

Energiewende der keramischen Industrie – Wasserstoff als Option?

Sebastian Sänger M.Eng.

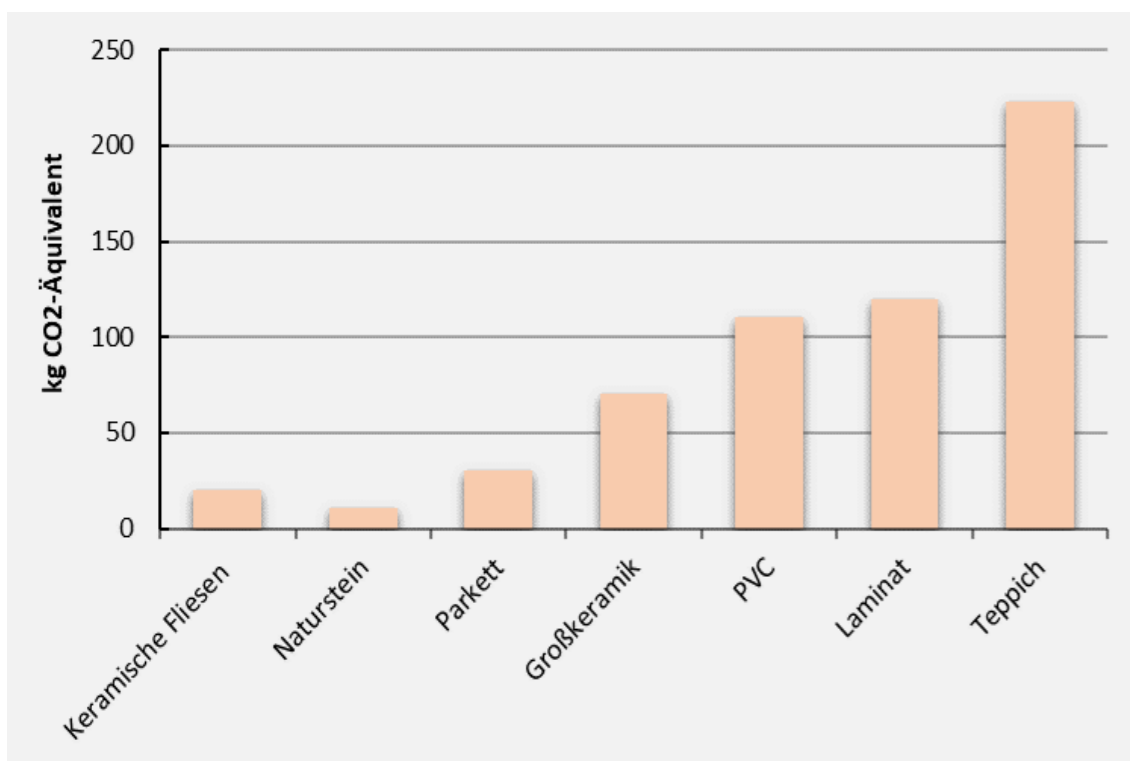
9. PIUS Länderkonferenz

Mainz, 23.05.2023

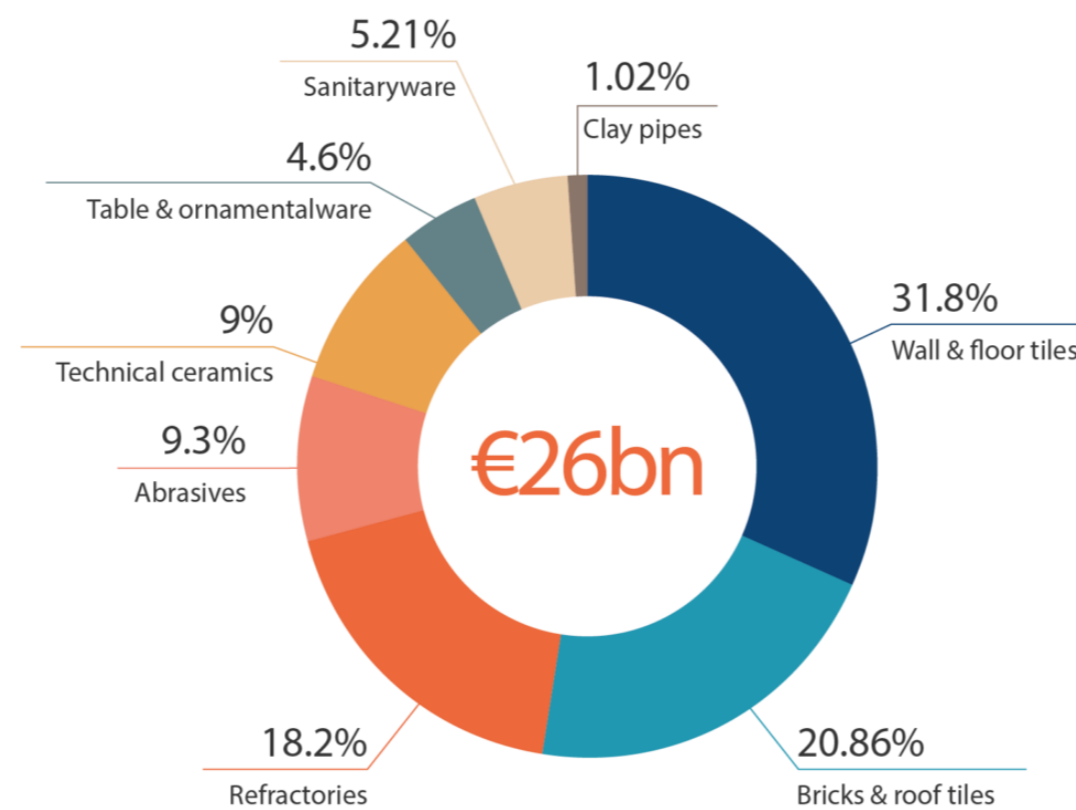


Forschungsinstitut für Glas – Keramik GmbH

www.fgk-keramik.de



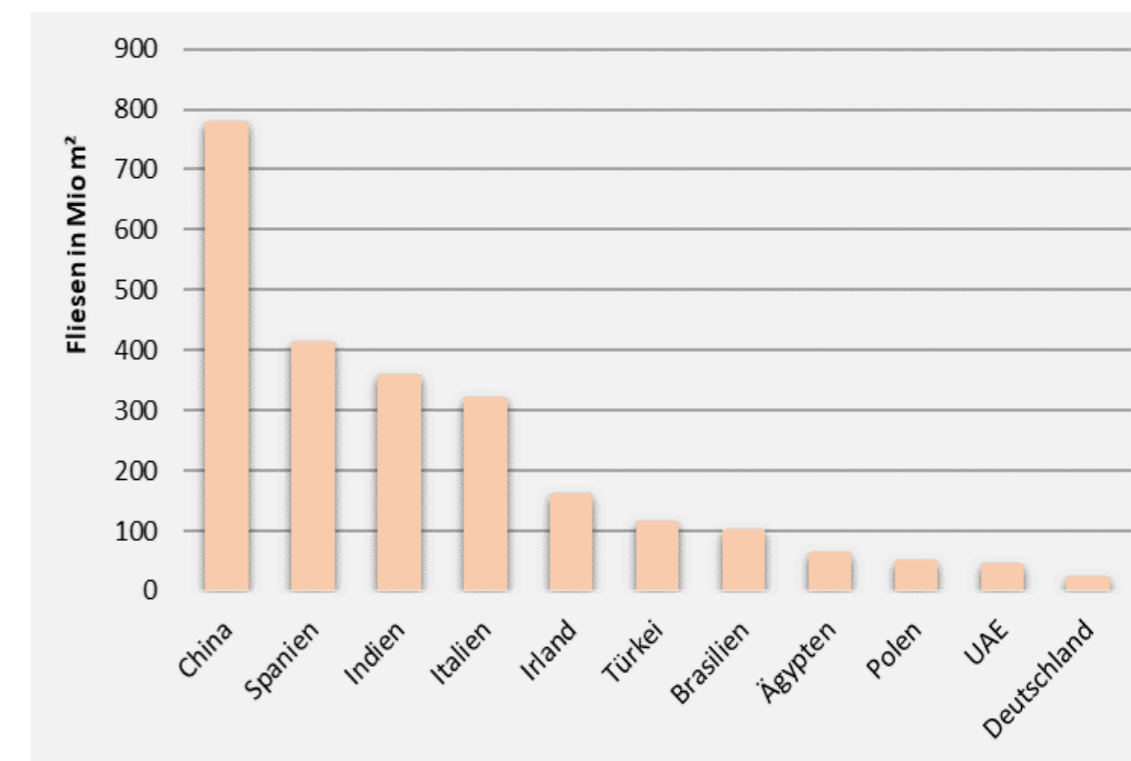
Quelle: DNV-Nachhaltigkeitsstudie, 2018



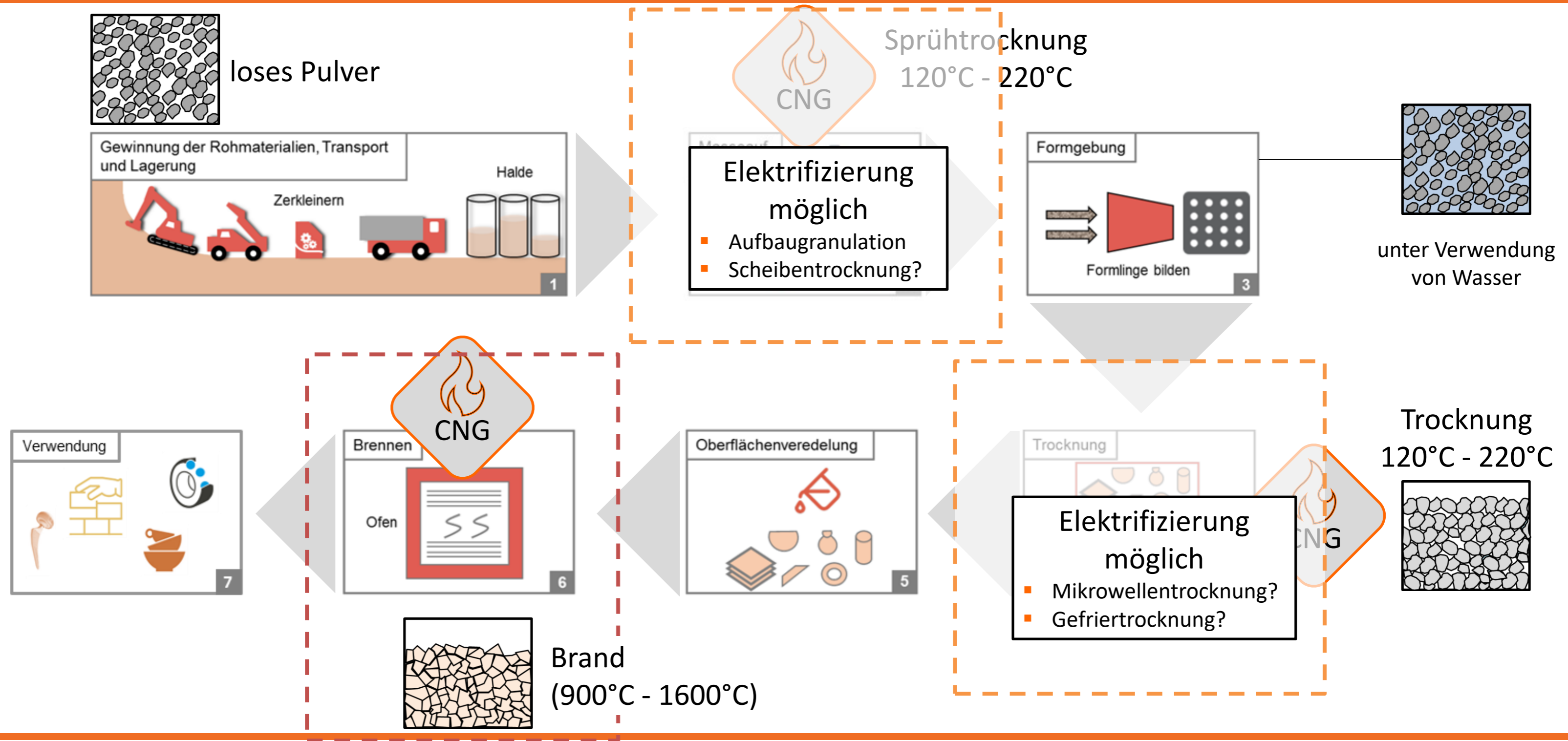
Quelle: Cerame Unie, 2012

	Jahresumsatz:	5,4 Mrd. Euro
	Unternehmen:	260
	Beschäftigte:	32.600
	Exportvolumen:	3,7 Mrd. Euro

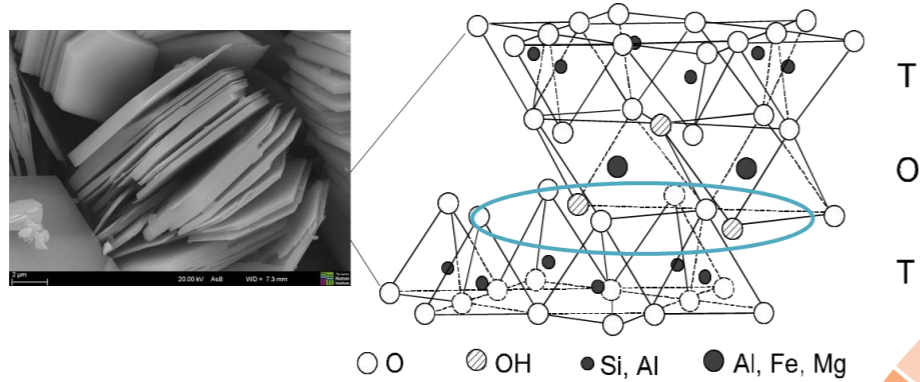
Quelle: CO₂-Emissionsminderung in der Keramikindustrie, 2021



Quelle: Studie zum CO₂-Minderungspotential in der Keramikindustrie, 2022



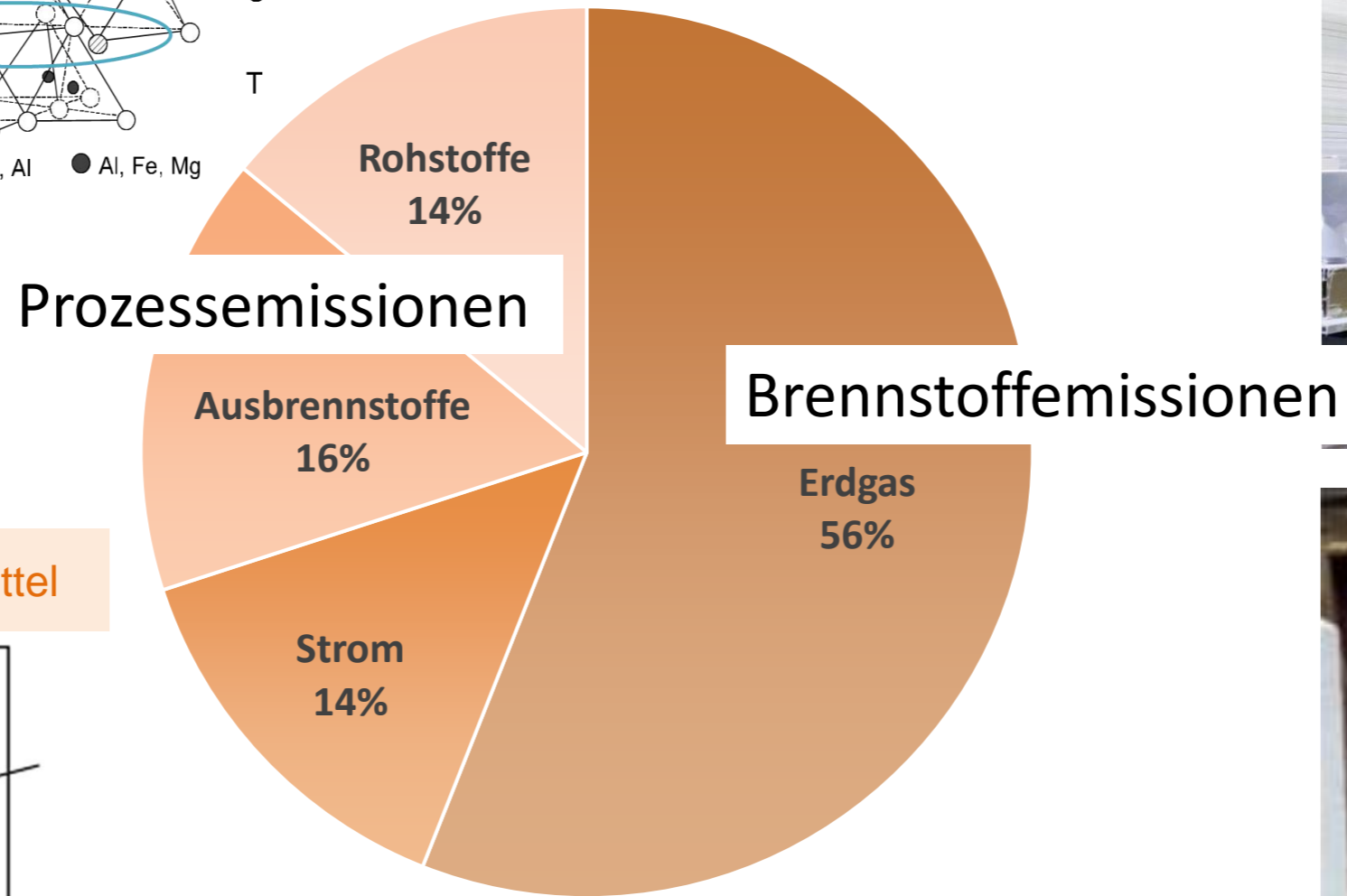
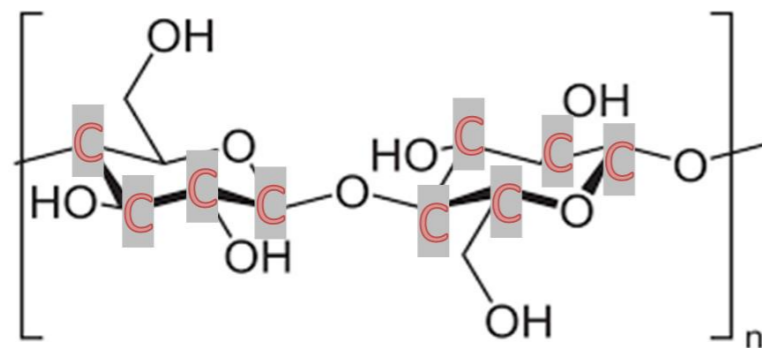
Tonsubstanz



Carbonate (Me(CO₃)) als natürlicher Bestandteil oder Prozessadditiv



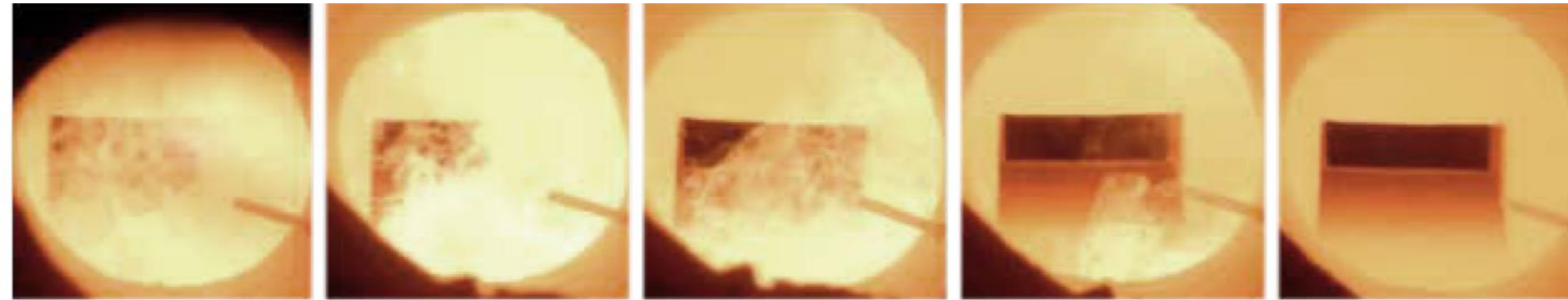
Organische Reste / Prozesshilfsmittel



Quelle: Roadmap für eine treibhausneutrale Ziegelindustrie, 2021



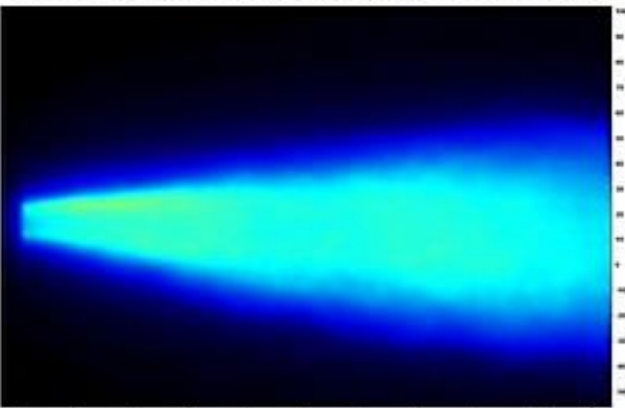
0 % H₂ 10 % H₂ 30 % H₂ 50 % H₂ 100 % H₂



100% Erdgas



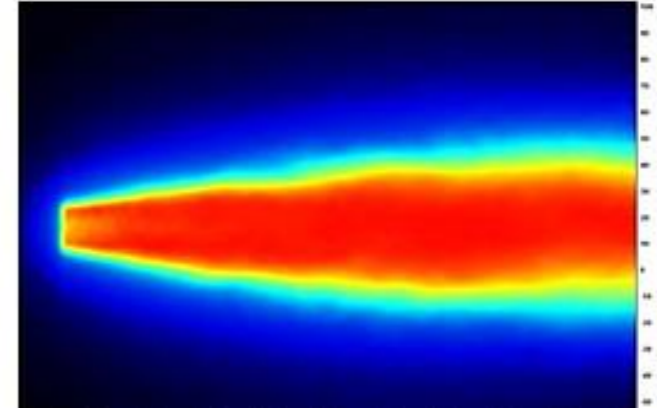
100% Erdgas, OH⁻-Aufnahme der Flamme



100% Wasserstoff

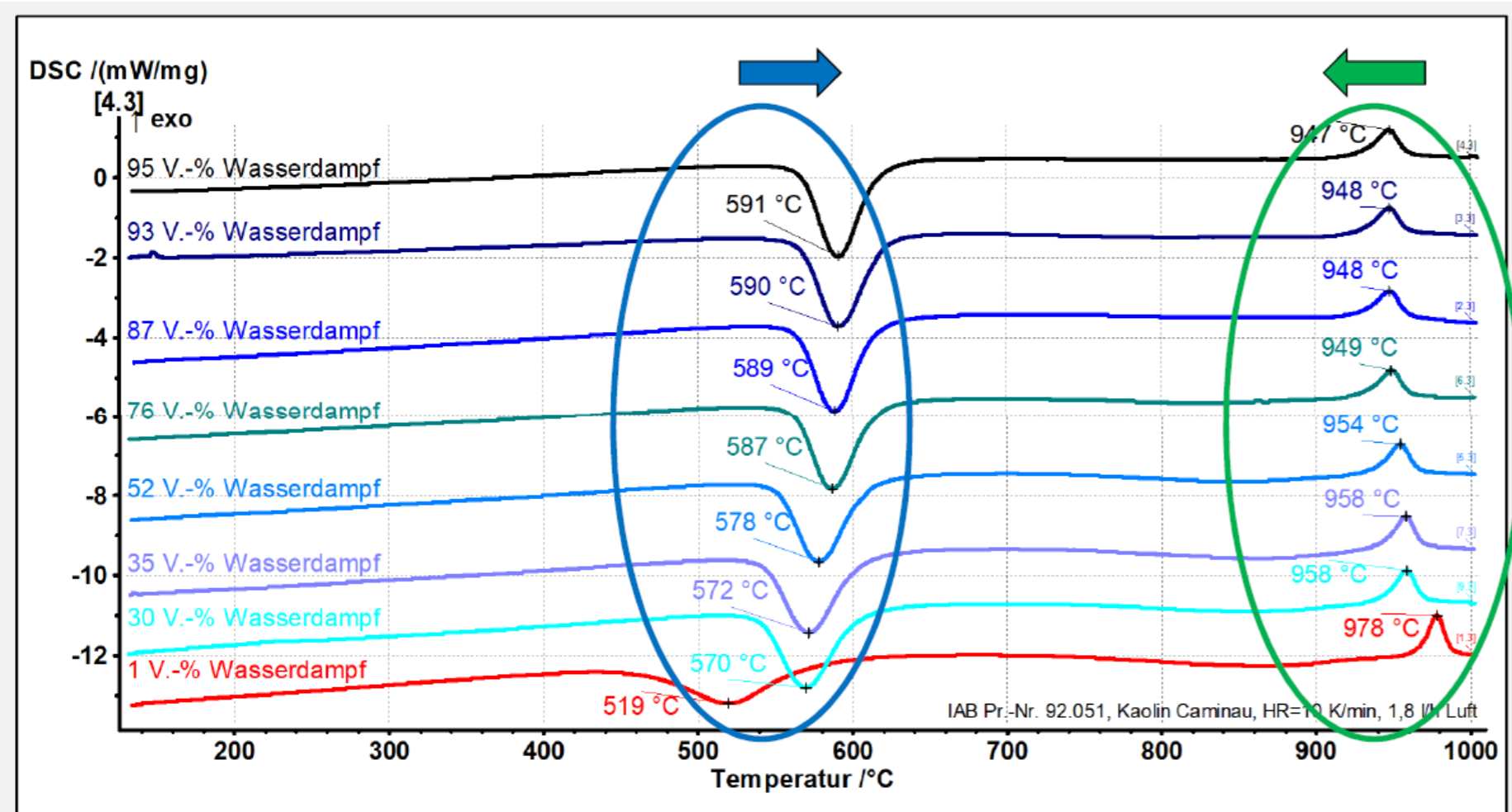


100% H₂, OH⁻-Aufnahme der Flamme

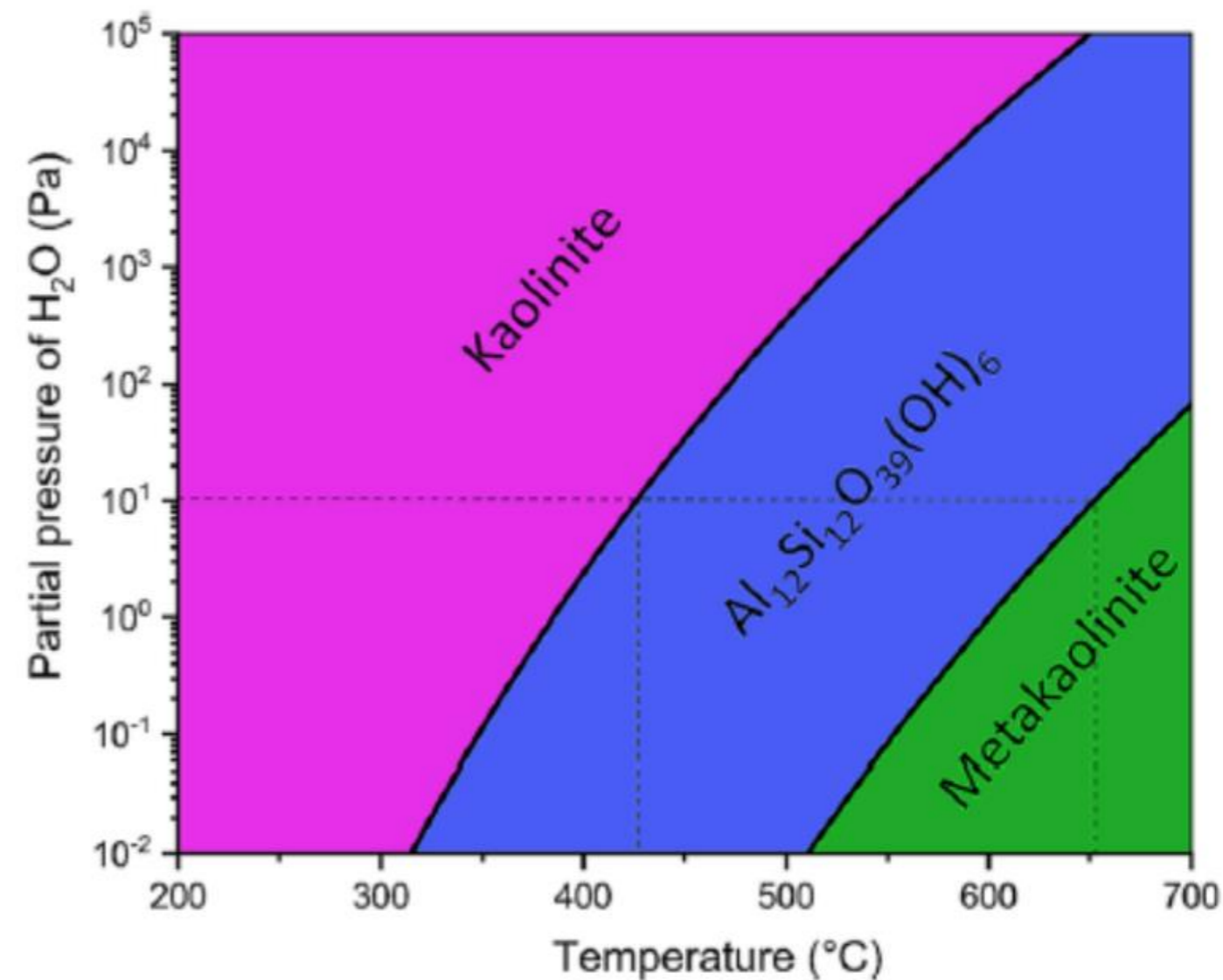


Brennstoff	Erdgas	H ₂	Speichervolumen
Dichte [kg/m ³]	0,75	0,09	
Abgaszusammensetzung	[Vol-%]		Produktqualität Fluorbildung
CO ₂	9,56	0,00	
H ₂ O	18,90	34,71	
N ₂	71,54	65,29	
Heizwert Hu [kWh/m ³]	10,04	3,00	Brennstoffmenge
Brennwert Hs [kWh/m ³]	13,10	3,54	
unterer Wobbeindex [kWh/m ³] (Messgröße)	12,93	11,36	
oberer Wobbeindex [kWh/m ³] (Messgröße)	14,32	13,71	
unter Zündgrenze (Vol-%)	4,98	4,00	Betriebssicherheit
obere Zündgrenze (Vol-%)	14,79	74,20	
adiabate Flammtemperatur T _{ad,F} [°C]	2.057	2.249	NO _x - Bildung
laminare Flammgeschw. [cm/s]	33	255	Prozessparameter H ₂ -Verbrauch

Quelle: GWI Essen



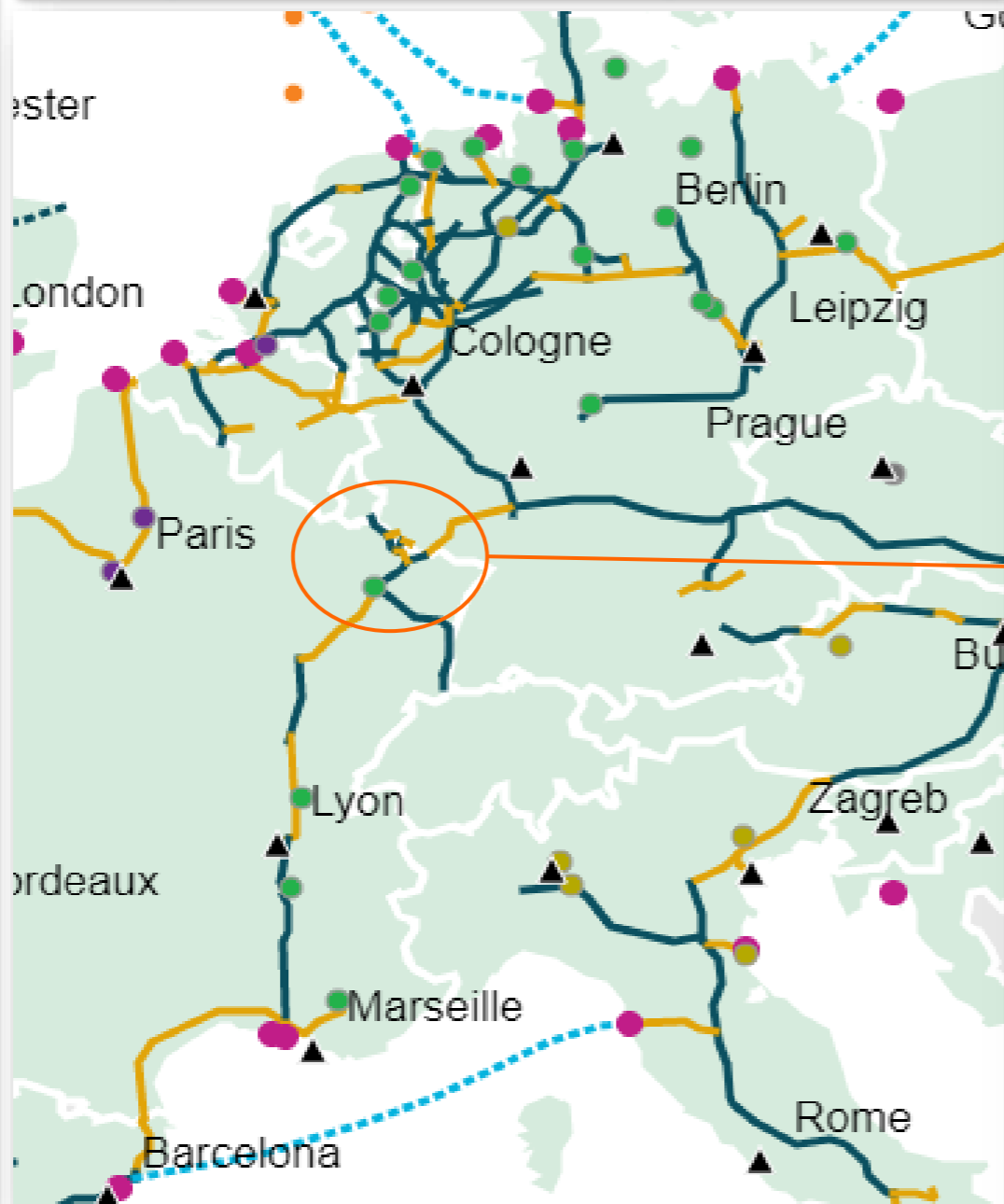
Quelle: Vogt, 2023

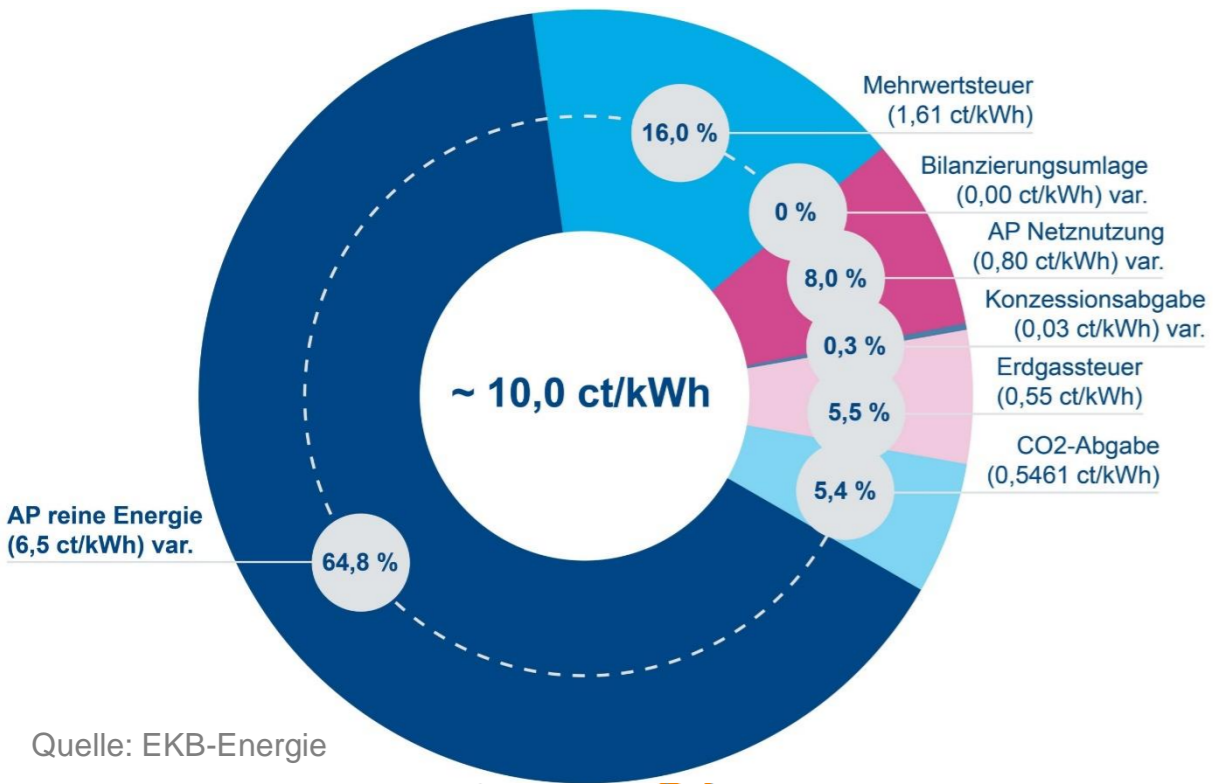


Izadifar et al. (2020) Comprehensive examination of dehydroxylation of kaolinite, disordered kaolinite, and dickite

European hydrogen Backbone (EHB) der Ferngasbetreiber - Umsetzung bis 2030

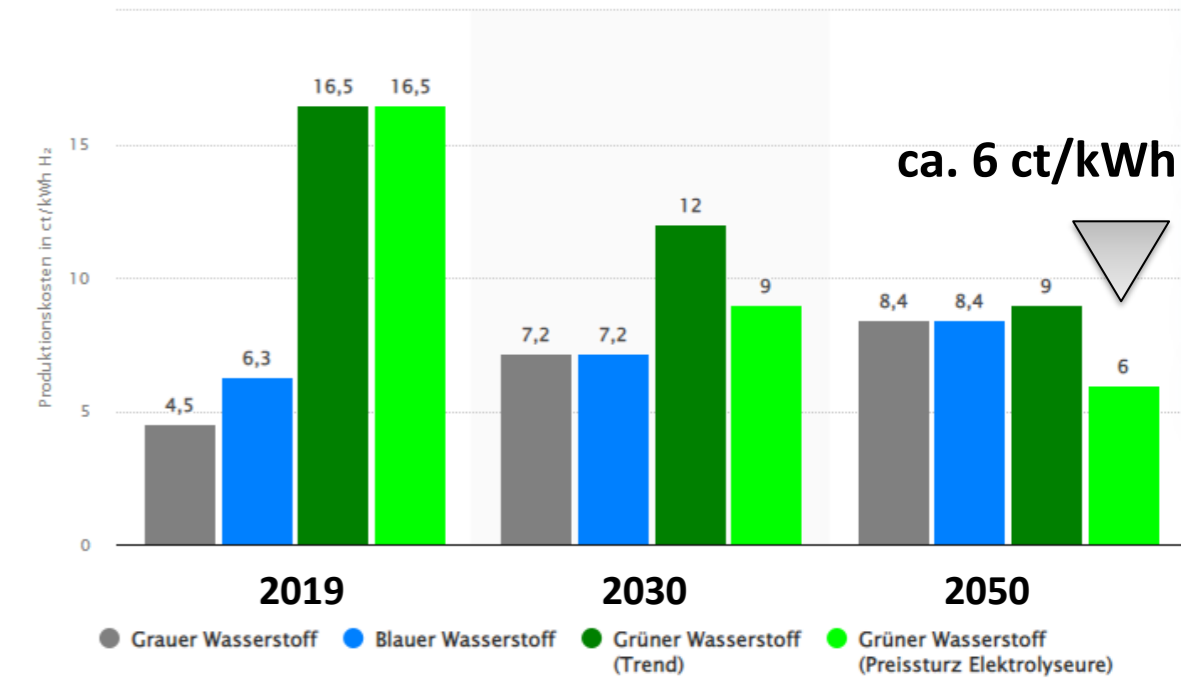
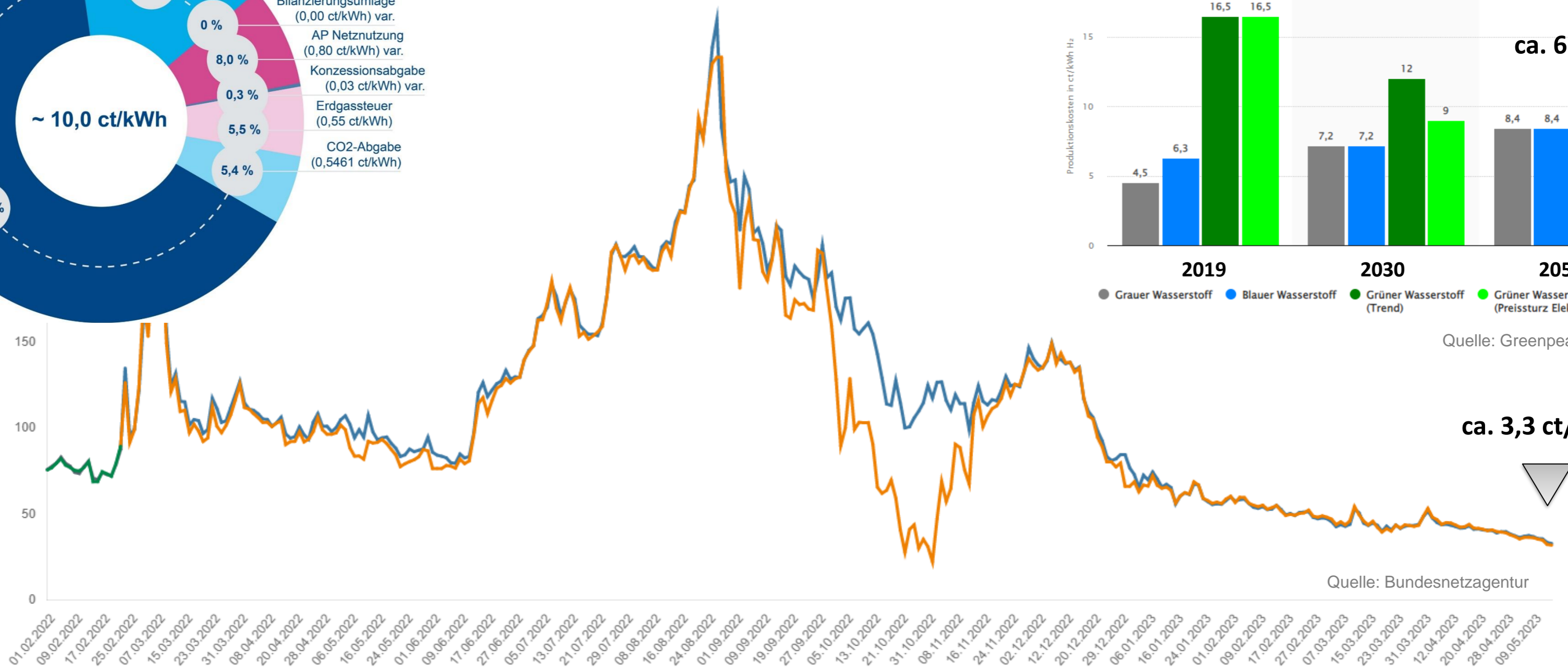
- Ausbau der Grundstruktur soll bis 2030 erfolgt sein
- Umnutzung bestehender Regionalnetze ist noch vollkommen unklar
- Beimischung v. mehr als 20% H₂ in das bestehende Erdgasnetz ist nach DVGW zum Schutz von Bestandsanlagen ohne Umrüstungen nicht möglich





Gaspreise Großhandel in EUR/MWh

● THE Day Ahead Vorkrisenniveau ● THE Future (M+1) Vorkrisenniveau ● THE Day Ahead ● THE



ca. 6 ct/kWh

ca. 3,3 ct/kWh

H₂ Produktion nominal	450 kg/d 210 Nm³/h
Energieverbrauch nominal*	4,8 kWh/Nm ³ H ₂
Elektrische Leistung nominal*	1 MW

Leistungsaufnahme gesamt	96.924.209 kWh/a
Bedarf Erdgas	9.653.806 m ³ /a
Bedarf Wasserstoff im Jahr	32.308.070 m ³ /a
Bedarf Wasserstoff im Jahr	2.904 to/a
Bedarf Wasserstoff in der Stunde	3.688 m³ H₂/h



Eigenschaften	Alkalische Elektrolyse	PEM-Elektrolyse
Investitionskosten	800 – 1.500 €/kW	2.000 – 6.000 €/kW
Wirkungsgrad bezogen auf den oberen Heizwert	67 – 82 %	44 – 86 %
Spezifischer Energieverbrauch	4,0 – 5,0 kWh/Nm ³ H ₂	4,0 – 8,0 kWh/Nm ³ H ₂

Quelle: Dena 2022

GreenH2Ker – Porcelanosa / Iberdrola S.A, ESP (Umsetzung unbekannt, publiziert 04/2021)

Energiewende in der deutschen keramischen Industrie

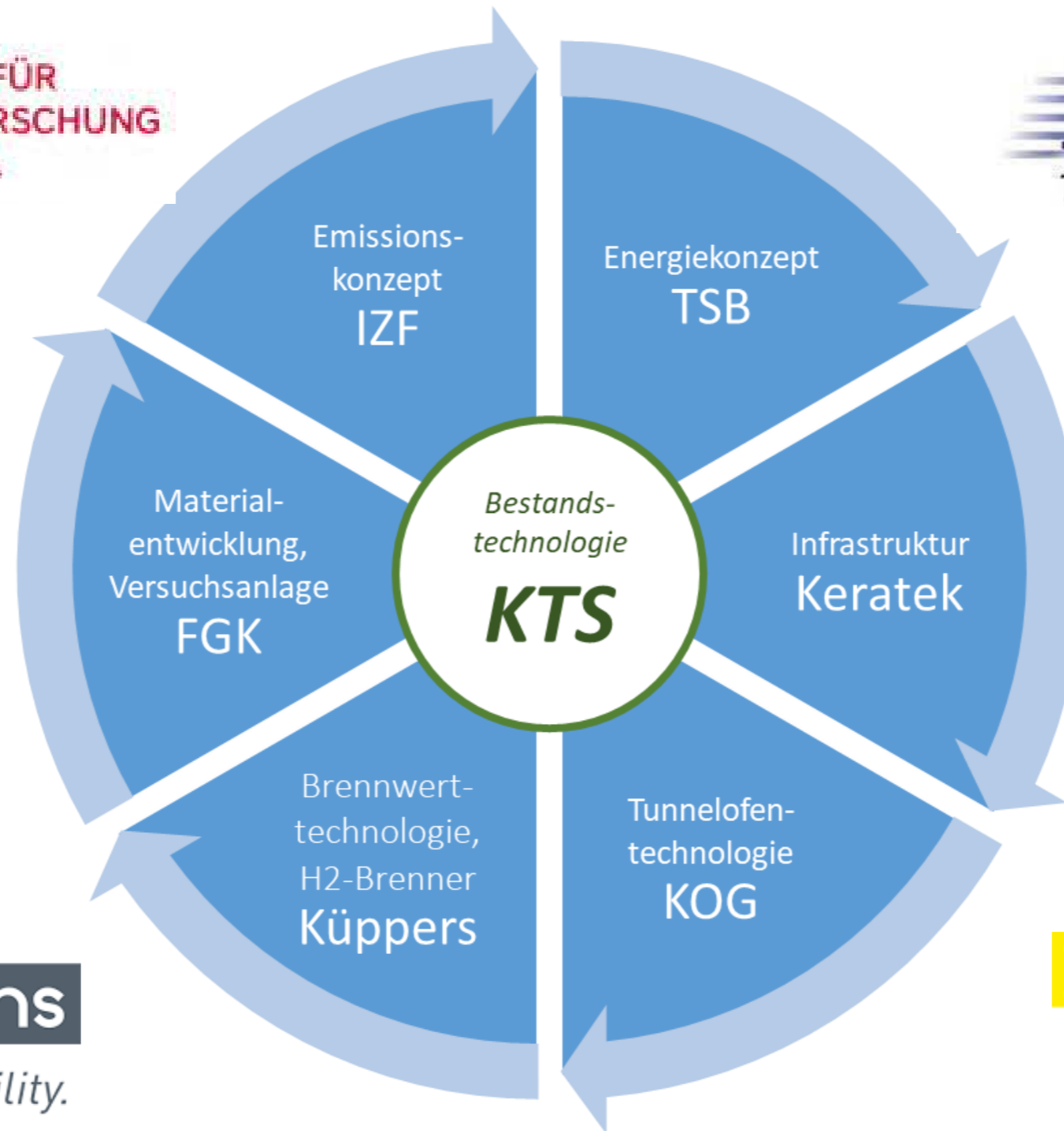
Der Bedarf an grünem Wasserstoff für die Keramikindustrie in Summe bei ca. **1 TWh im Jahr 2030** und bei **2,2 TWh im Jahr 2045**:

- Ziegelindustrie ca. 1,0 TWh (im Jahr 2050)
- Geschirr, Sanitär, technische Keramik und Sonstige voraussichtlich 0,5 TWh
- Feuerfestindustrie ca. bei 0,4 TWh (im Jahr 2045)



Iris Group / SNAM, ITA – Werk in Castellarano (läuft im Teilbetrieb)





Handlungsstrang A: Wasserstofferzeugung

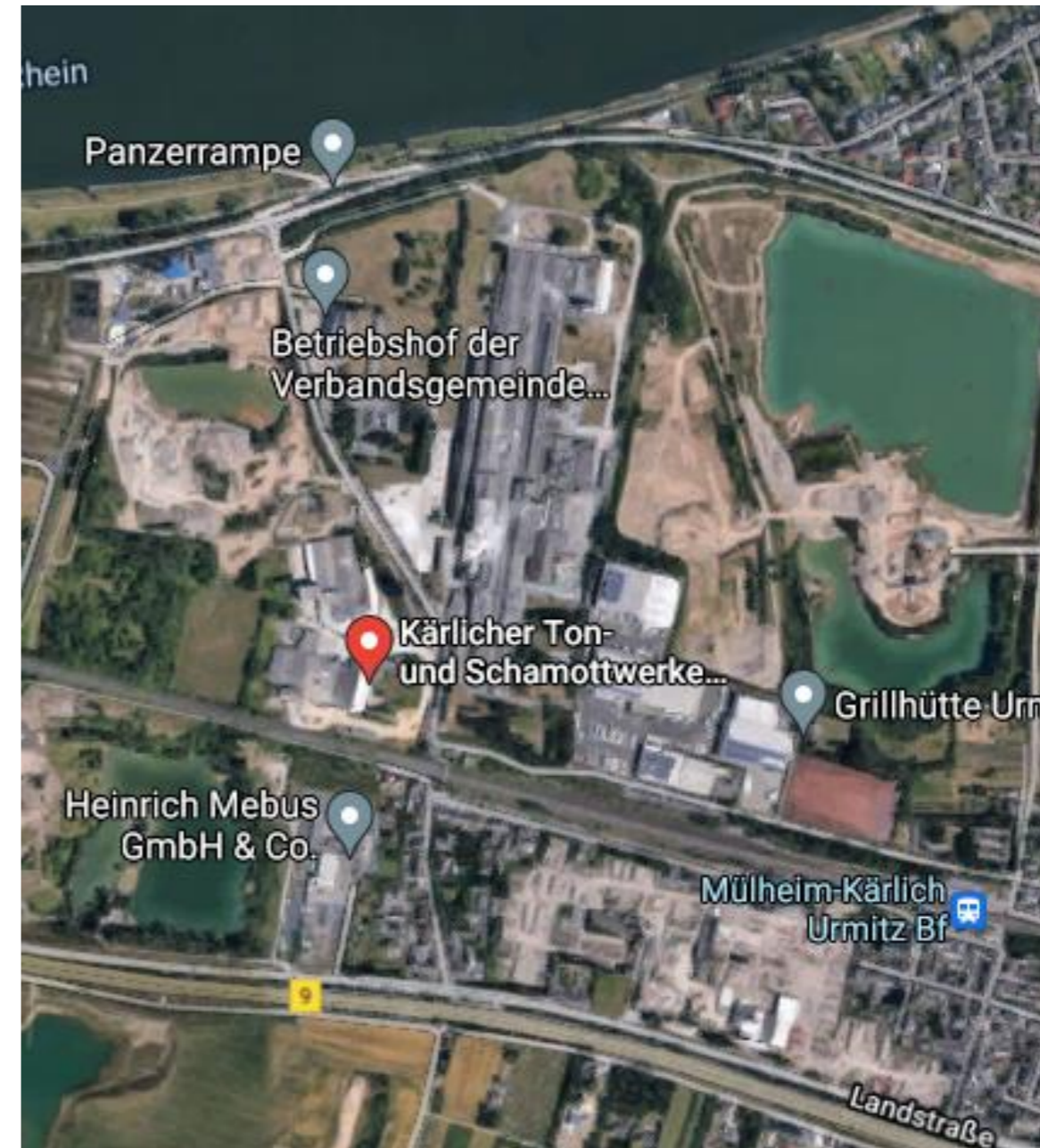
- Nutzung vorhandener Flächenpotentiale
- Ermittlung des Deckungsbeitrages
- Wassermanagement (Rezyklieren, Entsorgung)
- Abwärmekonzept

Handlungsstrang B: Entwicklung Tunnelofenkonzept

- Entwicklung Steuerungskonzept
- Implementierung der Brennwerttechnik
- Bewertung der Koppelprodukte
- Entwicklung eines Emissionskonzeptes

Handlungsstrang C: Werkstoff- und Rezeptentwicklung

- Herstellung Versuchsanlage
- Rohstoffanalytik
- Versuchsbrände, Sinterstudien
- Rezeptentwicklung, -anpassung



KTS-Werk in Mülheim-Kärlich im Rheintal bei Koblenz

Vielen Dank!

Ansprechpartner:

Sebastian Sänger M.Eng.

Projektingenieur Silikatkeramik

Fon: +49 2624 186 25

E-Mail: sebastian.saenger@fgk-keramik.de



Forschungsinstitut für Glas – Keramik GmbH

www.fgk-keramik.de