



SCHOTT

Projekt MiGWa

Mikrowelle – Glas- Wasserstoff



Gefördert durch:



Finanziert von der
Europäischen Union
NextGenerationEU

Agenda

1

Allgemeine
Projektinformation

2

Wasserstoffbrenner für
Glasschmelzprozess

3

Wasserstoffbrenner für
Heißformgebungsprozesse

4

Mikrowelle



MiGWa – allgemeine Projektinformation

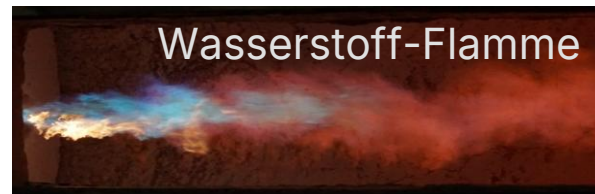
Projektlaufzeit: 01.01.2021 – 30.06.2025

Partner: Gas- und Wärme-Institut Essen e.V. (GWI)

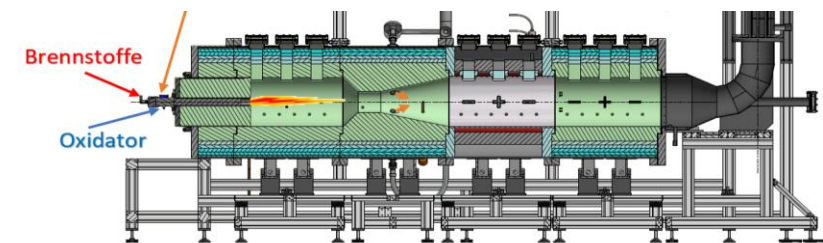
Technische Universität Bergakademie Freiberg (TUBAF)

Projektziel: Vermeidung der Haupt-CO₂-Emissionen bei Glasherstellung

- Einsatz von Mikrowellentechnologie für den Einschmelzprozess
- Wasserstoffbrenner für den Glasschmelzprozess
- Wasserstoffbrenner für Heißformgebungsprozesse unter Einhaltung der geforderten Glasqualität



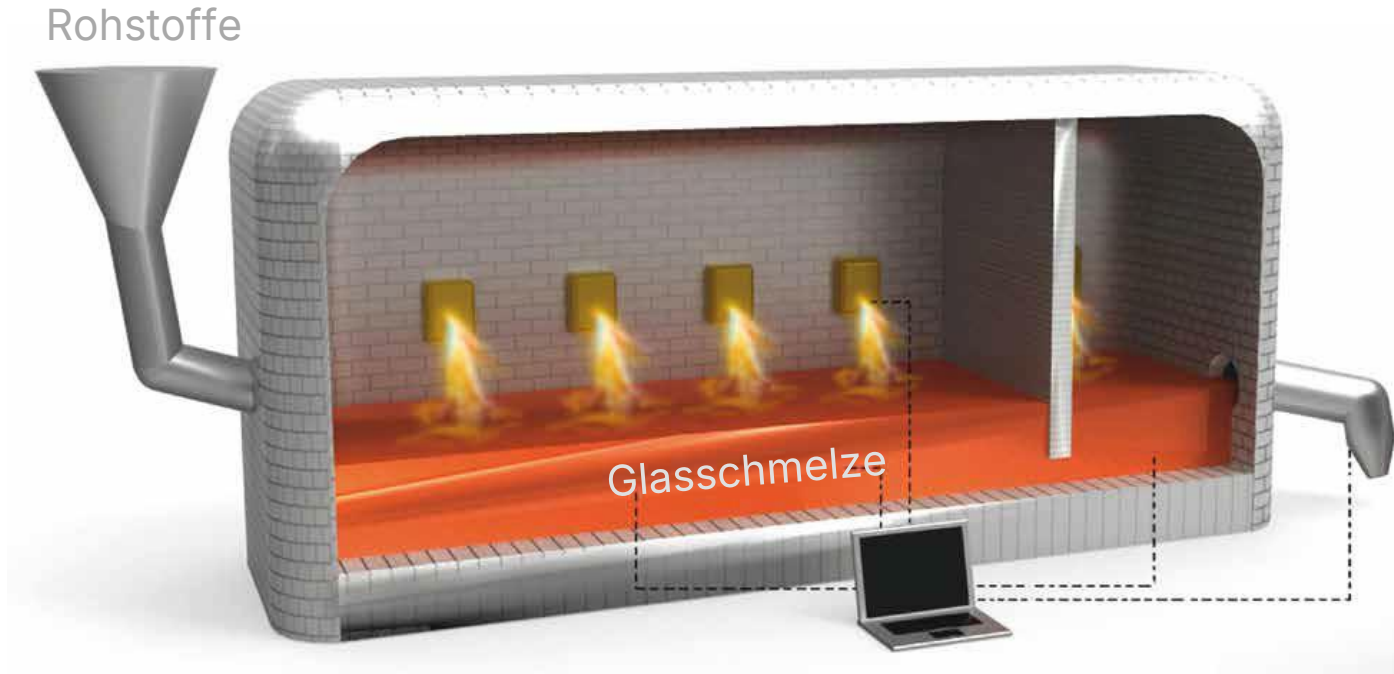
Quelle: GWI



Quelle: TUBAF



Aufbau einer Glaswanne



Projekt MiGWa

Technologie: Oxy-Fuel

für Produktionswanne

getestet in Kammerofen (GWI)

Brennerleistung: 200-500 kW

getestete Brenner: 5

für Technikumswanne

getestet in Brennkammer (TUBAF)

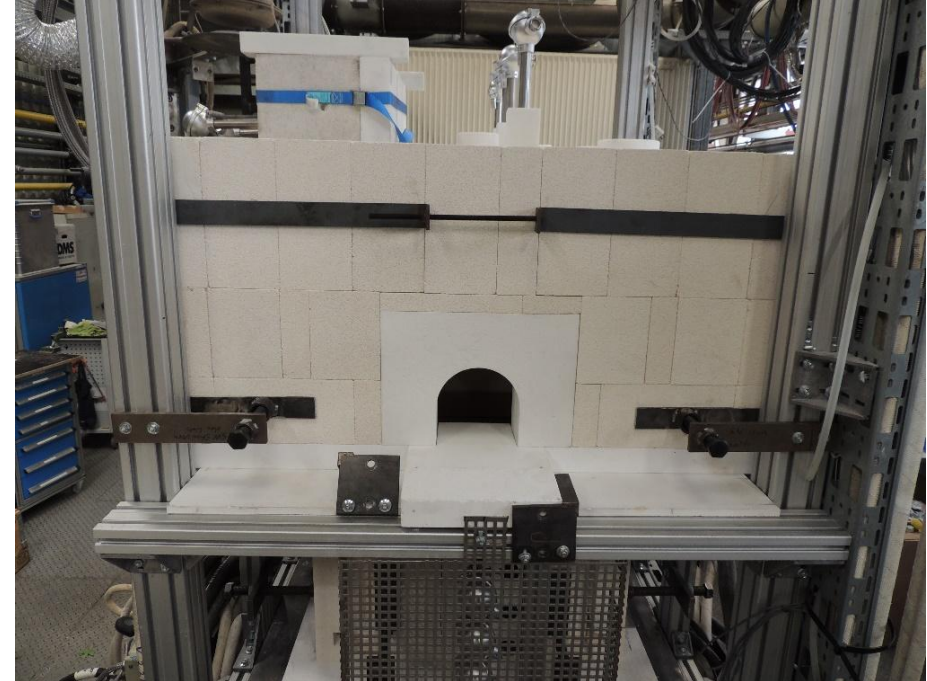
Brennerleistung: 20 kW

getestete Brenner: 3



Technikumswanne

Betrieb:	24 / 7 für mehrere Wochen
Volumen:	90 l
Gläser:	4 verschiedene Gläser
Brenngase:	100 % Erdgas 100% H ₂
Durchsatz:	kontinuierlich
Sensorik:	Ofenraumkamera, 46 Thermoelemente, automatische Defektdetektion ...



Bei Brenngaswechsel:

- konstante Oberofentemperatur
- konstante Elektrodenleistung
- gleicher Lambda-Wert

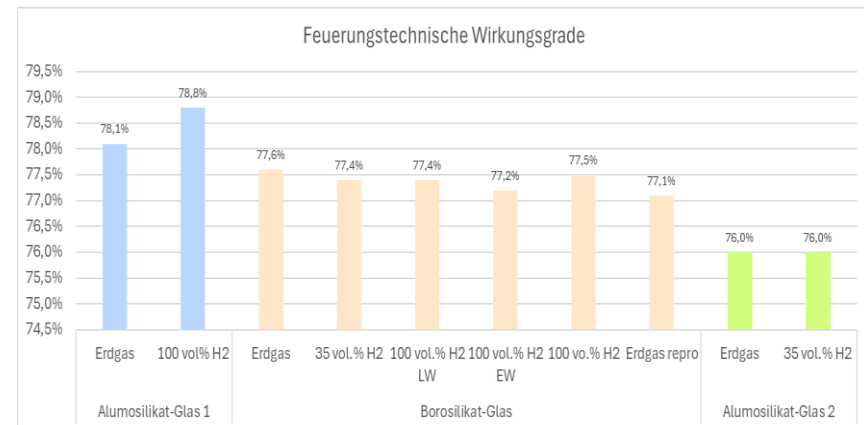
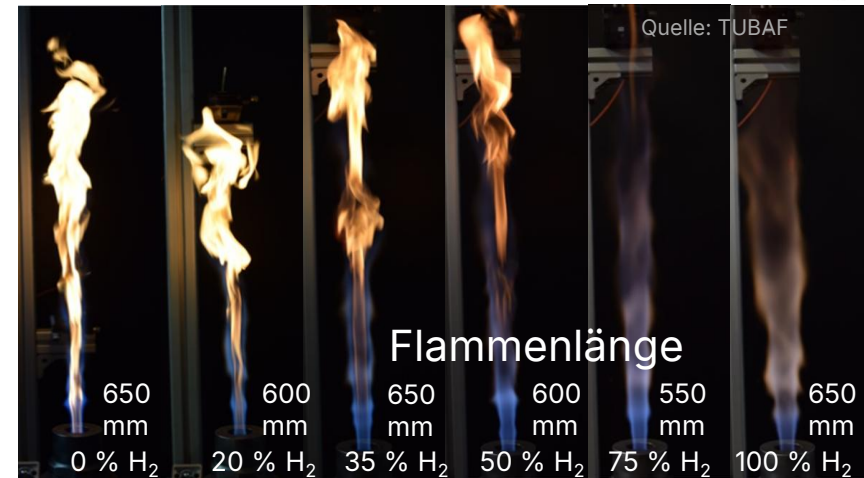
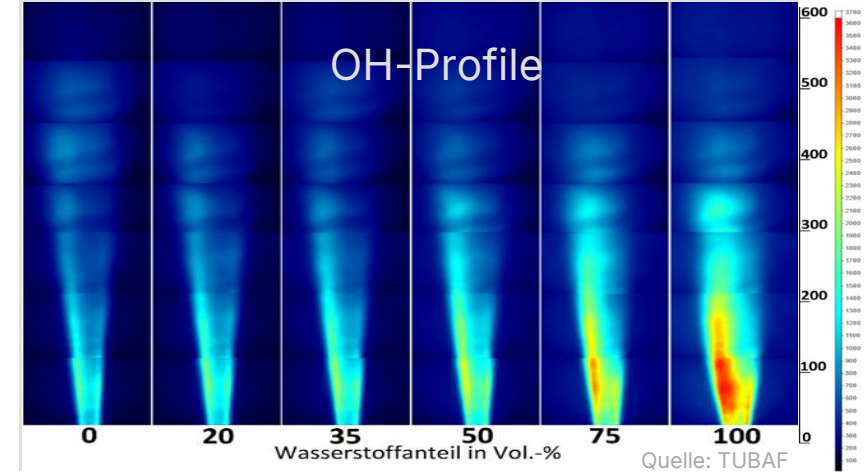


Ergebnisse zur H₂-Oxy-Befeuerung

im Vergleich zur Erdgas-Oxy-Befeuerung

- ✓ prinzipielle Eignung der getesteten Brenner
- ✓ Veränderte Flammencharakteristik
- ✓ Flammenlänge
- ✓ NO_x-Emission von Falschluftrate etc. abhängig
- ✓ Wärmeübertragung Flamme
- ✓ Flamme sichtbar, aber schlechter als bei Erdgas

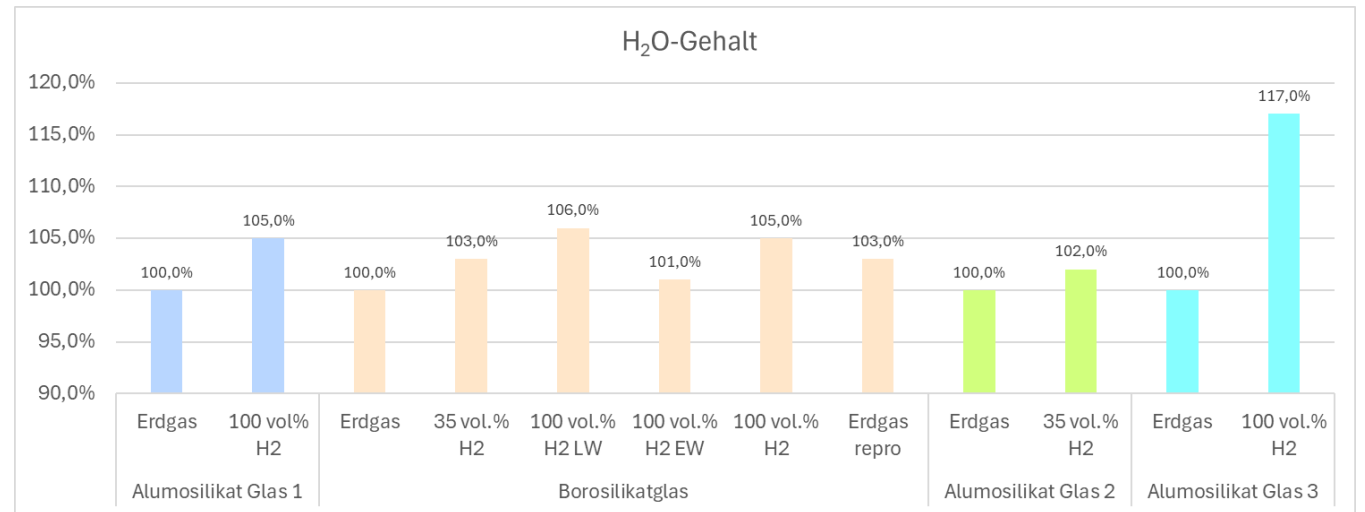
Kein signifikanter Einfluss des H₂-Oxy-Prozesses auf den Wärmeübertrag und feuerungstechnischen Wirkungsgrad beobachtet.



Ergebnisse Glaseigenschaften

Für Technikumsmaßstab sehr gute Probenqualität bekommen → mehrere Eigenschaften konnten untersucht werden

- Viskosität, CTE, Dichte, chemische Zusammensetzung → keine signifikanten Unterschiede bei den getesteten Proben
- Erhöhung H₂O-Gehalt ist glasabhängig (zwischen 3-20 % der untersuchten Gläser)
- Erhöhte Verdampfung von Bor im Abgas gemessen



Verwertung: erster Test an Produktionswanne

Erste Verwertung für optisches Glas im Jahr 2024 → Innovationspreis Neue Gase 2024

- Produktionsaggregat für optische Gläser
- Schulung der Mitarbeiter und Betreuung durch H₂-Experten
- Brenngaswechsel von Erdgas auf 100 % H₂-Oxy-Beheizung
- Versuchsdauer 3 Tage im 24 h-Betrieb



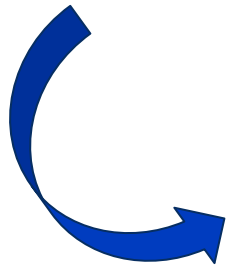
- Keine Änderung im Schmelzprozess beobachtet (z.B. Temperaturen; optische Qualität)
- Bewertung des Testkunden zur Produktqualität steht noch aus



Nächste Schritte zur möglichen Verwertung

Versuche zur Langzeitauswirkung der H₂-Oxy-Befuerung über mehrere Monate auf

- Schmelzprozess, Glas- und Produkteigenschaften
- Anlagenbauteile wie z.B. Feuerfestmaterialien
- Abgasanlagen, Abgasnachbehandlung



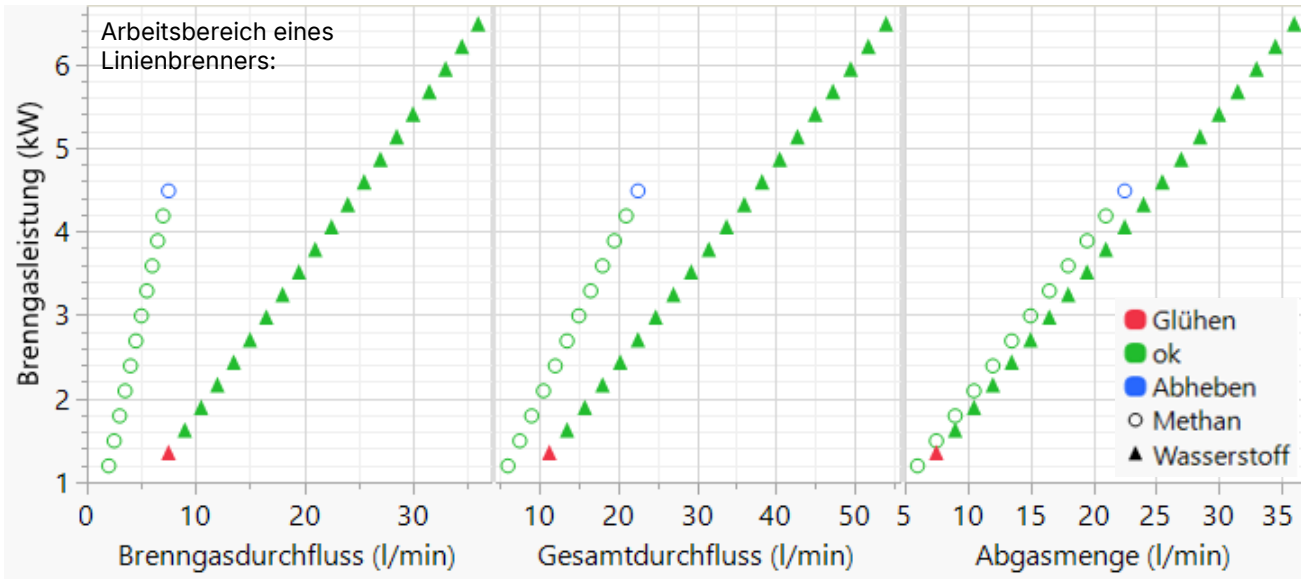
glasspezifische Versuche über längere Zeiträume sind an Produktionsanlagen notwendig, aber die dafür benötigte Wasserstoff-Infrastruktur fehlt



Heißformgebung (HFG)

Arbeitsbereich von getesteten H₂-Oxy-Brenner:

- deutlich größer
- zu höheren Leistungsbereichen verschoben
- großteils Überdeckung mit Erdgasbetrieb



Teststand im Technikum: mit Vormischung Erdgas / Wasserstoff / Sauerstoff/ Luft in frei wählbaren Mischungsverhältnissen

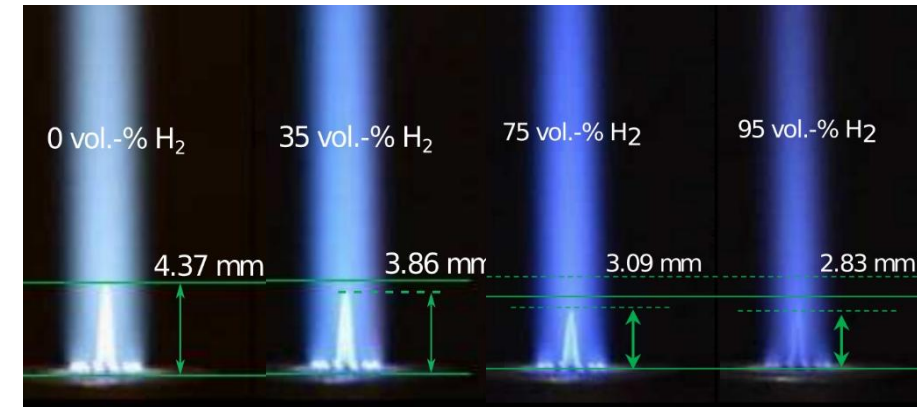
© SCHOTT AG, Projekt MiGWA, KlimPro-Abschlusskonferenz 23.02.2026



Linienbrenner
18 Löcher



Punktbrenner
1 Loch



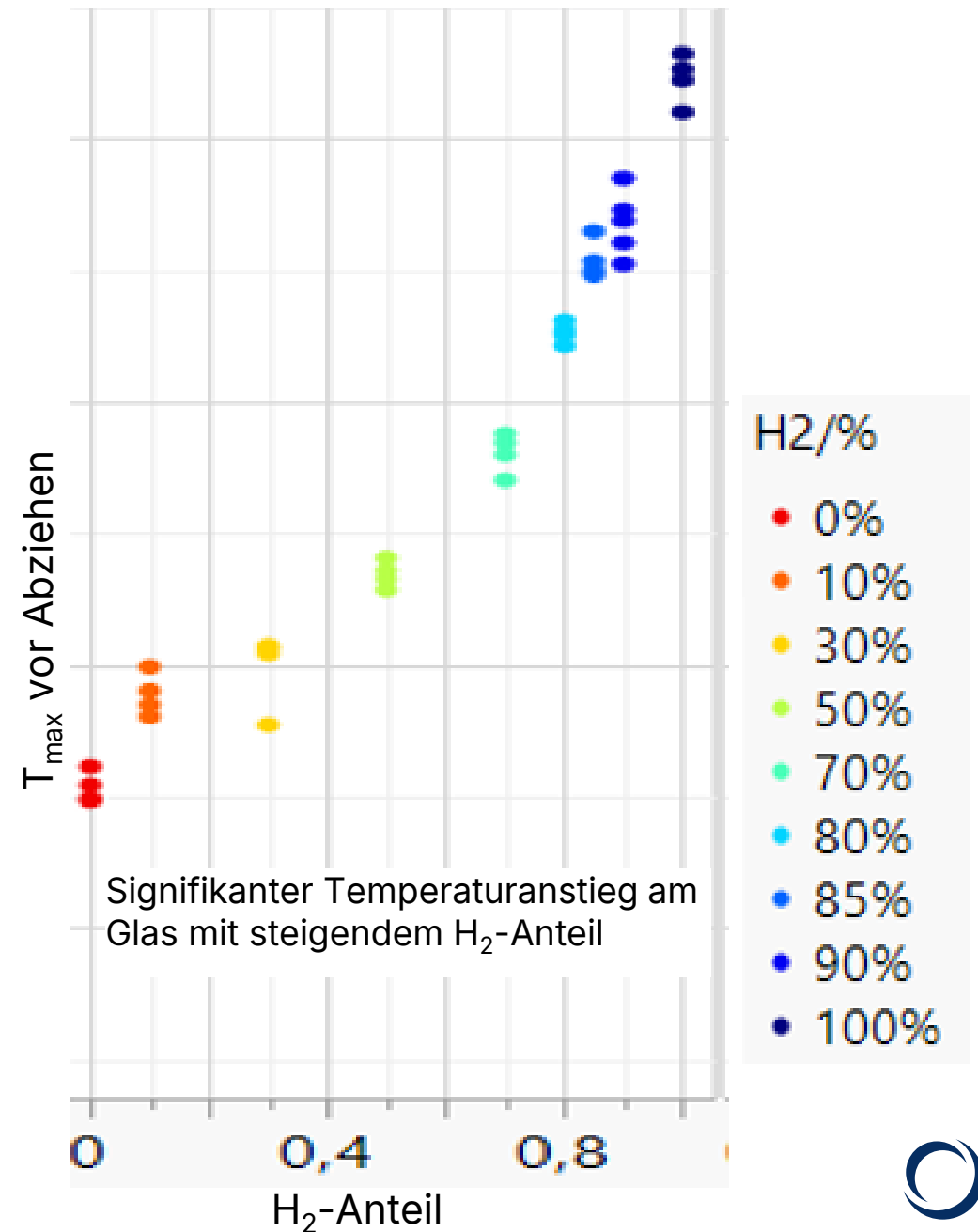
Quelle: TUBAF



Ergebnisse zu H₂-Oxy-Verbrennung bei HFG

Punkt- und Linienbrenner:

- H₂-Oxy-Brenner sind grundsätzlich verwendbar,
- Aber: Anpassungen im Prozess und Setup werden notwendig
- Kein signifikanter Einfluss des H₂-Oxy-Prozesses auf die getesteten Produkteigenschaften erwartet
- Prüfung weiterer Eigenschaften sind nur an unter Produktsbedingungen gefertigten Proben möglich



Zusammenfassung - Wasserstoff

F&E-Ergebnisse zeigen, dass H₂-Oxy-Verbrennung sowohl im Glasschmelzprozess als auch in der Heißformgebung einsetzbar wäre.

Die nächsten Schritte wären

- Langzeitversuche an einer Produktionsanlage (Glasschmelze)
- Umstellung einer Heißformgebung-Pilotlinie auf Wasserstoffbetrieb

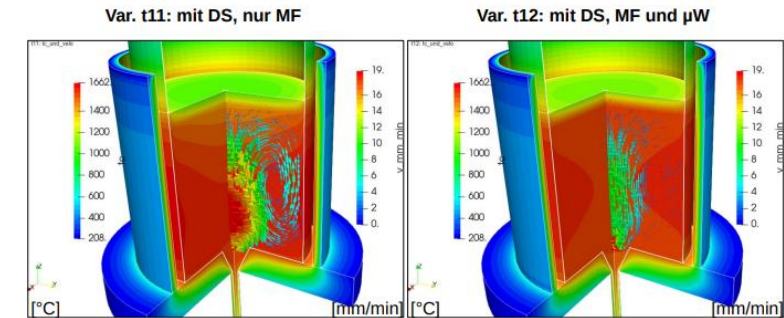
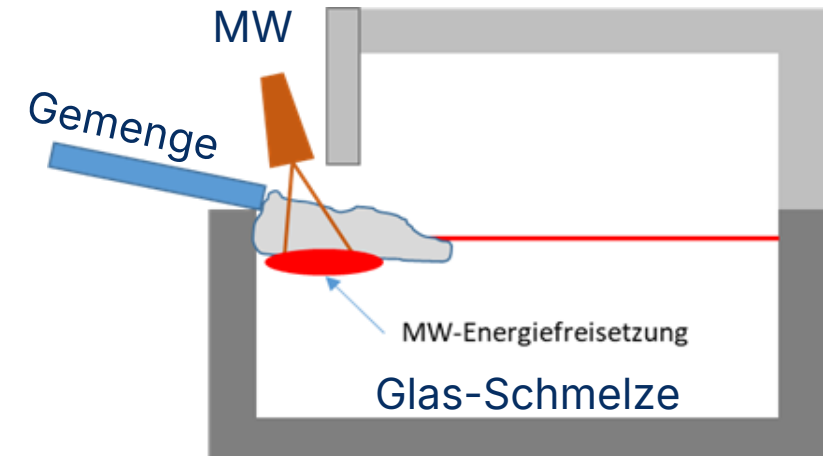


Zum Testbetrieb und zur vollständigen Umstellung auf H₂-Betrieb muss grüner Wasserstoff in ausreichender Menge zu wirtschaftlichen Preisen permanent (24/7) zur Verfügung stehen !

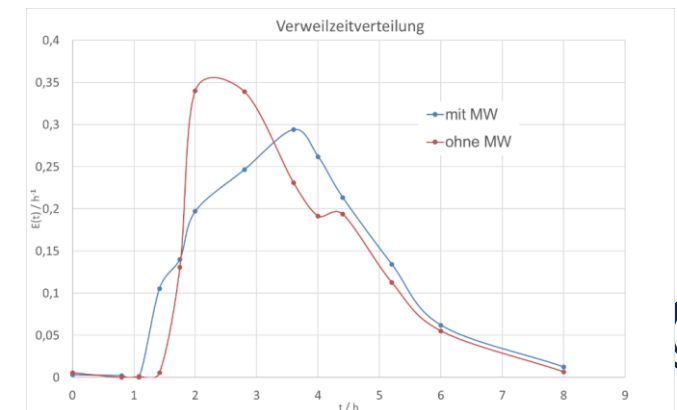


Mikrowelle (MW)

- Ersatz von fossiler Energie durch elektrische Energie
- Keine Brenner im Einschmelzbereich → CO₂-Reduzierung
- Energieeintrag direkt unterhalb des Gemengeetepichs → verbesserte Einschmelzleistung und/oder Glasqualität
- Verwendete Frequenz: 2,45 GHz
- Vollkontinuierliche Fahrweise
- Themenschwerpunkte:
 - Abschirmung der MW-Strahlung bei Feuerfestmaterial
 - Simulationen zu Einkopplungsvarianten der MW-Strahlung
 - Versuche im Labor und Technikum



Referenz-Technologie MW-Technologie



Glassmelzen mit Mikrowelle (MW)

Grundlagen

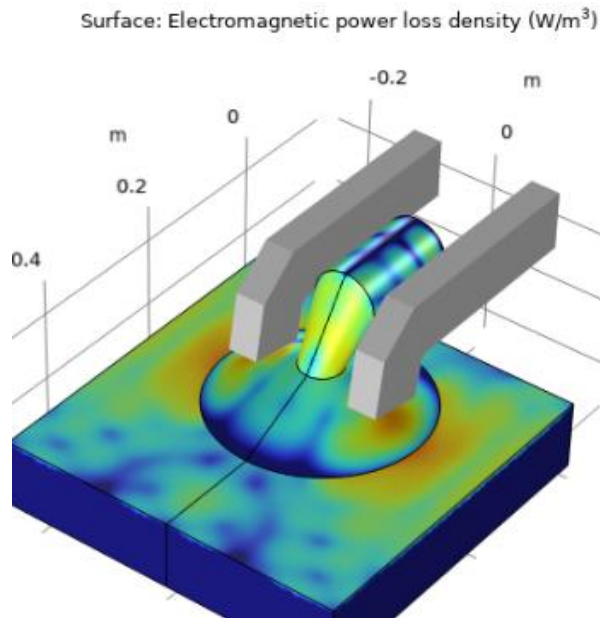
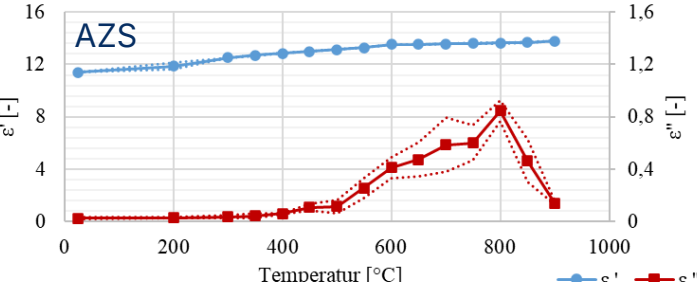
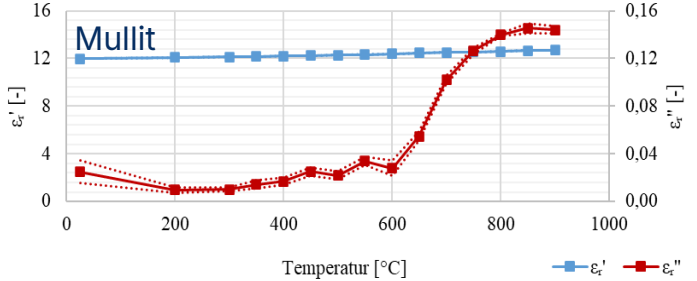
Laborversuche

Technikumsversuch

Untersuchungen von Feuerfestmaterialien und Gemengen (TUBAF)

Bewertung der MW-Absorption
Vergleich der MW- Technologie mit bestehenden Glasschmelzverfahren

Test der MW-Technologie in einer kleinen Schmelzwanne aus Feuerfestmaterial mit mehreren Gläsern



Technikumsversuche

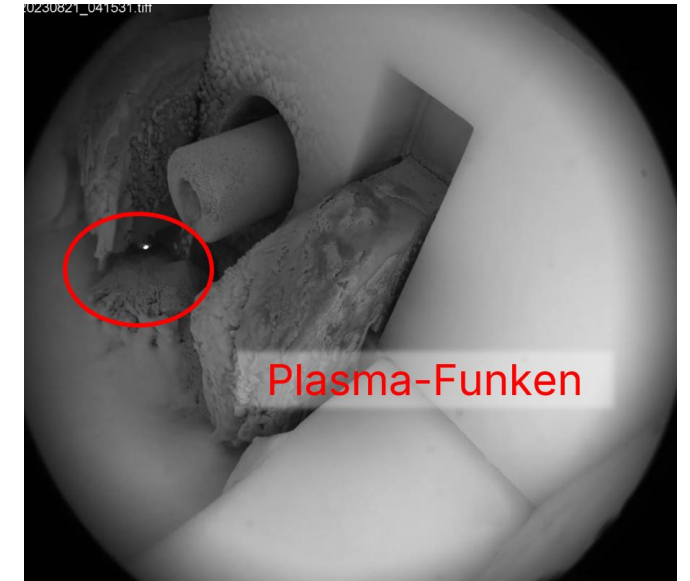
Versuchsdetails

- Temperatur bis 1.700 °C
- Versuchswanne aus Feuerfestmaterial (ca. 90 Liter)
- Vollkontinuierliche Fahrweise mit 3 Gläsern
- Durchsatz bis 0,2 kg/min
- MW-Leistung: 4-9 kW
- MW-Technologie: Magnetron, solid-state

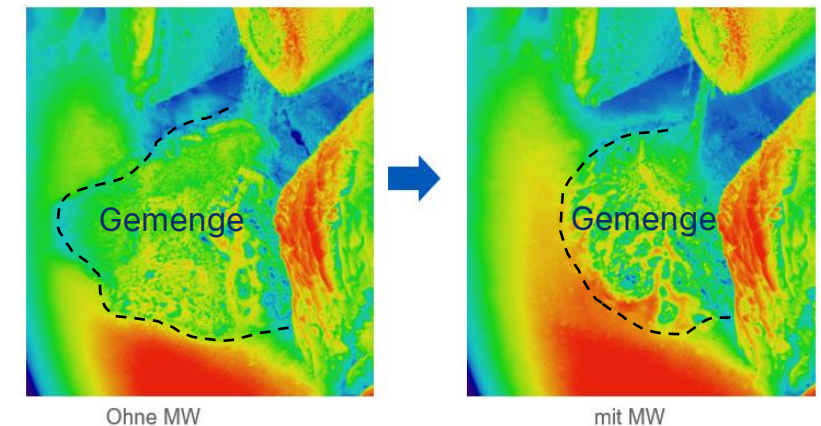
Ergebnisse

- ✓ Arbeitssicherheit (Abschirmung)
- ✓ Ersatz der Brenner → CO₂-Minderung um 33-42 %
- ✓ Besseres Einschmelzergesamtenergiebedarf um 8-12 %
- ✓ Simulation vs. Versuchsergebnisse
- ✓ Hot-spots wurden nicht beobachtet
- ! Bildung von Plasma und arcs (Lichtbögen)

© SCHOTT AG, Projekt MiGWa, KlimPro-Abschlusskonferenz 23.02.2026



Verbesserung der Einschmelzleistung und -qualität:



Zusammenfassung - Mikrowelle

F&E-Ergebnisse zeigen eine prinzipielle Eignung der MW-Beheizung zum Aufschmelzen von Glasgemenge im vollkontinuierlichen Betrieb.

Vorteile der MW-Technologie:

- Reduzierung CO₂-Emission
- Erhöhung der Energieeffizienz

notwendige F&E-Arbeiten:

- zur Erhöhung vom MW-Leistungseintrag für größere Schmelzvolumina, inkl. Abschirmung
- zum Verständnis und Verhinderung Plasma- und Arc-Bildung



Kontakte



SCHOTT

Dr. Anne Giese

Abteilungsleiterin Industrie-
und Feuerungstechnik

Anne.Giese@gwi-essen.de
www.gwi-essen.de

Prof. Dr.-Ing. H. Krause

Professur Gas- und
Wärmetechnische Anlagen

Hartmut.Krause@iwtt.tu-Freiberg.de
tu-freiberg.de/fakult4/iwtt

Silke Knoche

R&D Melting Processes

Silke.Knoche@schott.com
schott.com

