GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium für Bildung und Forschung

FONA

Forschung für Nachhaltigkeit

Finanziert von der Europäischen Union

NextGenerationEU

SCHOTT

glass made of ideas

CO_2-Minderung bei der Glasherstellung durch neuartige und klimaschonende Beheizung

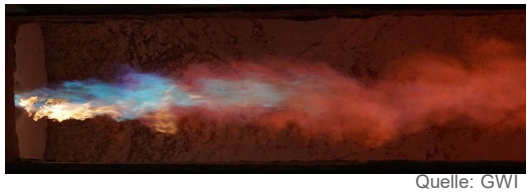
MiGWa – Mikrowelle-Glas-Wasserstoff

BMBF-Fördermaßnahme KlimPro Industrie

© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

MiGWa – allgemeine Projektinformation

- Projektstart: 01.01.2021
- Projektpartner: SCHOTT AG
  Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI)
  Technische Universität Bergakademie Freiberg (TUBAF)

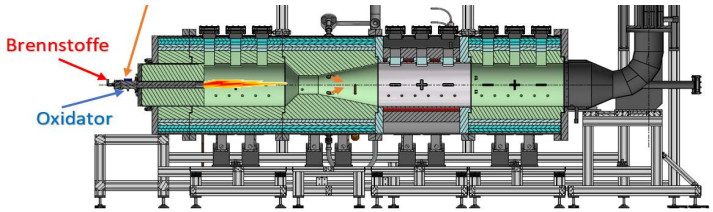


Quelle: GWI

Wasserstoff-Flamme

- Projektziel: Vermeidung der Haupt-CO_2-Emissionen bei Glasherstellung
  - Einsatz von Mikrowellentechnologie für den Einschmelzprozess
  - Wasserstoffbrenner für den Glasschmelzprozess
  - Wasserstoffbrenner für Heißformgebungsprozesse

  unter Einhaltung der geforderten Glasqualität



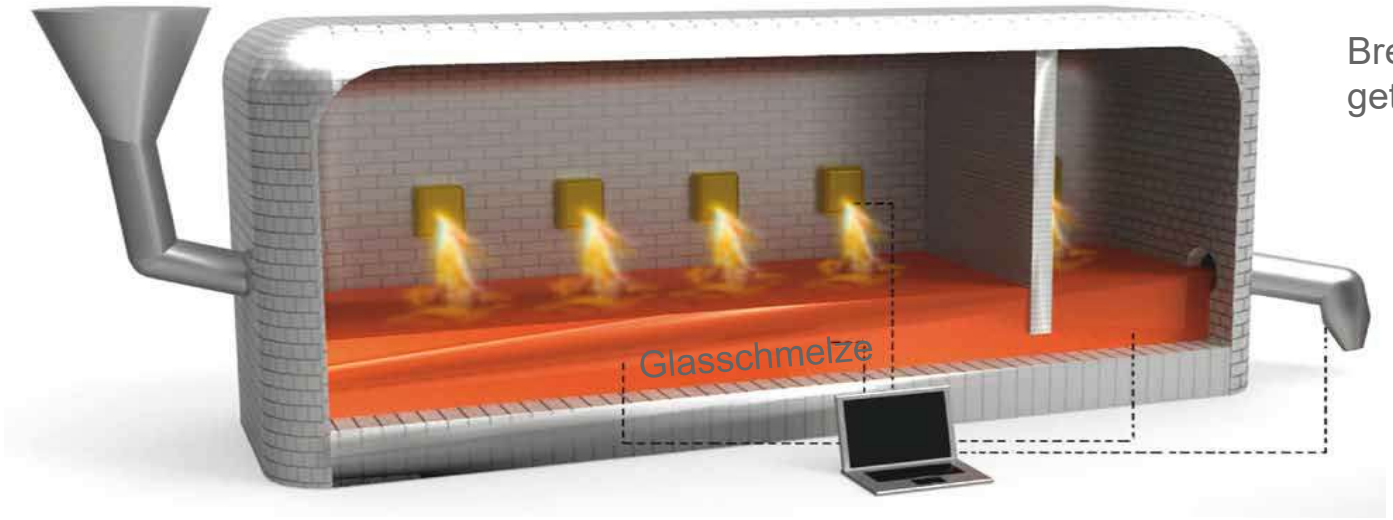
Quelle: TUBAF

Glasschmelzprozess

Projekt MiGWa:

Technologie:	Oxy-Fuel
Brennerleistung:	200-500 kW
getestete Brenner:	5
Brennerleistung:	20-100 kW
getestete Brenner:	3

Rohstoffe



Mögliche Formgebung

- Floatglas
- Behälterglas
- Glasrohre
- Fasergläser
- …

© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

SCHOTT
glass made of ideas

Heißformgebungsprozesse

Hals-/Rollrandformung – Rohrtrennen – Bodenformung

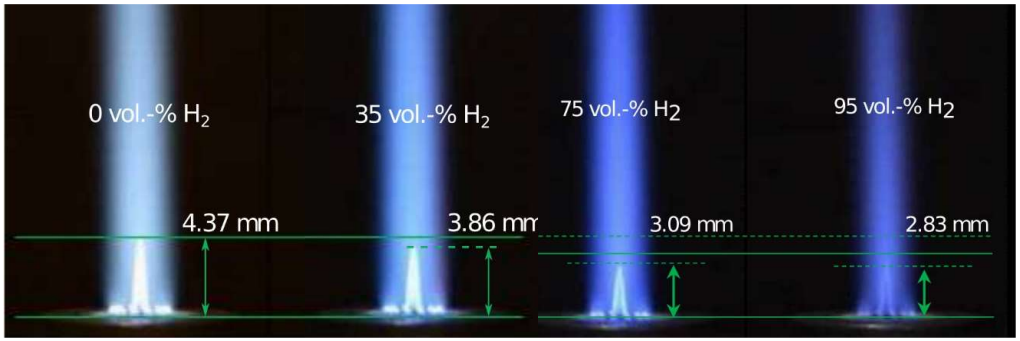
Linienbrenner

weitere Linienbrenner

und Punktbrenner

Linienbrenner
18 Löcher

Punktbrenner
1 Loch



Quelle: TUBAF

Brenner: 0,3 … 3 kW

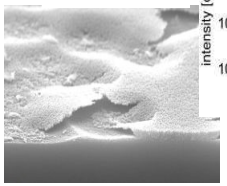
© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

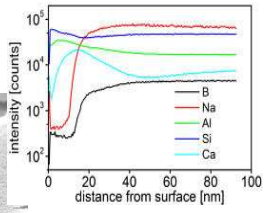
SCHOTT
glass made of ideas

Befürchtungen bei Umstellung Erdgas – H_2

Vor Projektbeginn

- Kein Brenner für H_2-Beimischung und 100 % H_2 verfügbar
- Veränderte Flammencharakteristik
  - Abgase (z.B. Feuchtigkeit, Spezies…)
  - Flammenlänge (z.B. Überhitzung gegenüberliegende Wand)
  - Flammentemperatur (z.B. höhere NOx-Emissionen)
  - Wärmeübertragung Flamme auf Glasbad signifikant schlechter (z.B. höhere Oberofentemperaturen/EZH erforderlich)
  - Flamme nicht sichtbar (z.B. schlechtere Prozessführung/-beobachtung)
- Auswirkung einer reinen Wasserdampfatmosphäre im Oberofen (z.B. erhöhte Korrosion)
- Einfluss(stärke) auf Glaseigenschaften
- Einfluss auf Nachverarbeitungseigenschaften und Produktveränderung, z.B. hydrolytische Beständigkeit



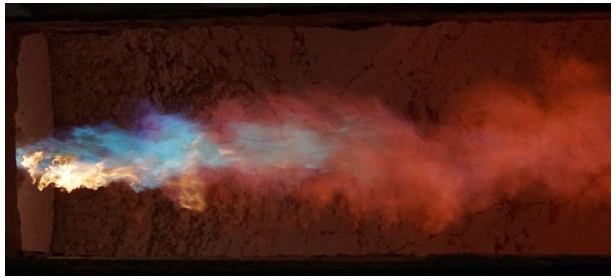


© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

SCHOTT
glass made of ideas

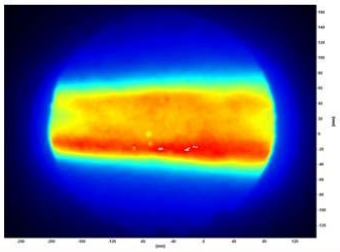
Arbeiten im Projekt – H_2

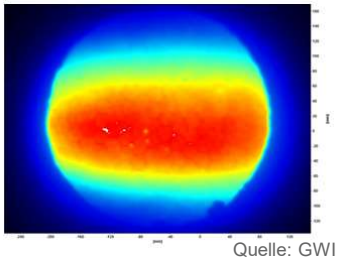
- Untersuchungen in Brennkammern (GWI, TUBAF) (Zumischung bis 100% H_2)
  - Temperaturfeld, Reaktionsspezies (z.B. OH) mit verschiedenen Brennern
  - Abgasuntersuchungen
- Simulationsrechnungen
  - Flammen
  - Wärmeübertragung
  - Schadstoffbildung



Quelle: GWI

OH Aufnahme Mittelwert





Quelle: GWI

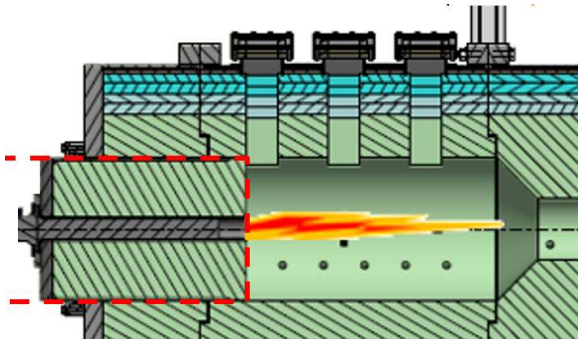
- Versuche im Technikums-Maßstab in kontinuierlicher Prozessfahrweise
  - Untersuchung der Glaseigenschaften, Abgase, Wärmeübertrag
- H_2-Teststand für HFG
  - Untersuchungen zu Nachverarbeitungseigenschaften und Produktveränderungen, z.B. hydrolytische Beständigkeit

© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

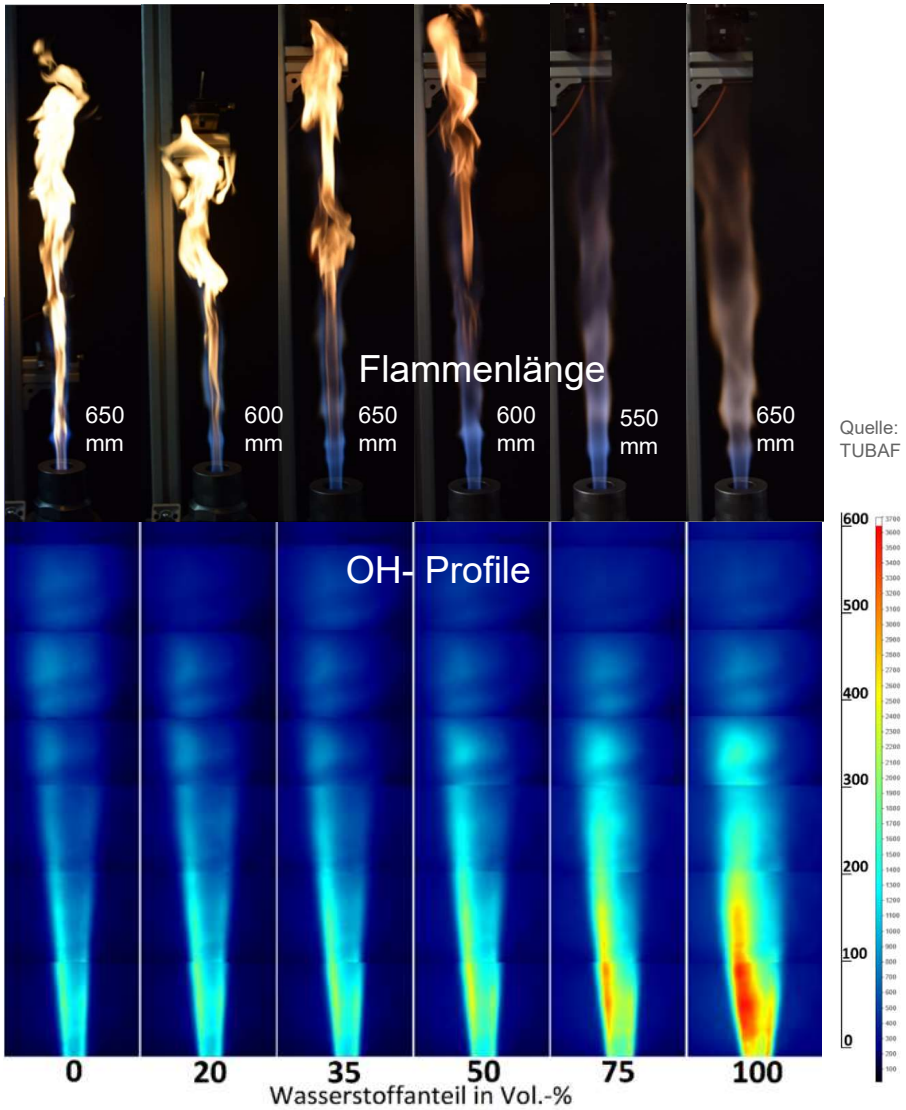
SCHOTT
glass made of ideas

Erste Ergebnisse H_2-Oxy-Brenner

- Alle getesteten Brenner sind tauglich für Verbrennung von H_2
- Unterschiedliche Betriebsgrenzen/Arbeitsbereiche durch H_2
- Veränderung der Flammenfarbe durch H_2
- Veränderung Flammenform durch H_2-Zugabe
- Veränderung OH-Konzentration durch H_2-Zugabe
- Veränderung Temperaturprofil durch H_2-Zugabe
- Vergeichbare Flammenlänge



Quelle: TUBAF

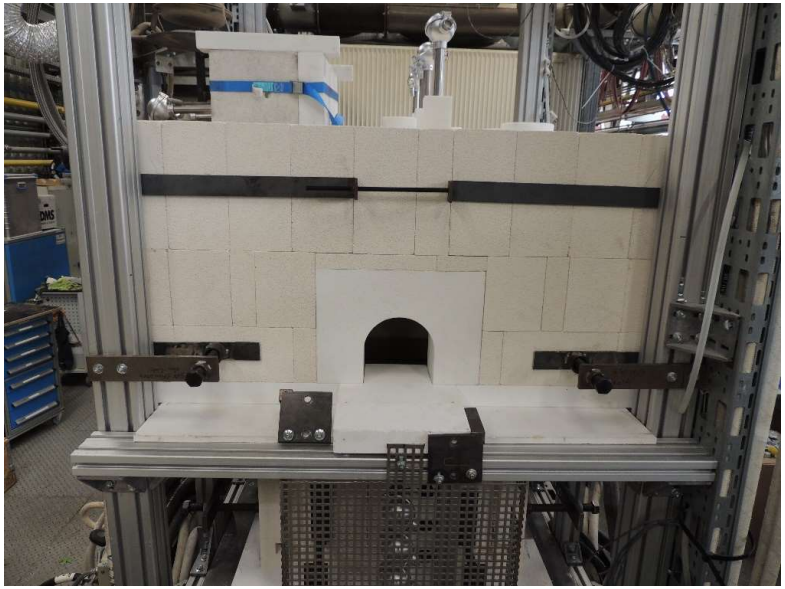


Quelle: TUBAF

© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

SCHOTT glass made of ideas

Kleinschmelzwanne im Technikum



Betrieb:	24 / 7 für mehrere Wochen (Test von 3 Glasarten)
Brenngase:	100 % Erdgas …. 100% H_2
Durchsatz:	kontinuierlich
Sensorik:	Ofenraumkamera, Thermoelemente, automatische Defektdetektion …

© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

SCHOTT
glass made of ideas

Abgasuntersuchungen

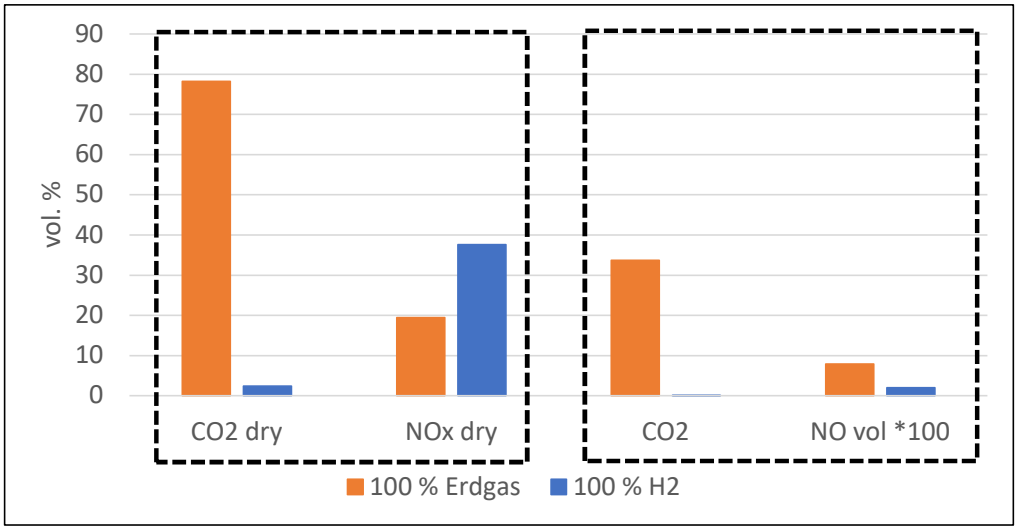
- Direkte Bestimmung der Verdampfung von Glasbestandteilen über Abgasanalyse (Waschflaschen)
- Indirekte Bestimmung der Verdampfung und Verstaubung über chemische Analyse der Glas-Proben

→ Vollständige Ergebnisse noch ausstehend

© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

SCHOTT
glass made of ideas

Ergebnisse - NOx Abgasuntersuchungen



Gemessene NO_2-Werte (trocken, Normbedingungen):

Erdgas: 4.000 mg/m³
H_2: 7.723 mg/m³

Umgerechnet auf „nassen“ Abgasstrom (Massenstrom):

Erdgas: 1.622 mg/m³
H_2: 419 mg/m³

NO_x-Quellen bei H_2-Verbrennung:

- Falschluft
- Rest-N_2 aus O_2-Herstellung
- Gemengegase (bei Einsatz von Nitraten)

CO_2-Einsparung: 2,1 kg pro m³ Erdgas
z.B. 5 MW-Schmelzwanne: ~ 9.200 t CO_2/a

© SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

SCHOTT
glass made of ideas

Befürchtungen bei Umstellung Erdgas – H_2

Nach 2 Jahren Projektlaufzeit

- Kein Brenner für H_2-Beimischung und 100 % H_2 verfügbar
- Veränderte Flammencharakteristik
  - Abgase
  - Flammenlänge
  - Flammentemperatur
  - Wärmeübertrag Flamme
  - Flamme nicht sichtbar
- Auswirkung einer reinen Wasserdampfatmosphäre
- Einfluss(stärke) auf Glaseigenschaften
- Einfluss auf Nachverarbeitungseigenschaften und Produktveränderung, z.B. hydrolytische Beständigkeit

✓ prinzipielle Eignung der getesteten Brenner

- Veränderte Flammencharakteristik
  - Abgase: wird aktuell untersucht
  - ✓ Flammenlänge
  - ✓ NOx-Emission von Falschluftrate etc. abhängig
  - ✓ Wärmeübertrag Flamme
  - ✓ Flamme sichtbar, aber schlechter als bei Erdgas
- zu geringe Versuchszeiten
- Wird aktuell untersucht
- Wird aktuell untersucht

 © SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

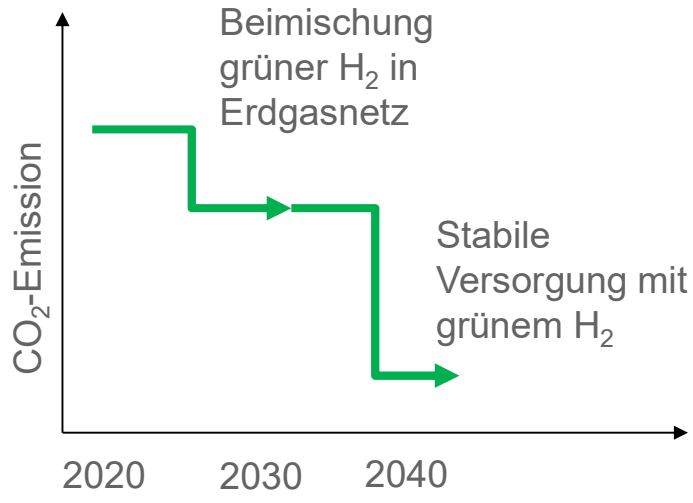
SCHOTT
glass made of ideas

Ausstehende Untersuchungen / Bilanzierungen

- Energiebilanzen für getestete Gläser/Glasarten incl. CO_2
- Abgasuntersuchungen
- Analysen zu Glaseigenschaften
- Mikrowellenversuche

Nächste Schritte für Testbetrieb einer Produktionswanne mit 100% H_2 über mehrere Monate:

- Bereitstellung Gas-Infrastruktur für H_2
- Kontinuierliche, stabile und ausreichende H_2-Versorgung
  - Pipeline
  - Onsite-Elektroylse
  - Transport über Straße ist NICHT ausreichend
- Konkurrenzfähiger Preis für grünen Wasserstoff



 © SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa

SCHOTT
glass made of ideas

Kontakt

GEFÖRDERT VOM

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Projektleitung:

SCHOTT AG
R&D-Department RDH-1

Silke Knoche

E-Mail:
silke.knoche@schott.com

Projektpartner:

Gas- und Wärme-Institut Essen e. V.
GWI Essen

Dr. Anne Giese

E-Mail:
anne.giese@gwi-essen.de

Projektpartner:

TU Bergakademie Freiberg
Professur Gas- und Wärmetechnische Anlagen

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Krause

E-Mail:
hartmut.krause@iwtt.tu-freiberg.de

FONA
Forschung für Nachhaltigkeit

SCHOTT
glass made of ideas

 © SCHOTT AG, 1. Statustreffen KlimPro 26.04.2023, Projekt MiGWa