

**Projekt H₂TO – BMBF,
KlimPro – Industrie**

Entwicklung einer innovativen wasserstoffbasierten Ofentechnologie zur Herstellung tonkeramischer Werkstoffe

Marcel Engels, FGK
Transferstelle Bingen (TSB) in der ITB gGmbH
Projektteam:
Prof. Oliver Türk, Joachim Walter, Babett Hanke

H₂TO – BMBF, KlimPro – Industrie

Entwicklung einer innovativen wasserstoffbasierten Ofentechnologie zur Herstellung tonkeramischer Werkstoffe



Effiziente Nutzung von Wasserstoff in der Glas-, Keramik-, Papier- und NE-Metallindustrie

Ergebnispapier zum NWS-Industriedialog



ABSCHLUSSBERICHT

Wasserstoffstudie mit Roadmap Rheinland-Pfalz



Wie ein italienischer Keramikerhersteller mit grünem Wasserstoff seine Energiekrise lösen will

Von: Christian Wermke
Datum: 22.03.2022 04:00 Uhr
Die Keramikindustrie ist extrem abhängig von Erdgas. Federica Minozzi, Chef der Iris-Gruppe aus Norditalien, will noch in diesem Jahr auf grünen Wasserstoff umsteuern.



Federica Minozzi, Chef der Iris Ceramica will die Versorgung des Unternehmens sukzessive auf 100 Prozent Wasserstoff stellen.

Indonesen. Wer durch die Werkhallen von Iris Ceramica nahe Modena läuft, spürt sofort intensiv die Produktion hier ist: Große Mahltrommeln durchrütteln die Rohmaterialie hohen Zerstäubern entsteht bei 600 Grad Celsius das feine Pulver, aus dem später die fertigen gepresst werden. Am deutlichsten wird das Energielemma am 100 Meter hohen, in dem die fertigen Elemente gebacken werden – bei mehr als 1200 Grad.

vergangenen Jahren zeigt die Energiepreise stark an. Der Gaspreis habe sich damals fast verdoppelt, rechnet Firmenchefin Federica Minozzi vor. Die Auswirkungen des Ukrainekrieges t uppe, einer der größten Keramikproduzenten Italiens, nun unmittelbar.

in Moment der geopolitischen Krise hat der kontinuierliche Anstieg der Energiepreise t igen auf abgeleitete Kosten, etwa beim Transport oder der ohnehin schon schwieriger keit von Rohstoffen“, erklärt die 47-Jährige. Das alles seien Faktoren, die sich auf die Fertigung auswirken würden – nicht nur in der Keramik. „Wir riskieren, grundlegende t he Industriersektoren für unser Land in Schwierigkeiten zu bringen“, sagt Minozzi.

lung in Rom hat bereits reagiert, senkte die Mehrwertsteuer auf Gas und Strom und ste. Besonders energieintensive Unternehmen wie das von Minozzi sollen im erste nen Steuergesetz in Höhe von 20 Prozent des Stromkostenanstiegs bekommen.

Industrie braucht für Investitionen Planungssicherheit

Keramikbranche sucht wegen Energieerzeugung nach Alternativen – Dringender Appell an Politik

von Karin Mauer-Klauer
In Westerbanks. Dieplandende Gas- und Strompreise stellen viele Privatunternehmer vor enorme Investitionsprobleme. „Ich sehe nicht so die beste Zukunft“, sagen die Investoren und“ Gerade die Keramikindustrie, typisch für den Wasserstoff, ist in den Bereichen energieintensiver Branchen. Die Glas- und Keramikindustrie wie die Papier- und NE-Metallindustrie. „Spiegel sind der Preisentwicklung. In der Rheinland-Pfalz sind die Energiepreise in den letzten Monaten um mehr als 100 Prozent gestiegen. Das ist ein Problem für die Industrie.“

„Das Produktionsniveau ist im Vergleich zu den letzten Jahren nicht vornehmlich“, sagt die Geschäftsführerin der dortigen Iris Ceramica. „Wir haben die Mittel nicht so viel, aber wir werden internationalen Konkurrenz“, sagt Minozzi. „Aber Frank Ceramica hat einen Vorteil. Wir sind ein Unternehmen, das sich für die Produktion von Wasserstoff interessiert.“

„Die Situation ist sehr schwierig“, sagt die Geschäftsführerin der dortigen Iris Ceramica. „Wir haben die Mittel nicht so viel, aber wir werden internationalen Konkurrenz“, sagt Minozzi. „Aber Frank Ceramica hat einen Vorteil. Wir sind ein Unternehmen, das sich für die Produktion von Wasserstoff interessiert.“



Die drei Brennpunkte der Keramikindustrie: Gas, Wasserstoff und Strom. Die drei Brennpunkte der Keramikindustrie: Gas, Wasserstoff und Strom. Die drei Brennpunkte der Keramikindustrie: Gas, Wasserstoff und Strom.

„Wir müssen weitere Produktionen im Ausland verlagern“, sagt Minozzi. „Wir müssen weitere Produktionen im Ausland verlagern“, sagt Minozzi. „Wir müssen weitere Produktionen im Ausland verlagern“, sagt Minozzi.“



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

liReInvent

TREIBHAUSGASREDUZIERUNG
IN DER GRUNDSTOFFINDUSTRIE

Im Rahmen der Fördermaßnahme „Vermeidung von klimarelevanten Prozessemissionen in der Industrie - KlimPro-Industrie“

- Zielstellung der Bundesregierung im Klimaschutzplan: Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045.
- Vermeidung „direkter“ Emissionen von klimarelevanten Gasen mit Hilfe innovativer Technologien mittels Carbon Direct Avoidance (CDA) Ansätzen.
- Erhalt des wirtschaftlichen Erfolges und die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie
- Fokus auf dem Umsetzungspotenzial zur nachhaltig Klimawirksamkeit (Einsatzfähigkeit, benötigte Infrastruktur, Wirtschaftlichkeit im Wettbewerb)



Energiewende in der keramischen Industrie

Dekarbonisierung der keramischen Industrie, durch:

- lokale, dezentralen Erzeugung von und Versorgung eines Produktionsbetriebes von keramischer Schamotte mit grünem Wasserstoff
- Umstellung der Produktionsanlagen (Tunnelofen) auf die Verwendung von grünem Wasserstoff
- Berücksichtigung aktueller technologischer Entwicklungen

Quelle: „Effiziente Nutzung von Wasserstoff in der Glas-, Keramik-, Papier- und NE-Metallindustrie“, Ergebnispapier zum NWS-Industriedialog, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Juni 2022



Energiewende in der keramischen Industrie

Herausforderungen:

- Wasserstoffverfügbarkeit (lokal oder Netzanschluss)
- Flammsteuerung: erhöhte Flammgeschwindigkeit und –Temperaturen beim Einsatz von Wasserstoff
- Ofensteuerung und Abgasthematik
- Korrosionsbeständigkeit der Ofenauskleidungen, Abgasrohre
- Wechselwirkungen mit dem Produkt, die sich u. a. auf die Produktfarbe/Ästhetik der Oberfläche auswirken können

Quelle: „Effiziente Nutzung von Wasserstoff in der Glas-, Keramik-, Papier- und NE-Metallindustrie“, Ergebnispapier zum NWS-Industriedialog, Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), Juni 2022

H₂TO – BMBF, KlimPro – Industrie

Entwicklung einer innovativen wasserstoffbasierten Ofentechnologie zur Herstellung tonkeramischer Werkstoffe



Projektpartner:

KTS Kärlicher Ton- und Schamottewerke Mannheim & Co. KG, Mülheim-Kärlich



Forschungsinstitut für Glas | Keramik GmbH, Höhr-Grenzhausen



Institut für Ziegelforschung e.V., Essen

Transferstelle Bingen (TSB), Geschäftsbereich des ITB – Institut für Innovation, Transfer und Beratung gGmbH, Bingen



KERATEK GmbH, Bad Essen



Keramischer OFENBAU GmbH, Hildesheim



Kueppers Solutions GmbH, Gelsenkirchen



H₂TO – BMBF, KlimPro – Industrie

Entwicklung einer innovativen wasserstoffbasierten Ofentechnologie zur Herstellung tonkeramischer Werkstoffe



Transferstelle Bingen (TSB), Geschäftsbereich des ITB – Institut für Innovation, Transfer und Beratung gGmbH, Bingen

Einsatz innovativer Technologien und Etablierung am Markt durch Wissenstransfer

- Erfüllung der Anforderungen und Fragestellungen der politischen Rahmenbedingungen zu Energieeffizienz und Klimaschutz durch neue Technologien
- Mitgestaltung der effizienten und ökologischen Energieversorgung der Zukunft in den Bereichen:
 - Biogene Werkstoffe
 - Energiedesign, Energiespeicherung und Flexibilität und Energiestrategie in Industrie und Gewerbe
 - Klimaschutzkonzepte, Ökobilanz und Ressourceneffizienz
 - Märkte für virtuelle Kraftwerke
 - Nachhaltige Mobilität
 - Zukunftsinitiative Smart-Grids Rheinland-Pfalz
- Kompetenzen: Energieberatung und –konzepte, wissenschaftliche Begleitung, Potenzialstudien und Gutachten, Energiewirtschaftliche Optimierungen, Forschung und Entwicklung dezentraler Energiesysteme

KTS Kärlicher Ton- und Schamottewerke Mannheim & Co. KG, Mülheim-Kärlich

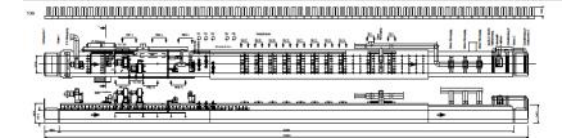
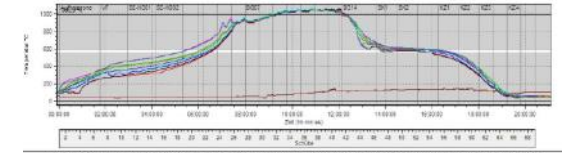
- **Haupttätigkeiten: Tonbergbau („Tongrube“)** und **Rohstoffveredlung** (Produktionswerk für silikatische/mineralische Rohstoffe v.a. Ton)
- **Jährliche Produktion ca. 50.000 t veredelter Werkstoffe/Rohstoffe** für Schamotten, Trockenmassen, Bau-/ Formteile für die keramische Industrie, Gießerei-Hilfsstoffe (z. B. Schichten für Stahlguss), Lohndienstleistungen, Spezialbaustoffe
- **Wesentliche Energieverbraucher:** Bergbaumaschinen, Radlader und Gabelstapler, Gebläse und Druckluftherzeugung, Tonmahlwerkanlage, Aufbereitungsanlage (Eirich-Mischer, Presse, Siloanlage), Tunnelofen-anlage
- **Jahresgesamtenergiebedarf (2022):** rd. 17 Mio. kWh
 - Erdgas ca. 14,4 Mio. kWh (davon TO 44 %, TM 55 %)
 - Strom ca. 1,7 Mio. kWh (davon TO 33 %, TM 60 %)
 - Diesel ca. 100.000 Liter / ~ 1 Mio. kWh (davon Grube 65 %, Werk insg. 35 %)



KERA TEK GmbH, Bad Essen

Ingenieurbüro für Keramikanlagenbau und Projektmanagement

- Entwicklung und Vertrieb innovativer Konzepte und Technologien für die Baustoffindustrie
- Energetische und verfahrenstechnische Optimierung von Tunnelöfen und Trocknern in Ziegelwerken, Spezialisierung auf Hochtemperatur-Umwälzanlagen bis 900° C
- Verfahrens- und prozesstechnisches Know-how im Umgang mit verschiedenen festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen und den während des Brennprozesses in Tunnelöfen entstehenden Gasen
- Messung, Auswertung und Bewertung der Mengen- und Massenströme in bestehenden Produktionsanlagen



Keramischer OFENBAU GmbH, Hildesheim

Design, Bau und Entwicklung von Ofenanlagen für die keramische Industrie

- Neubau von Rollen-, Herdwagen- und Tunnelöfen
- Fachgerechte Optimierungs- und Umstellungsberatung bei der Aufrüstung bestehender Ofenanlagen
- Anwendungsbereiche: Technische Keramik, Baukeramik, Sanitärkeramik und hochwertige Geschirr
- Lokale und globale Partnerschaften mit Kunden, Zulieferern, anderen Anlagebauern und Instituten in >50 Ländern
- Bis zu 50% Energieeinsparung durch Optimierung des Brennvorgangs mit dem EnerVit-System
- Ziel ist Energie mit Vernunft einzusetzen und mit Ressourcen schonend umzugehen

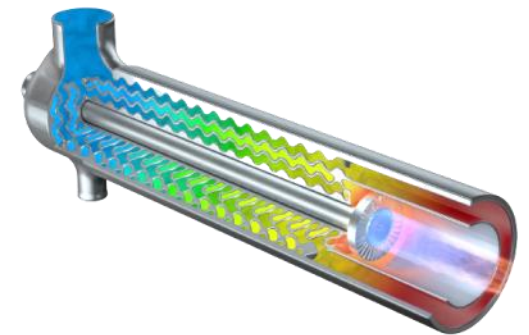
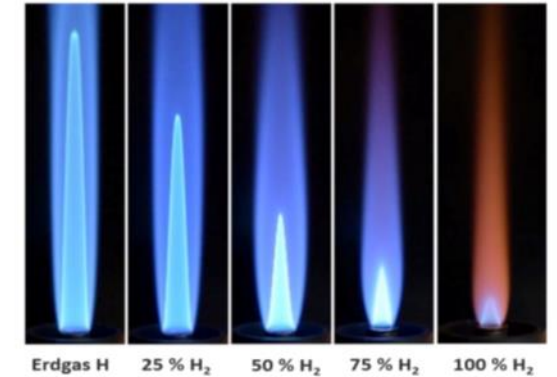


Kueppers Solutions GmbH, Dortmund

Brennertechnologie

Neuentwicklung innovativer Industriebrenner

- Technologiezulieferunternehmen, spezialisiert auf 3D-gedruckte Hochtemperaturteile zur Nachhaltige Emissions- und Energiebedarfsreduzierung bei Industriebrennern
- Kundenspezifische Fertigung innovativer Brennersysteme zur Bereitstellung von Prozesswärme in unterschiedlichsten Branchen. (Stahl, Chemie, Lebensmittel, Textil, etc.)
- Themen-Schwerpunkte:
 - Schadstoff-Reduzierung
 - CH₄/H₂-Mischbetrieb
 - Wärmerückgewinnung

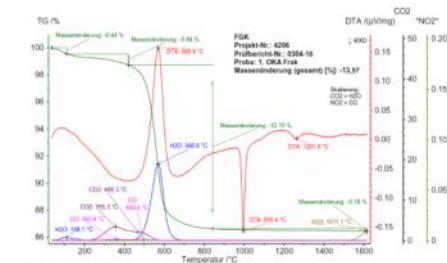


Zentrales Unternehmensziel: Durch innovative Neuentwicklungen die Energiewende befeuern.

Forschungsinstitut für Glas | Keramik GmbH, Höhr-Grenzhausen

Forschung und Entwicklung, Beratung für

- **Silikatkeramik** Prozesstechnologie, Prozessstabilität, Rohstoffforschung, Charakterisierung von Verfahrenseigenschaften, Ressourceneffizienz, Qualitätskontrolle
- **Funktionskeramik und Strukturkeramik** Pulversynthese, Funktionsmaterialien, Prozess- und Anwendungstechnik, Photokatalyse, Werkstoffdesign, Mechanische Prüfungen, Prozessentwicklung, Schadensanalytik
- **Additive Technologien** Vat Photo-polymerization, Material Extrusion, Konstruktion, Simulation, Reverse Engineering
- **Materialprüfung** Akkreditiertes Prüflabor (DIN EN ISO 17025) Rohstoff - und Materialprüfung, Keramische Eignung, Prozessbegleitende Prüfungen, Oberflächenanalytik, Produktionswässer und Reststoffe Analytik, Entwicklung von Prüf- und Bewertungsverfahren (SWeRF, Photokatalyse, Rutschhemmung, u.a.)



Institut für Ziegelforschung e.V., Essen

Forschungsstelle für die Ziegelindustrie

Brücke zwischen Grundlagenforschung und wirtschaftlicher Anwendung



- **Akkreditierte Materialprüfstelle** als 100 % Tochter
- **Mitglied in Netzwerk Greentech.Ruhr und Cluster Dekarbonisierung der Industrie**
- **Forschung**
 - Produkteigenschaften - Festigkeiten, Frostbeständigkeit,...
 - Bauphysikalische Eigenschaften – Schall, Wärmedämmung, ...
 - Rohstoffmodifizierung - Einsatz Recyclingmaterial, Porosierungsrohstoffe,...
 - Verfahrenstechnik - Trocknung, Brennprozess, Energieeffizienz, Umwelt...
- **Beratung und Dienstleistung**
 - Alternative Rohstoffe und Additive,
 - Trockner und Ofenmessungen und -Optimierungen
 - CO₂ Emissionshandel und Energiemanagement
 - Förderberatung
- **Seminare und Gutachten**



Ineinandergreifende Handlungsstränge

a. Entwicklung Energiekonzept

TSB

(Energieversorgung & -erzeugung
Wasserstoffherstellung & -speicherung)

b. Entwicklung Tunnelofentechnologie

Keratec, KOG, Kueppers, IZF

(Neuentwicklung Ofentechnologie
Implementierung Brennwerttechnologie)

c. Werkstoffentwicklung und Rezeptanpassung

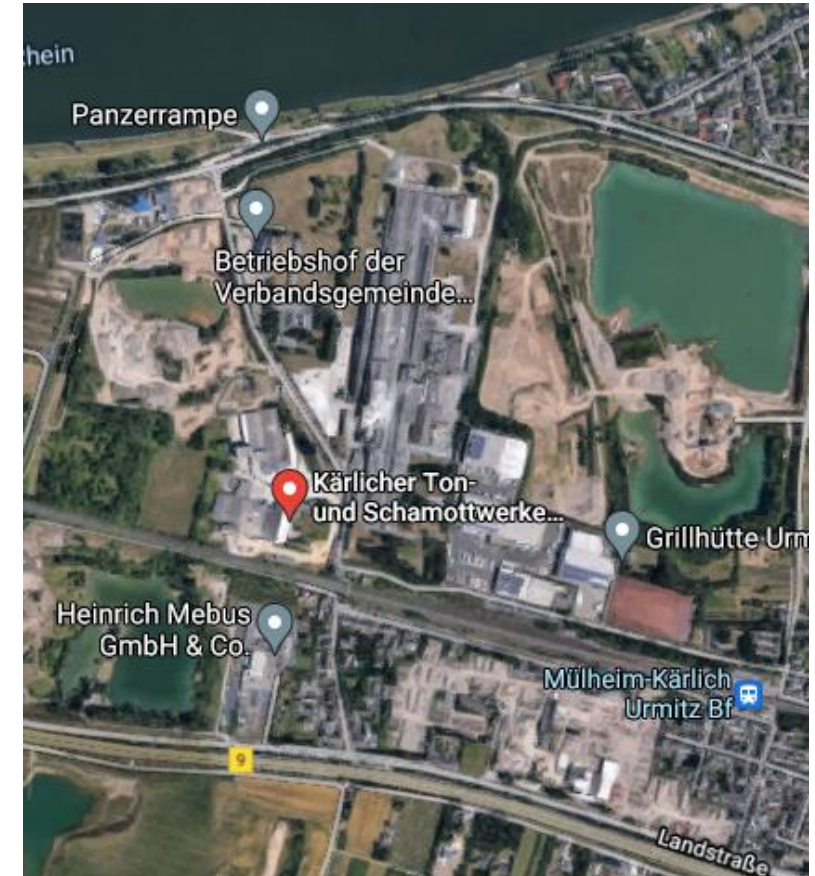
FGK

Untersuchung von Rohstoffumwandlungs- & Produkteigenschaften)

Handlungsstrang a: Entwicklung Energiekonzept

Konzeption einer lokalen, dezentralen Erzeugung und Versorgung eines Produktionsbetriebes von keramischer Schamotte mit grünem Wasserstoff unter Berücksichtigung aktueller technologischer Entwicklungen

- Dezentrale H₂-Erzeugung
- Nutzung vorhandener Flächenpotentiale
- Erfassung baurechtlicher Gegebenheiten (evtl. Bebauungsplan)
- Ermittlung des Energiedeckungsbeitrages durch Eigenproduktion, Bedarfsermittlung
- Konzeption der Infrastruktur Erzeugung, Verteilung
- Wassermanagement (Rezyklieren, Entsorgung)
- Abwärmekonzept
- Ganzheitliche Betrachtung des Produktionsprozesses



KTS-Werk in Mülheim-Kärlich im Rheintal bei Koblenz

Vorhabenbeschreibung zum Verbundvorhaben H2:TO

Förderprogramm KlimPro – Industrie des BMBF

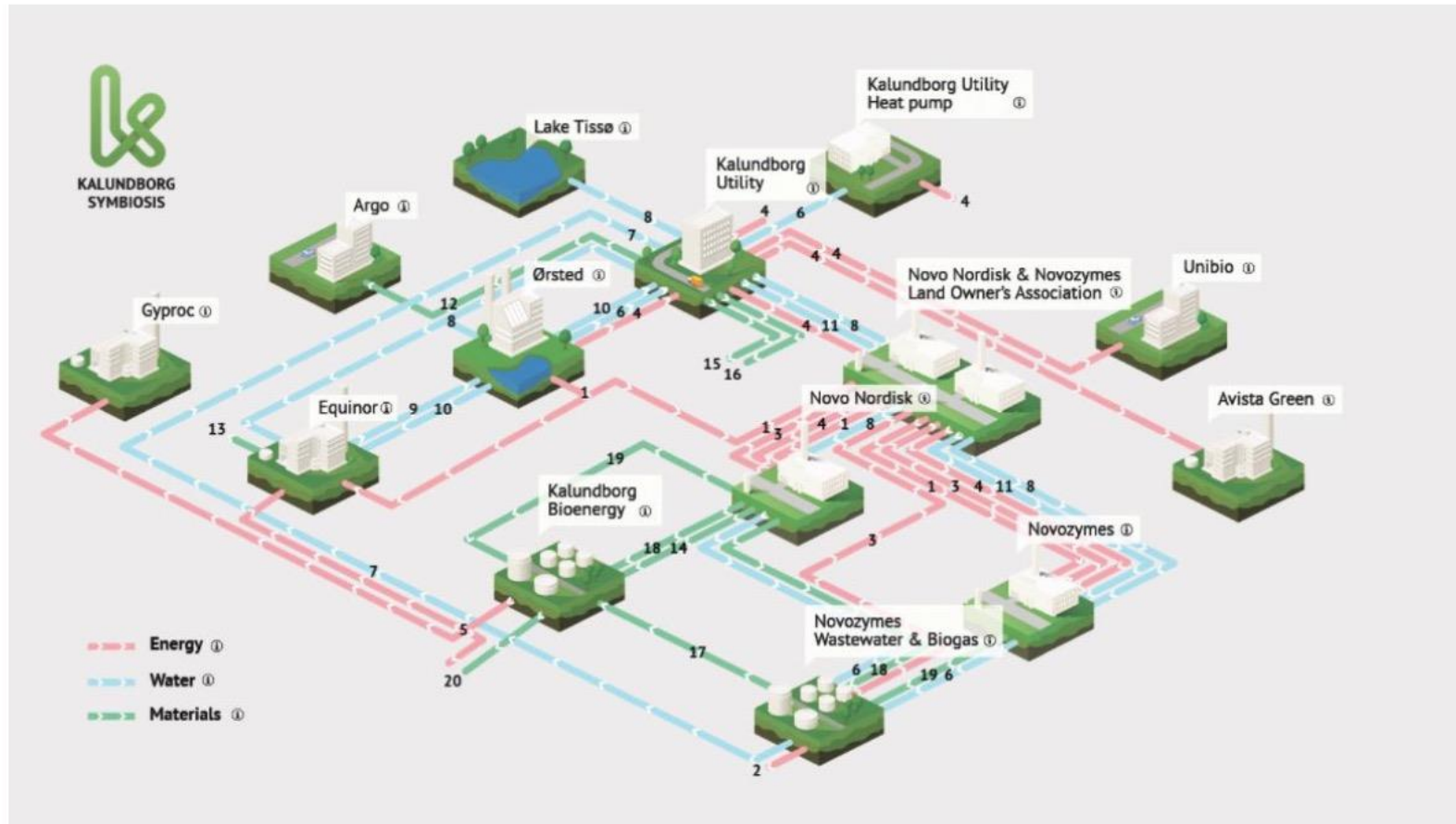


Abbildung 2 "Symbiosis" Industriepark in Kalundborg (Quelle: www.symbiosis.dk/)

Handlungsstrang a: Entwicklung Energiekonzept

Jahresenergiebedarf (KTS, 2022):

Hauptenergieverbraucher sind der Tunnelofen (TO) und die Tonmühle (TM)

- Erdgas ca. 1.650 kWh/h
entspricht **ca. 50 kg Wasserstoff pro Stunde**
- Strom ca. 195 kWh/h
- Eine neue 12.000 m² PV-Anlage auf den Hallendächern stellt ca. 2 MW Peak bereit



KTS-Werk in Mülheim-Kärlich im Rheintal bei Koblenz

Handlungsstrang a: Entwicklung Energiekonzept

Wasserstofferzeugung:

Wasserabhängige Erzeugung:

- Für die Erzeugung von 50 kg H₂ pro Stunde durch alkalische Elektrolyse sind 2,3 MWh/h Strom nötig
- Etablierte Technologie, kostengünstig

Wasserunabhängige Erzeugung:

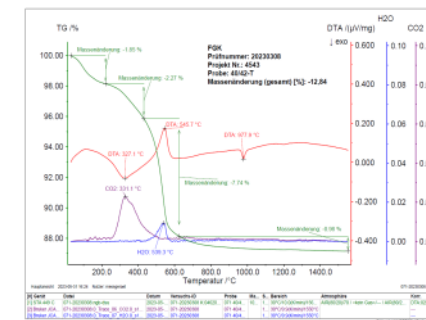
- Alternative, wasserunabhängige H₂-Quellen, zur Sicherstellung der Produktion während Trockenperioden, werden in Betracht gezogen.



KTS-Werk in Mülheim-Kärlich im Rheintal bei Koblenz

Stand der Entwicklung

- Prozessdatenlage , Infrastruktur, Energiehaushalt wurde erfasst
- Betrachtung alternativer H₂ Quellen wurde erweitert (Netzwerk, lokale Versorgung)
- LCA ist in der Bearbeitung im intensiven Austausch mit dem industriellen Partner
- Emissionsmessung nach Ofenerneuerungen steht an
- Brennerentwicklung: Brenner auf dem Prüfstand
- Verfahrenskonzept und Energiebilanzierung in Entwicklung
- Materialanalysen liegen vor
- Mineralphasenentwicklungen im Material in Untersuchung
- Versuchsanlage in 2024
- Versuchsbrände IZF geplant



Projektplan H ₂ TO		2023												2024												2025												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
A: Entwicklung Energiekonzept (TSB-Keratek)	Beschreibung - AP Leitung																																					
	AP 1: Bestandsaufnahme							1	Bestandsaufnahme erfolgt, Lastenheft erstellt																													
	Lokale Probennahme, Erfassung Prozessdatenlage, Energiebedarf und Infrastruktur							Milestone																														
	AP 2: Konzept Energiemanagement												2	Erzeugungs- und Verteilungskonzept entwickelt																								
	Bewertung Energieeffizienz, Emmisionsbilanz, LCA, H2 Konzept, Übertragbarkeit und Skalierung							Milestone																														
B: Entwicklung Tunnelofen-Technologie (IZF)	AP 3: Umbau Versuchsanlage FGK							3	Versuchsanlage fertig																													
	Konzeption Kammerofen FGK, Brennerentwicklung, Steuerkonzept, Umbau		1					Milestone																														
	AP 4: Effizienzsteigerung: Nutzung des Brennwertes/ Rekuperatoren												4	Effizienz der Brennwerttechnik bewertet																								
	Untersuchung Standzeiten, Brennwerttechnik, wassermanagemnet, Effizienzbetrachtung							Milestone																														
	AP 5: Emissionsanalyse und Bewertung												5	Abgasnachbehandlung konzipiert																								
	Emissionsmessungen am Tunnelofen, Filtertechnologie, Emissionsversuche, Abgaskonzept							Milestone																														
	AP 6: Konzept Ofentechnologie												6	Wasserstoffbetriebener Tunnelofen konzipiert und ausgelegt																								
Entwicklung Verfahrensschema, Steuerungs- und Regelungskonzept, Gesamtkonzept, Ertüchtigung Tünnelofen auf H2							Milestone																															
C: Werkstoff- und Rezept-Entwicklung (FGK)	AP 7: Werkstoff- und Rezeptentwicklung												7	Einfluss auf Sintermechanismen ermittelt, Rezepturen angepasst																								
	Rohstoff-, Masse und Werkstoffcharakterisierung im H2 Brand, Brennversuche und Rezepturenentwicklung		1					Milestone																														
	AP 8: Wirtschaftlichkeitsbetrachtung																																					
	AP 9: Berichterstellung																																					

Meilensteine	Fälligkeit zu Monatsende	Beschreibung	Zuordnung APs
MS1	M07	Bestandsaufnahme erfolgt, Lastenheft erstellt	AP1
MS2	M14	Erzeugungs- und Verteilungskonzept entwickelt	AP2
MS3	M08	Versuchsanlage fertig	AP3
MS4	M22	Effizienz der Brennwertechnik bewertet	AP4
MS5	M21	Abgasnachbehandlung konzipiert, Verteilung von Koppelprodukten erfolgreich implementiert	AP5
MS6	M34	Wasserstoffbetriebener Tunnelofen konzipiert und ausgelegt	AP6
MS7	M28	Einfluss auf Sintermechanismen ermittelt, Rezepturen angepasst	AP7

Vielen Dank

Kontakt

Prof. Oliver Türk
(06721) 98 424-0
tuerk@tsb-energie.de

Joachim Walter
(06721) 98 424-250
walter@tsb-energie.de

Babett Hanke
(06721) 98 424-274
hanke@tsb-energie.de

Mit Energie für Effizienz und Umwelt
www.tsb-energie.de