

Hartmut Krause, Jörg Nitzsche | DBI - Gastechnologisches Institut gGmbH Freiberg

DAS REALLABOR ENERGIEPARK BAD LAUCHSTÄDT UND DIE ROLLE DER UNTERGRUNDGASSPEICHER FÜR DIE ZUKÜNFTIGE WASSERSTOFFWIRTSCHAFT

Die Umstellung des Energiesystems auf fluktuierende, nachhaltige Energiequellen wird einen enormen Bedarf an großen Langzeitspeichern nach sich ziehen. Nach heutigem Stand der Wissenschaft wird es sich dabei fast ausschließlich um unterirdische Gasspeicher für Wasserstoff handeln. Bei der Errichtung ist zu berücksichtigen, dass in der Übergangszeit weiterhin geologische Speicher für Erdgas benötigt werden und für CCS noch konkurrierende Nutzungsoptionen entstehen. Vor diesem Hintergrund wird im Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt die Nutzung eines Kavernenspeichers für sogenannten grünen Wasserstoff untersucht, in dem die gesamte Wertschöpfungskette von der Energieerzeugung bis zur Nutzung des Wasserstoffs in der chemischen Industrie im industriellen Maßstab umgesetzt und die in diesem Zusammenhang auftretenden Forschungsfragen bearbeitet werden.

Das Reallabor Energiepark Bad Lauchstädt und die Rolle der Untergrundgasspeicher für die zukünftige Wasserstoffwirtschaft

76. BHT, TU Bergakademie Freiberg
Kolloquium: Das Potenzial des geologischen Untergrundes
für die Energiesicherheit Deutschlands nach dem fossilen Zeitalter

05.06.2025, Freiberg

Vortrag: Prof. Dr. Hartmut Krause, DBI-Gruppe

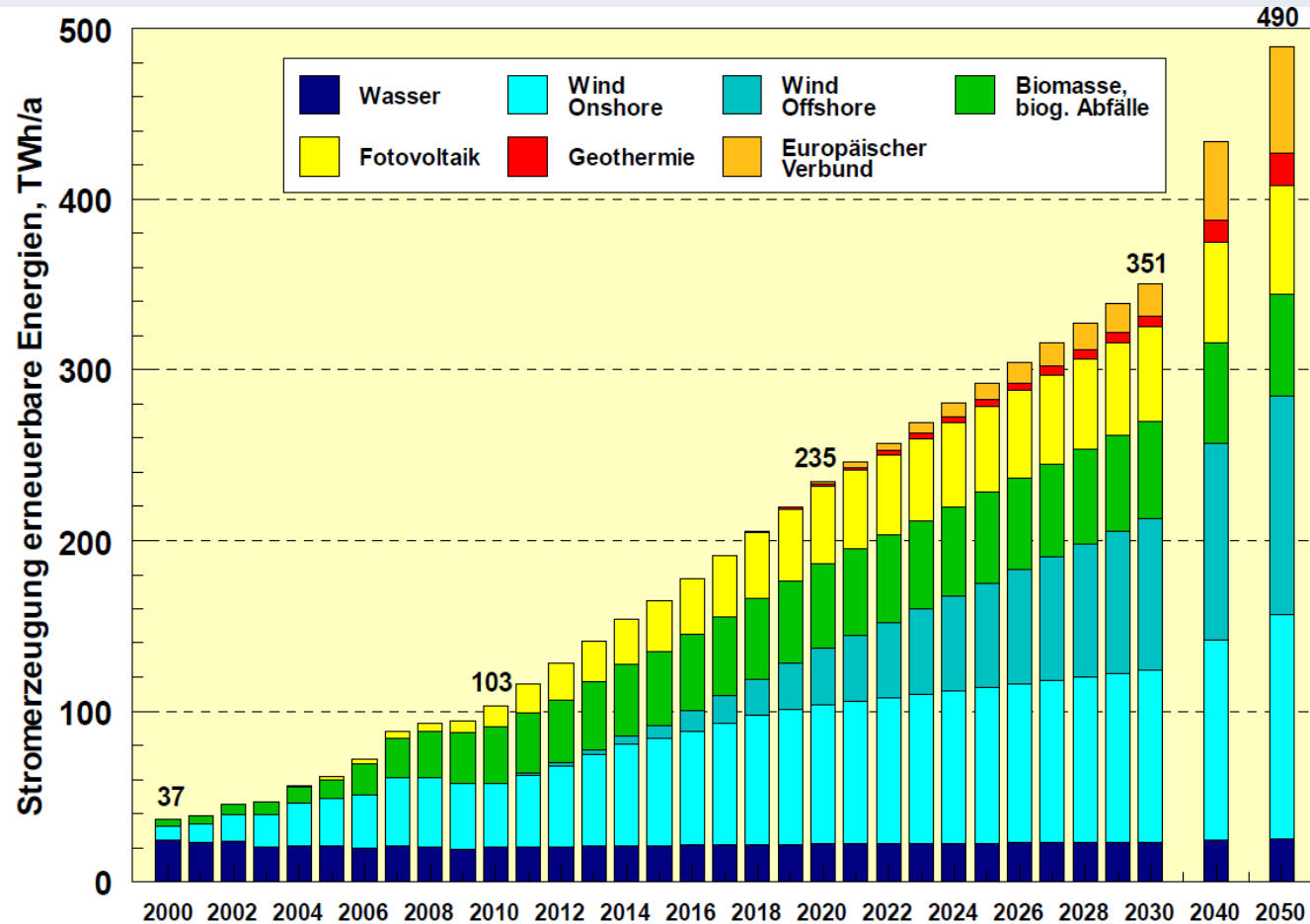
INHALTSANGABE

1. Die Rolle der Energiespeicherung für die Wasserstoffwirtschaft
2. Die Idee: Energiepark Bad Lauchstädt
Motivation und Ziele
3. Der Projektplan:
Was wollen wir bis wann erreichen?
4. Die Forschungsschwerpunkte:
Ein aktueller Statusbericht aus dem Projekt
5. Ein Ausblick auf die nächsten Schritte

Die Rolle der Energiespeicherung für die Wasserstoffwirtschaft



Erwartete Entwicklung Erzeugung fluktuierender Erneuerbarer Energieträger



Deckungsbeitrag:

Deckung des deutschen Stromverbrauches durch EE-Strom

- 2030 63 %
- 2050 85 %

Struktur:

Hoher Anteil an volatilen Quellen aus Wind und PV

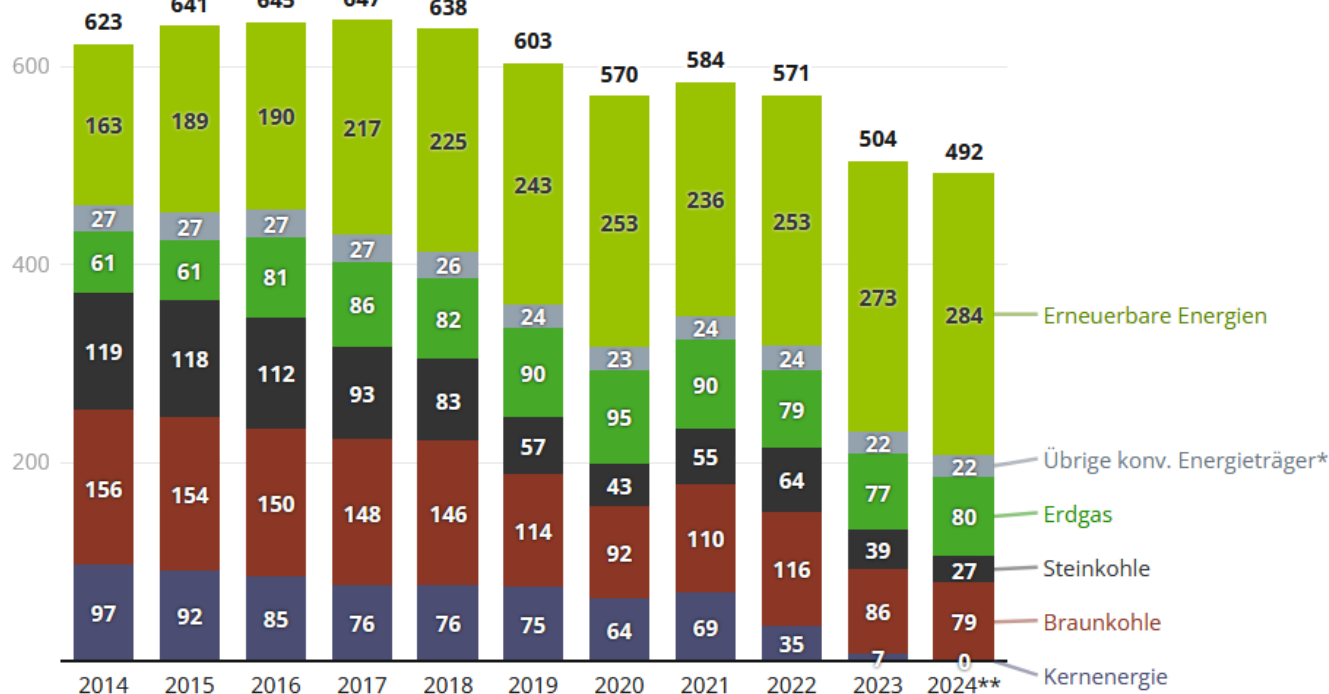
- 2030 44 %
- 2050 57 %

Quelle: Fhg-IWES/DLR, 03/2012, Szenario 2011 A

Erwartete Entwicklung Erzeugung fluktuierender Erneuerbarer Energieträger

Bruttostromerzeugung in Deutschland

in Mrd. kWh



* u.a. nicht-erneuerbare Abfälle, Heizöl, Hochofengas, ohne Entnahmen aus Stromspeichern wie Pump- oder Batteriespeicher

** vorläufig, teilweise geschätzt

Deckungsbeitrag:

Deckung des deutschen
Stromverbrauches durch
EE-Strom

➤ 2024 58 %

Struktur:

Hoher Anteil an volatilen
Quellen aus Wind und
PV

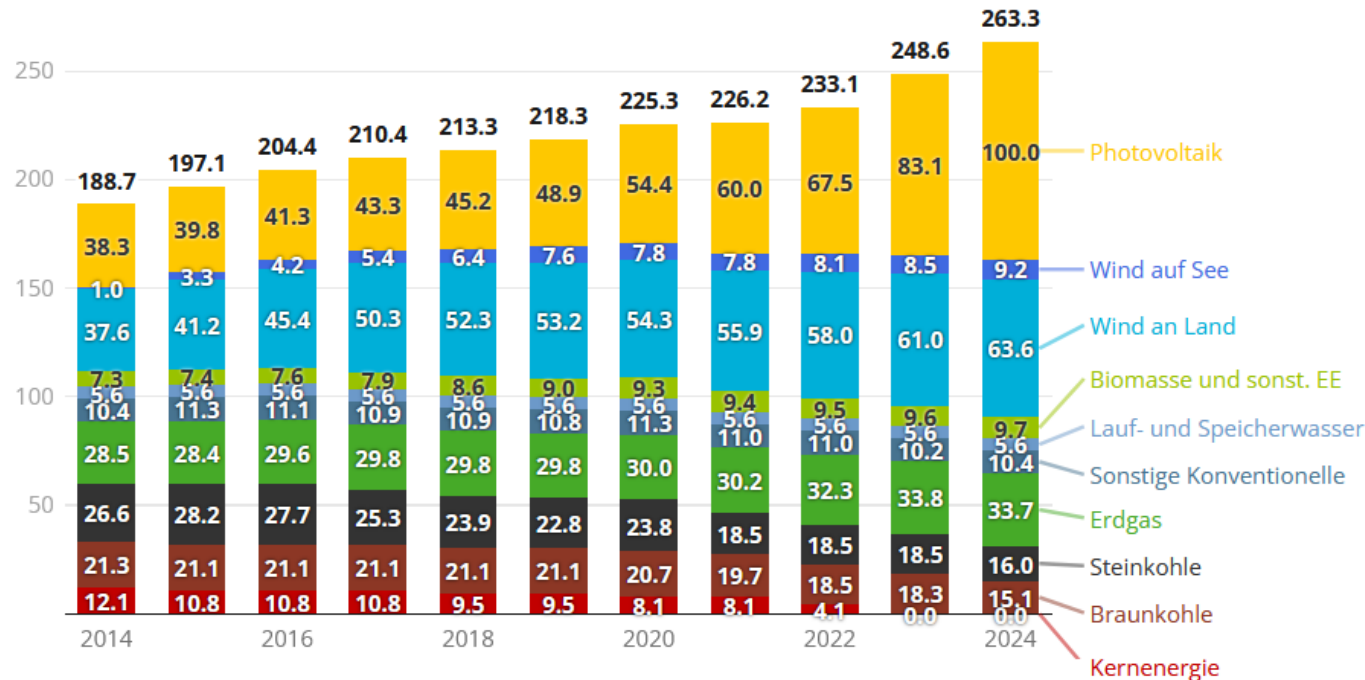
➤ 2024 43 %

Quelle: BDEW 04/2025

Erwartete Entwicklung Erzeugung fluktuierender Erneuerbarer Energieträger

Stromerzeugungsanlagen: Entwicklung der installierten Leistung*

Installierte Leistung in GW



2024 Angaben vorläufig
Rundungsbedingte Abweichungen

* ohne Einspeiseleistung von Stromspeichern (Pumpspeicherwerke, Batteriespeicher usw.)

➤ Gesicherte Leistung 2024
(ohne Wind und PV)
90,4 GW (34,4 %)

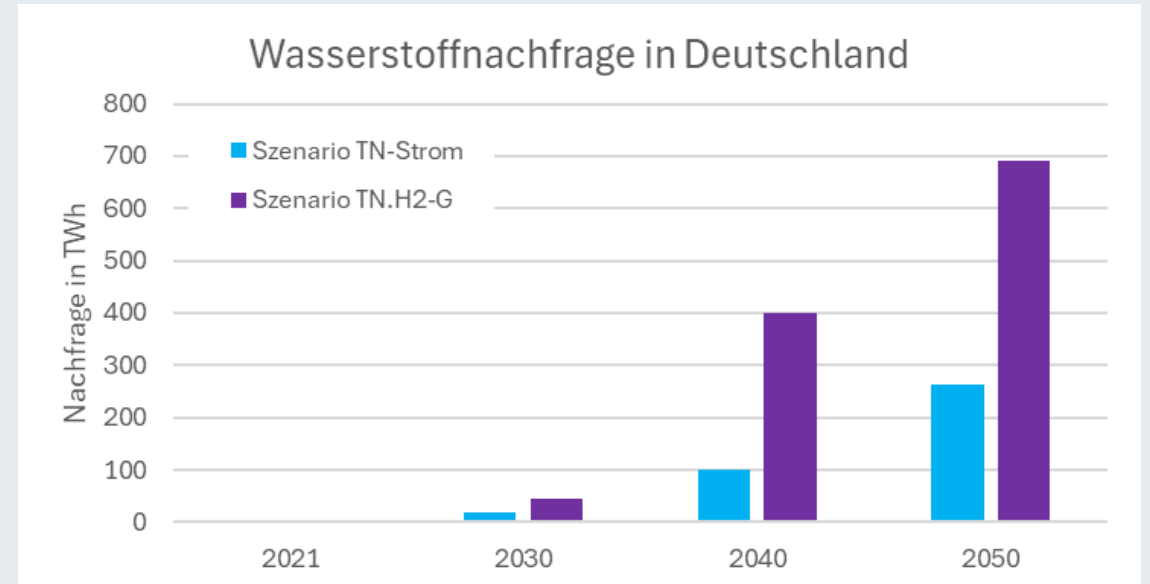
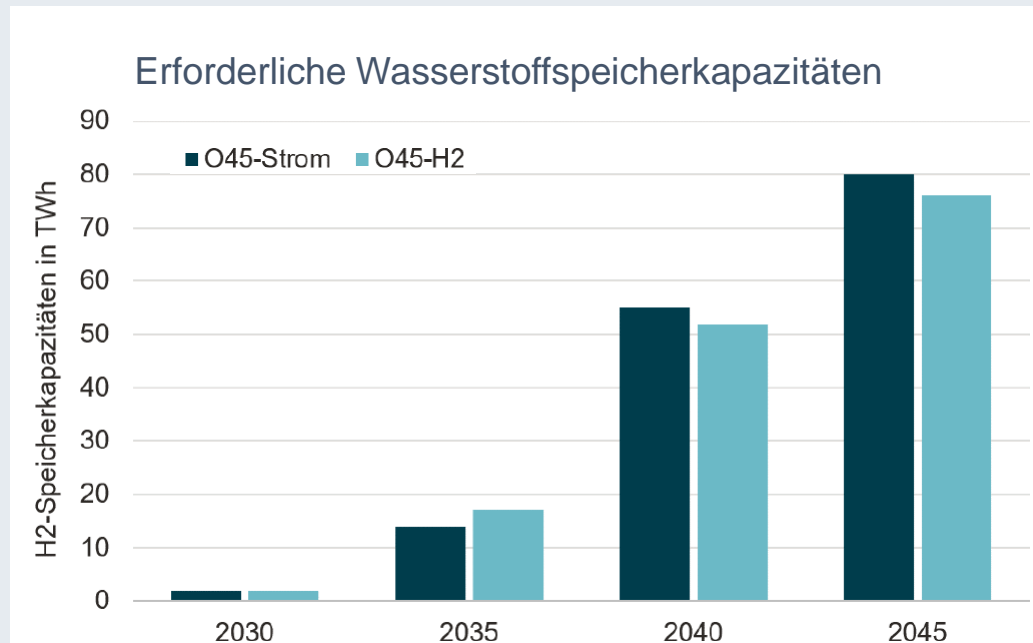
➤ Anteil Wind und PV an
installierte Leistung 2024
172,8 GW (68 %)

Quelle: BDEW 12/2024

Erwartungshaltung des zukünftigen Wasserstoffbedarfes

H₂-Bedarf - Ausgangspunkt: Langfristszenarien (Quelle: BMWK)

- Szenario Strom: Rückbau der Gasverteilnetze, H₂ für allein für Rückverstromung, Stoffliche Nutzung
- Szenario H₂-G: Einsatz von H₂ auch in der Wärmebereitstellung



Speicherbedarf - Ausgangspunkt: Marktanalyse (Quelle: Frontier Economics)

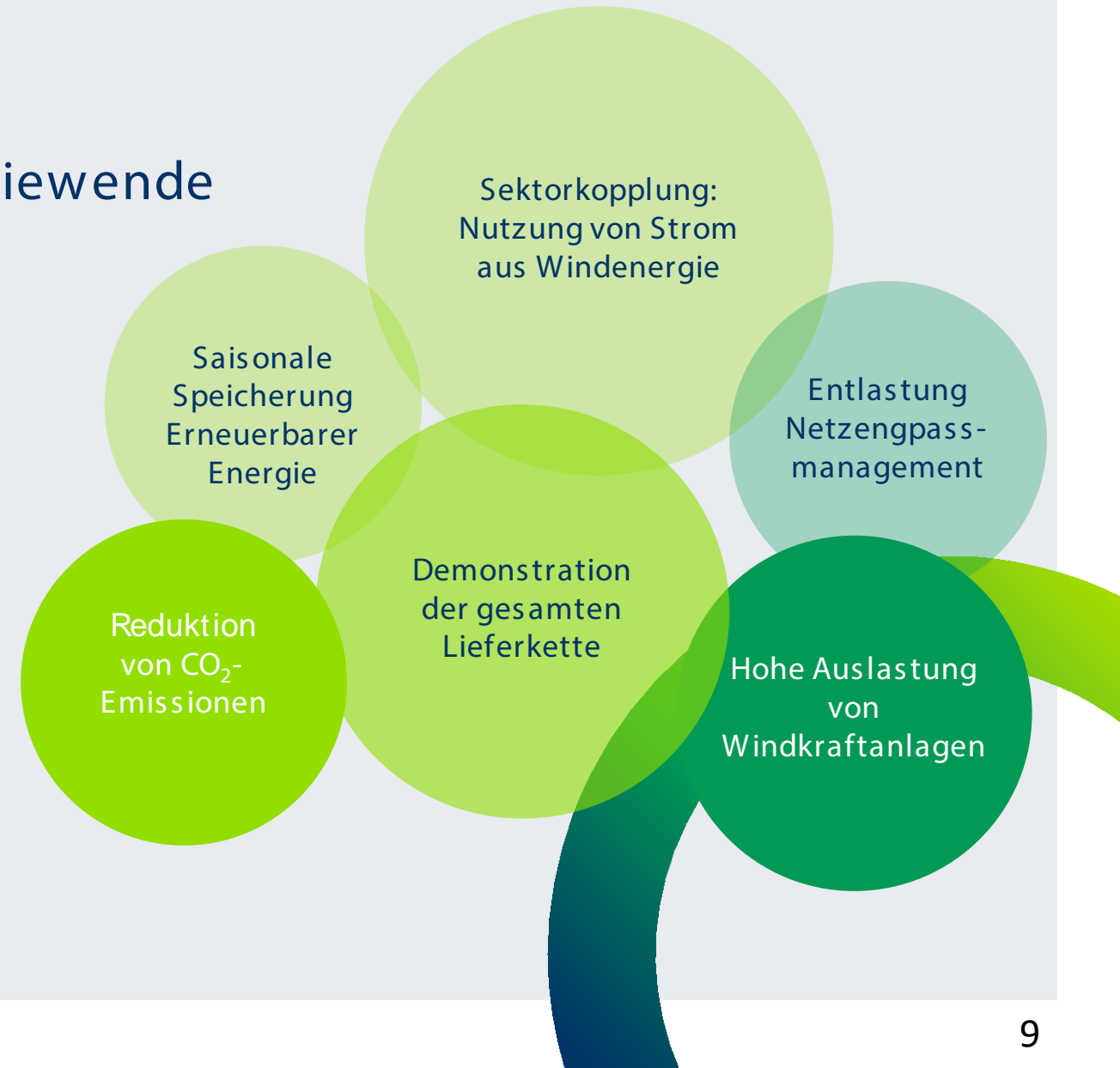
- Nachfolgeszenarien von 2022 → gestiegener Bedarf
- Aber Speicherbedarf ist unabhängig unabhängig vom H₂-Bedarf
- Noch vergleichsweise klein gegenüber Erdgasspeicher
Stand heute 2024: ca. 250 TWh

DIE IDEE: ENERGIEPARK BAD LAUCHSTÄDT

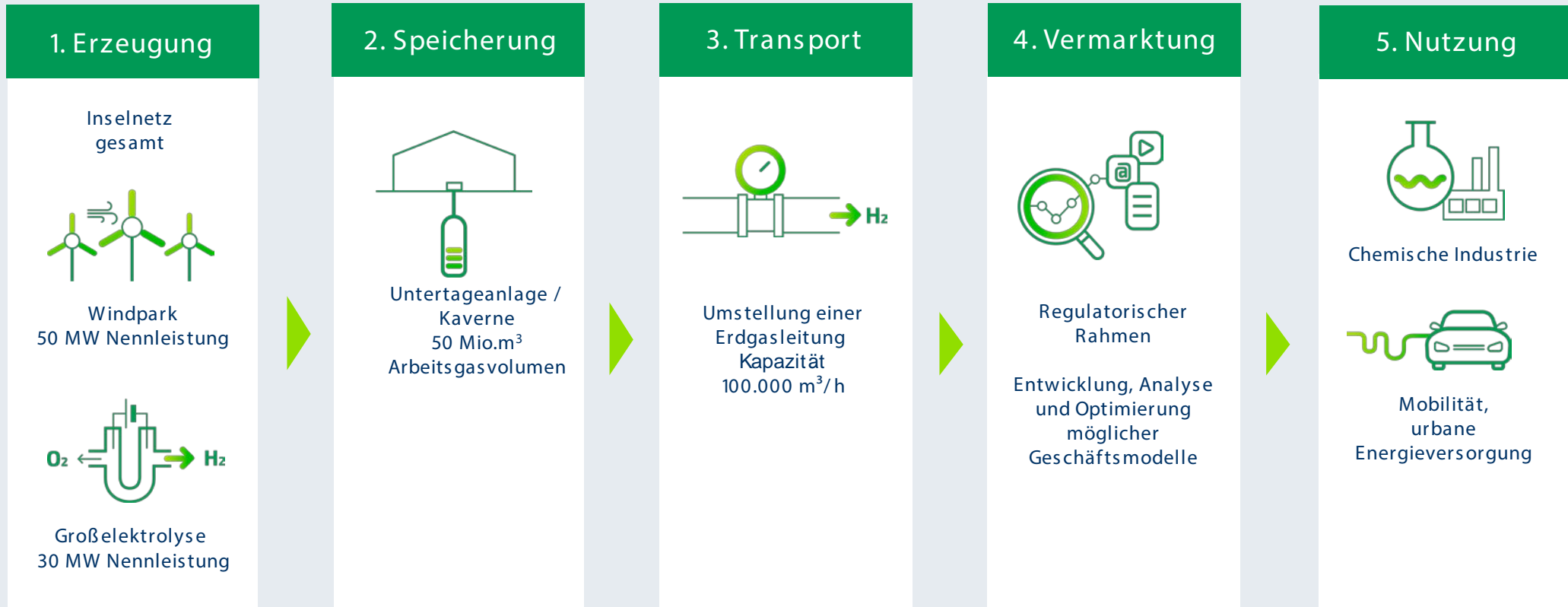


Der Energiepark als Antwort auf die Herausforderungen der Energiewende

- **Demonstration einer Wasserstoff-Lieferkette, in einer industriell relevanten Größenordnung**
- **Einsatz modernster innovativer Technologien für die Elemente der Lieferkette**
- **Nutzung vorhandener Gasinfrastruktur**
- **Durchspielen des gesamten Projektentwicklungsprozesses**
 - Machbarkeit
 - Planung, Genehmigung,
 - Vertragliche Ausgestaltung der Beziehungen zw. den Partnern, Investmententscheidung
 - Abgestimmte Errichtung
 - Betrieb in allen Szenarien unter dem Druck von Letztverbraucher



Wie funktioniert der Energiepark?



Eine geschlossene Lieferkette vom grünen Strom bis zur Wasserstoffnutzung

Die Konsortialpartner und ihre Kompetenzbereiche

Erzeugung



Speicherung



Transport



Vermarktung & Nutzung



Alle Stakeholder der Lieferkette sind beteiligt!

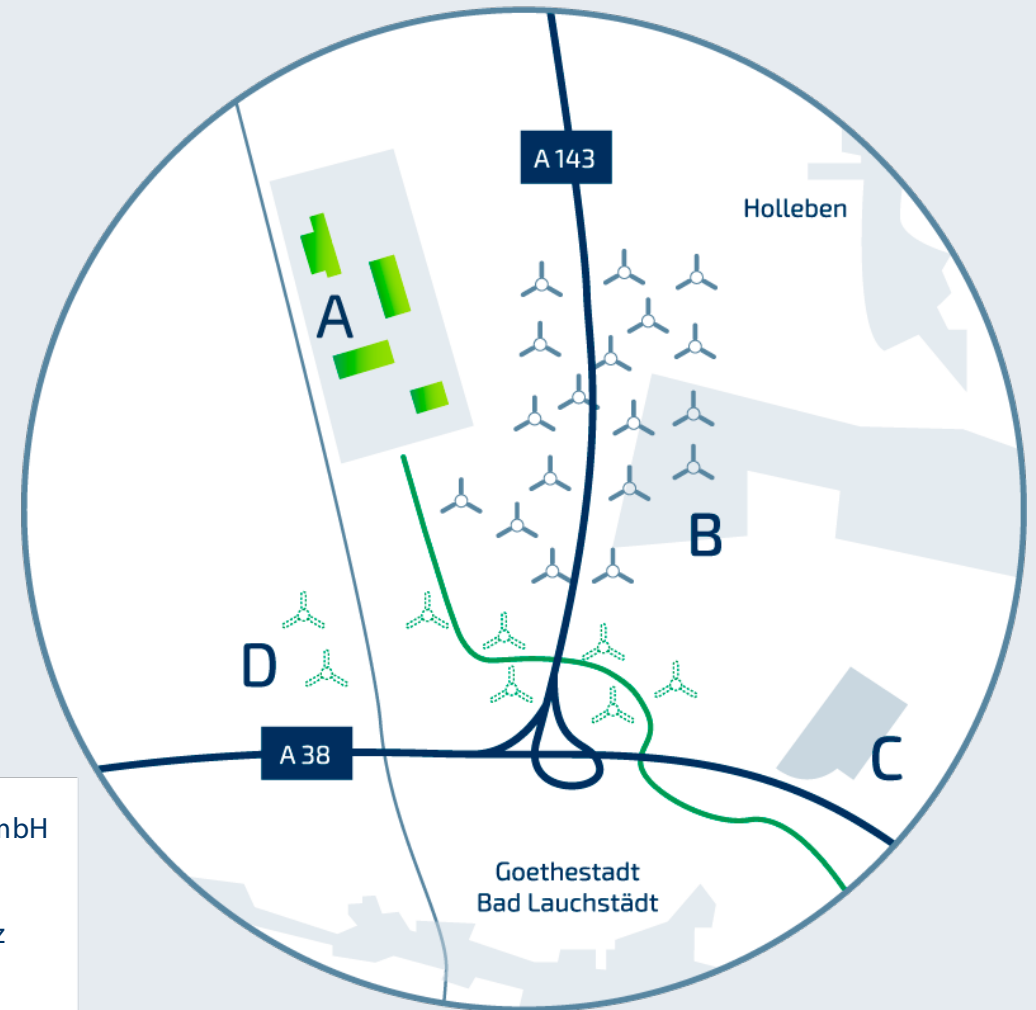
Die Verortung des Energiepark

Vorhandene Infrastruktur:

- Erdgasspeicher mit verfügbaren freien Kavernen
- Anbindung an das Gastransportnetz
- Vorhandene Windkraftanlagen, Stromnetzanbindung
- Industrielle Abnehmer für Wasserstoff

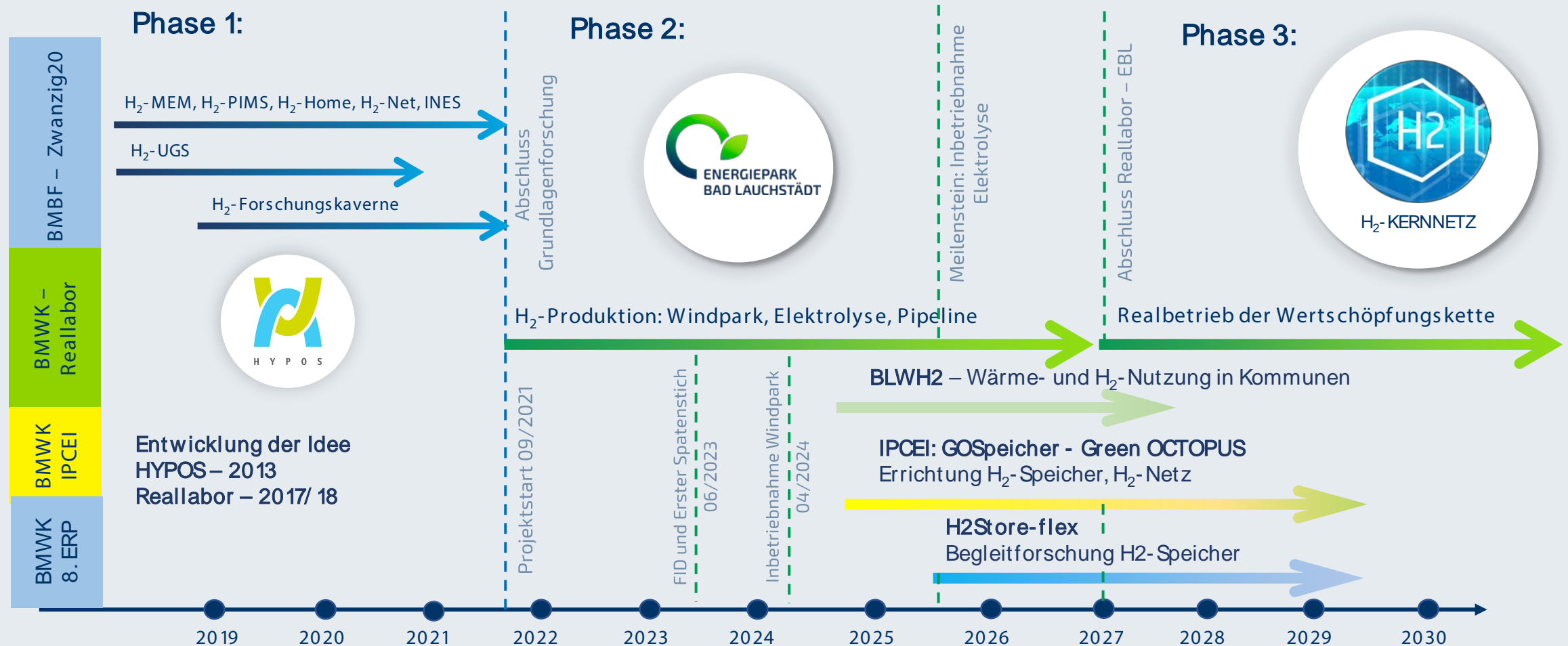


A Leitwarte der VNG Gasspeicher GmbH
 B Bestandswindpark
 C 380 kV Umspannwerk von 50Hertz
 D Neuer Windpark des EBL



Der Projektplan: Was wollen wir bis wann erreichen?

Zeitplanung



FINANZIERUNG UND FÖRDERUNG im 7. Energieforschungsrahmenprogramm

Projektstart September 2021



Von Links: Dr. Axel Wietfeld, uniper; Uwe Ringel, ONTRAS Gastransport GmbH; Cornelia Müller-Pagel, VNG AG; Prof. Dr. Hartmut Krause, DBI-Gruppe; Andreas Feicht, BMWi; Falk Zeuner, terrawatt GmbH; Dr. Reiner Haseloff, Ministerpräsident Sachsen-Anhalt; Bernd Protze, VNG Gasspeicher GmbH



210 Mio. €
Gesamtittel

34 Mio. €
Fördermittel

103 Mio. €
Eigenanteil

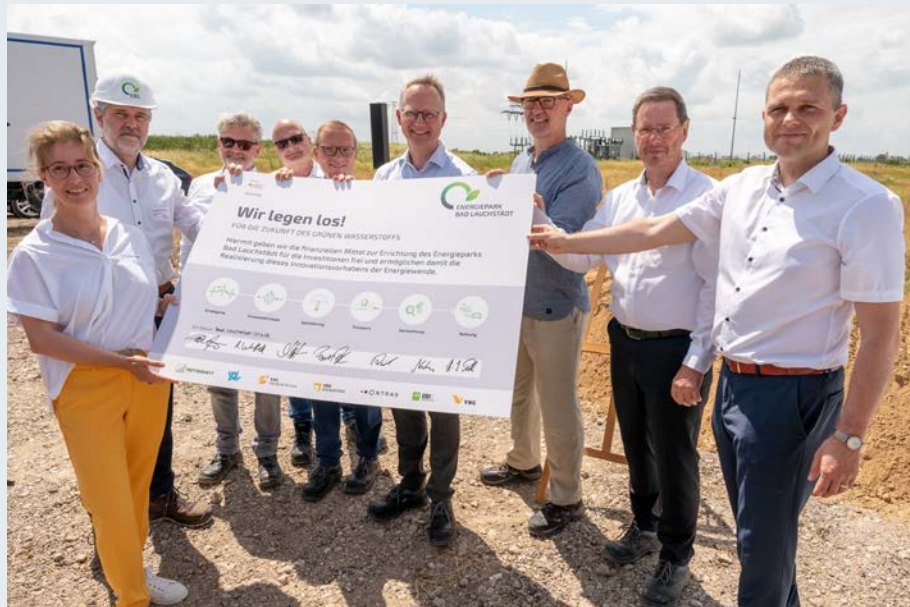
73 Mio. €
Investition
Windpark

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FINALE INVESTITIONSENTSCHEIDUNG / 1. SPATENSTICH AM 21. JUNI 2023



Von links: Cornelia Müller-Pagel, VNGAG | Prof. Dr. Hartmut Krause, DBI | Hans-Joachim Polk, VNGAG | Bernd Protze, VNG Gasspeicher GmbH | Stephan Haupt, VNG Handel & Vertrieb GmbH | Dr. Axel Wietfeld, Uniper | Falk Zeuner, terrawatt Planungsgesellschaft mbH | Uwe Ringel, ONTRAS Gastransport GmbH | Jörg Nietzsche, DBI



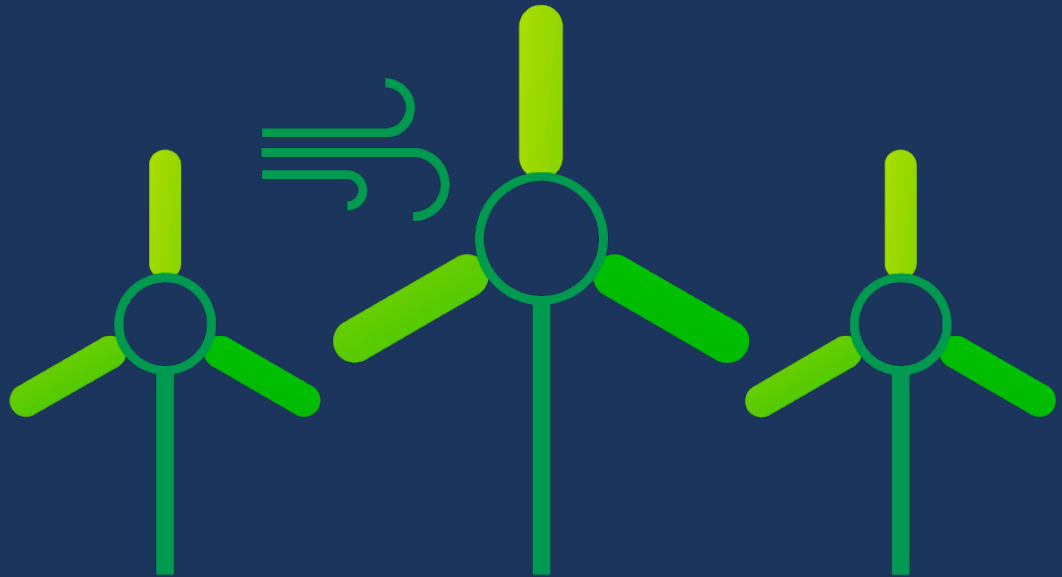
Von links: Jörg Nietzsche, DBI | Hans-Joachim Polk, VNGAG | Michael Kretschmer, MP Sachsen | Cornelia Müller-Pagel, VNGAG | Dr. Rainer Haseloff, MP Sachsen-Anhalt | Uwe Ringel, ONTRAS Gastransport GmbH | Stephan Haupt, VNG Handel & Vertrieb GmbH | Bernd Protze, VNG Gasspeicher GmbH | Falk Zeuner, terrawatt Planungsgesellschaft mbH | Dr. Axel Wietfeld, Uniper | Prof. Dr. Hartmut Krause, DBI |

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz
aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Die Forschungsschwerpunkte: Ein aktueller Statusbericht aus dem Projekt

WINDKRAFT



Windpark

Kennzahlen

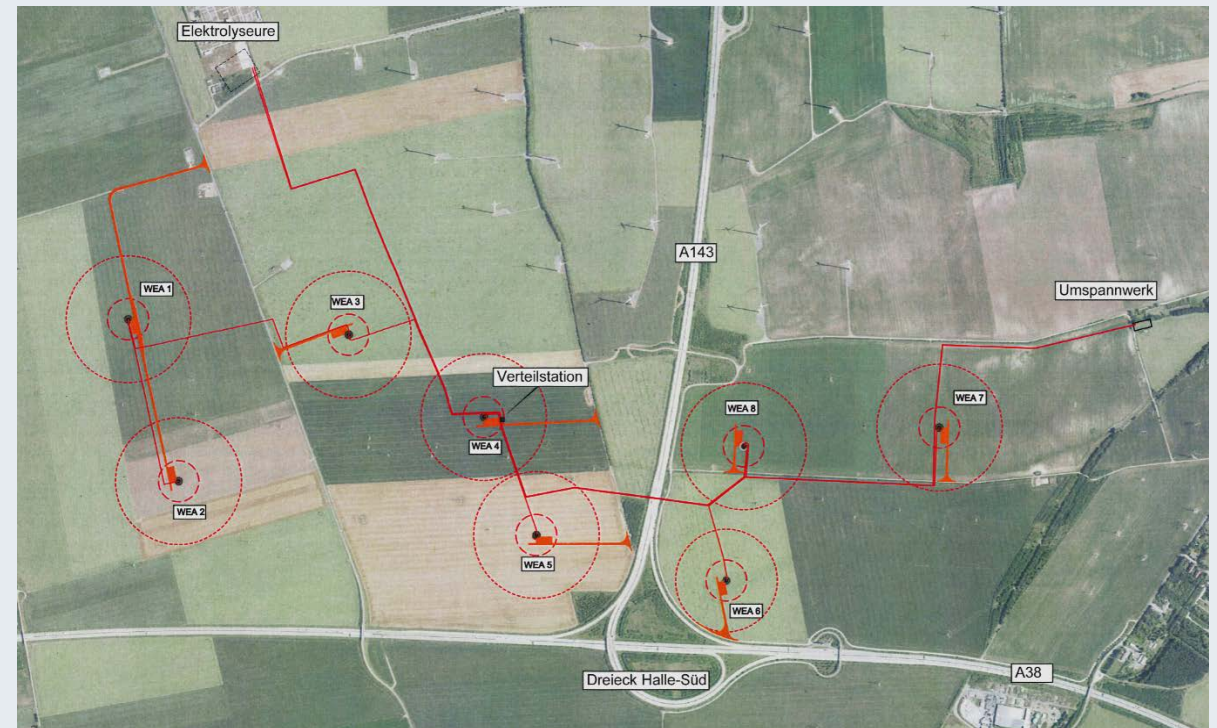
- 8 Windenergieanlagen (WEA) mit je 6,25 MW
- Hersteller: Vestas
- Nennleistung: 50 MW
- Rotordurchmesser: 162 m
- Nabenhöhe: 5 x 169 m, 1 x 166,6 m; 2 x 119,9 m
- Jahresproduktion: 145 Mio. kWh

Status quo

- Genehmigungsverfahren WEA abgeschlossen
- Bauliche Umsetzung des Windparks im April 2024 abgeschlossen
- Inbetriebsetzung zw. 12/ 2023 – 04/ 2024
- Einweihung 21. September 2024 (Regelbetrieb)



Topographische Lage der WEA am Autobahndreieck A3/ A143



Windpark

Flügelmontage der ersten WEA



Inbetriebnahme des Umspannwerks

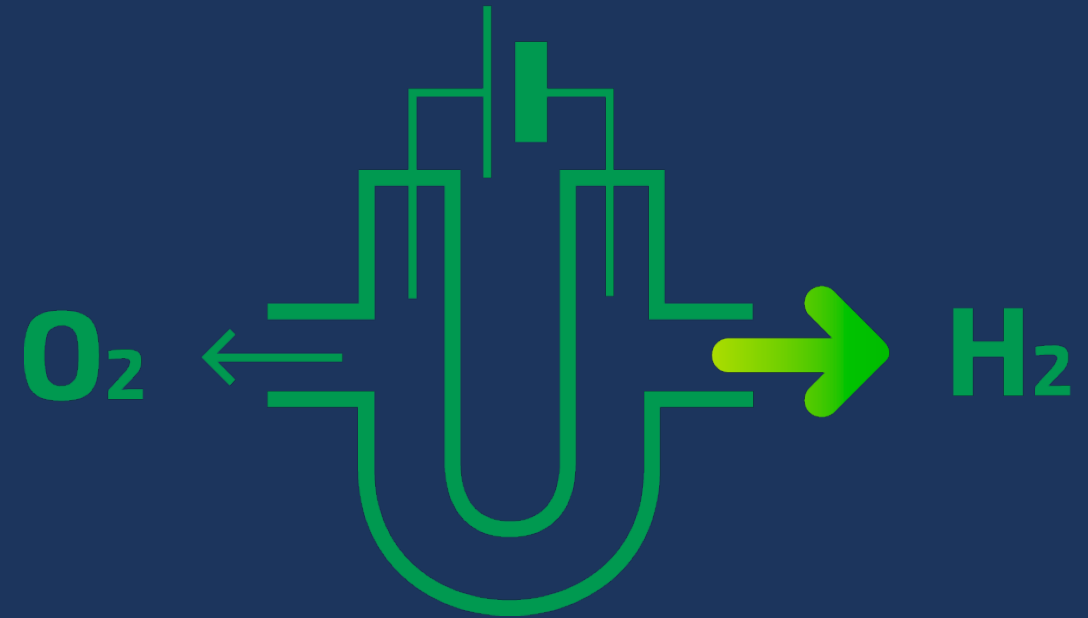


Inbetriebnahme erste WKA,
erste Einspeisung
KW 52/2023



Übergang in den Regelbetrieb, 21.09.2024

ELEKTROLYSE



Großelektrolyseur

uni
per



VNG
Handel & Vertrieb



Kennzahlen

- Standort: neben dem Unterspeicher der VNG Gasspeicher GmbH (VGS) in Teutschenthal
- Größe der Fläche : 80 x 130 m
- Jahresproduktion ca. 26,9 Mio. m³ Wasserstoff
Spitzenleistung ca. 6.500 m³/h Wasserstoff

Status quo

- Technologie- und Anlagenauswahl erfolgt
- Genehmigungsverfahren Elektrolyseur abgeschlossen
- Bauliche Umsetzung Elektrolyse läuft seit August 2023



Großelektrolyseur

Innovative und erprobte Technologie

- 30 MW Druckalkali-Elektrolyseur (sunfire)
- Erzeugung von grünem Wasserstoff bis zu einem Druck von 30 bar(g) in 6 Modulen
- Effizientes Wassermanagement
Bedarf (ca. 1,6 l/m³ H₂) Restwasser (ca. 0,4 l/m³ H₂) wird teilweise landwirtschaftlich genutzt)
- höchsten Sicherheitsstandards, Prüfung u.a. durch TÜV bis zur Betriebserlaubnis
- Uniper verfügt seit 2013 als einer der ersten Unternehmen in Deutschland über praktische Erfahrungen in der Konzipierung, Genehmigung sowie dem störungsfreien Betrieb von Elektrolyseanlagen in Falkenhagen und Hamburg.

uni
per



VNG
Handel & Vertrieb



Baugelände, aktueller Stand: 10.12.2024

Großelektrolyseur

uni
per



VNG
Handel & Vertrieb



Status Quo

- Gebäude sind errichtet
- Einbau der Medienversorgung
- Anlieferung der ersten Stacks 02/2025
- Beginn der Inbetriebnahme 07/2025
- Aufnahme des Forschungsbetriebes Q4/2025



Blick in die Elektrolysehalle, aktueller Stand: 10.12.2024

SPEICHER



Wasserstoffspeicher – Obertageanlage



Aufbau Demonstrationsanlage für Gasmengenmessung und -reinigung sowie Probebetrieb

Kennzahlen

- Einspeiserate max. 35.000 Nm³/h
- Ausspeiserate max. 100.000 Nm³/h
- Gasreinigung auf 99,96 % H₂

Status quo

- Sonderbetriebspläne: sind genehmigt
- Standortvorbereitungen: Baugrunduntersuchungen, ingenieurtechnischen Planungen,
- Bau von Straßen und Fundamenten abgeschlossen
- Bau von Gasreinigung und Gasmessung läuft

Obertageanlage des Erdgasspeichers Bad Lauchstädt



Wasserstoffspeicher – Obertageanlage



Gasreinigung

Herausforderungen

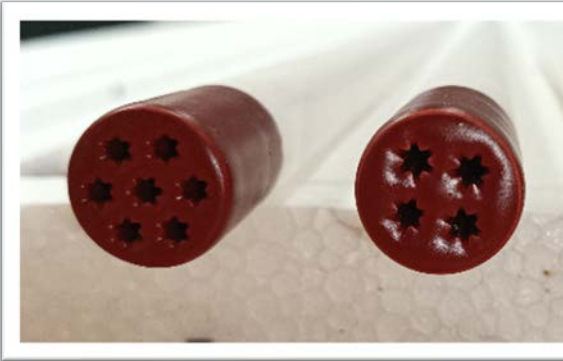
- Wesentlich höhere Reinheit 99,96 % H_2 mit engen Grenzen für Spurenstoffe H_2O , O_2 , H_2S u.a.
- Emissionsarm, energieeffizient für sehr große Volumenströme

Neue Technologie

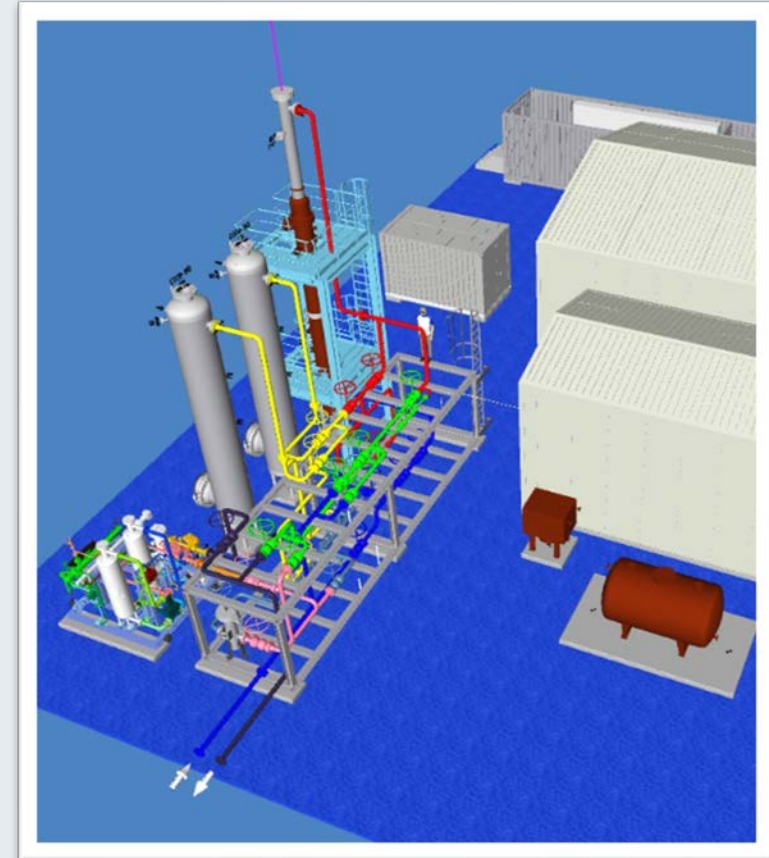
- Waschverfahren für H_2O mit Triethylenglykol (TEG)
- Trocknung des TEG mit Membranverfahren
- Restkomponentenreinigung per Adsorptionsverfahren



TEG-Membranen-Regeneration

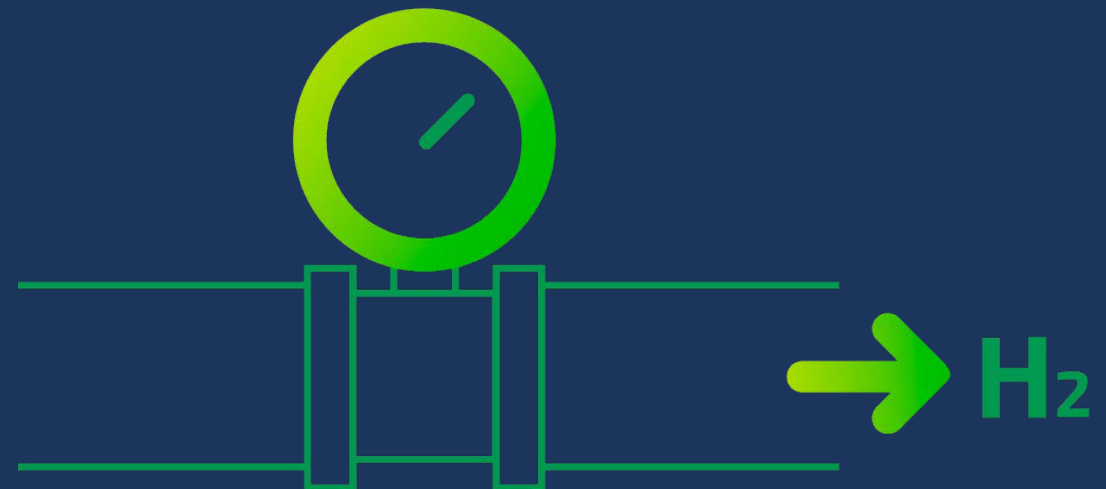


Membran-Träger



Anlagen-Layout der Gasreinigung

TRANSPORTLEITUNG



Transportleitung

• • ONTRAS



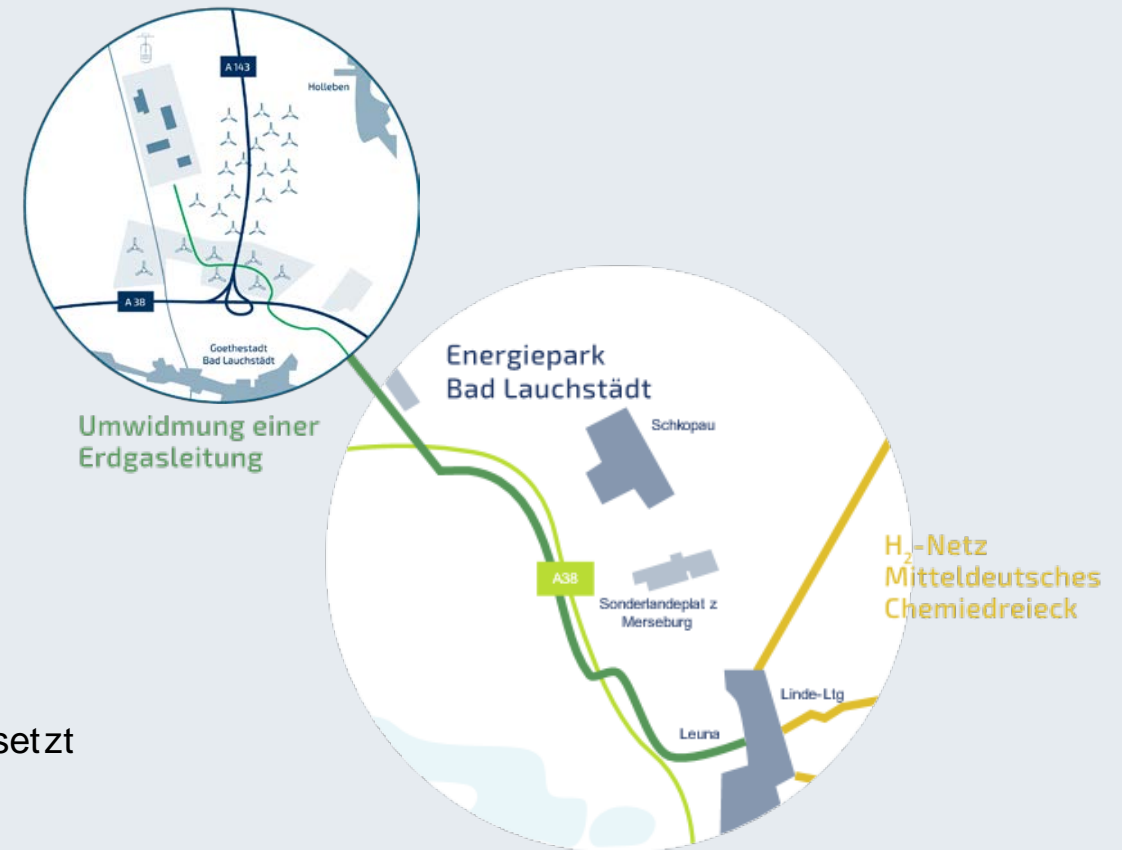
Nutzung und Umstellung von Erdgasleitungen für den Transport von Wasserstoff

Kennzahlen

- Leitung war lange Zeit in Betrieb mit Erdgas (Stadtgas), Baujahr: 1973/ 1976
- Anbindung des Speichers an das Mitteldeutsche Chemiedreieck
- Trassenlänge Leuna - Bad Lauchstädt 25 km
- DN 500 entspricht Durchmesser von 50 cm
- Betriebsdruck 30 bar (Auslegungsdruck 63 bar)

Status quo

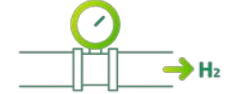
- Anzeigeverfahren zur Umwidmung Gasleitung Anfang 2025
- Prüfung der Leitung abgeschlossen, Reparaturmaßnahmen umgesetzt
- Arbeiten an Netzknoten abgeschlossen
- Arbeiten an Molchschleuse abgeschlossen
- Leitungsbefüllung und Inbetriebnahme ab 03/ 2025



Erster Wasserstofftransport in 2025 vorgesehen!

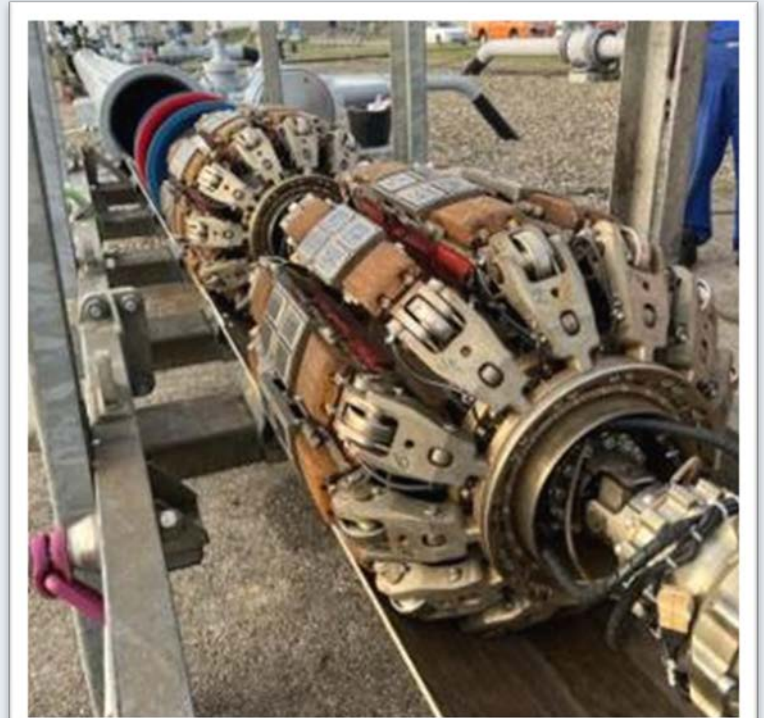
TRANSPORTLEITUNG – DIAGNOSE

• • ONTRAS



Inspektion der Leitung

- Studie für Anzeigeverfahren gem. § 113c EnWG zusammen mit einem sachverständigen Gutachter
- Molchung unter erstmaligen Einsatz eines EMAT-Molchs zur axialen Risserkennung (Fa. Rosen)



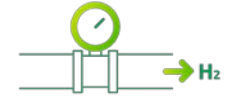
Einsatz eines intelligenten Molches zur Untersuchung von Rohrwandschädigungen

Transportleitung

Highlights aus der Bauphase

••ONTRAS

DBI GTT
Gast- und Flüssiggasanlagen



Schiebergruppe am Einspeisepunkt



Anbindung Molchschleuse



Übergabestation Total Raffinerie

Transportleitung

• • ONTRAS



Arbeitsstand Umstellung Transportpipeline – weitere Arbeiten

- Planung Layout M+R- Anlage für Übergabestation zum Abnehmer abgeschlossen
- Es wird eine zusätzliche Gasreinigung geben zur Reinigung von Spurenstoffen aus der Pipeline
- Bau der zweite Gasmessanlage zur Leckageüberwachung
- **Befüllung mit H₂ ist abgeschlossen: 08.04.2025**

Aktuell:

- Beginn des Gasbeschaffenheitsmonitoring

Feierliche Inbetriebnahme von Transportleitung im EBL v. l. r.: Gunar Schmidt, ONTRAS; Minister Prof. Dr. Armin Willingmann (SA), Thomas Kralinski, Amtschef und Staatssekretär (SN); Cornelia Müller-Pagel, Projektleiterin EBL, VNG AG. © Foto: Tom Schulze

Die Herausforderung:

VERMARKTUNG UND
NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN



VERMARKUNG UND NUTZUNGSMÖGLICHKEITEN

uni
per



VNG
Handel & Vertrieb

VNG



Erstellung von Wasserstoffvermarktungsprodukten und Akquise von Kunden



Ankerkunde für Wasserstoff des EBL ist die Total Raffinerie Mitteldeutschland mit Sitz in Leuna

- Einsatz in der Raffinerie zur Erzeugung fortschrittlicher Kraftstoffe
- Einsatz in der Mobilität zur Betankung von PKW, Bussen und LKW

Status quo

- Analyse Regulatorischer Rahmen, Marktdesign, Geschäftsmodelle
- Entwicklung der Methodik zur Gestaltung der Liefer- und Dienstleistungsbeziehung
- Wirtschaftlichkeitsanalyse der Wertschöpfungskette

Der erste Liefervertrag für grünen Wasserstoff in Deutschland wurde unterzeichnet!



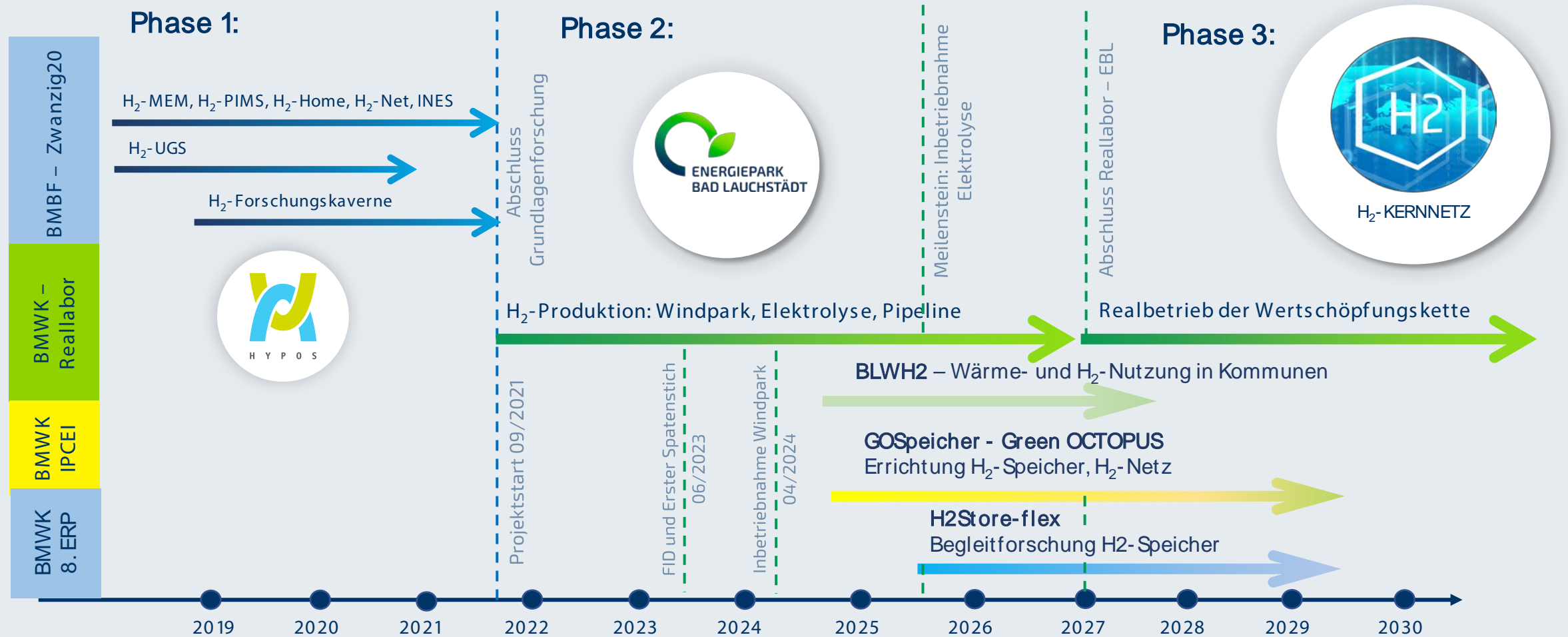
Unterzeichnung des Wasserstoff-Liefervertrages zwischen
EMGund Total Raffinerie am 27.11.2023 in Leuna

<https://energiepark-bad-lauchstaedt.de/aktuelles-downloads/aktuelles/vertrag-total/>



Ein Ausblick auf die nächsten Schritte

Zeitplanung



Urbane Versorgung

Projekt: Erschließung und Versorgung von Bestandsgebäuden und Neubautentwicklungen der Stadt Bad Lauchstädt mit Wärme und Wasserstoff

- Bereitstellung von Strom, Wasserstoff und Wärme aus dem Energiepark
- Entwicklung einer innovativen passgerechten Infrastruktur zur Versorgung der Stadt mit modernen Elementen (Wasserstoffgasnetz, BHKW und Nahwärmenetze inkl. Speicheroptionen)
- Erweiterung des Wärmenetzes für zukünftige Ausbaustufen des Energieparks



Potenzielle Wärme und Wasserstoffkunden in Bad Lauchstädt

Transportleitung – H₂-Kernnetz

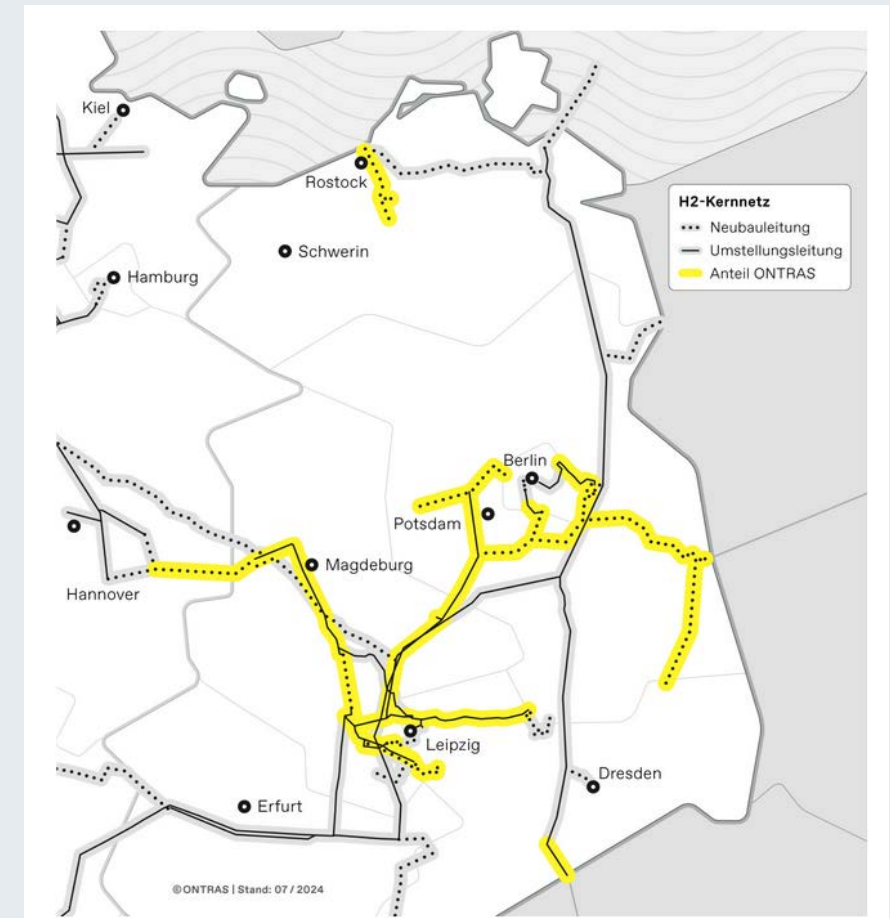
Anbindung des Energiepark Bad Lauchstädt

- an das Mitteldeutsche Chemiedreieck (Reallabor)
- perspektivisch über die Projekte "GO! Green Octopus Transport an Salzgitter
- sowie "Doing Hydrogen" an den Raum Leipzig, Rostock und Eisenhüttenstadt (IPCEI)

Status quo

- Investitionsgenehmigung durch die Bundesnetzagentur ist erfolgt 11/ 2024
- Umstellung der ersten Abschnitte wird vorbereitet

• • ONTRAS



Errichtung des Untergrundgasspeichers



Fördermittelübergabe und Förderung erfolgt

- Start des IPCEI Projektes GO! Speicher
- Übergabe des Fördermittelbescheides durch Minister Habeck an VGS am 27.08.2024
- Ziel: Errichtung und Inbetriebnahme einer Kaverne (Phase 2.2 des Reallabors Energiepark Bad Lauchstädt)
- Begleitung durch ein Forschungsprojekt H2Storeflex



Von Links: Bernd Protze, VNG Gasspeicher GmbH; Robert Habeck, Bundesminister für Wirtschaft und Klimaschutz; Thomas Wünsch, Staatssekretär im Ministerium für Wissenschaft, Energie, Klimaschutz und Umwelt des Landes Sachsen-Anhalt und Bodo Rodesstock, Mitglied des Vorstands der VNG AG

VIELEN DANK!