

# „Energieversorgungskonzepte auf dem Prüfstand“

## 1. Westerwälder Industriekolloquium

**Babett Hanke**  
**Transferstelle Bingen (TSB)**

**Stand: 20.11.2024**

# Vortragsinhalte

Vorstellung TSB und Projekt H<sub>2</sub>TO

Umstellung auf Wasserstoff

- Genereller CO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>-Transformationspfad
- Wie könnte eine mögliche H<sub>2</sub>-Erzeugung aussehen?
- Welche Möglichkeiten des Transports und der Speicherung von Wasserstoff gibt es?
- Welche Förderungen in Bezug auf Wasserstoff gibt es?
- Was ist aus energiewirtschaftlicher Sicht zu beachten?

H<sub>2</sub>TO und KTS:

- Kennzahlen Keramikindustrie in Deutschland
- Wie sieht die derzeitige und zusätzliche Energieversorgung aus?
- Wie sieht eine Energiestrategie bei KTS aus?
- Wie könnte eine mögliche H<sub>2</sub>-Erzeugung bei KTS aussehen?
- Welche Möglichkeiten der externen Versorgung mit Wasserstoff bestehen?

# Projektdaten H<sub>2</sub>TO

## Entwicklung einer innovativen wasserstoffbasierten Ofentechnologie zur Herstellung tonkeramischer Werkstoffe

Fördergeldgeber: BMBF, KlimPro – Industrie

Zeitraumen: 01/2023 – 12/2025

Projektvolumen: 2,8 Mio. €

Inhalt: Das Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer exemplarischen, wasserstoffbasierten Tunnelofentechnologie für feuerfeste Schamotte an einem realen Beispiel. Zum Erreichen einer Klimaneutralen Operation der Anlage wird die Möglichkeit der Einbindung von Anrainerunternehmen, die Implementierung innovativer Rekuperator- und Brennwerttechnik, und die lokale Erzeugung von CO<sub>2</sub> neutralem Wasserstoff erforscht. Mit dem Abschluss der Studie soll die Machbarkeit und Wirtschaftlichkeit einer autonomen Wasserstoffversorgung für den operativen Betrieb hochenergetischer silikatkeramischer Wirtschaftsprozesse eingeordnet werden.

# Projektlauf H<sub>2</sub>TO

## 3 Handlungsstränge:

- **Handlungsstrang A: Entwicklung Energiekonzept**  
Konzeption einer lokalen, dezentralen Erzeugung und Versorgung eines Produktions-Betriebs von keramischer Schamotte mit grünem Wasserstoff unter Berücksichtigung aktueller technologischer Entwicklungen
- **Handlungsstrang B: Entwicklung Tunnelofenkonzept**  
Entwicklung einer umfassenden innovativen Tunnelofentechnologie auf Basis eines kontinuierlichen Fertigungskonzeptes unter Implementierung der Brennwerttechnologie im industriellen Kontext.
- **Handlungsstrang C: Werkstoff- und Rezeptentwicklung**  
Erforschung der Wechselwirkung einer wasserdampfhaltigen Atmosphäre bei der Versinterung keramischer Schamotte sowie passgenaue Entwicklung von Schamotterezepturen für den Wasserstoffbrand.

# Mitwirkende in H<sub>2</sub>TO

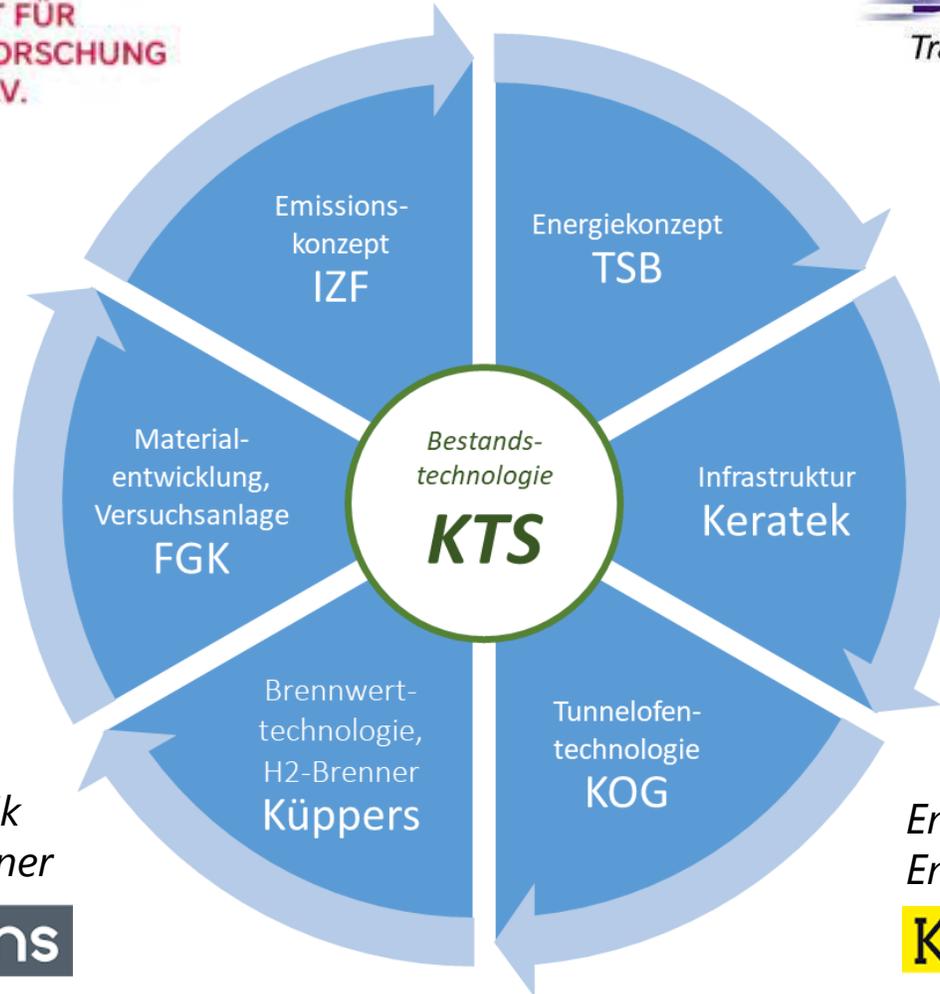


Prüfstand  
Emissionskonzept

Gefüge-Entwicklung, Rezeptur-  
entwicklung, Versuchsbrände



Entwicklung Brennwerttechnik  
Entwicklung Wasserstoffbrenner



Energiekonzept  
H<sub>2</sub> Erzeugung und Versorgung  
LCA

H<sub>2</sub> Infrastruktur  
Wärme- und Stoffströme  
Konstruktion



Entwicklung Tunnelofentechnologie  
Entwicklung Versuchsanlage



# CO<sub>2</sub>-Transformationspfad

EU

Europäisches  
Klimagesetz

DE

Bundes -  
Klimaschutzgesetz

20%-Einsparung

bis 2030

mind. 55%

mind. 65%

bis 2040

mind. 88%

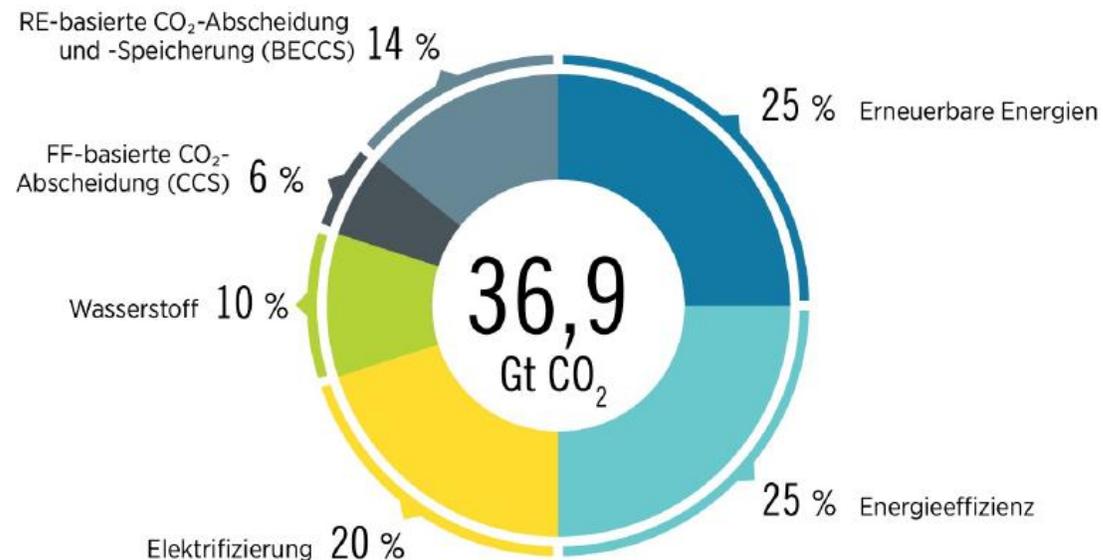
EU-Ziel 2050  
THG-Neutralität

negative THG-Emissionen

DE-Ziel 2045  
THG-Neutralität



Senkung der Emissionen bis  
2050 über sechs technische  
Möglichkeiten



# H<sub>2</sub>-Transformationspfad

## 2023 EU Green Deal Industrial Plan

Strategie für die Transformation von Industrie und Energiesektor

## Stand H<sub>2</sub>-Ausbau 2023

48% der grünen H<sub>2</sub>-Projekte (in Betrieb) in der EU, in DE umgesetzt

### Wasserstoffbezug:

1. Solarenergie südeuropäischer Regionen
2. Offshore-Wind Nord- und Ostsee / Onshore-Wind Osteuropa
3. Wasserstoffimporte aus Ländern außerhalb der EU

### Zielbilder bis 2030:

- Beschleunigter Markthochlauf von Wasserstoff
- heimische Elektrolysekapazität von 5 GW auf >10 GW.
- Restlicher Bedarf durch Importe abgedeckt
- Aufbau leistungsfähige Wasserstoffinfrastruktur (European Hydrogen Backbone)  
→ Erweiterung zu einem Kernnetz bis 2032
- Etablierung von Wasserstoffanwendungen in den Sektoren
- 2030 DE als Leitanbieter für Wasserstofftechnologien
- Schaffung geeigneter Rahmenbedingungen



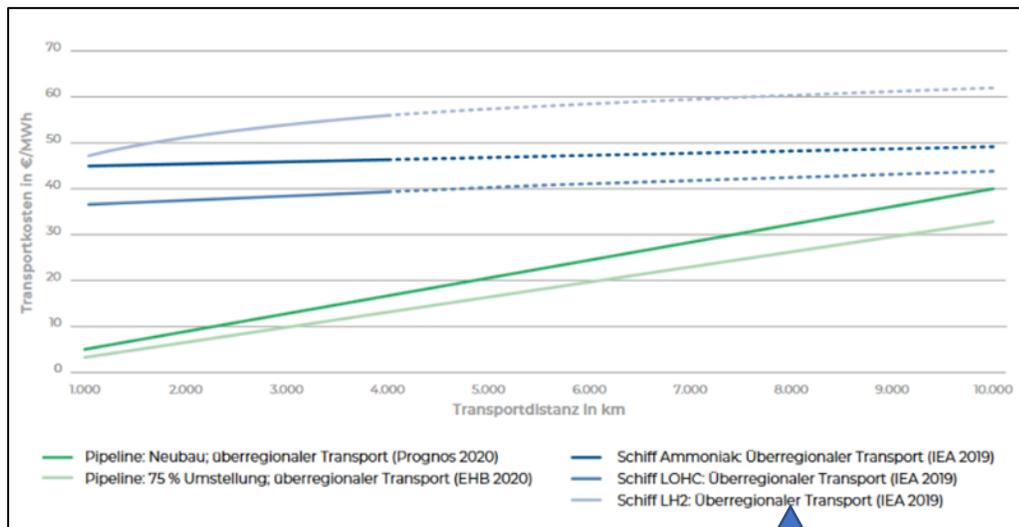
# Wie könnte eine mögliche H<sub>2</sub>-Erzeugung aussehen?

## Vergleich Elektrolysetechnologien für die Erzeugung von H<sub>2</sub> aus erneuerbaren Energien



# Welche Möglichkeiten des Transports und der Speicherung von Wasserstoff gibt es?

Wasserstofftransportkosten ausgewählter Transportoptionen

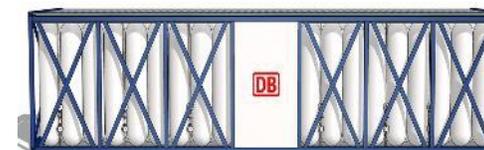


Wasserstofftransport per Pipeline (gasförmig)



LOHC-Transport

Multi Element Gas Container (MEGC)



Wasserstofftransport Hochverdichtet (gasförmig)

Cryo-Container



Wasserstofftransport Verflüssigt (LH2)

Druckgas-Kesselwagen



Ammoniaktransport

Stahl-Kesselwagen



Methanoltransport

# Welche Förderungen in Bezug auf Wasserstoff gibt es?

## ➤ Förderung von Wasserstoffprojekten in der Industrie

- „Förderprogramm Klimaschutzverträge“, abrufbar auf der Homepage des BMWK
- „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“ (GRW) des BMWK
- „H<sub>2</sub>Global-Mechanismus“ der H<sub>2</sub>Global-Stiftung

## ➤ Förderung von Wasserstoffprojekten in der Bereitstellung

- Förderung von Projekten zur Erforschung von grünem Wasserstoff entlang der gesamten Wertstoffkette durch BMBF
- „European Hydrogen Bank“ und „Important Projects of Common European Interest“ der Europäischen-Kommission

## ➤ Förderung von Wasserstoffprojekten in interdisziplinären Sektoren

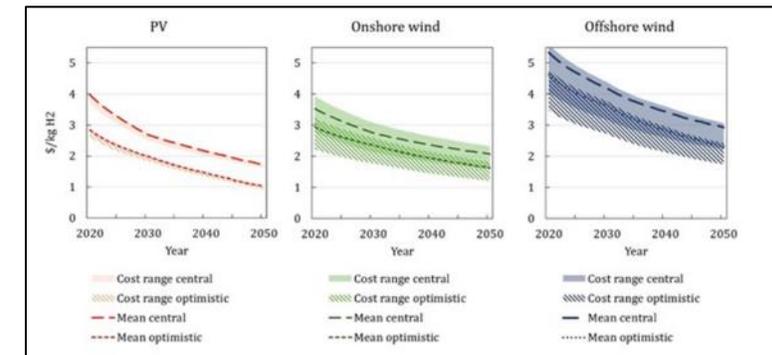
- „EU Innovation Fond“ der Europäischen-Kommission
- „Europäischen Fonds für Regionale Entwicklung“ aus EFRE Mitteln über das Land Rheinland-Pfalz

# Was ist aus energiewirtschaftlicher Sicht zu beachten?

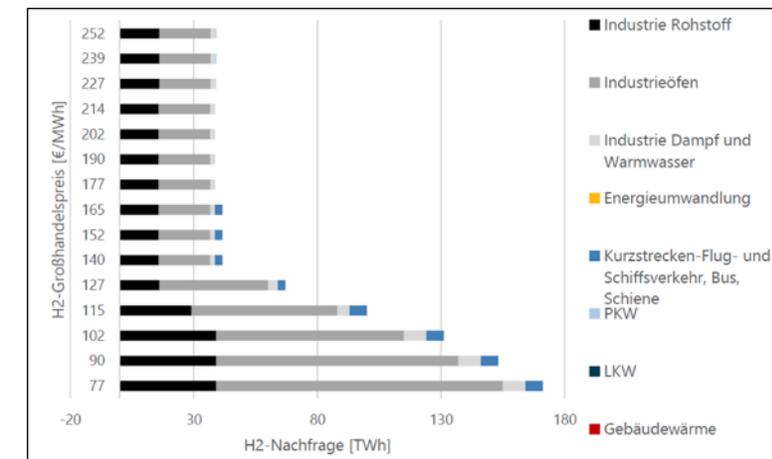
## Energiewirtschaftlicher Hintergrund:

- Bis 2035: Der größte Teil des bereits produzierten Wasserstoffs ist für den Eigenbedarf bestimmt, d. h. der Wasserstoff wird vor Ort produziert und verbraucht. Infolgedessen ist die Preisgestaltung für Wasserstoff sehr lokal begrenzt.
- Nach 2035: Der Wasserstoff wird ähnlich wie Erdgas heute über internationale Grenzen hinweg transportiert werden müssen, über den Seeweg in Form von Ammoniak / LOHC oder über Pipelines.
- Deutschland wird auch langfristig auf Energieimporte, insbesondere in Form von CO<sub>2</sub>-armem Wasserstoff und seinen Folgeprodukten, angewiesen sein.
- Grüner, auf Basis von Strom aus erneuerbaren Energiequellen erzeugter Wasserstoff wird in großen Mengen mittelfristig voraussichtlich nicht wettbewerbsfähig sein. Berechnungen zeigen, daß blauer Wasserstoff bis 2030 auch bei vergleichsweise hohen Gaspreisen günstiger sein wird.
- Produktionskosten von Grünem Wasserstoff variieren stark von Region zu Region: in Deutschland über denen in den global günstigsten Gebieten.
- Langfristig könnte grüner Wasserstoff mit blauem Wasserstoff konkurrieren. Dies trifft insbesondere auf Regionen mit guten Photovoltaikpotenzialen wie Südspanien zu, hängt aber maßgeblich von der weiteren Kostendegression bei erneuerbaren Energien und Elektrolyseuren ab.
- Importe von reinem Wasserstoff nach Deutschland sollten aus wirtschaftlichen Gründen primär aus Europa bzw. europäischen Anrainern stammen, da der Transport – insbesondere per Schiff – kostenintensiv ist.

Vergleich globaler Wasserstoffgestehungskosten anhand von erneuerbaren Energien in „günstigen Ländern“



Preisabhängige Wasserstoffnachfrage in Deutschland 2030



## Energieversorgung bei KTS

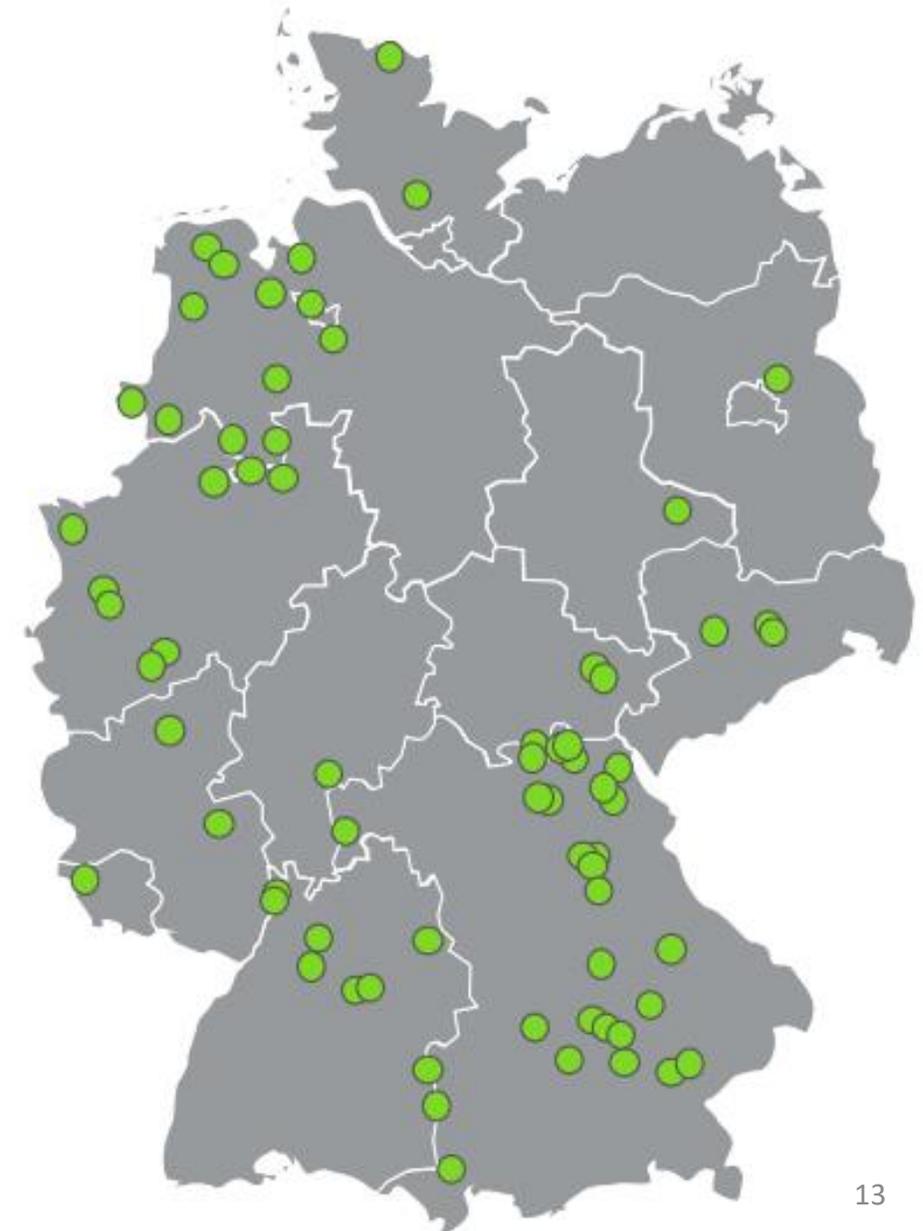


# Kennzahlen Keramikindustrie in Deutschland

---

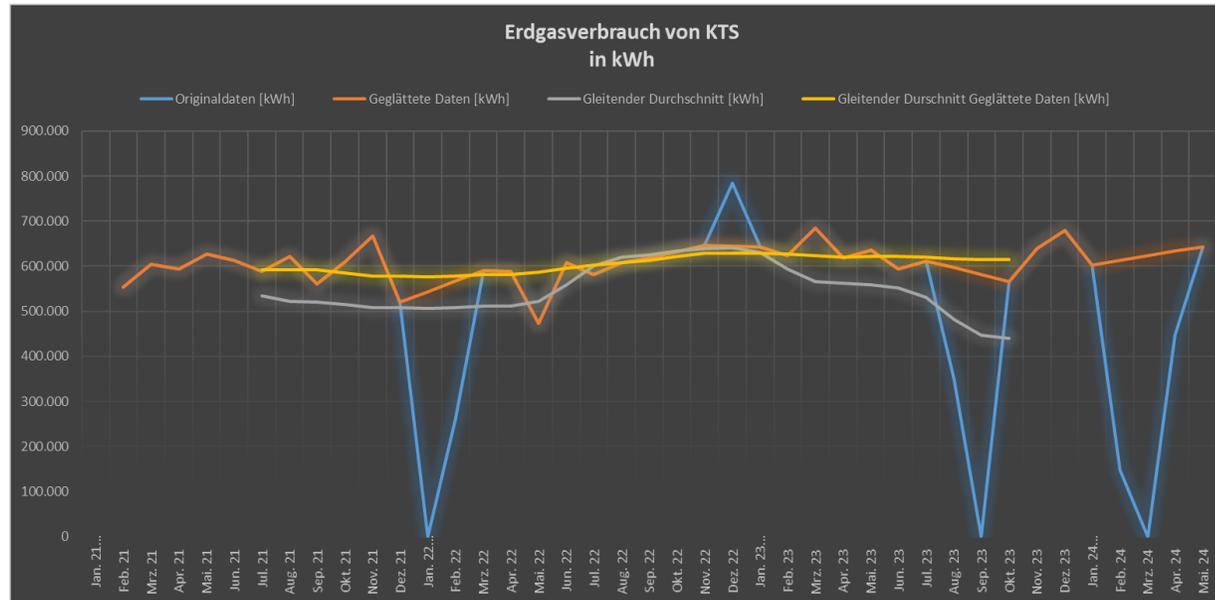
Standorte	294
Beschäftigte	33,452
BWS	2,4 Mrd €
Produktionsmenge	11,2 Mio. t/a
Energieverbrauch ges.	11,4 TWh
Strom	1,4 TWh
Thermische Energie	10 TWh
Erdgas	8,6 TWh
Gesamte CO <sub>2</sub> -Äqui. Emission	3,36 Mio t.

---

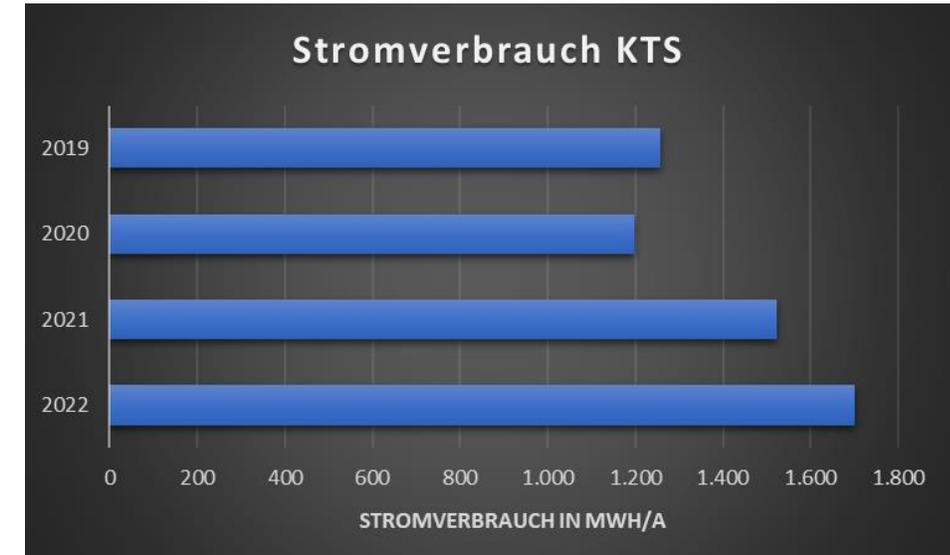


# Wie sieht die derzeitige Energieversorgung aus?

## Erdgas- und Stromverbrauch



Gleitender Durchschnitt im Gasverbrauch des Tunnelofens liegt bei  $\varnothing$  550.000 kWh pro Monat und 6,6 GWh/a. Das entspricht ca. 50 % des **Gesamtgasverbrauchs KTS mit 14,6 GWh/a.**



Auf den Dachflächen der beiden Werkshallen wurden PV-Module mit einer Nennleistung von 2 MW installiert. Inbetriebnahme Mai 2024.

→ **Ca. 2.000 MWh/a Jahresertrag**

# Wie könnte die zusätzliche Energieversorgung aussehen?

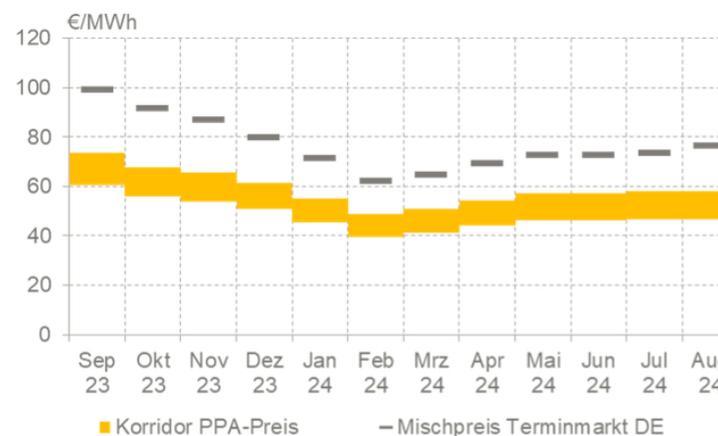
## Erneuerbaren Strom aus Photovoltaik und Windkraft

1. Teil der Freifläche für zusätzliche Stromerzeugung mit PV-Modulen nutzen.  
Z.B.



2. Einkauf von EE-Strom über PPA-Verträge (PV oder Wind)

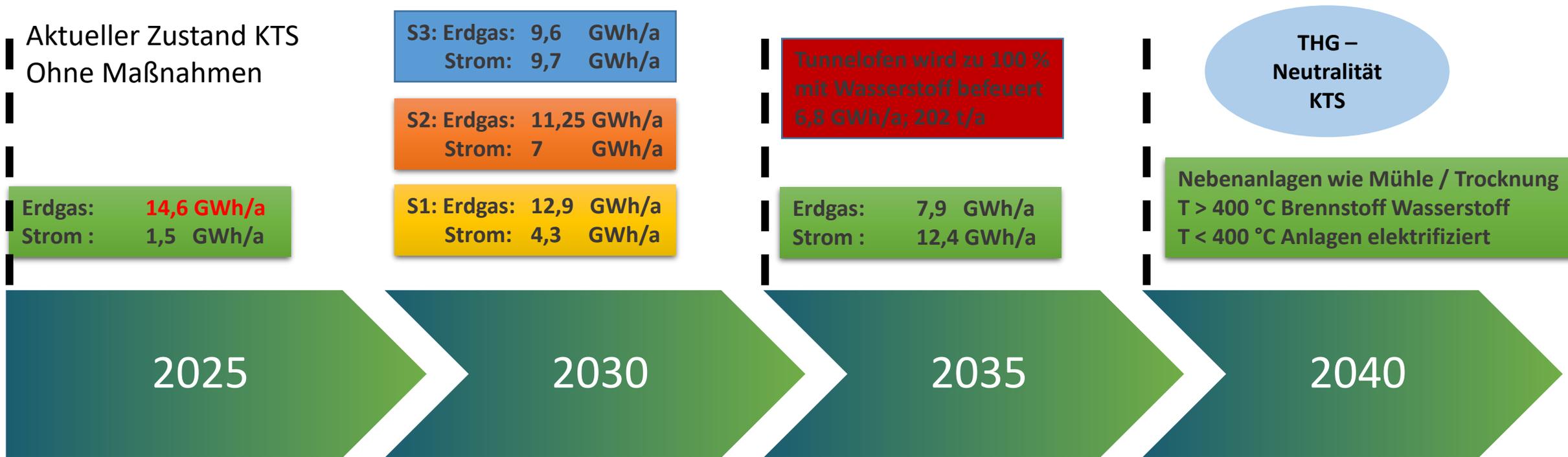
- PPA's: Ein Power Purchase Agreement („Stromkaufvereinbarung“) ist ein oft langfristiger Stromliefervertrag zwischen zwei Parteien. PPA's finden insbesondere bei großen Stromverbrauchern sowie bei geplanten großen Investitionen in den Aufbau oder Weiterbetrieb von Anlagen der Erneuerbaren Energien Anwendung. Sie sind eine Möglichkeit des Grünstromeinkaufs für die Herstellung von grünem Wasserstoff.



10-jährigen Photovoltaik-PPA mit Start im August 2024 bei rund 47 bis 58 Euro pro Megawattstunde

Enervis PPA-Price-Tracker für Photovoltaik mit aktuellen PPA Preisen und Terminmarktpreisen, Stand August 2024

# Wie sieht eine Energiestrategie bei KTS aus?



	Beschreibung	Wasserstoffbedarf	Elektrolyseurverbrauch Strom
<b>Szenario 1</b>	25 % Wasserstoffanteil im TO	1,7 GWh/a ; 51 t/a	2680 MWh
<b>Szenario 2</b>	50 % Wasserstoffanteil im TO	3,4 GWh/a ; 101 t/a	5360 MWh
<b>Szenario 3</b>	75 % Wasserstoffanteil im TO	5,1 GWh/a ; 152 t/a	8040 MWh

Ausbau der eigenen EE zusätzlich zu PPA's zur Reduzierung des CO<sub>2</sub> und für grünen H<sub>2</sub>

# Wie könnte eine mögliche H<sub>2</sub>-Erzeugung bei KTS aussehen?

Erneuerbaren Strom aus größeren Photovoltaik, Windkraft und Biomasse-Anlagen für die Stromerzeugung und Umwandlung in Wasserstoff

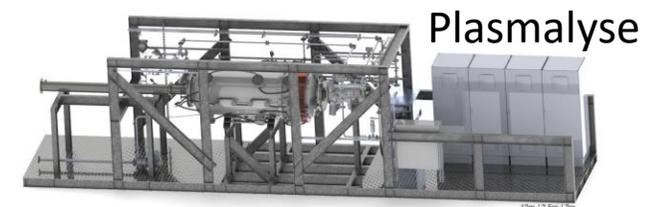
- Alkalische Elektrolyse (für konstante H<sub>2</sub>-Produktion, etabliert, kostengünstigeres Verfahren)
- Proton Exchange Membran (PEM)-Elektrolyse (gut bei Lastwechseln, teureres Verfahren)

➤ Nebenprodukte der H<sub>2</sub>-Erzeugung:

- Sauerstoff: Nutzung für Belüftung der Abwasserreinigung und 4. Reinigungsstufe, für Industrieprozesse
- Wärme: Nutzung auf der Kläranlage, Nutzung in der Nahwärme

Biomasse für die Umwandlung in Wasserstoff

- Reststoff-Thermolyse/-Pyrolyse (Thermisches Verfahren > 850°C, kann ohne Energieeinsatz ablaufen)
- !Ist wegen Nähe zu Kläranlage zu prüfen
- Methan-Plasmalyse (spaltet Methan für H<sub>2</sub>, geringer Strombedarf)







# Vielen Dank

## Kontakt

Babett Hanke  
(06721) 98 424-0  
hanke@tsb-energie.de

Mit Energie für Effizienz und Umwelt  
[www.tsb-energie.de](http://www.tsb-energie.de)