

**Wasserstoff Regionalkonferenz Nord
-Standortvorteil Norddeutschland-**

H₂CAST Etzel

großskalige Wasserstoffspeicherung

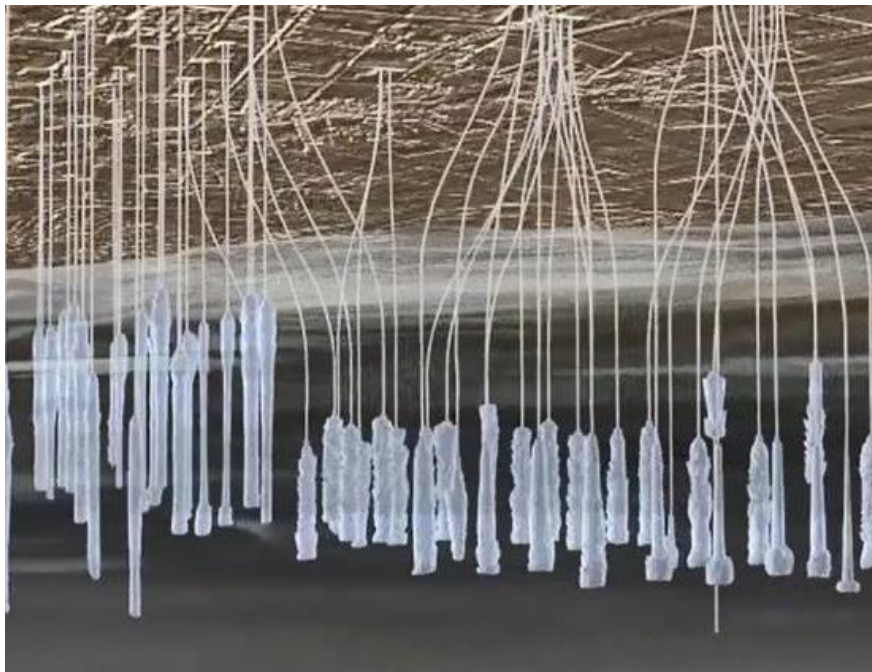
Umwidmung von bestehenden Kavernen für die Speicherung von Wasserstoff

Carsten Reekers

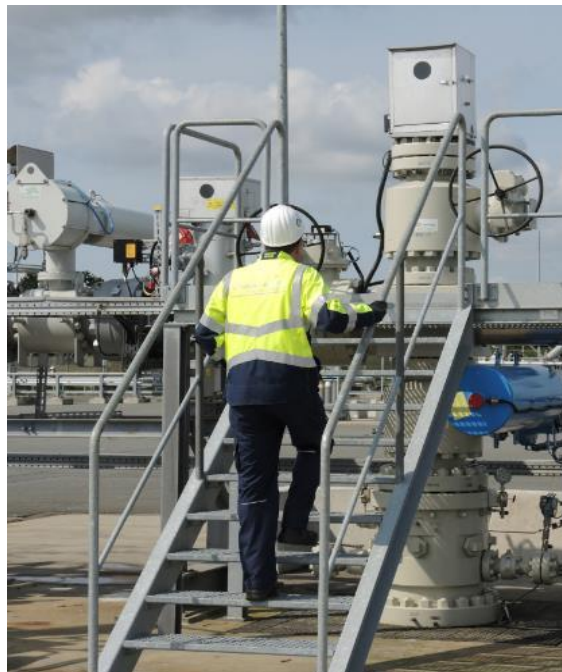
www.h2cast.com

H₂CAST Etzel – Verbundprojekt

Untertage (Speicherkavernen)



Obertage (H2-Anlage)



STORAG ETZEL
Energy Storage Solutions

gasum
crossing borders in energy

HARTMANN
VALVES & WELLHEADS

DLR Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

DEEP.KBB

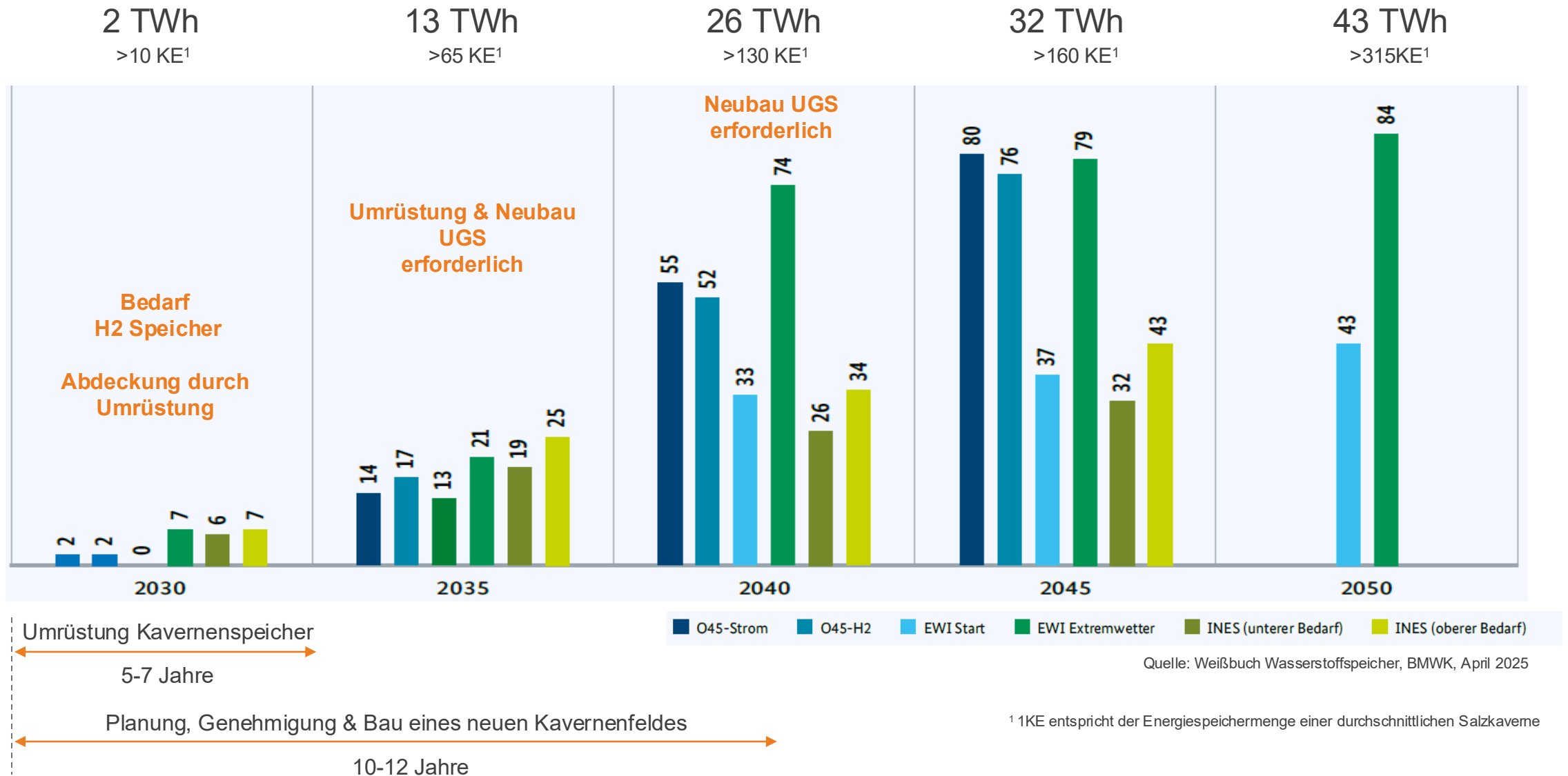
TU Clausthal

SOCON

Niedersachsen. Klar.

**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz**

H₂CAST Etzel – Wasserstoffspeicherbedarf in Deutschland



STORAG ETZEL – Speicherkapazität Kavernen



3,9 Mrd. Nm³

Arbeitsgasvolumen in
51 Gaskavernen

In Etzel lagert rd. 1/6 der
deutschen Reserven*



11 Mio. m³
Ölspeichervolumen
in 24 Ölkavernen

Etzel ist eines der
größten Öllager in der EU



≈15 Mio. m³
zukünftiges
Speichervolumen in 24
Kavernen

~ 6 TWH H₂

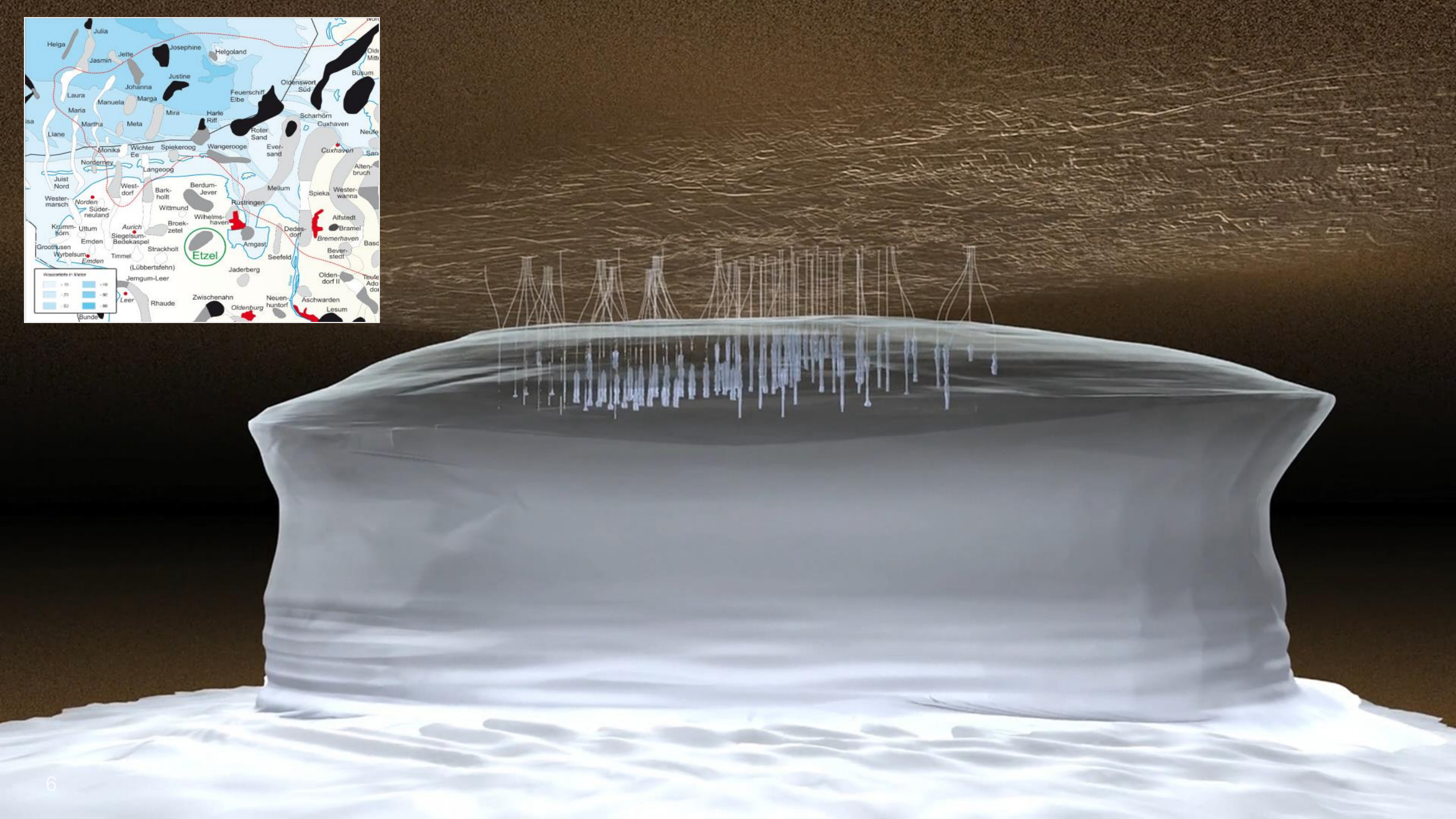
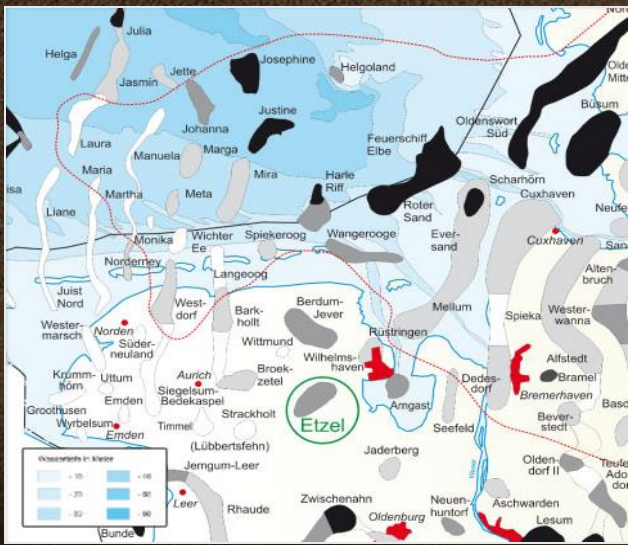
Ausbaupotential /
in Solung

*Quelle: LBEG (2023), AG-Volumen Deutschland rd. 23,7 Mrd. m³

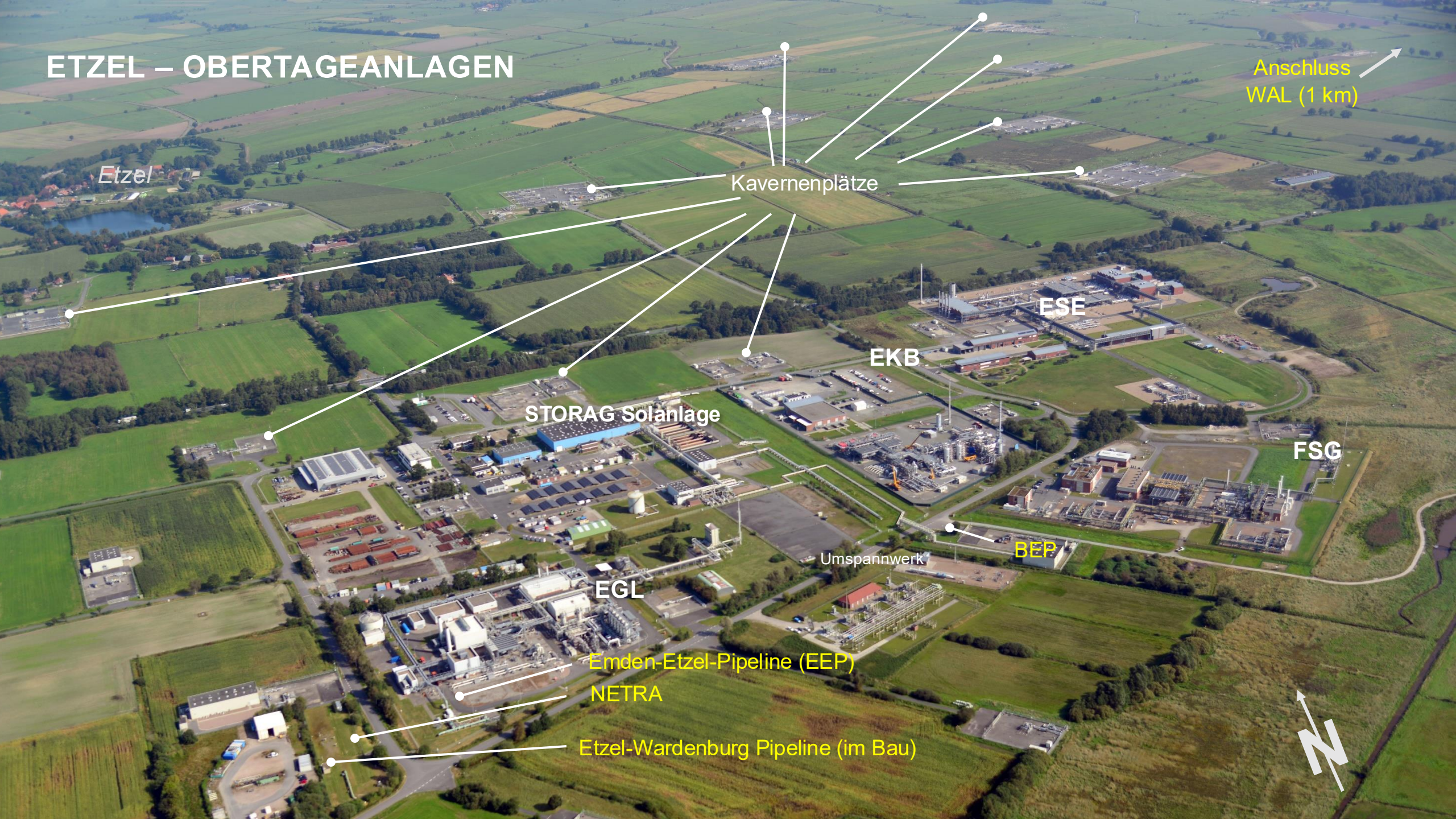
STORAG ETZEL – Mehr als 50 Jahre Kavernenbau & Betrieb

- | | | |
|-------------|---|-------|
| 1970 | Kabinettsbeschluss BRD Rohölreserve 10 Mio. t. | |
| 1975 | Erstmalige Öleinlagerung von 600.000 t in Salzkavernen | 🔴 |
| 1981 | 8,5 mio. m ³ Rohöl in Etzel gespeichert (Bundesrohölreserve) | |
| 1986 - 1990 | Umrüstung von Ölkavernen für die Speicherung von Erdgas | 🔴 |
| 1990 | Inbetriebnahme Etzel Gas-Lager (EGL) Statoil & Ruhrgas | |
| 1998 | 40 Kavernen im Speicherbetrieb (31 Öl & 9 Erdgas) | 🔴 |
| 2006 - 2017 | Erweiterung Kavernenfeld & Infrastruktur OTA auf 75 Kavernen (24+51)
Bis zu 24 Kavernen wurden zeitgleich gesolt > 6.000m ³ /h | 🔴 |
| 2023 - 2024 | <u>Umrüstung von 2 Kavernen für die Wasserstoffspeicherung (F&E)</u> | |
| 2025 - 2026 | Testbetrieb Wasserstoffkavernen (H2CAST) | 🔴 🔴 🔴 |
| 2027 - 2028 | Bereitschaft zur Hochskalierung / Industrieller Betrieb | |





ETZEL – OBERTAGEANLAGEN



Etzel

Kavernenplätze

Anschluss
WAL (1 km)

ESE

EKB

STORAG Solaranlage

FSG

BEP

Umspannwerk

EGL

Emden-Etzel-Pipeline (EEP)

NETRA

Etzel-Wardenburg Pipeline (im Bau)

Seewasser aus der Nordsee, Ölumschlag über NWO-Terminal 25km entfernt

OPTIMALE
INFRA-
STRUKTUR-
BEDINGUNGEN
FÜR ETZEL

SEEWASSER-
ENTNAHME



NWO OIL PIER
& TANKLAGER



SOLERÜCKFÜHRUNG

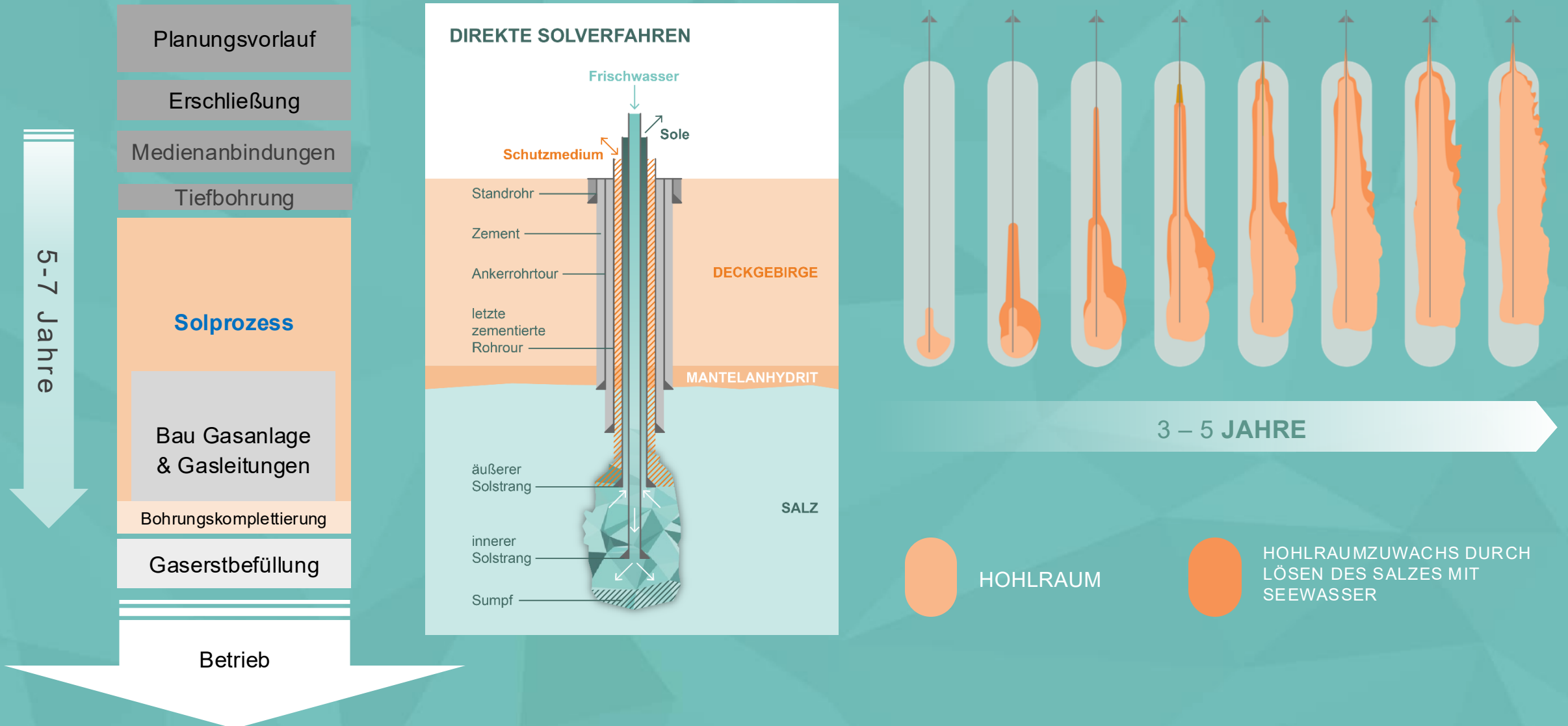


LNG TERMINAL
(FRSU)

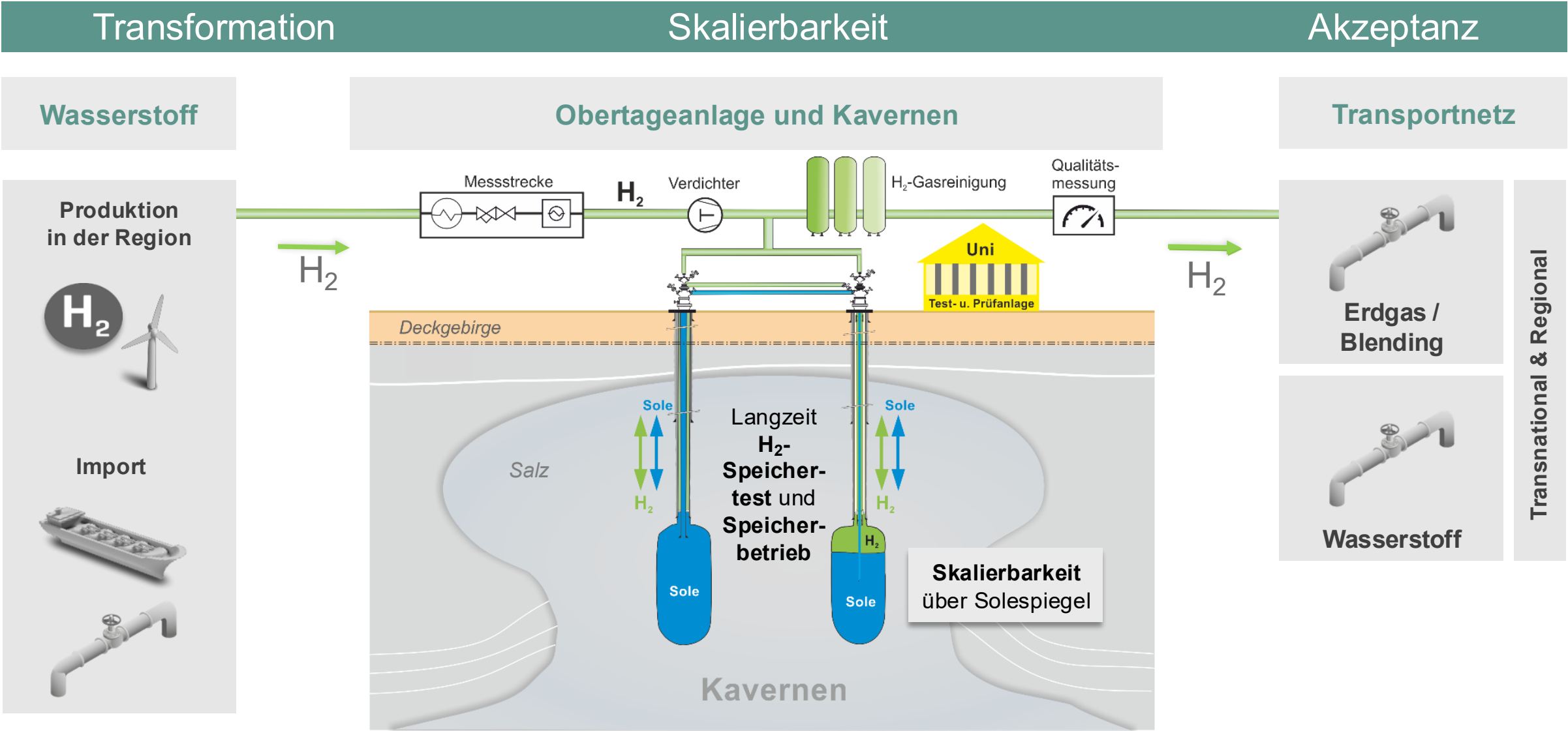


Wilhelmshaven

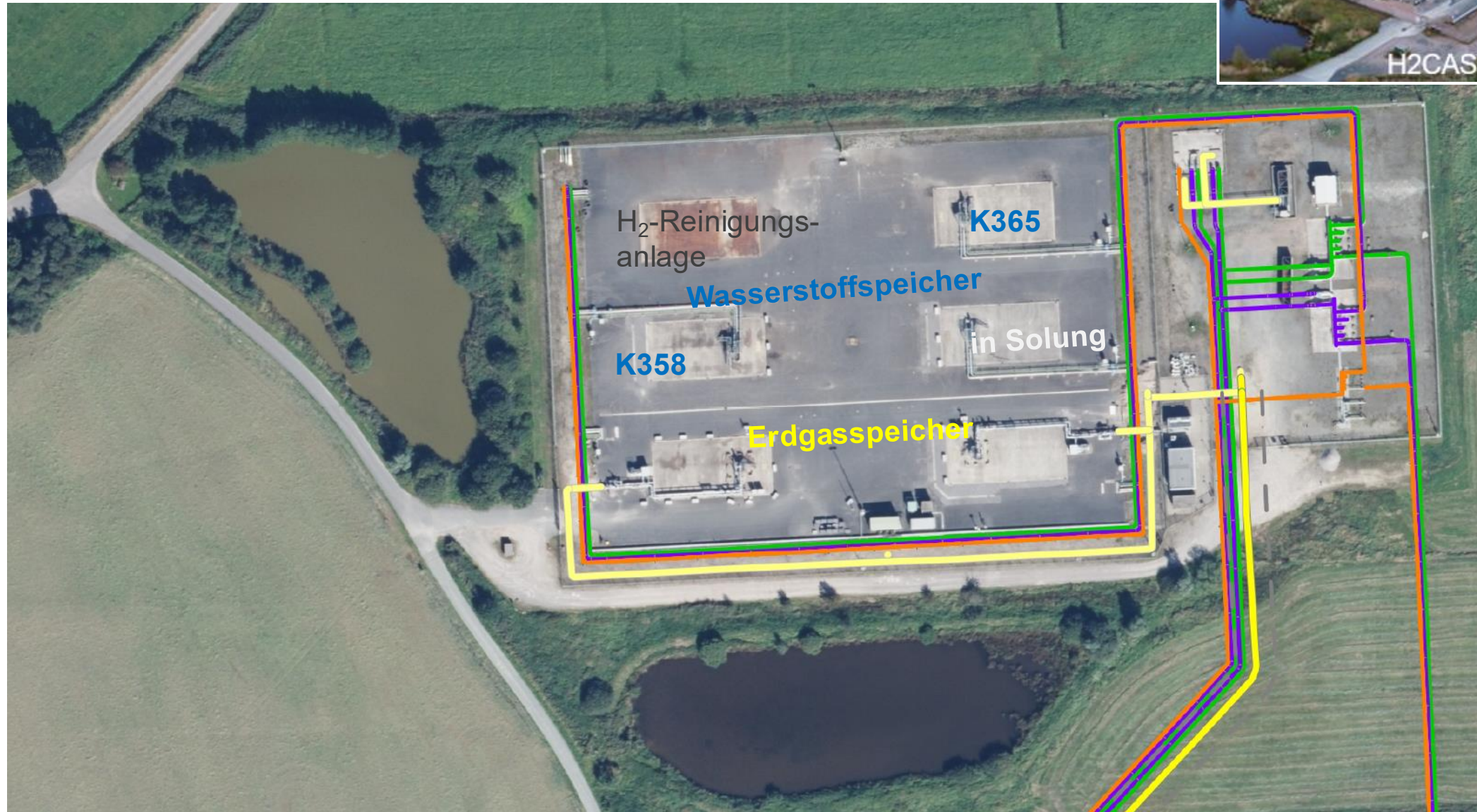
STORAG ETZEL – Schritte der Kavernenherstellung



H₂CAST Etzel – Projektübersicht

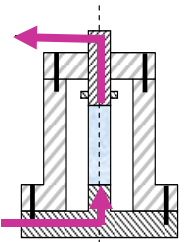
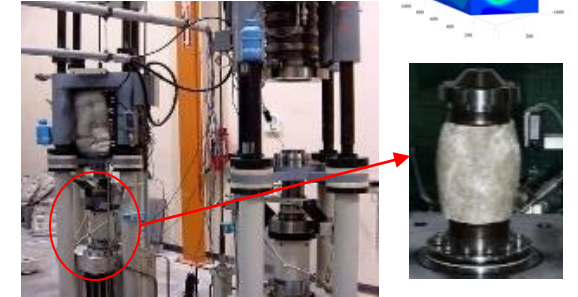
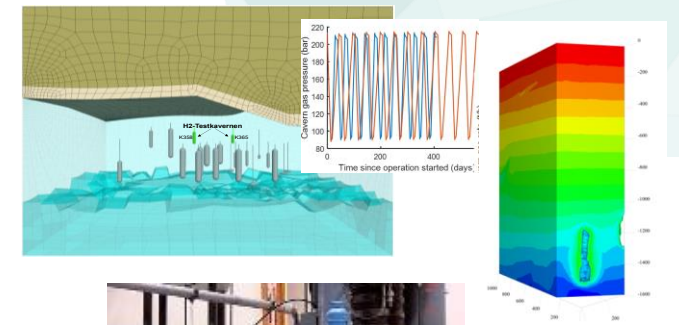


H₂CAST Etzel – Kavernenplatz mit Wasserstoffkavernen



H₂CAST Etzel – Schwerpunkte

- › Nachweis der **Dichtheit** (Salzgestein, Zementation & Komplettierung)
- › **Materialeignung** Bohrungsausrüstung (z.B. Packer, Tubing, Wellhead , USAV,)
- › **H₂-Reinigung** (De-Hydratisierung, Entfernung von HC), Prozess und Energieverbrauch AGF
- › Volatiler / multizyklischer **Wasserstoffbetrieb** (bis zu 7 Umschläge pro Jahr)
- › Leitfaden für die **Genehmigungen** insbesondere Bergrecht & **Störfallrecht**
- › Einfluss auf die **H₂-Qualität**, d.h. H₂S, HC, **LC**
- › **Plant Maintenance** unter H₂- Bedingen - **BVOT Prüfungen** gem. Integritätsstandarts
- › **Marktverfügbarkeit** (Komponenten & Servicefirmen E&P für UT-Arbeiten)
- › **Wirtschaftlichkeit** für Umwidmung & Betrieb (CAPEX / OPEX)



Permeability $K < 10^{-19}$

$$K = \frac{Q \cdot \eta \cdot l}{A \cdot \Delta p}$$



H₂CAST Etzel – Wasserstoffkavernen-Bohrungskomplettierung

Materialtests

Planungsvorlauf

Erschließung

Tiefbohrung

Medienanbindungen

Solprozess

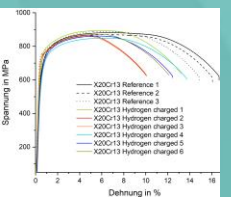
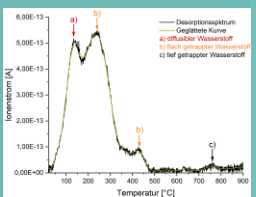
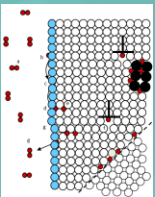
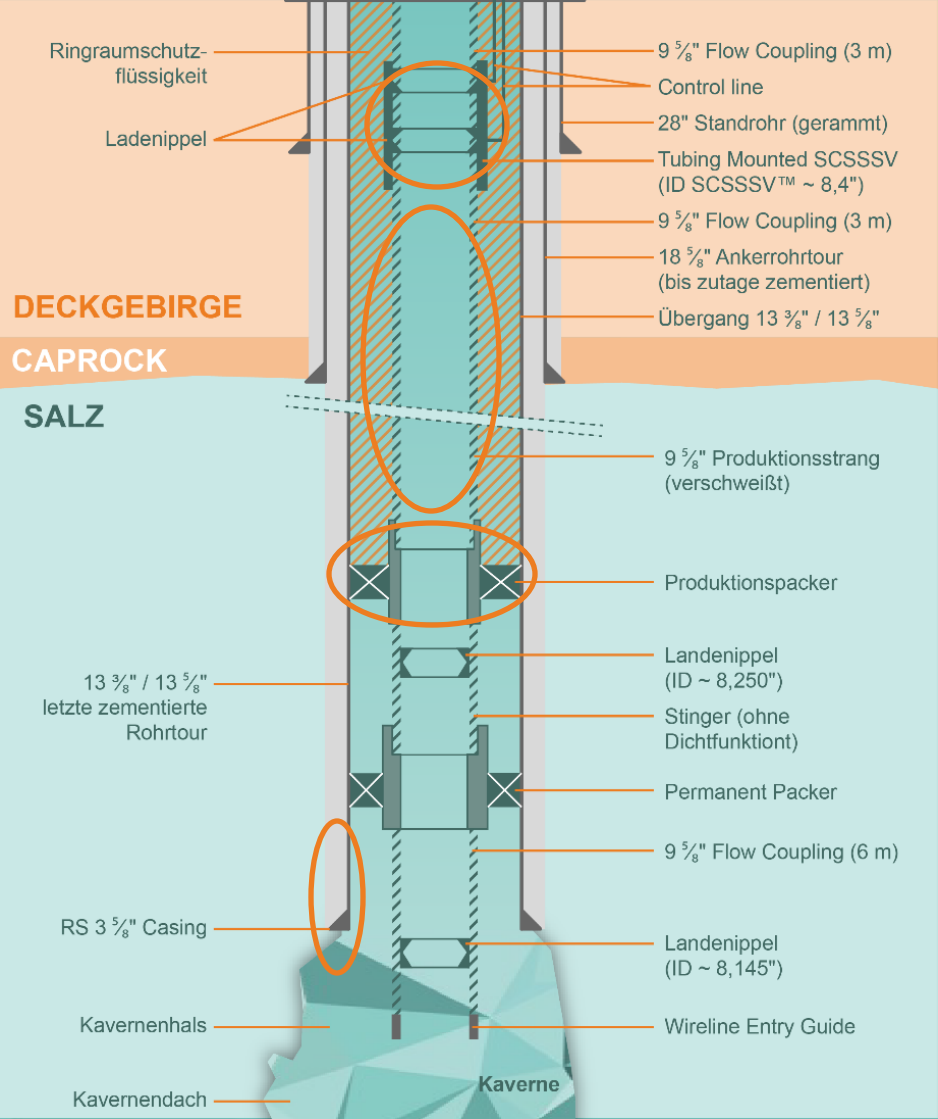
Bau Gasanlage
& Gasleitungen

Bohrungskomplettierung

Gaserstbefüllung

Betrieb

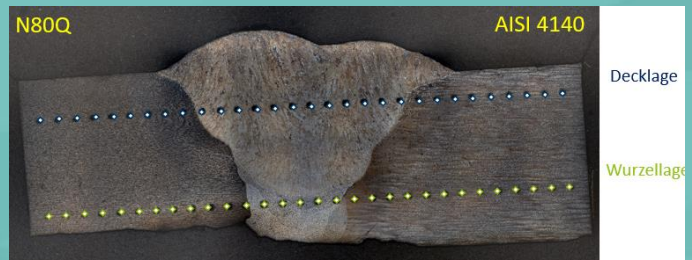
5-7 Jahre



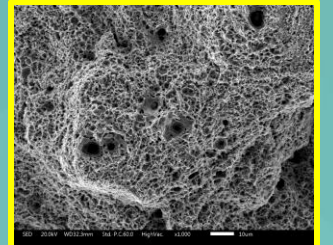
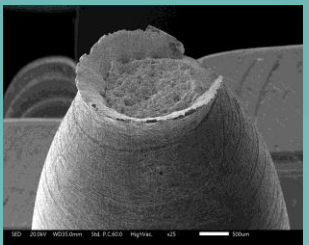
Bestimmung diffusibler Wasserstoff



Probekörper von ausgebauten Komplettierungen



Härteverlauf / Charpy Schweißnahtbereich FRT



Fraktografische Untersuchungen nach H₂-Beladung

H₂CAST Etzel – Wasserstoffkavernen-Komplettierung



Packer-Section



Verschweißen USAV-Sektion

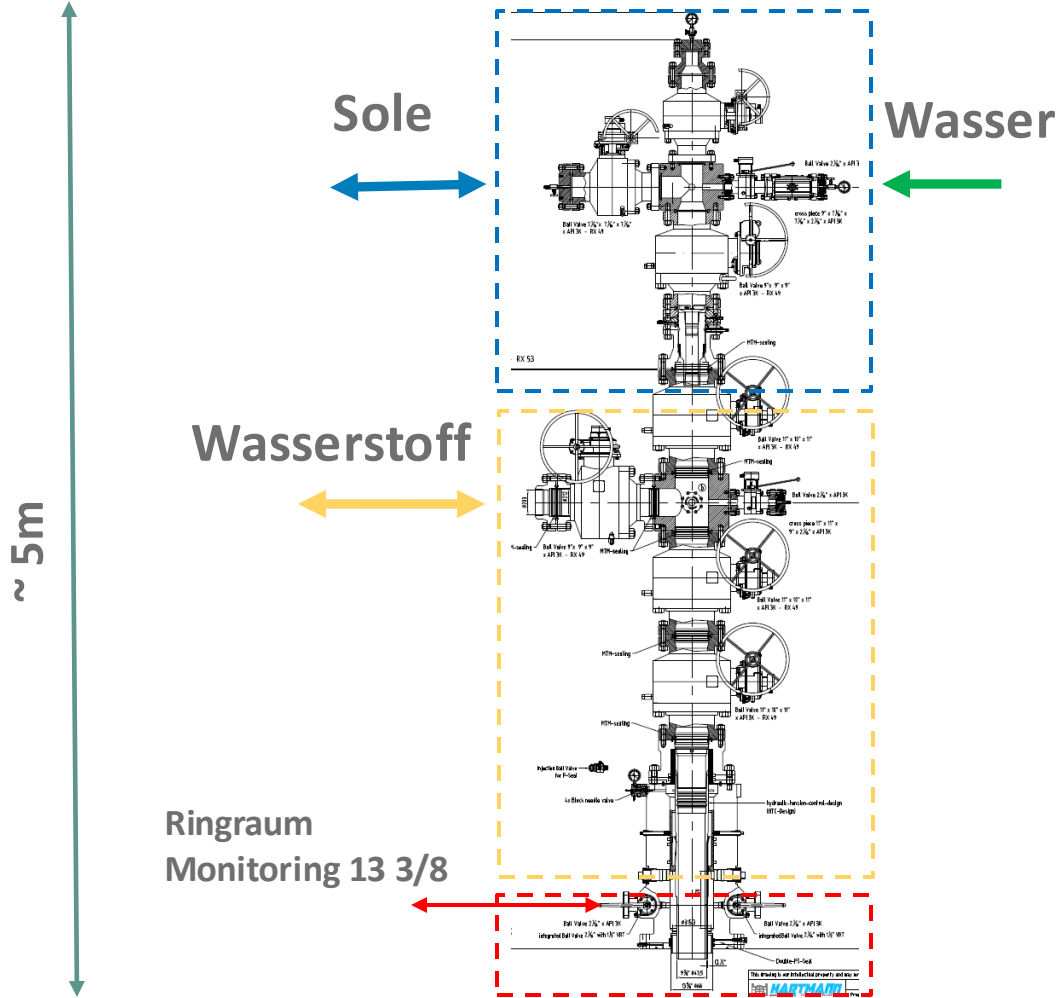


Schweißungen 9 5/8" Tubing

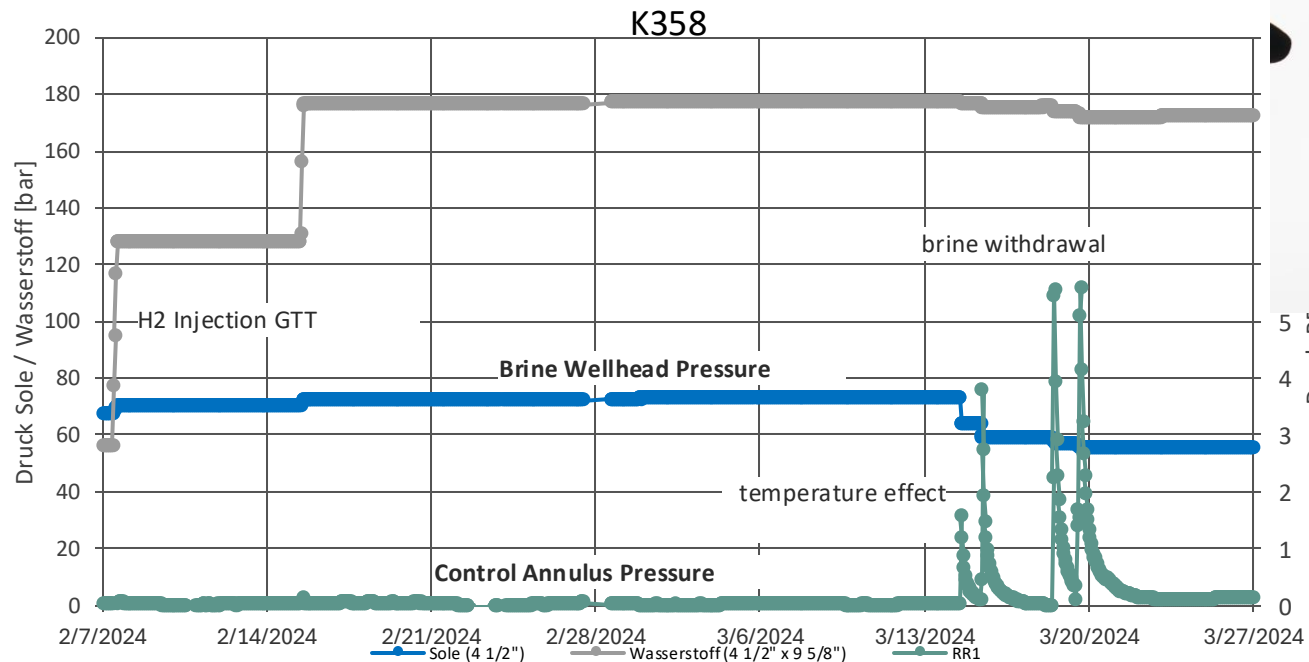
H₂CAST Etzel – Wasserstoffkavernen-Komplettierung



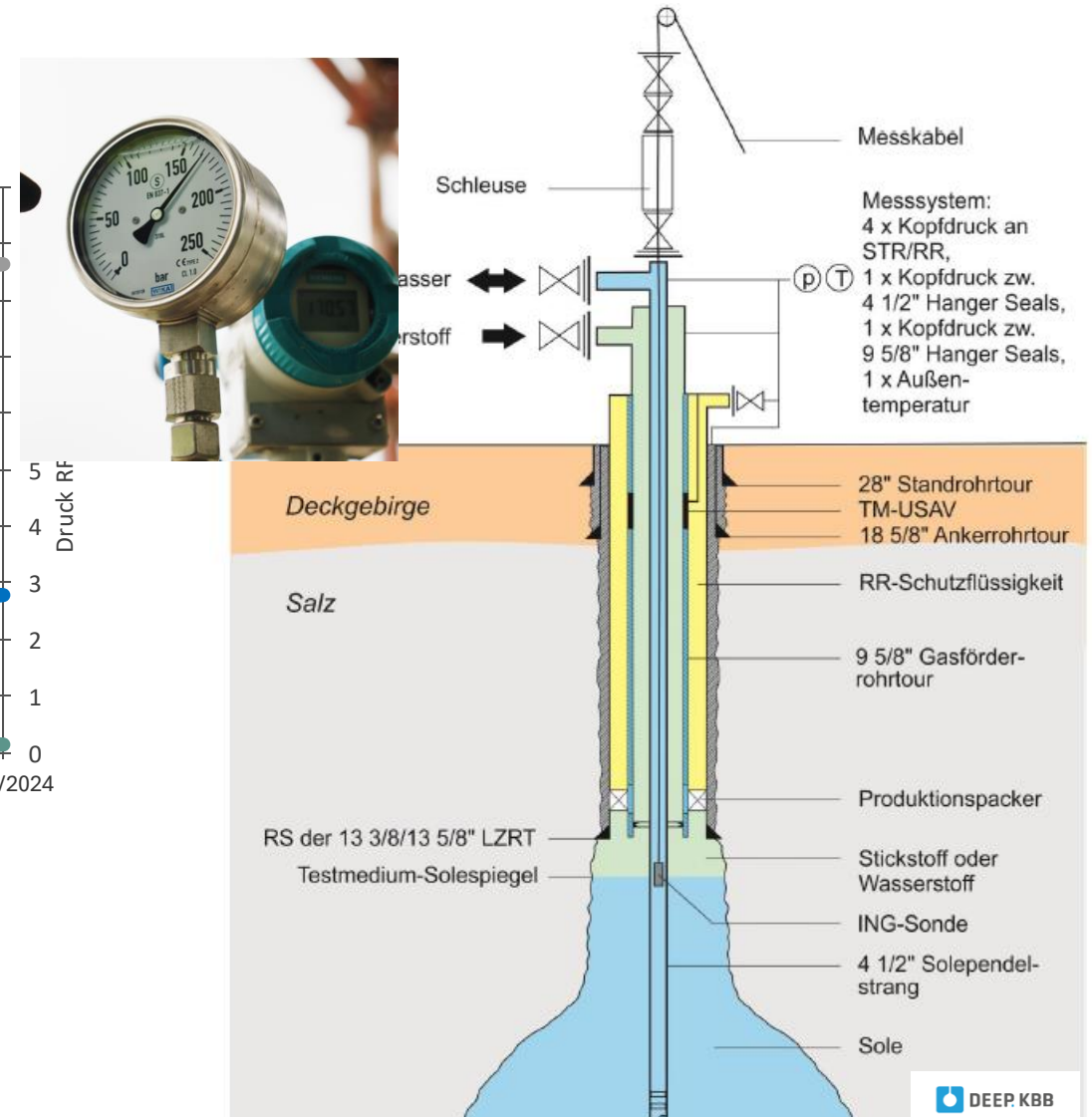
Kavernenkopf H₂ & Soleentleerung



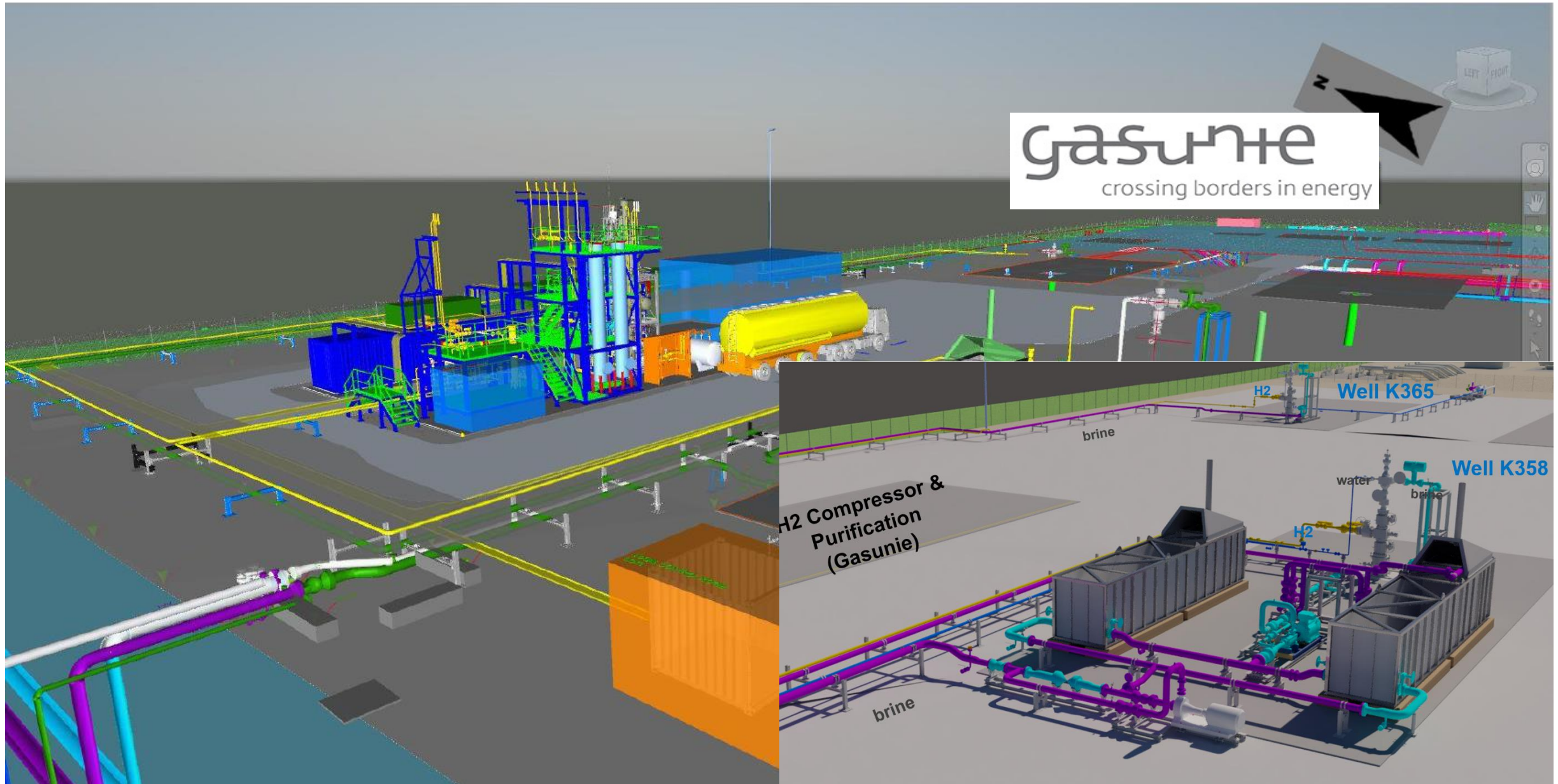
H₂CAST Etzel – Gasdichtheits tests N₂ & H₂



- Gasdichtheit für Wasserstoff wurde nachgewiesen
- Testergebnisse mit Stickstoff und Wasserstoff sind vergleichbar
- Kontinuierliche Dichtheitsüberwachung Wasserstoff seit über 1 Jahr



H₂CAST Etzel – Wasserstoff Gasreinigung & Ein- und Ausspeicherung



H₂CAST Etzel – (Kontinuierliche) Befüllung Kavernen mit Wasserstoff mit TKWs





Nietiedt

plug™
23
1049

Making energy transition work
H₂CAST Etzel

STORAGE ETZEL
Energy Storage Solutions

DLR
Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt

DEEP KBB

Gasunie

HARTMANN

TU Clausthal

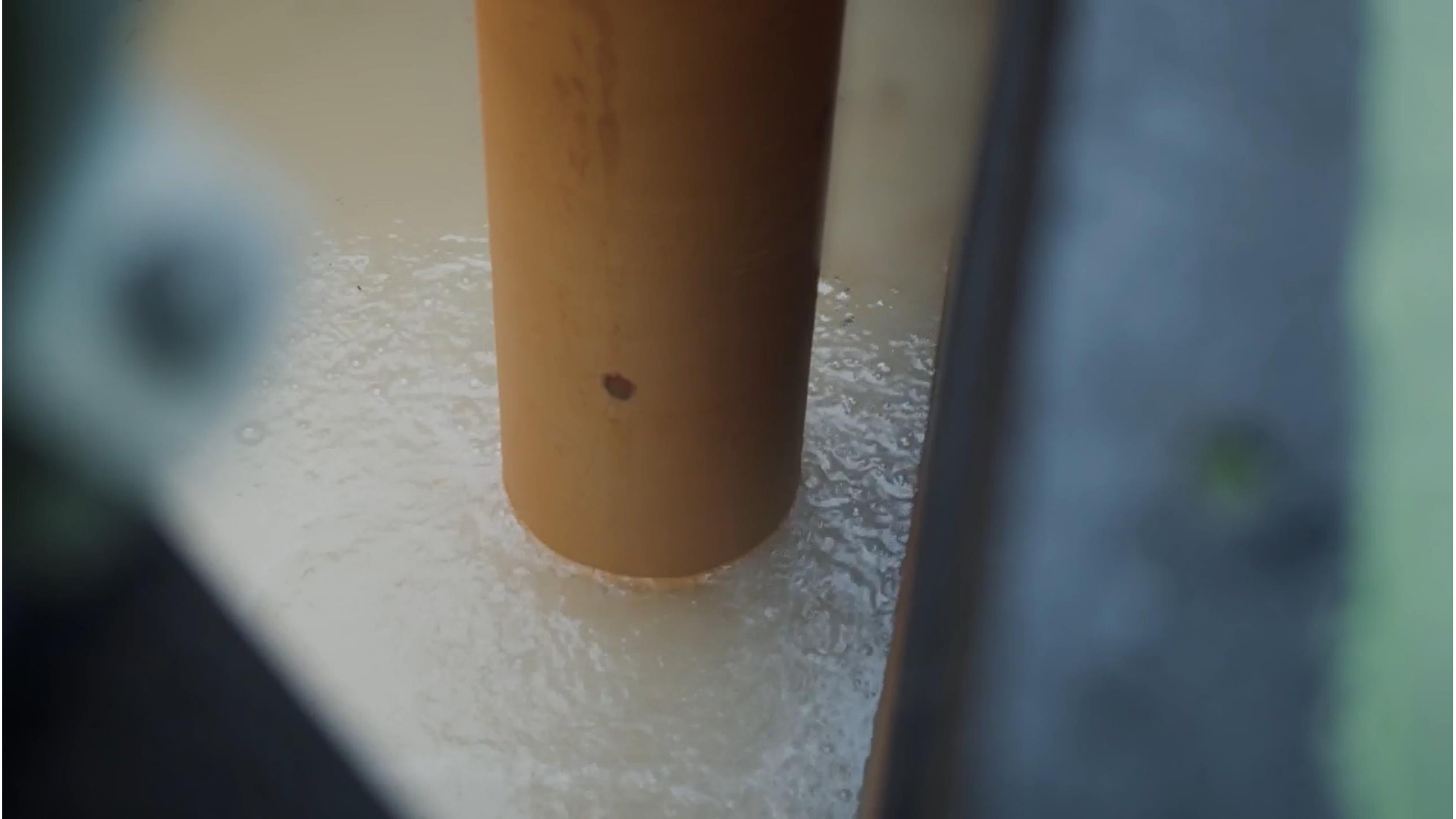
AJ LEGIOLOCK®





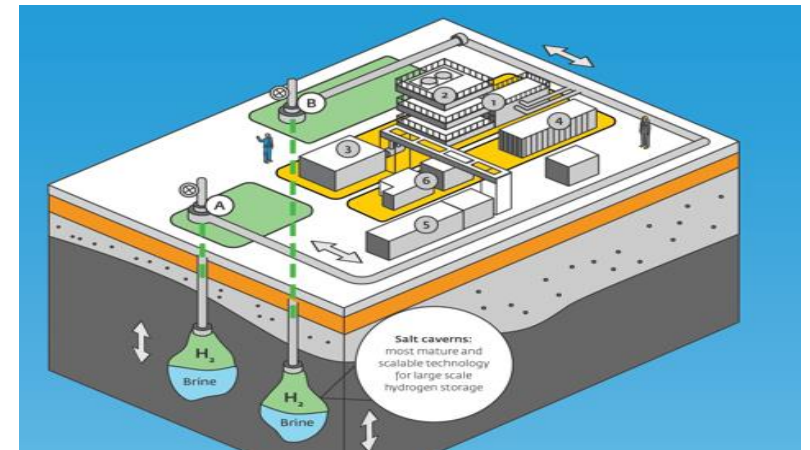






H₂CAST Etzel – Nächste Schritte

- ✓ Abschluss der H₂-Befüllung (Kavernendachbereich)
- ✓ Fertigstellung der Obertageanlage zur Gasreinigung
- ✓ Multizyklische Ein- und Auslagerung von Wasserstoff in/aus beiden Kavernen unter extremen Lastwechselbedingungen
- ✓ Untersuchungen zur H₂-Qualität & Gasreinigung
- ✓ Prüfungen, Wartung & Instandhaltung der UT/OT Anlagen gemeinsam mit Serviceunternehmen
- ✓ Fortführung der Hochskalierung, Anbindung Kavernenspeicher Etzel an das H₂ -Startnetz



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT!

WWW.H2CAST.COM

STORAG ETZEL GMBH
BEIM POSTWEG 2
26446 FRIEDEBURG

| **STORAG ETZEL**

