



VERSORGUNGSSICHERHEIT IM ENERGIESYSTEM DIE ROLLE VON WASSERSTOFF

Philipp Hauser, VNG AG

Workshop zur Versorgungssicherheit

Stuttgart, 26. September 2022

Dieser Vortrag entstand im Rahmen des Projektes
TransHyDE Systemanalyse
FKZ: 03HY201V



AGENDA

- ▶ **Grüne Gase @ VNG**
- ▶ Wasserstoff im Energiesystem
- ▶ Energiepark Bad Lauchstädt
- ▶ Fazit und weiterer Forschungsbedarf

WER WIR SIND

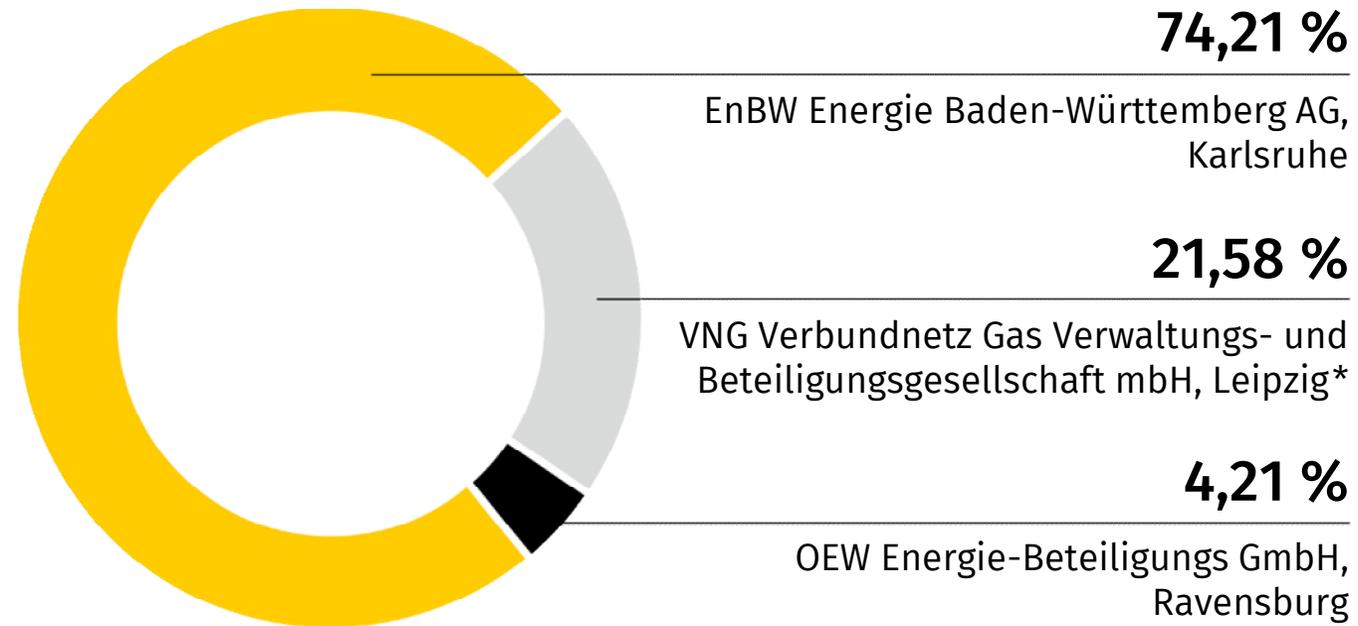


VNG ist ein europaweit aktiver Unternehmensverbund mit über 20 Gesellschaften, einem breiten, zukunftsfähigen Leistungsportfolio in Gas und Infrastruktur sowie einer über 60-jährigen Erfahrung im Energiemarkt.

Der Konzern mit Hauptsitz in Leipzig beschäftigt rund 1.500 Mitarbeiter und erzielte im Geschäftsjahr 2021 einen abgerechneten Umsatz von rund 18,5 Mrd. Euro.



AKTIONÄRSSTRUKTUR DER VNG AG

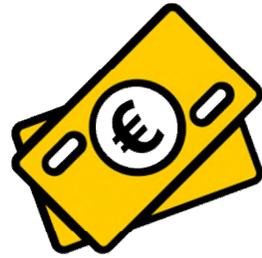


* Treuhänderin für acht Stadtwerke und kommunale Unternehmen (Annaberg-Buchholz, Chemnitz, Dresden, Hoyerswerda, Leipzig, Lutherstadt Wittenberg, Neubrandenburg, Rostock)

JAHRESBILANZ 2021



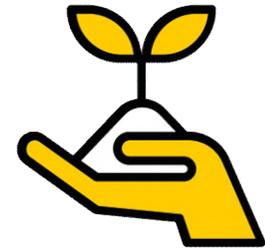
18,5 Mrd. €
Umsatz (nach IFRS)
abgerechnet



225 Mio. €
Adj. EBIT (nach IFRS)



141 Mio. €
Konzernergebnis (nach IFRS)



197 Mio. €
Investitionen

GESCHÄFTSBEREICHE



TREIBER DER TRANSFORMATION



WASSERSTOFF

Fokus auf die erneuerbare Energiewelt der Zukunft mit der Strategie „VNG 2030+“



BIOGAS

Zunehmende Ausrichtung auf die erneuerbaren Energien in den 2000ern



ERDGAS

Flächendeckende „Erdgasifizierung“ und Ablösung von Stadtgas in den 90ern



STADTGAS

Aufbau des ostdeutschen Gasverbundnetzes seit Unternehmensgründung 1958



VNG treibt die Transformation der Gaswelt seit mehr als 60 Jahren voran. Dabei wollen wir **Wegbereiter** für Grüne Gase sein und die **Energiewende** mit Biogas, Biomethan und Wasserstoff gestalten.

UNSER ZIEL



Bis 2030 erreicht VNG ein kompetenzbasiertes Wachstum mit Grünen Gasen in allen Bereichen der bestehenden Wertschöpfungskette



PROJEKTLANDKARTE »GRÜNE GASE«

IPCEI-Projekte ●

- doing hydrogen – ca. 616 km; Rostock / Region Berlin / Leipzig
- GO! Transport– ca. 305 km; Salzgitter / Leipzig

H2SAL (Salzgitter) ●

Anbindung des Standortes Salzgitter an das ONTRAS-Netz und an die bestehende H₂-Infrastruktur im Mitteldeutschen Chemiedreieck.

Go! Speicherung (Bad Lauchstädt) ●

IPCEI-Projekt zur großtechnischen Speicherung von Wasserstoff in einer untertägigen Kaverne und Bereitstellung der Speicherkapazität über ein leistungsfähiges Wasserstoffnetz.

Energiepark Bad Lauchstädt ● ● ●

Reallabor zur intelligenten Erzeugung, Speicherung, Transport, Vermarktung und Nutzung von grünem Wasserstoff.

BioHydroGen (Region Leipzig) ● ●

On-site-Herstellung von grünem Wasserstoff aus Rohbiogas mittels einer angepassten Dampfreformierungsanlage.

H2GERostock ● ● ● ●

Herstellung von blauem H₂ und Nutzung in ostdeutschen Industrieregionen. Endlagerung des CO₂ in ausgeförderten Lagerstätten in Nord- und Ostsee.

● H₂-Abtrennung (Prenzlau)

Steigerung der Wasserstoffanteile im Erdgasnetz durch den Einsatz von H₂-Abtrennungsverfahren.

● ● BioVia

Errichtung und Betrieb einer Verflüssigungsanlage für Bio-LNG als langfristiges Outlet für die Biomethanproduktion.

● ● greenRoot

Errichtung einer Elektrolyse im industriellen Maßstab & Versorgung der Region Mitteldeutschland mit grünem H₂

● ● CapTransCO₂ (Region Leuna)

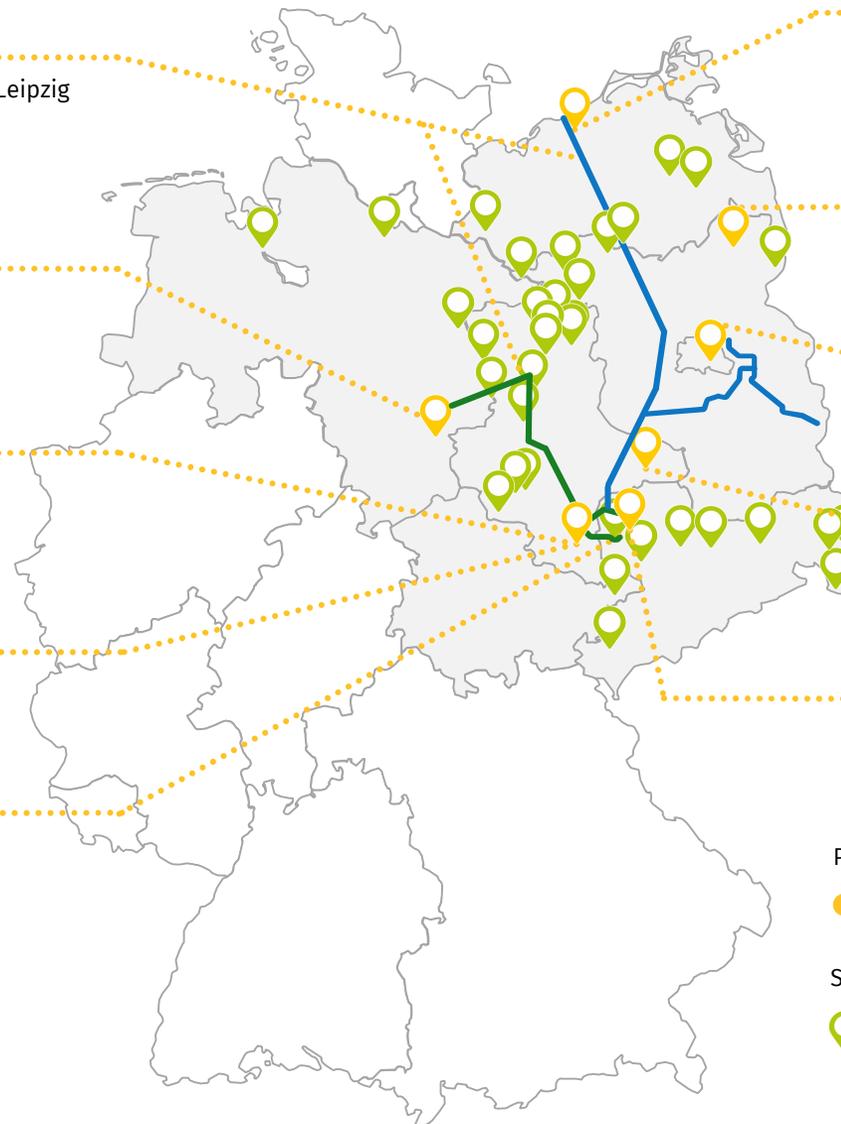
Machbarkeitsstudie zum Aufbau einer klimaneutralen mitteldeutschen Industrie durch eine vernetzte CO₂-Transportinfrastruktur für CCU/CCS.

Projektbeteiligte Unternehmen

- VNG AG ● VNG H&V ● ONTRAS ● VGS ● BALANCE

Standorte

- Biogas- & Bioerdgasanlagen der BALANCE Erneuerbare Energien GmbH ● Projektstandorte



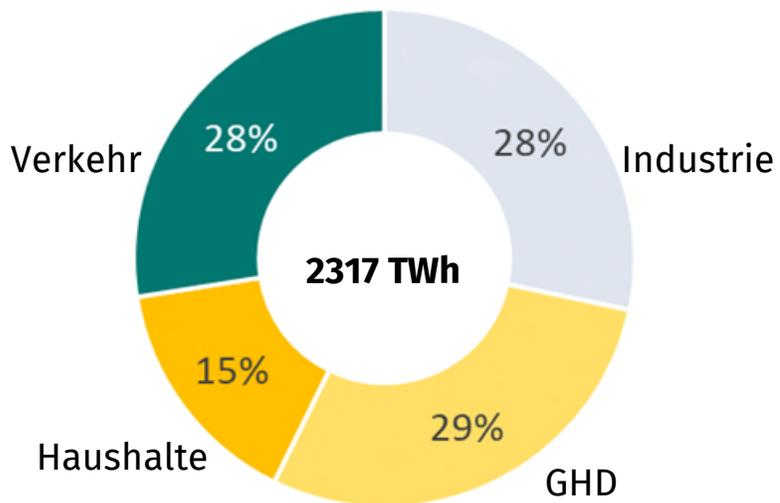
AGENDA

- ▶ Grüne Gase @ VNG
- ▶ **Wasserstoff im Energiesystem**
- ▶ Energiepark Bad Lauchstädt
- ▶ Fazit und weiterer Forschungsbedarf

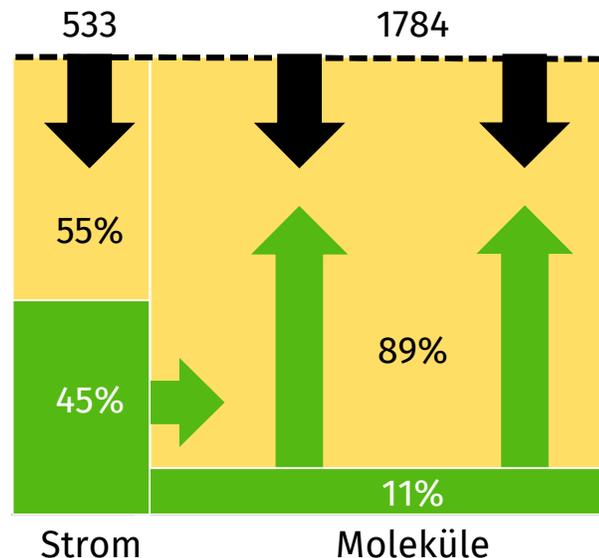
WORIN LIEGT DIE HERAUSFORDERUNG BEI DER DEKARBONISIERUNG DES ENERGIESYSTEMS?

Endenergieverbrauch 2020

2019: 2492 TWh



Energiebereitstellung 2020 (TWh)



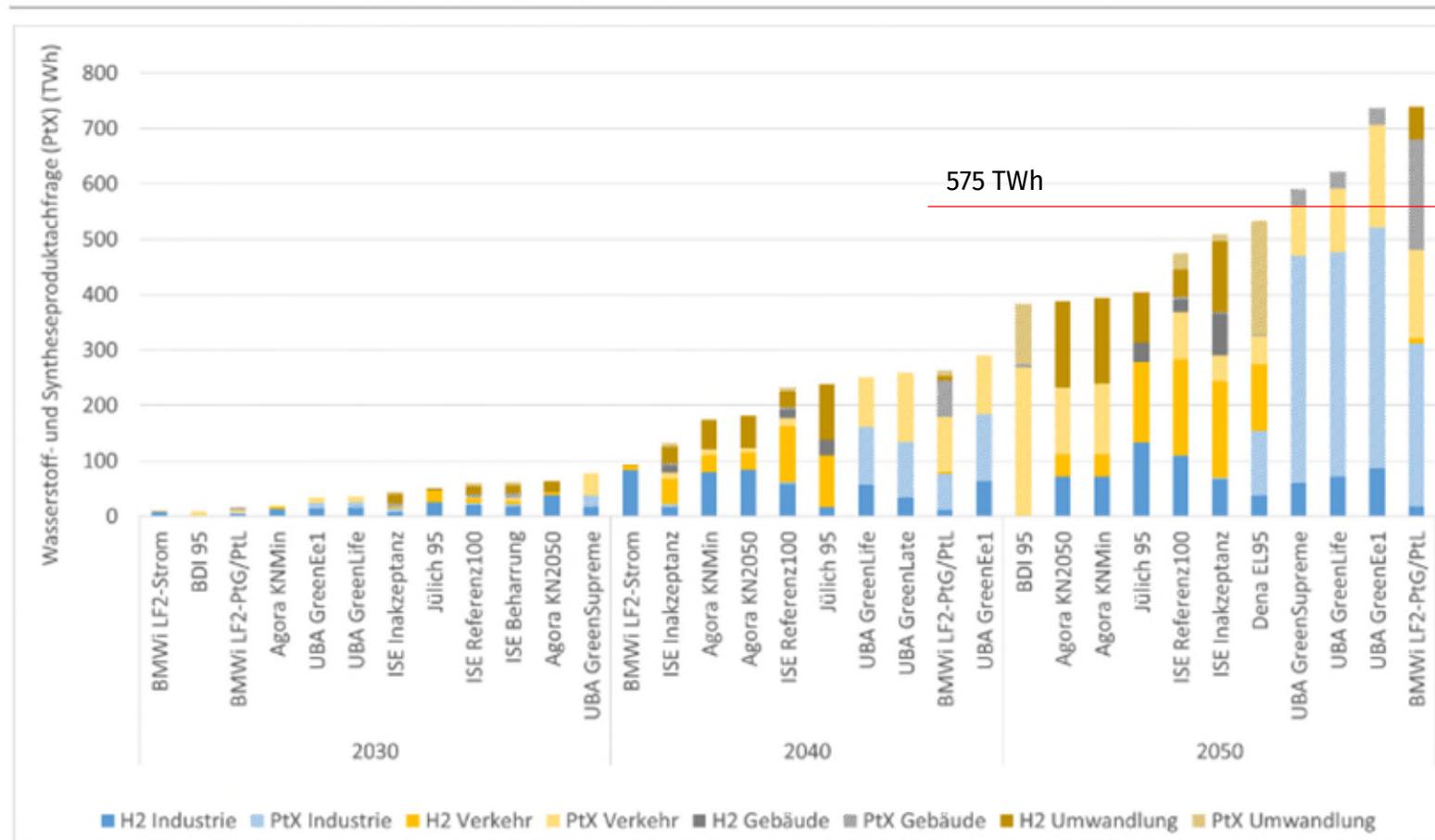
■ sonstige
■ Erneuerbare Quellen

Schlussfolgerungen

- › Ca. **81%** des Endenergieverbrauchs sind derzeit **fossilen Ursprungs** und ein Großteil davon wird über Importe bereitgestellt
- › Das Ziel der **Treibhausgasneutralität in 2045** impliziert emissionsfreie Energieträger im Endenergiesektor
- › „**Dekarbonisierung**“ heißt daher: eine Transformation aller gesellschaftlichen, politischen und wirtschaftlichen Bereiche
- › **Zielerreichung ist mit einem „all-electric“-Ansatz** unwahrscheinlich; es braucht weiterhin gasbasierte Energieträger
- › **Erneuerbaren und dekarbonisierten Gasen** kommt in allen Sektoren eine zentrale Rolle als Energieträger, Rohstoff und Energiespeicher zu
- › Zunächst steht die Umstellung der **energie- und emissionsintensiven Industrie**, sowie des **Verkehrssektors** im Vordergrund künftiger „**H2-Senken**“

GROÙE UNSICHERHEIT IN KÜNFTIGER H2-NACHFRAGE

Abbildung 25: Übersicht über Wasserstoff- und Syntheseproduktnachfrage (PtX) in den verschiedenen Sektoren (ohne extreme Ausreißer bei den Studien/Szenarien zu berücksichtigen)



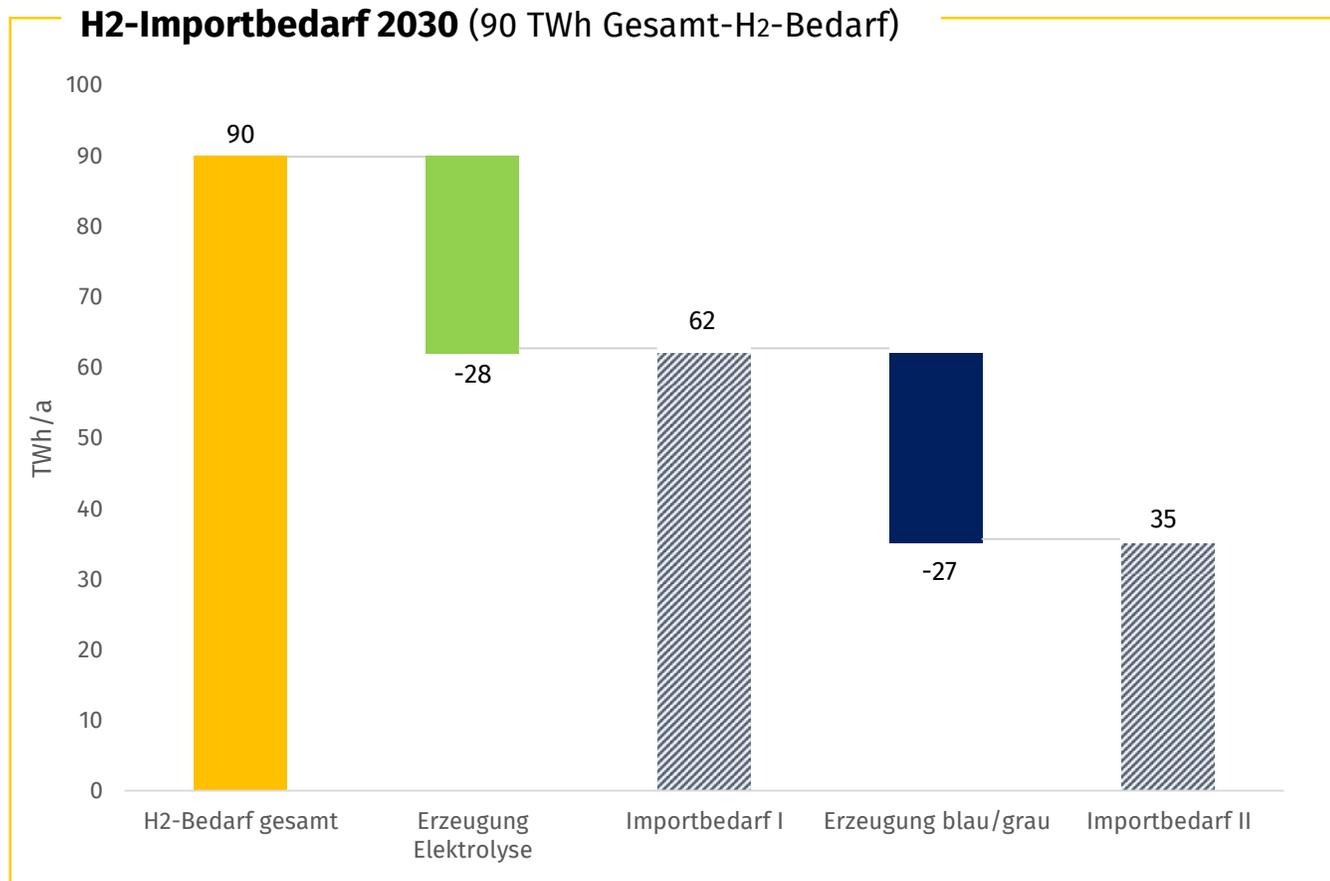
EINSATZFELDER UND ANWENDUNGEN FÜR GRÜNEN WASSERSTOFF IN DEN ENDENERGIESEKTOREN (NACH M.DEUTSCH)

Wo sollten "grüne Moleküle" Anwendung finden?	Industrie 	Transport 	Strom 	Gebäude 
 „No regret“-Anwendungen	<ul style="list-style-type: none"> - Stahlindustrie (Direktreduktion) - Rohstoff (Chemieindustrie, Düngemittelhersteller) - Hochtemperaturprozesse (>150°C) 	<ul style="list-style-type: none"> - Flugverkehr (Langstrecke) - Schifffahrt - Schwerlastverkehr 	<ul style="list-style-type: none"> - Langzeitspeicher (erneuerbare Energien) 	<ul style="list-style-type: none"> - Fernwärme (Wasserstoff als Ergänzung zu direkter EE-Nutzung)
 In Diskussion und noch nicht abschließend geklärt	<ul style="list-style-type: none"> - Hochtemperaturprozesse (60 - 150°C) 	<ul style="list-style-type: none"> - ÖPNV - Flugverkehr (Kurzstrecke) - Intralogistik 	<ul style="list-style-type: none"> - Speicherbedarf hängt von Ausbau anderer Flexibilitätsoptionen im Stromsektor und Wärmesektor ab 	<ul style="list-style-type: none"> - Bestandsgebäude und Mehrfamilienhaus in städtischer Struktur mit Anschluss an Gasinfrastruktur
 Elektrische Alternativen vermutlich günstiger	<ul style="list-style-type: none"> - Prozesswärme (< 60°C) 	<ul style="list-style-type: none"> - Individualverkehr 		<ul style="list-style-type: none"> - Neubau im Einfamilienhaue

Quelle: Eigene Darstellung Anlehnung an Agora Energiewende (2021), Deutsch, M. (2021), Fraunhofer-ISI (2021)

Wasserstoff bietet in allen Endenergiesektoren attraktive Möglichkeiten zur Dekarbonisierung. Während Anwendungen im Industrie und Transportsektor bereits breite Anerkennung finden, ist der Umfang des Einsatzes von Wasserstoff im Strom- und Gebäudesektor noch Gegenstand der Forschung und Diskussion.

IN 2030 ERGIBT SICH EIN WASSERSTOFF-IMPORTBEDARF VON 35 – 62 TWH/A



Einschätzung

- Bei einer Nachfrage von 90 TWh¹⁾ in 2030, und einer inländischen Produktion von 14 TWh grünem Wasserstoff (Elektrolyse-Kapazitäten: 10 GW) entsteht eine **Angebotslücke von 62 TWh**, die durch Importe oder der Produktion von nicht-grünem Wasserstoff gedeckt werden muss
- Unter der Annahme einer Erzeugung von 27 TWh CO₂-armen und grauem H₂ verbleibt ein Importbedarf von **35 TWh**.
- Es ist wahrscheinlich, dass diese Menge per Trailer nicht kosteneffizienter bereitzustellen ist als per Pipeline.
- Infrastrukturanpassung wird sich schrittweise vollziehen.

Annahmen

Elektrolyse (Zielstellung Bundesregierung)

- ▶ 10 GW installierte Leistung
- ▶ 4000 Vollbenutzungsstunden
- ▶ 70 % Wirkungsgrad

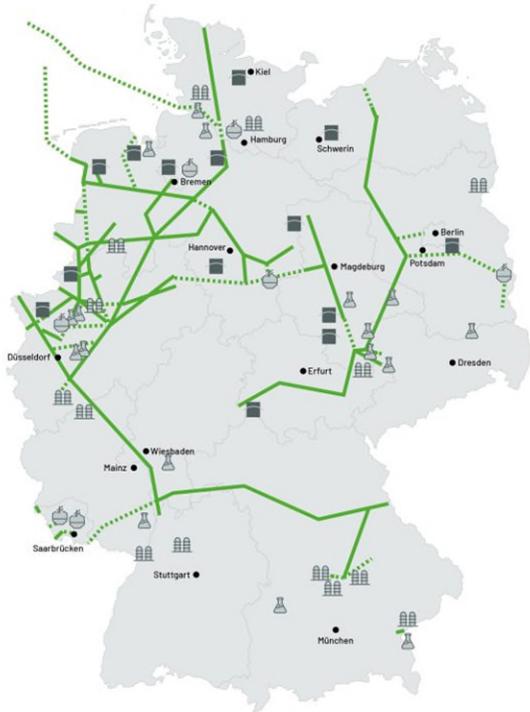
Blauer H₂ und grauer H₂

- ▶ 2030 werden ca. 63 TWh an grünem H₂ benötigt, um Klimaneutralität in 2045 zu erreichen -> Restbedarf (27 TWh) muss anderweitig erzeugt werden (Öko, Prognos, WI 2021)

¹⁾Die Nationale Wasserstoffstrategie geht von einem Speicherbedarf von 90-110 TWh aus, sodass in der Rechnung ein konservativer Ansatz verfolgt wird.

WASSERSTOFFSPEICHER

... sind unabdingbar für die Versorgungssicherheit und Speicherung erneuerbarer Energien



Verbrauchsschwerpunkte	Speicherung	Wasserstoffnetz 2030
 Raffinerien	 Kavernenspeicher	 Umstellung
 Chemie		 Neubau
 Stahlindustrie		

Schematische Darstellung H2-Netz 2030
Quelle: FNB Gas

- Perspektivisch entsteht ein Wasserstoffbedarf von 575 TWh bis 2050.
- steigender Wasserstoffbedarf → steigender **Bedarf nach Transport- und Speicherlösungen**
- Grund: **Auseinanderfallen von Erzeugung und Nachfrage**
- Bis 2030 werden Wasserstoffspeicher in H2-Clustern benötigt, um die Wirtschaftlichkeit der lokalen H2-Infrastruktur zu gewährleisten.

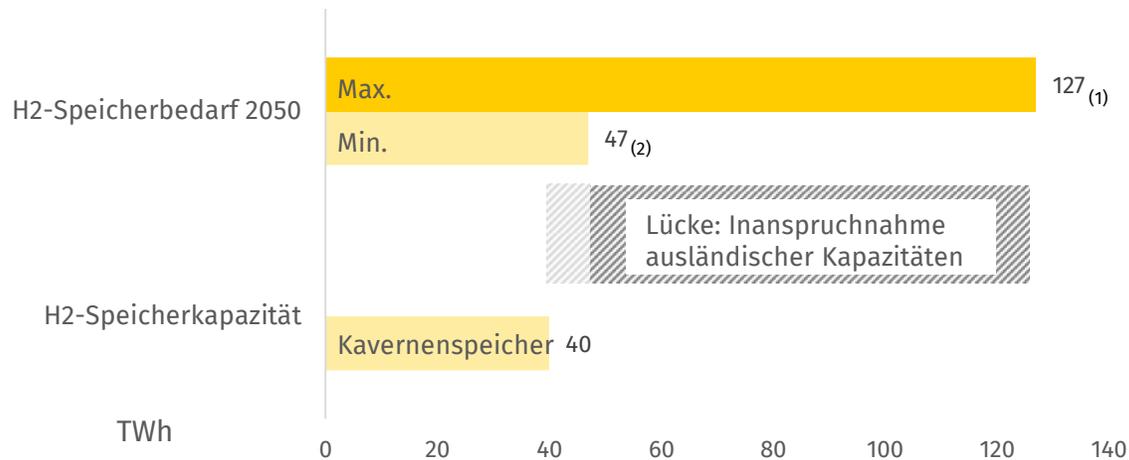
Angebot:
volatile EE-Stromerzeugung
(Sonne, Wind)

Nachfrage:
Spitzenlastdeckung



Volatile Erneuerbare Energien führen zu schwankenden Erzeugungsleistungen. Wasserstoffspeicher **stabilisieren die Netzinfrastruktur** und **decken Spitzenlasten**.

SPEICHERKAPAZITÄT UND -BEDARF

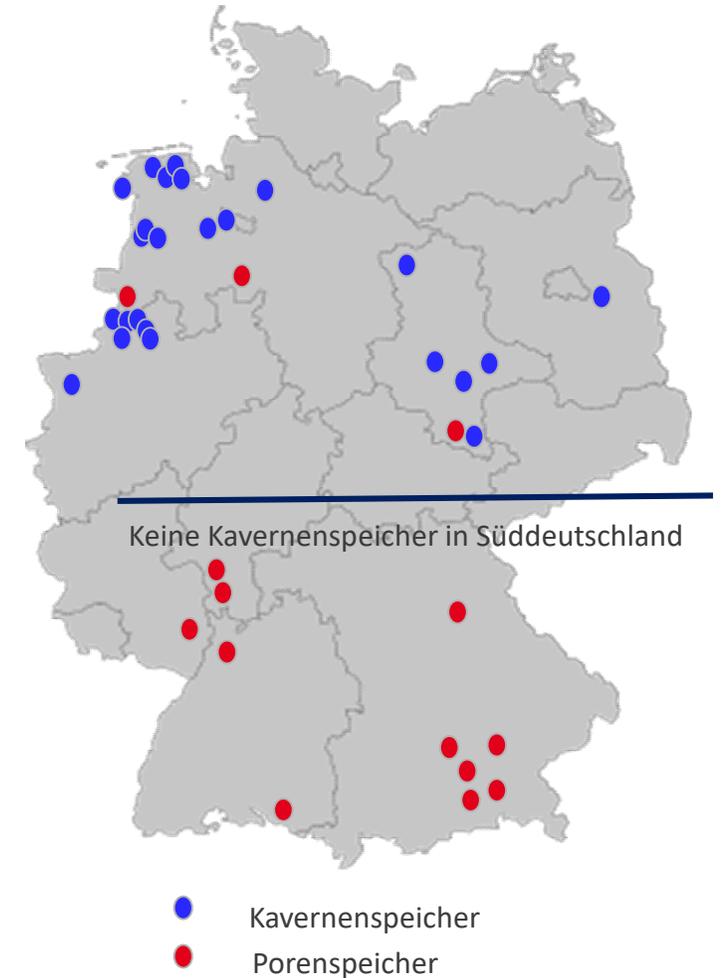


Quellen: (1) Guidehouse, 2021; (2) BMWI, 2021

- Erdgasspeicherkapazitäten (Poren- und Kavernenspeicher) in Deutschland: 253 TWh⁽²⁾, davon Kavernenspeicher: 163 TWh⁽²⁾
- Nach heutigem Stand sind vor allem Salzkavernen für H2-Speicherung geeignet
- Aufgrund der geringeren Energiedichte und der geringeren Komprimierbarkeit lässt sich bei einer Wasserstoffbefüllung der Kavernen deutlich weniger Energie speichern
- **H2-Kavernenspeicherkapazität** in Deutschland: **ca. 40 TWh** ⁽¹⁾
- Für 2050 wird für Deutschland ein **Speicherbedarf zwischen 47⁽²⁾ und 127⁽¹⁾ TWh** modelliert.

SPEICHERSTANDORTE IN DEUTSCHLAND

- Geologischen Untergrundspeichern für gasförmige Stoffe:
 - **Porenspeicher** in ausgebeuteten Erdgas- oder Erdöllagerstätten,
 - **Aquiferspeicher** und
 - **Kavernenspeicher** im Salzgestein.
- Bei Wasserstoffspeicherung in ehemaligen **Lagerstätten und Aquiferen** können **Probleme** durch die Aktivität von Mikroorganismen (Archaeen) entstehen
- **Kavernenspeicher eignen sich am besten** für die zentrale Speicherung großer Mengen von Wasserstoff
- **Herausforderung für die süddeutschen Speicher**, da für jeden einzelnen seine Wasserstofftauglichkeit in Hinblick auf mögliche biologische Aktivitäten untersucht werden muss



Quelle Karte: Wikimedia Commons

Deutschland hat ein sehr **hohes potentiellles Speichervolumen** für gasförmige Energieträger. Das Speicherpotential liegt **vor allem in Norddeutschland**.

SPEICHERPOTENZIAL VON KAVERNEN IN EUROPA

- **Deutschland** hat innerhalb Europas den **höchsten Anteil an potentiellen Kavernenspeichern**.
- Onshore liegt **Polen** auf dem zweiten Platz; aber meist in größerer Entfernung zur Küste, wodurch die Solung teurer ist.
- Offshore liegen mögliche Standorte auch in den ausschließlichen Wirtschaftszonen der **Niederlande, Großbritanniens und Dänemarks**. Offshore-Standorte werden aber voraussichtlich nicht wirtschaftlich zu entwickeln sein.

Figure 3 - 2040

Mature infrastructure stretching towards all directions by 2040



Guidehouse (2022) European Hydrogen Backbone

Ein **europäisches Wasserstoffnetz** wird die Kapazität der Kavernenspeicher und zusätzlich auch noch **andere Arten von Speichern** benötigen.

AGENDA

- ▶ Grüne Gase @ VNG
- ▶ Wasserstoff im Energiesystem
- ▶ **Energiepark Bad Lauchstädt**
- ▶ Fazit und weiterer Forschungsbedarf

Energiepark Bad Lauchstädt



SPEICHERUNG



GROßELEKTROLYSE



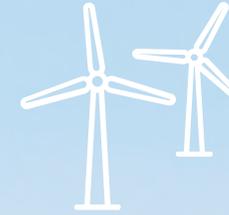
NUTZUNG



TRANSPORT



ERZEUGUNG



VERMARKTUNG



→ Er soll eine Zukunftswerkstatt der Sektorenkopplung werden, in dem die industrielle Nutzung von grünem Wasserstoff gelingt.



0. Projektkoordination

1. Erzeugung
Arealnetz
(gesamt)



Windpark
(50 MW Nennleistung)



Großelektrolyse
(30 MW Nennleistung)



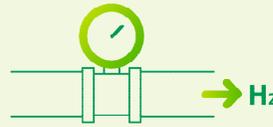
2. Speicherung



Untertageanlage /
Kaverne
(50 Mio. m³
Arbeitsgasvolumen)



3. Transport



Umstellung einer
Erdgasleitung
Kapazität
100.000 m³/h



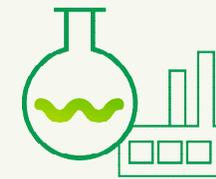
4. Vermarktung



Entwicklung,
Analyse und
Optimierung
möglicher
Geschäfts-
modelle



5. Nutzung



Chemische
Industrie



Mobilität



Gefördert durch:

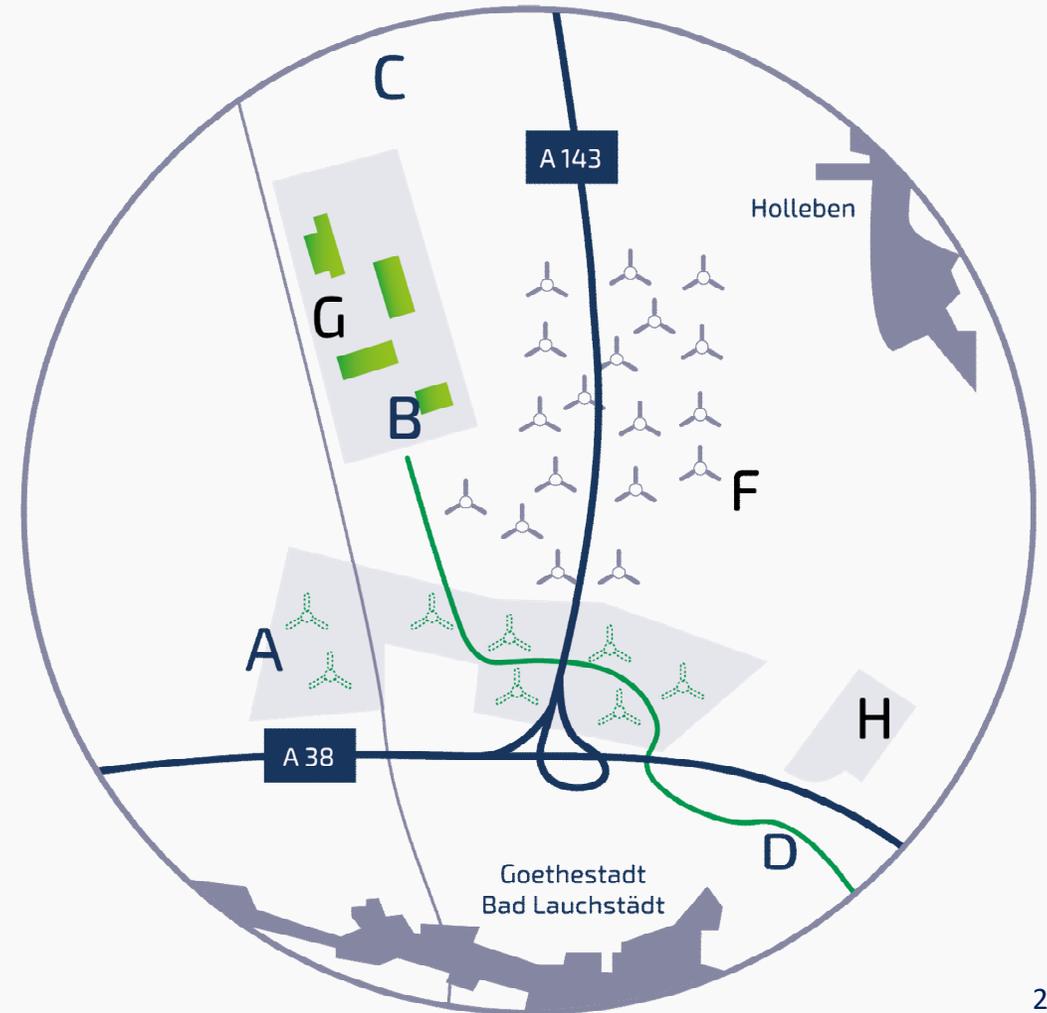


aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

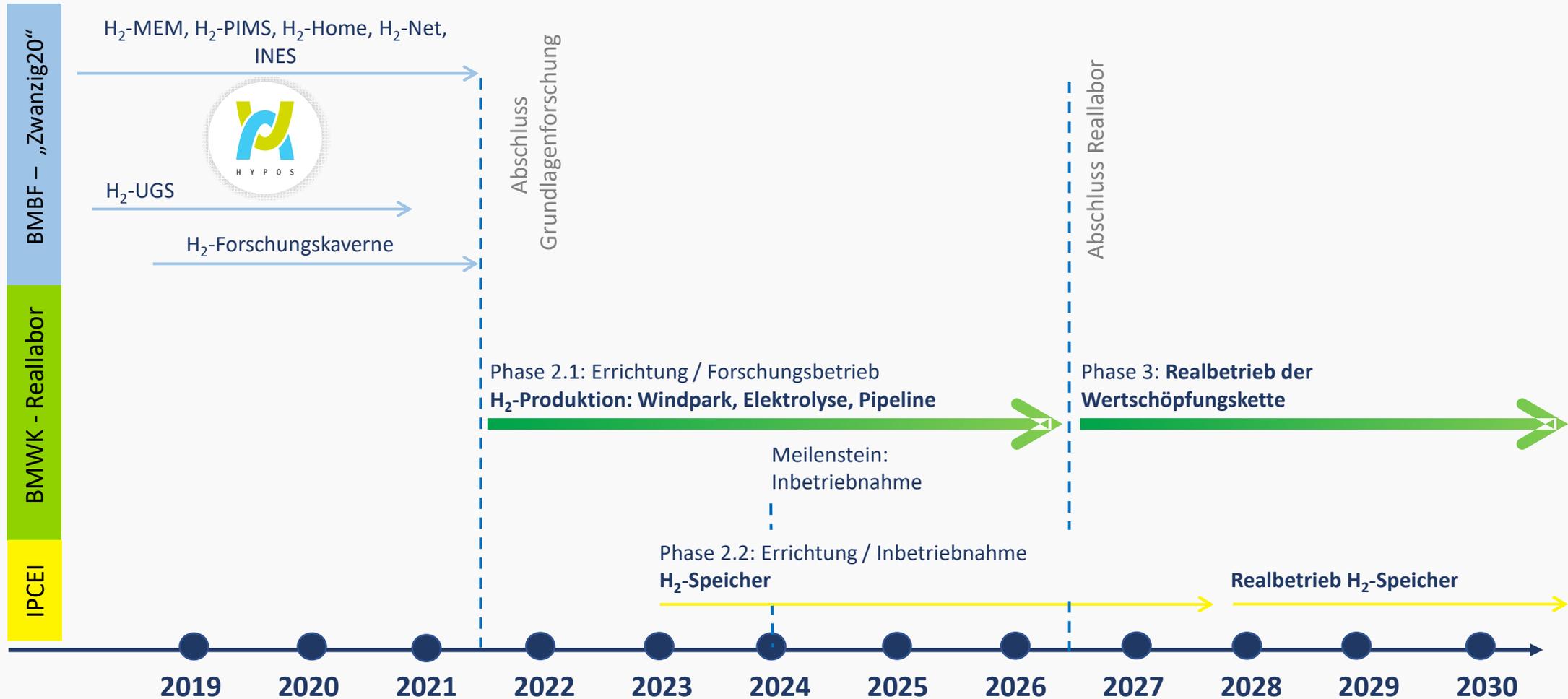
Standort



- A Neu geplanter Windpark
- B Standort geplante Großelektrolyse
- C Standort Kavernenspeicher
- D Transportleitung
- F Bestandswindpark
- G Leitwarte der VNG Gasspeicher GmbH
- H 380 kV Umspannwerk der 50Hertz



Zeitplanung



H₂-Speicher



Aufbau Demonstrationsanlage für Gasmengenmessung und -reinigung sowie Probetrieb auf dem Gelände des bestehenden Erdgasspeichers

Obertageanlage (OTA)

Kennzahlen

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

Status quo

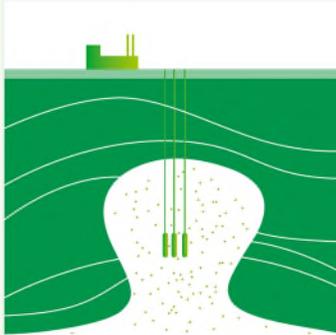
- Sonderbetriebspläne: Verfahren läuft
- Standortvorbereitungen: Baugrunduntersuchungen, Vermessungen, ingenieurtechnischen Planungen
- Vorbereitende F&E-Arbeiten: Abstimmungen zu Schnittstellen und Steuerung der Anlagen



H₂-Speicher



Ausblick 2028



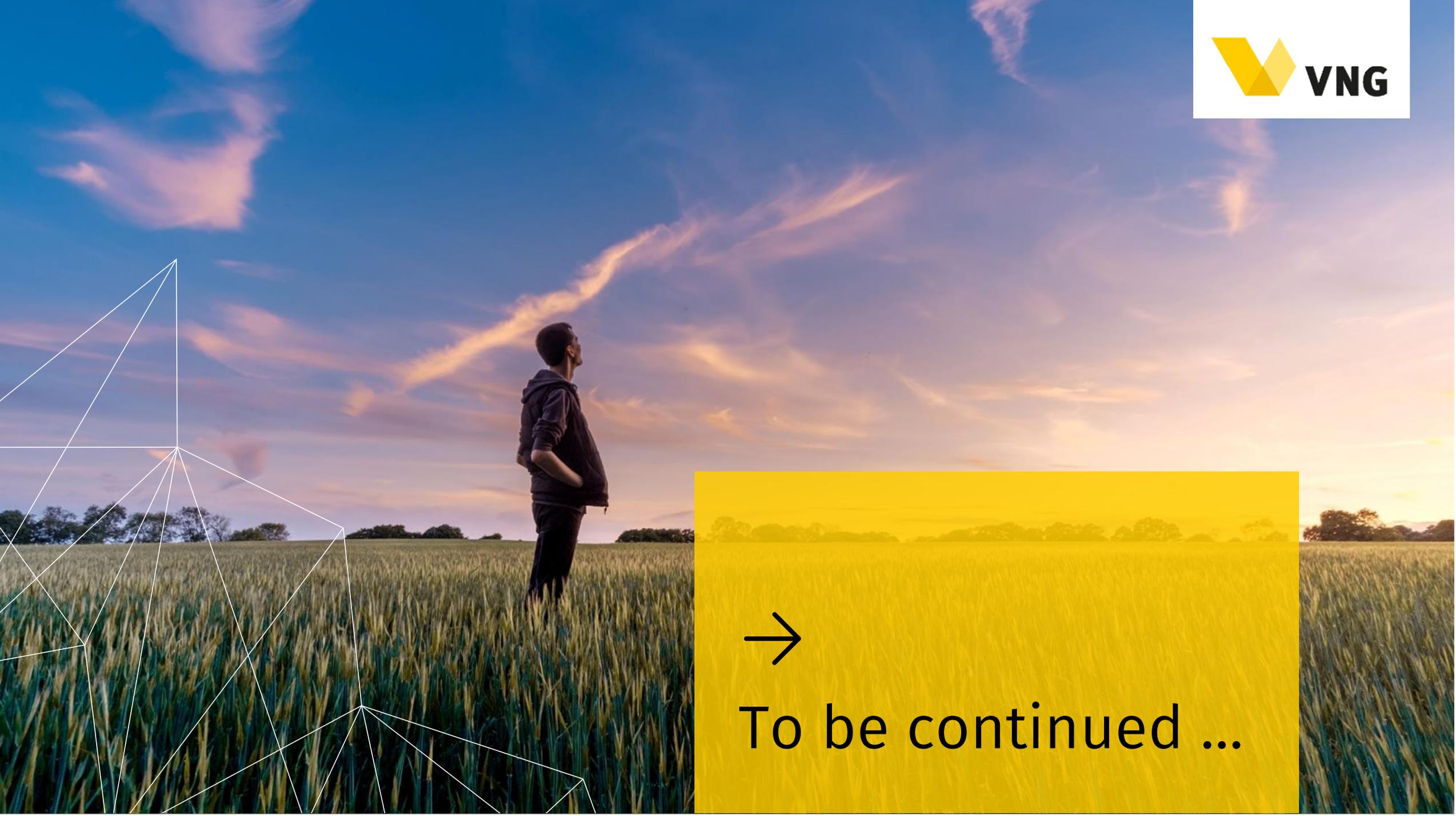
Untertageanlage (UTA)

- Hohlraumvolumen 560.000 m³
 - Umrüstung einer Kaverne, Status: Sole-gefüllt
 - H₂-Speichervolumen ca. 50 Mio. Nm³
 - Arbeitsdruck ca. 30 – 140 bar
-
- Umsetzung im Rahmen von **GO! Speicher (IPCEI)**

AGENDA

- ▶ Grüne Gase @ VNG
- ▶ Wasserstoff im Energiesystem
- ▶ Energiepark Bad Lauchstädt
- ▶ **Fazit und weiterer Forschungsbedarf**

- ▶ Das **Energiesystem der Zukunft braucht „Grüne Moleküle“** und Wasserstoff stellt für viele Endanwendungen eine attraktive Lösungsoption dar
- ▶ Durch die Möglichkeit, große Mengen von Wasserstoff zu speichern sind **H₂-Kavernen ein Eckpfeiler einer versorgungssicheren Energieinfrastruktur** auf Wasserstoff-Basis und für die Energiewende unabdingbar
- ▶ Der **Energiepark Bad Lauchstädt** bildet die gesamte Wertschöpfungskette ab und **integriert den Kavernenspeicher** in Bad Lauchstädt von Beginn an in Kombination mit Erzeugung, Transport und Nutzung des Grünen Wasserstoffs.
- ▶ Es besteht noch eine Reihe an **Forschungsbedarf**, zum Beispiel:
 - ▶ Nachfrageprofil und Saisonalität der Wasserstoffnachfrage
 - ▶ Alternative Energieträger und Speicheroptionen, z.B. Ammoniak
 - ▶ Angebotsdiversifikation
 - ▶ ...



To be continued ...

Philipp Hauser

Referent wissenschaftliche Studien

philipp.hauser@vng.de

www.vng.de

