavernen in Niedersachsen angesiedelt sein soll. Somit müssten insgesamt ca. **60 TWh Wasserstoff in Niedersachsen gespeichert** werden.

Umrechnung TWh in m³

■ Brennwert H₂ vs CH₄

- Calorific value H₂ ca 3 kWh/m³
- Calorific value CH₄ ca 10 kWh/m³



Umrechnung TWh in m³

- Aktuelles Arbeitsgasvolumen in Deutschland insgesamt
 - 23.8 Mrd. Nm³
- Speicherbedarf in einem auf erneuerbaren Energien basierten Energiesystem (60 TWh)
 - 60 TWh durch 3 kWh/Nm³ entsprechen 20 Mrd Nm³ H₂-Gas
 - Das entspricht ziemlich genau dem gesamten Arbeitsgasvolumen (23.8 Mrd m³ Speichergas) aller in Betrieb befindlichen Speicher in Deutschland (nicht Niedersachsen!!)
 - Handlungsbedarf bzw. Nachnutzungspotential?

Forschungsaktivitäten

- Mainly focus on basic research (hydrodynamics, reactivity, simulation, integrity) and local scenario development (parametrization, economics, public perception)
- Germany
 - H2STORE, HyINTEGER
 - ANGUS+, ANGUS II
 - H2_ReacT
 - InSpEE, InSpEE-DS
 - HYPOS
- UK
 - HyStorPor
- Small projects also in France, Poland etc.
- Large focus on caverns

H2STORE

ANGUS+

HyINTEGER



Untergrund Wasserstoffspeicherung

- Injection of H₂ admixed to natural gas in relative small gas reservoirs
 - Underground Sun Storage (Austria)
 - BRGM-Hychico (Argentina)
- Comparison of key parameters

UNDERGROUND
SUN STORAGE 

	Underground Sun Storage	Hychico
Depth	1070 m TVD	814 m TVD
Permeability	600 mD	300-500 mD
Temperature	40°C	55°C
Thickness	1.7 m	2.5 m
Initial Pressure	107 bar	25 bar
Original Gas in Place	5.5 MMNm ³	ca. 2.4 MMNm ³
H ₂ concentration	10%	Up to 10%



FORSCHUNGSPROJEKTE AM ITE/TU CLAUSTHAL

- The ITE was involved in different research projects related to underground hydrogen storage

- DGMK 752 (2012 – 2013)
- H2STORE (2012 – 2015)
- HyINTEGER (2016 – 2019)
- SWZ (2015 – 2019)

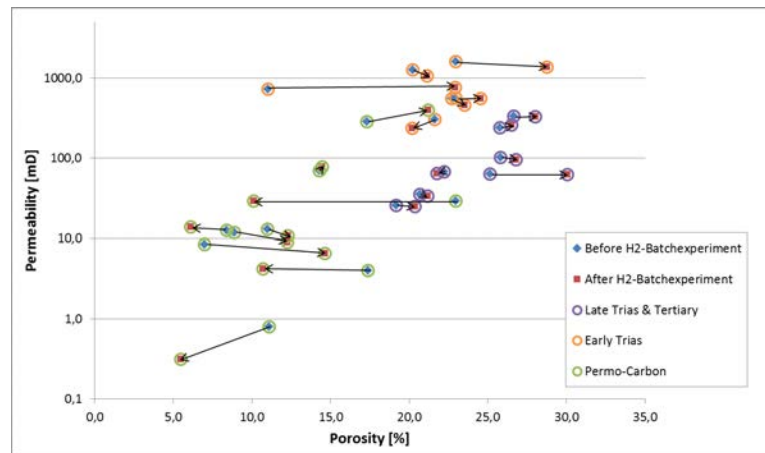
ENERGIESPEICHER
Forschungsinitiative der Bundesregierung

- Research questions:

- Does the integrity persist? (cap rock + storage wells)
- Does a geochemical alteration of the storage rock occur?
- Does H₂ behave hydrodynamically different? (mixing + gravity segregation)
- Do microorganisms convert the injected H₂?

Geochemical alteration and well integrity

- Geochemical alterations of storage and cap rocks were observed during H₂/rock/brine system autoclave experiments



- Special focus on the integrity of cement bond between the formation rock and casing

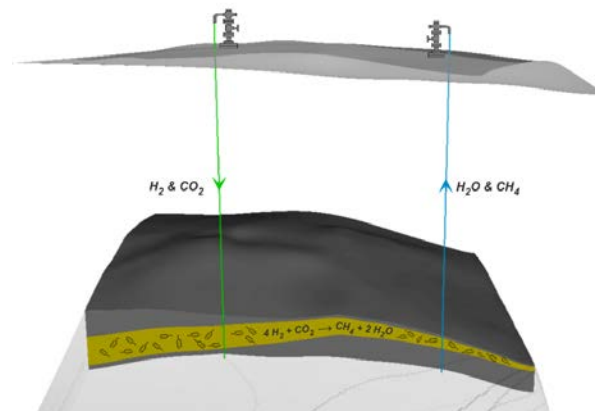
UNTERGRUNDMETHANISIERUNG

Untergrundmethanisierung

- Nächste Entwicklungsstufe für poröse Energiespeicher
 - Prinzip
 - Sabatier Reaktion unterstützt durch mikrobielle Aktivität
- Projekte
 - Underground.Sun.Conversion (A)
 - Hychico-BRGM (ARG)
 - UMAS (D, geplant ab 2020)

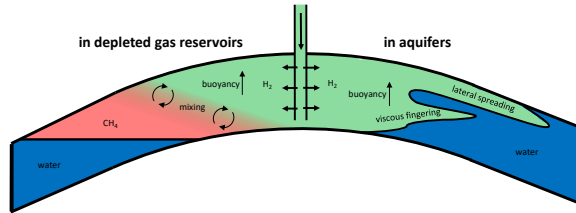
Microbiological underground methanation

- Conversion of $H_2 + CO_2$ to CH_4 by bacteria in subsurface reservoirs
- Possible key element in a sustainable energy supply system
 - Allows use of existing gas infrastructure

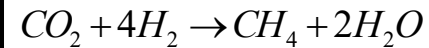


Numerical model for bio-reactive transport

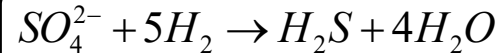
- Simulation models have to consider the deviating hydrodynamic behavior and microbiological reactivity of H₂



Methanogenesis

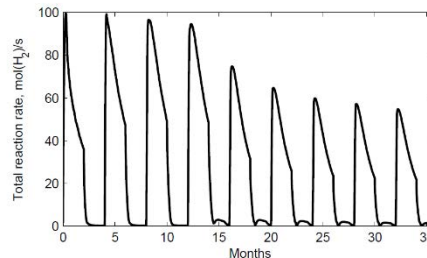
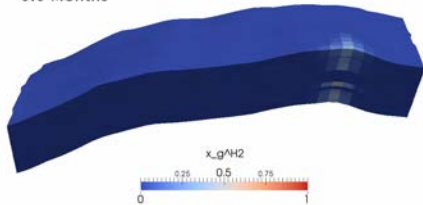


Sulfate-reduction



- Storage scenario in a depleted gas reservoir

0.0 Months



Metabolized H₂ in this scenario:

- 3.1 * 10⁹ mole (69 million Sm³)
- 28% of the injected amount

Underground.Sun.Conversion by RAG Austria

- Flagship project of the Austrian „Klima und Energiefonds“
 - Duration: 4 years
 - 03/2017 – 02/2021

- Consortium:



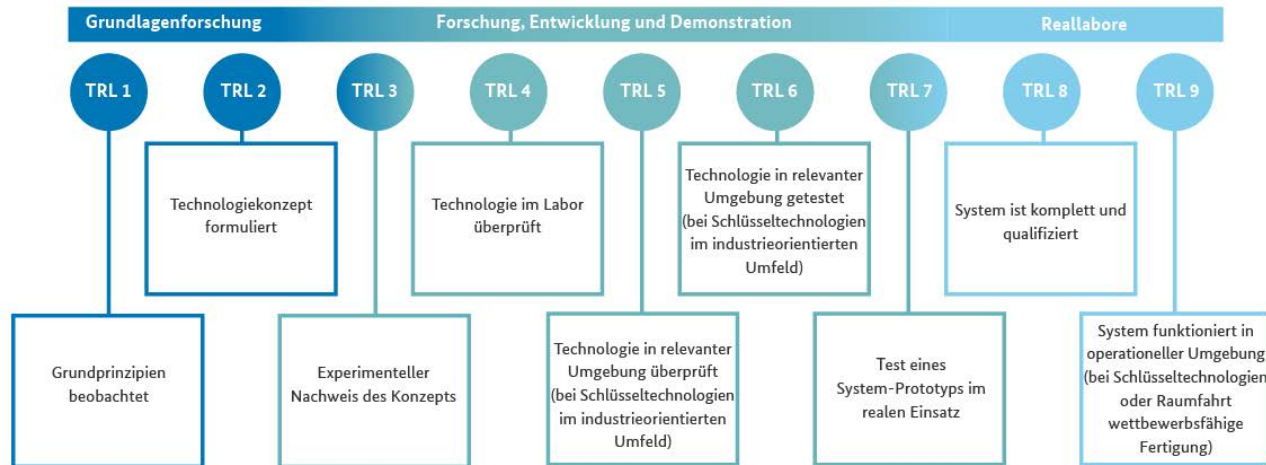
- RAG is Consortium manager
- Main goals for RAG:
 - Establish geo-methanation in the test field
 - Batch operation
 - Cycle operation

Zusammenfassung - Allgemein

- Auf erneuerbare Energie basierte Systeme benötigen Speicher
 - Alle Vorhersagen deuten auf gesteigerten Bedarf an Speicherkapazität hin
- Die E&P Industrie verfügt über umfassendes Know-How über den Geountergrund durch Bohrungen
- H₂- und CO₂-Themen werden die Nachnutzung von Bohrungen bestimmen
 - H₂-Speicherung
 - H₂+CO₂ zur Methanisierung
 - CO₂ – CCU/CCUS
 - Geothermie

Zusammenfassung - Allgemein

- Geschäftsfelder und -modelle neu zu entwickeln
- Derzeit vieles im Forschungsstadium (Technical Readiness Level bis 6)



Zusammenfassung

- Technische Herausforderungen
 - Well integrity und Materialfragestellungen
 - Korrosive und komplexe Fluide
 - Modellierung & Simulation (viele Reaktionen und Prozesse bisher nicht in den Modellen enthalten, e.g. coupled simulation of hydrodynamics, rock mechanics, geochemical and microbiological reactions)
- Ausblick
 - Erste Ergebnisse aus Österreich und Argentinien zeigen vielversprechende Ansätze für poröse Speichergesteine
 - Pilotversuche mit “alten” Bohrungen notwendig, um die Nachnutzung zu etablieren

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT



Forschungszentrum Energiespeichertechnologien
Goslar

www.est.tu-clausthal.de