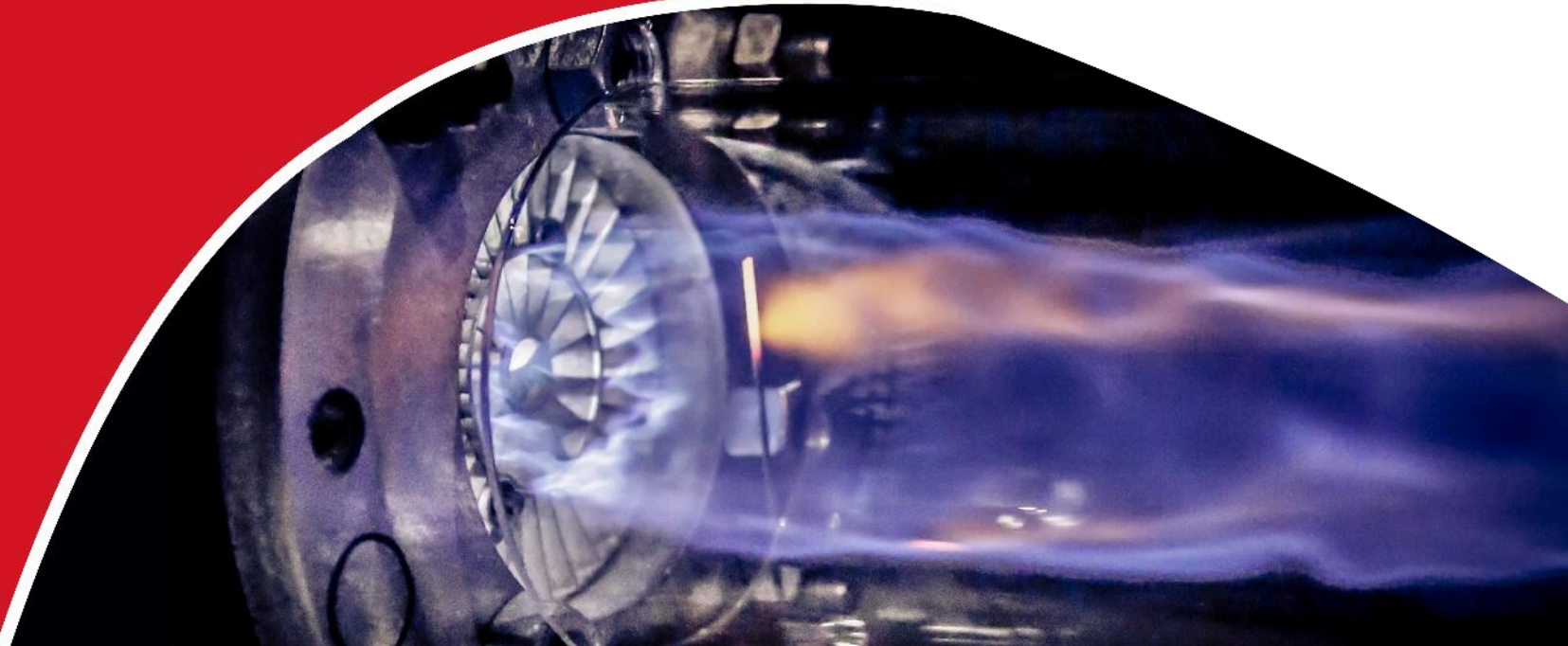


Kuepper  **Solutions**

Power. Innovation. Responsibility.

**Gemeinsam
Neues befeuern**



- 1875 Gründung von Küppersbusch, seit 1948 stellt Küppersbusch Industriebrenner her
- 2016 Übernahme des Fachbereichs Industriebrenner durch heutige Gesellschafter als Start-Up: **Innovation trifft auf Tradition**
- Zentrales Ziel: Durch die **Neuentwicklung innovativer Industriebrenner** die Energiewende befeuern
- Auszeichnungen bisher: Effizienzpreis NRW, TOP 100-Innovator, Finalist Innovationspreis der deutschen Gaswirtschaft 2020 und 2022, **Innovationspreis Klima und Umwelt 2022**
- TOP-Team von „Digital Natives“ der Bereiche CFD, CAD, Verbrennung, Energietechnik, 3D-Druck & Modellerstellung



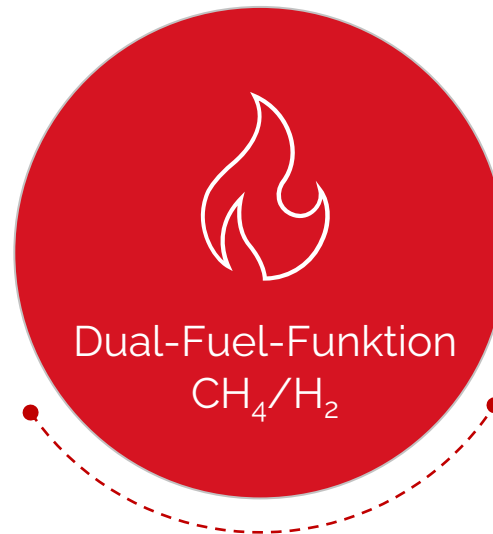
Unsere Partner.



Wir sind ein **Technologiezulieferunternehmen**, spezialisiert auf **3D-gedruckte Hochtemperaturteile**

Nachhaltige Emissions- und Energiebedarfsreduzierung bei Industriebrennern lassen sich nur durch 3D-gedruckte Komponenten realisieren

unsere Schwerpunkte



Stickoxide? Nein, Danke!



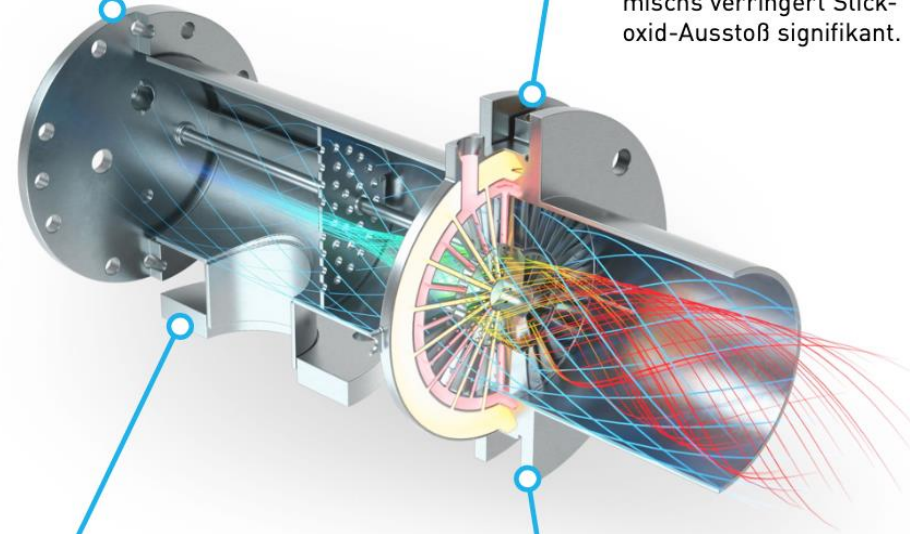
Kooperation

Marktorientierte Lösung als Ergebnis der Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft.



Präzision und Klimaschutz

Erzeugung eines genau dosierten Gas-Luft-Gemischs verringert Stickoxid-Ausstoß signifikant.



Innovation

Metallischer 3D-Druck ermöglichte Realisierung.



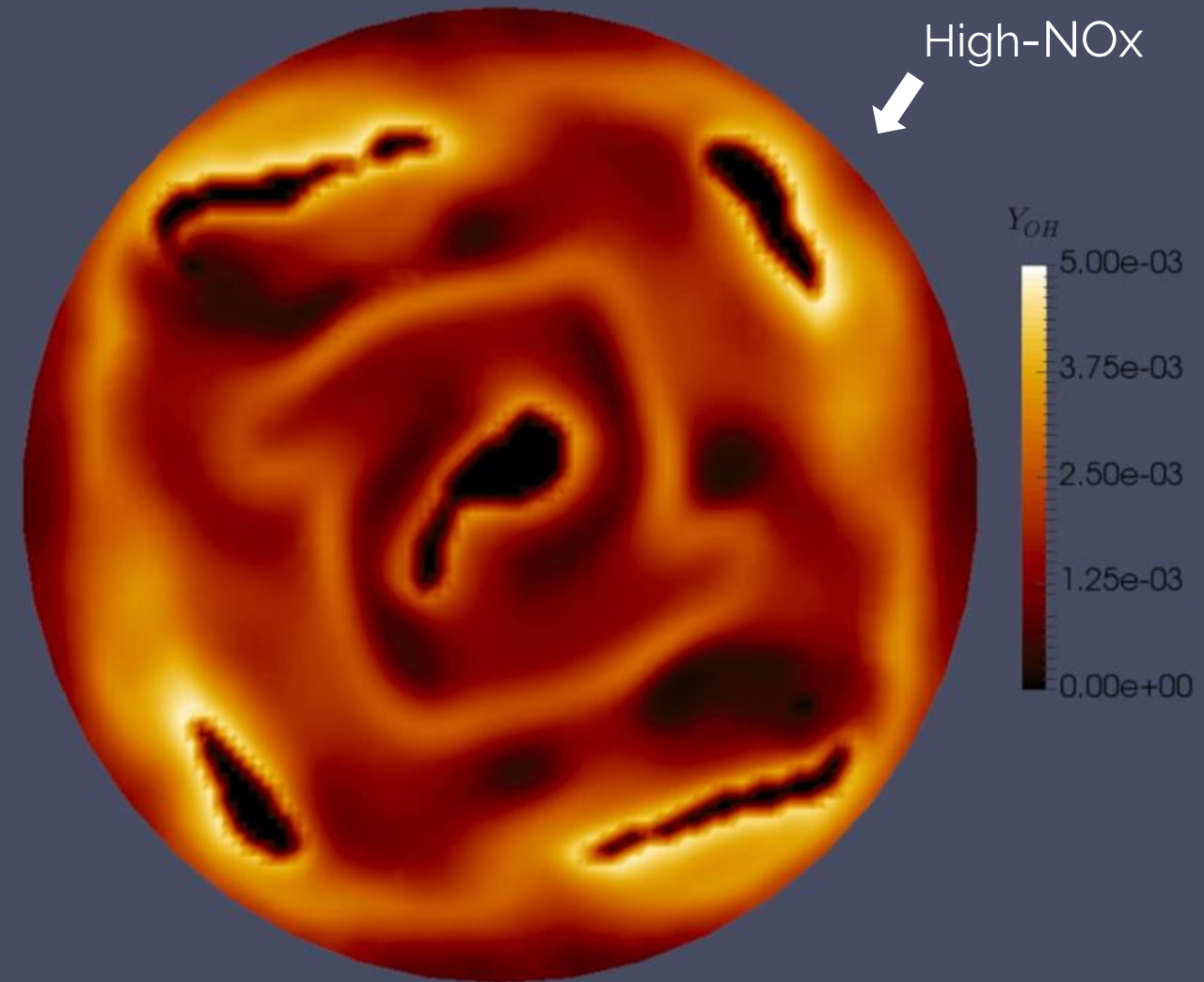
Flexibilität

Auch Bestandsanlagen können durch Austausch des Brenners effizienter werden.

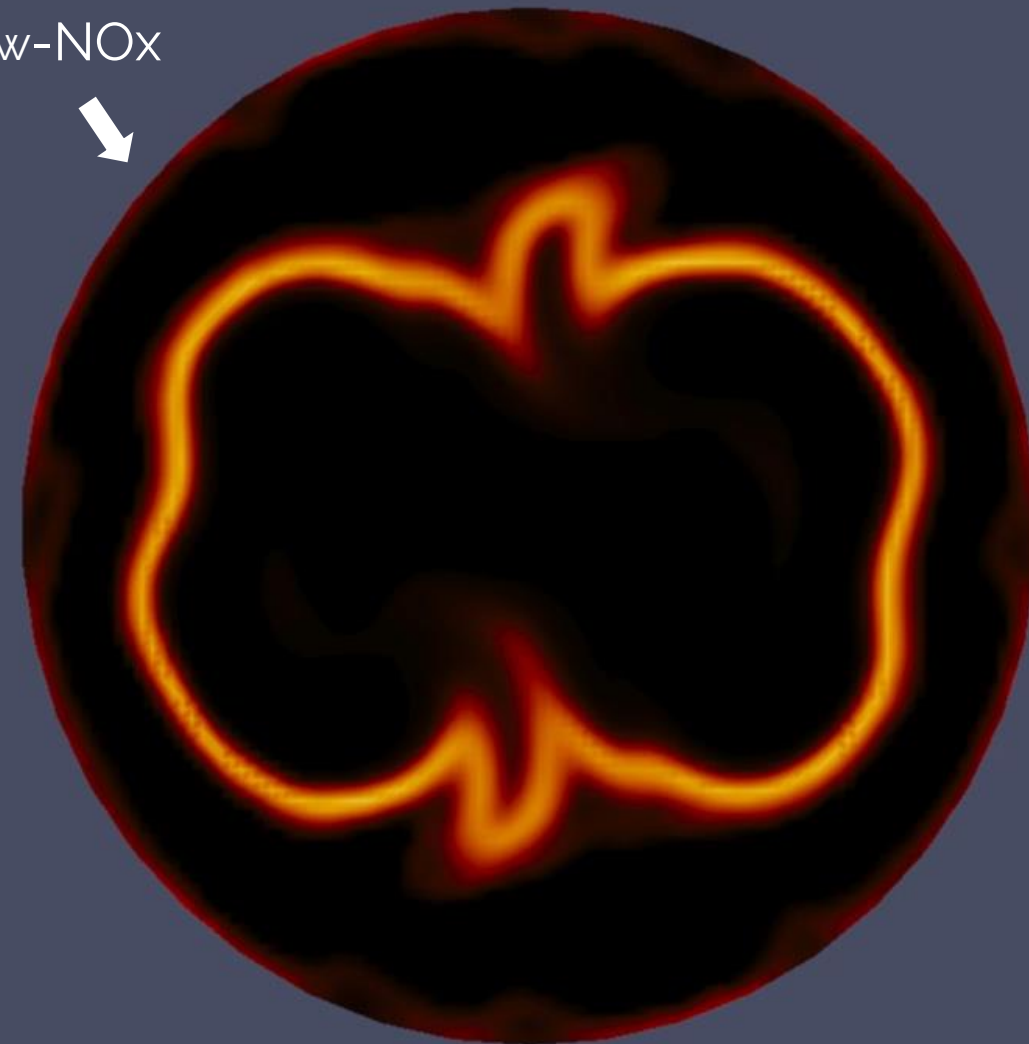
Vorteil der gestuften Verbrennung

Konventionell: Hot-Spots bilden NO_x im Flammenrohr

Gestufte Flamme: keine Hot-Spots im Flammenrohr



Low- NO_x





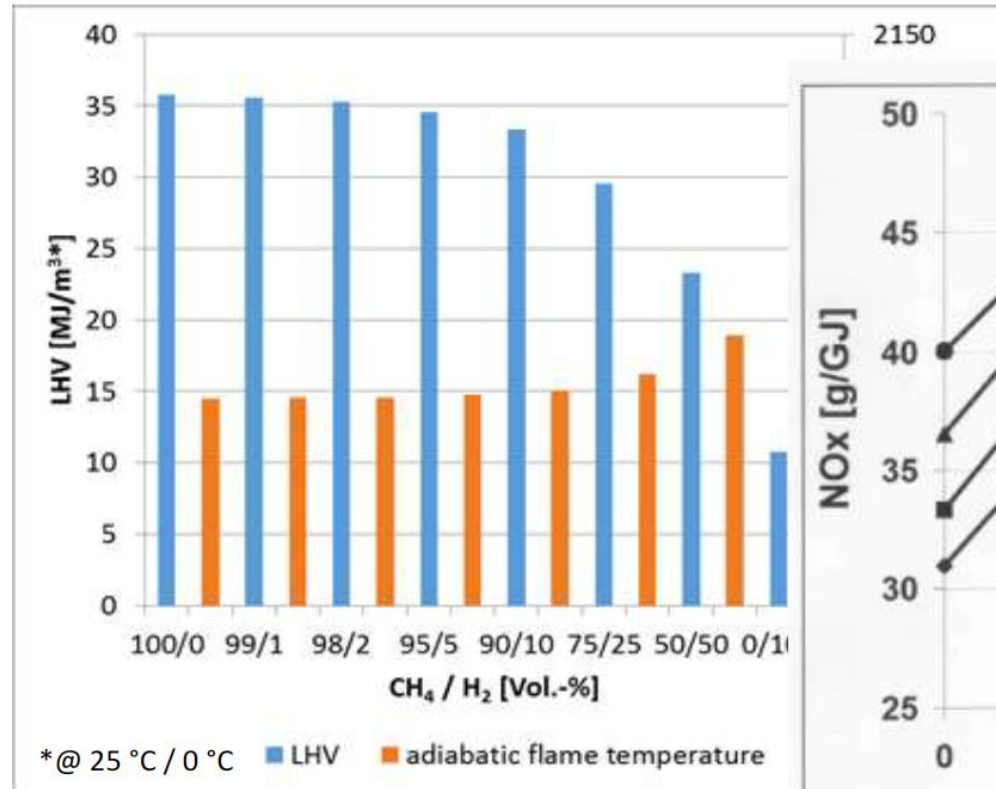
Die **ringförmige Rezirkulationszone** ist durch das Flammenbild deutlich zu erkennen

Wasserstoff? Ja, bitte.

2 Kanäle:
Erdgas & **Wasserstoff**

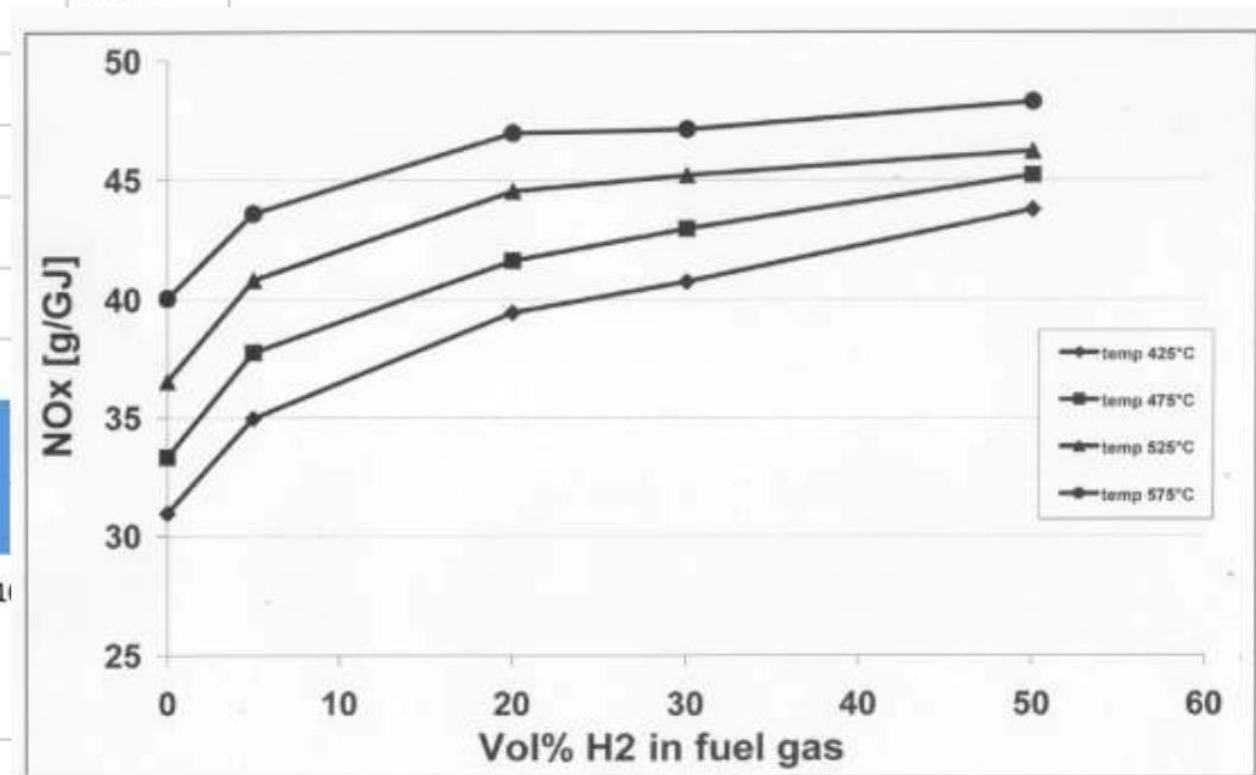


... auf die **Verbrennung?**

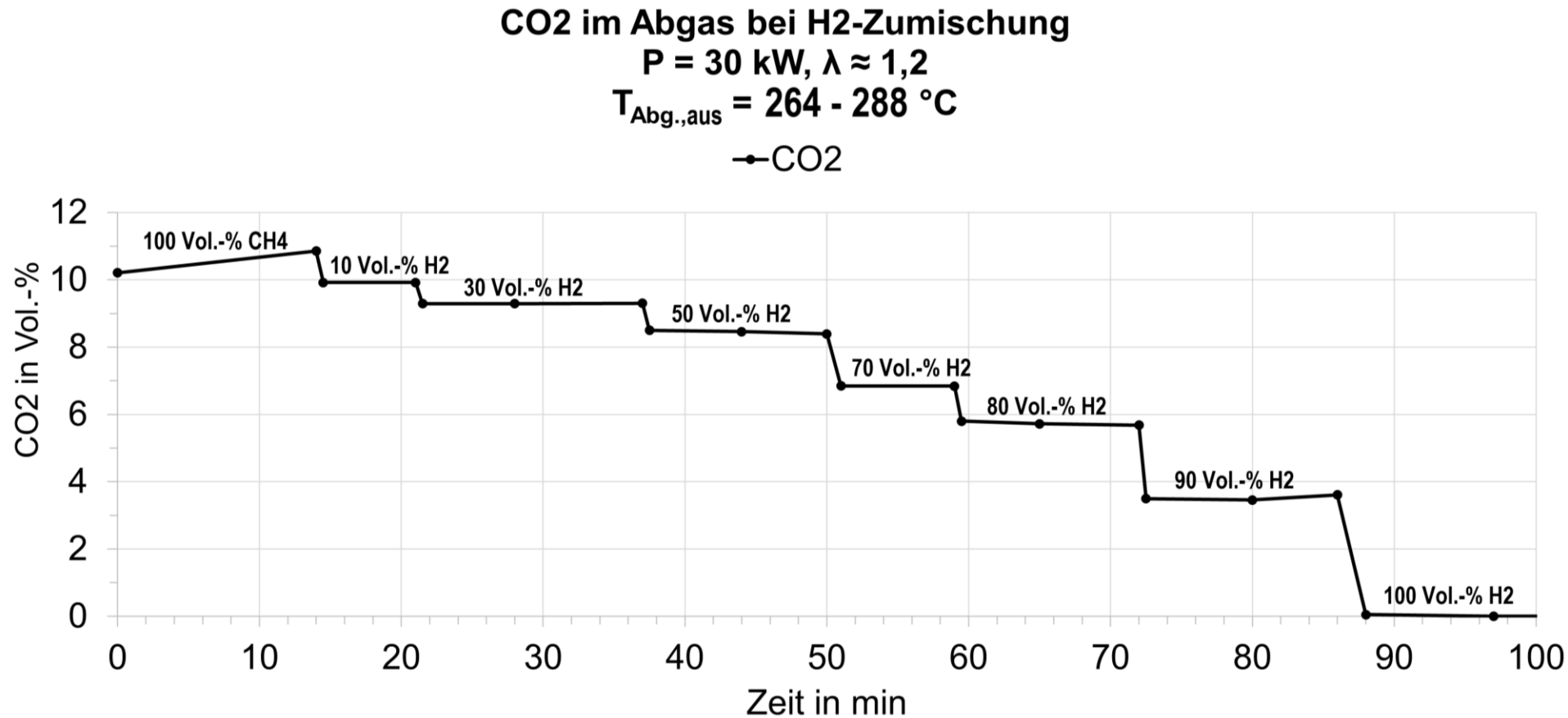


Source: GWI

... auf **Schadstoffemissionen?**



Source: Slim, B.K., Darneveil, H., van Dijk, G.H.J., Last, D., Pieters, G.T., Rotink, M.H., Overdiep, J.J., Levinsky, H.B., "Should we add hydrogen to the natural gas grid to reduce CO₂ emissions (Consequences for gas utilization equipment)", 23rd World Gas Conference, Amsterdam, The Netherlands, 2006

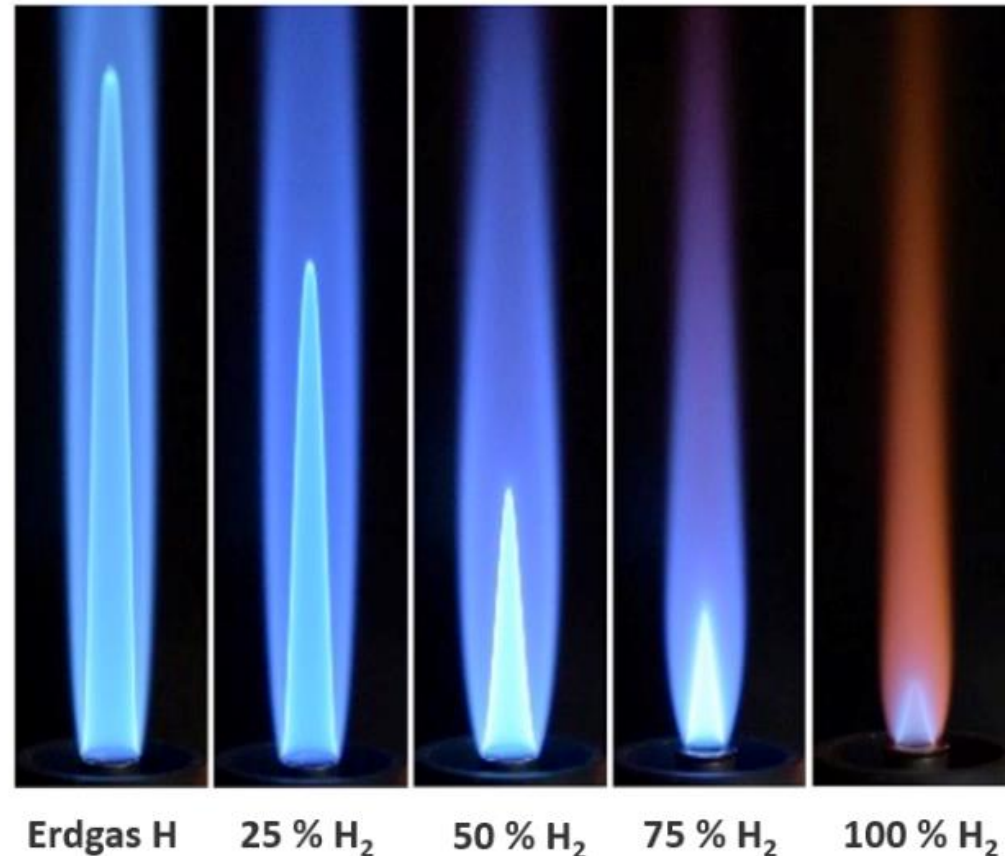


- 50 % Wasserstoff-Zumischung entspricht nicht 50 % CO₂-Reduzierung
- Deutliche CO₂-Einsparungen erst ab 80% Wasserstoff-Zumischung

Bedingung dafür:

Flammenform, Wärmeeintrag und Wärmeverteilung bleiben gleich.

Aber Wasserstoff ist viel reaktiver! Dadurch wird die Flamme kürzer, lokal heißer, und die Wärmeverteilung verändert sich.

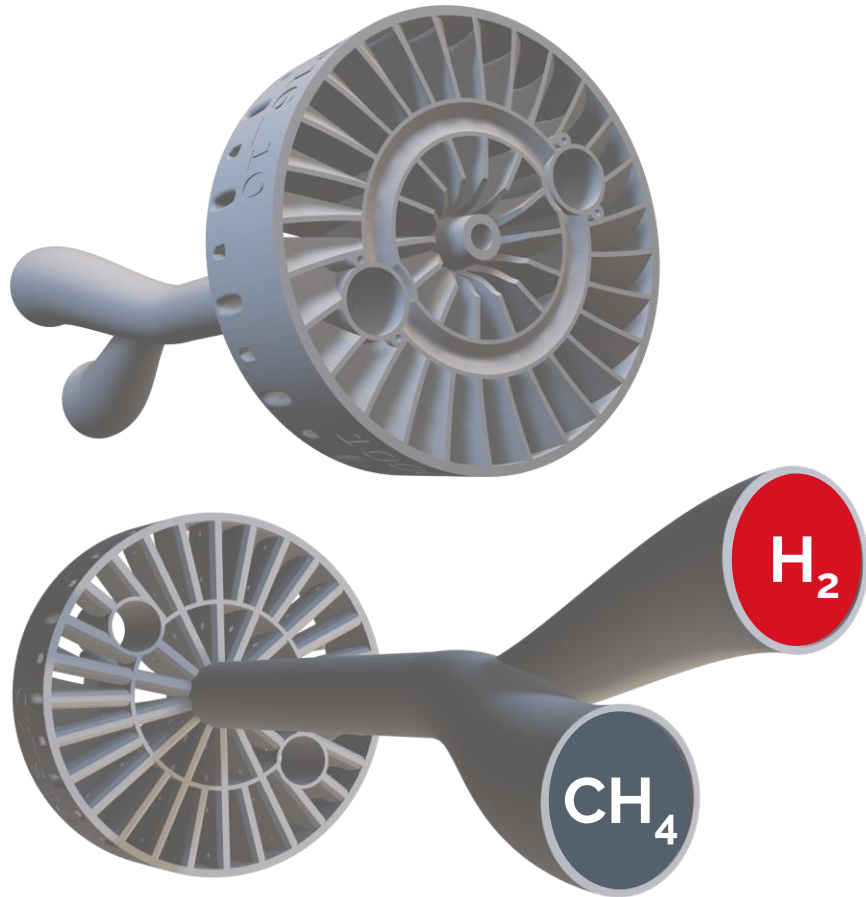


Untersuchungen an einer laminaren Vormischflamme
($P = 750 \text{ W}$, $\lambda = 1$)

Source: Universität Duisburg-Essen

Wasserstoff und Erdgas? Läuft.

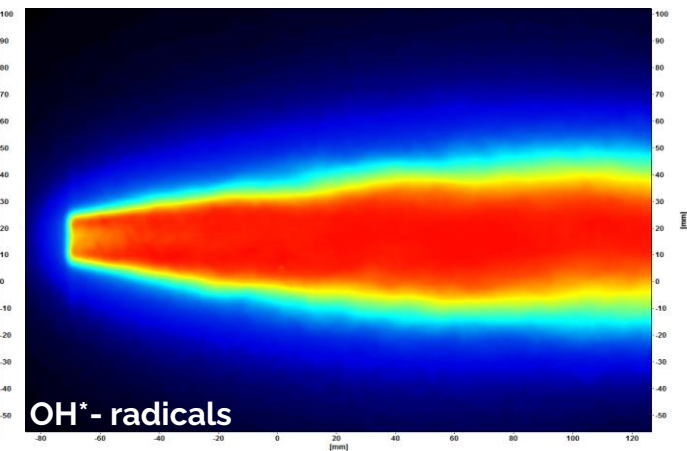
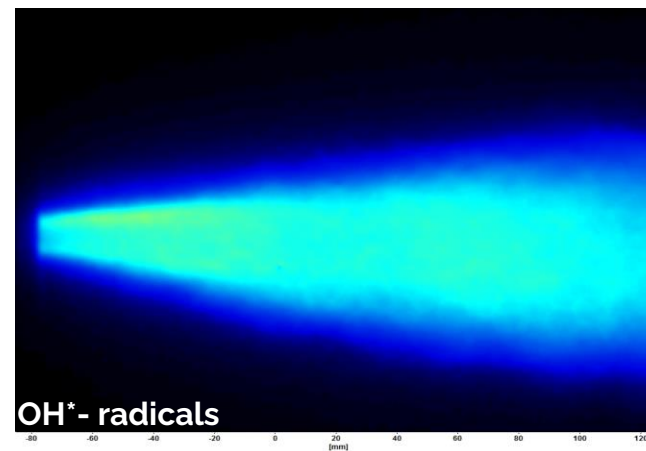
Mit unseren **patentgeschützten Brennstoffkanälen** halten wir die Parameter unverändert:



100% Erdgas
low-NO_x fossil
1000 °C Ofenraum



100% hydrogen
low-NO_x regenerative
1000 °C Ofenraum



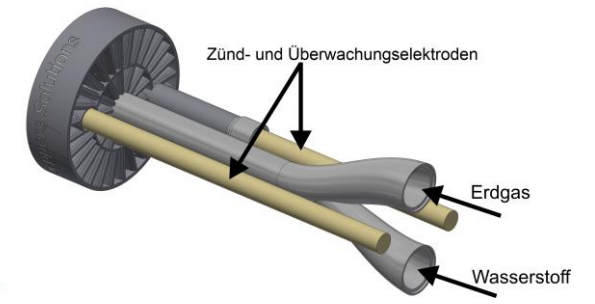
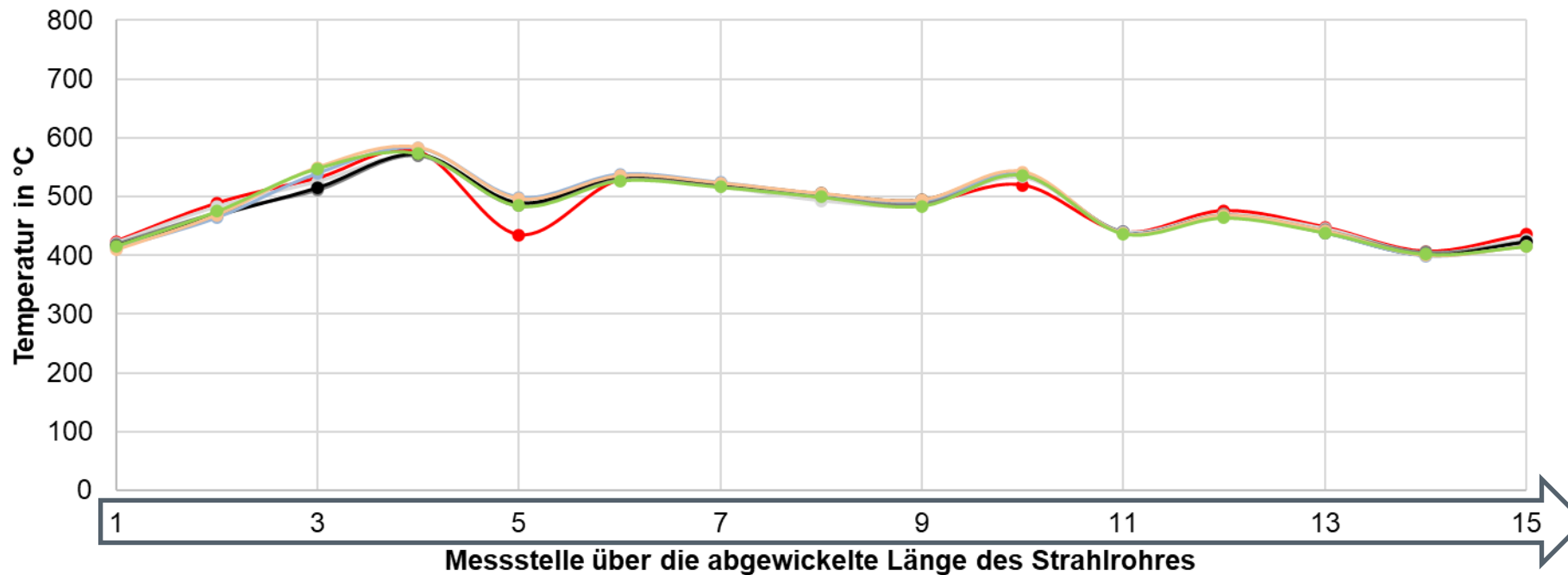
Wasserstoff und Erdgas? Läuft.

Obwohl Erdgas und Wasserstoff gemeinsam genutzt werden, sind die resultierenden Temperaturunterschiede in der Strahlrohranwendung gering.

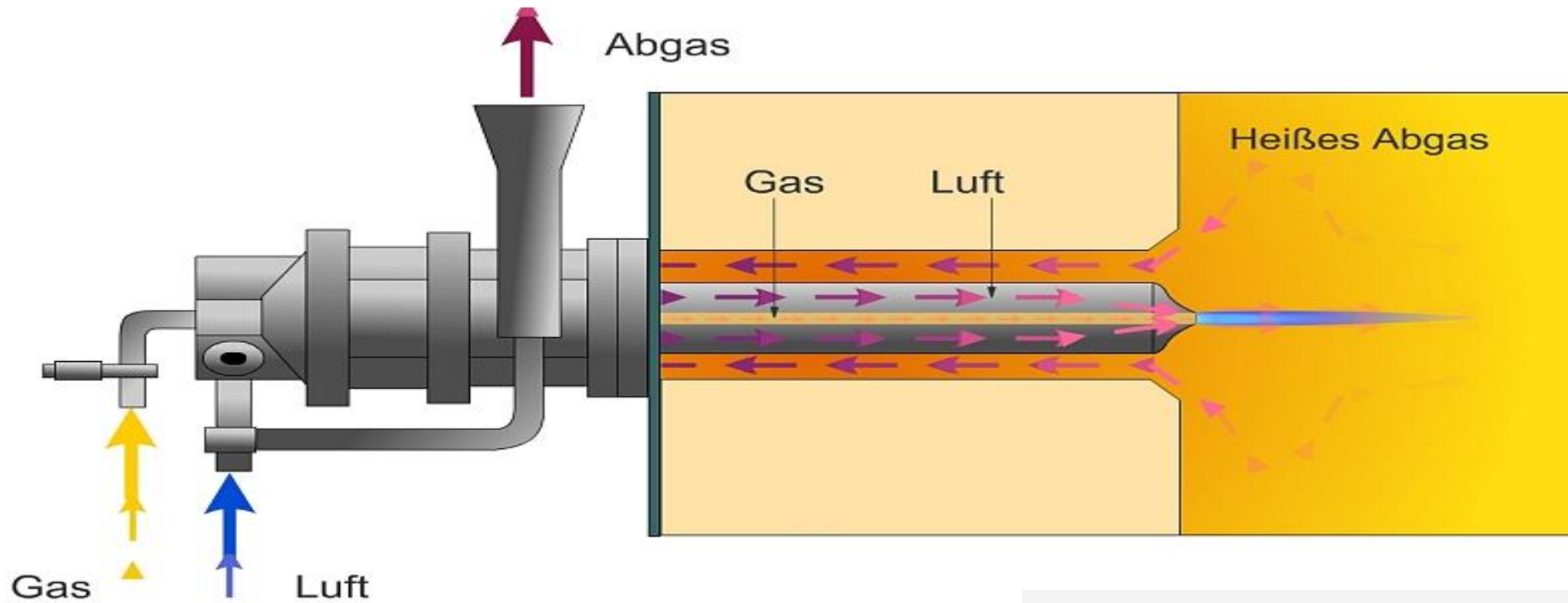
Verlauf der Strahlrohroberflächentemperaturen

65kW, $\lambda \approx 1,2 - 1,23$, $T_{\text{Luft}} = 492 - 508^\circ\text{C}$, $T_{\text{Strahlrohroberfläche,mittel}} = 480 - 483^\circ$

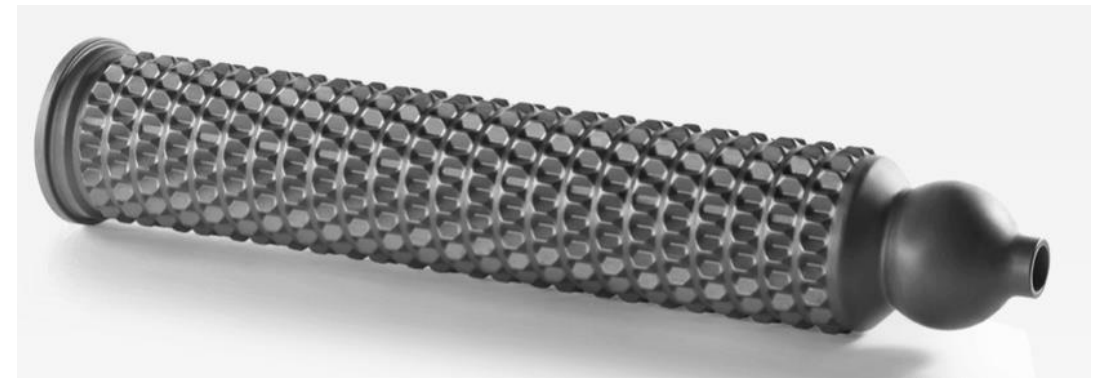
● 0 Vol.-% H₂ ● 20 Vol.-% H₂ ● 40 Vol.-% H₂ ● 60 Vol.-% H₂ ● 80 Vol.-% H₂ ● 90 Vol.-% H₂ ● 100 Vol.-% H₂



Wärmerückgewinnung bisher.

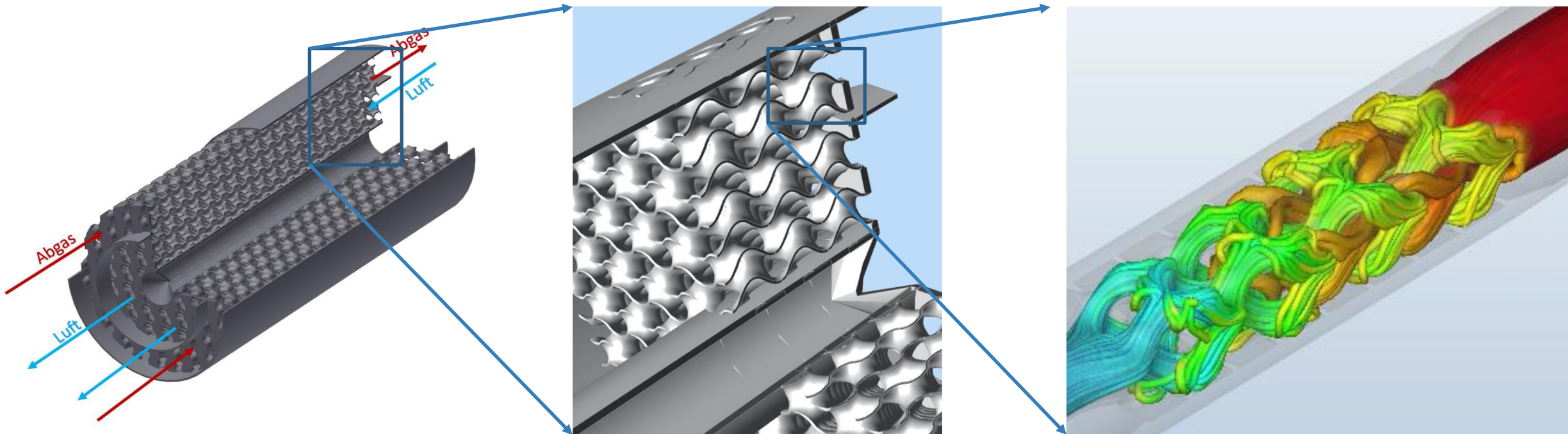


Quelle: Gas- und Wärme-Institut Essen e.V.



Quelle: Schunk Ingenieurkeramik GmbH

Die Potenziale neuer Geometrien: **TPMS*-Strukturen** sind schwer zu beherrschen, nur im 3D-Druck herstellbar und bringen unschlagbar gute Wirkungsgrade.

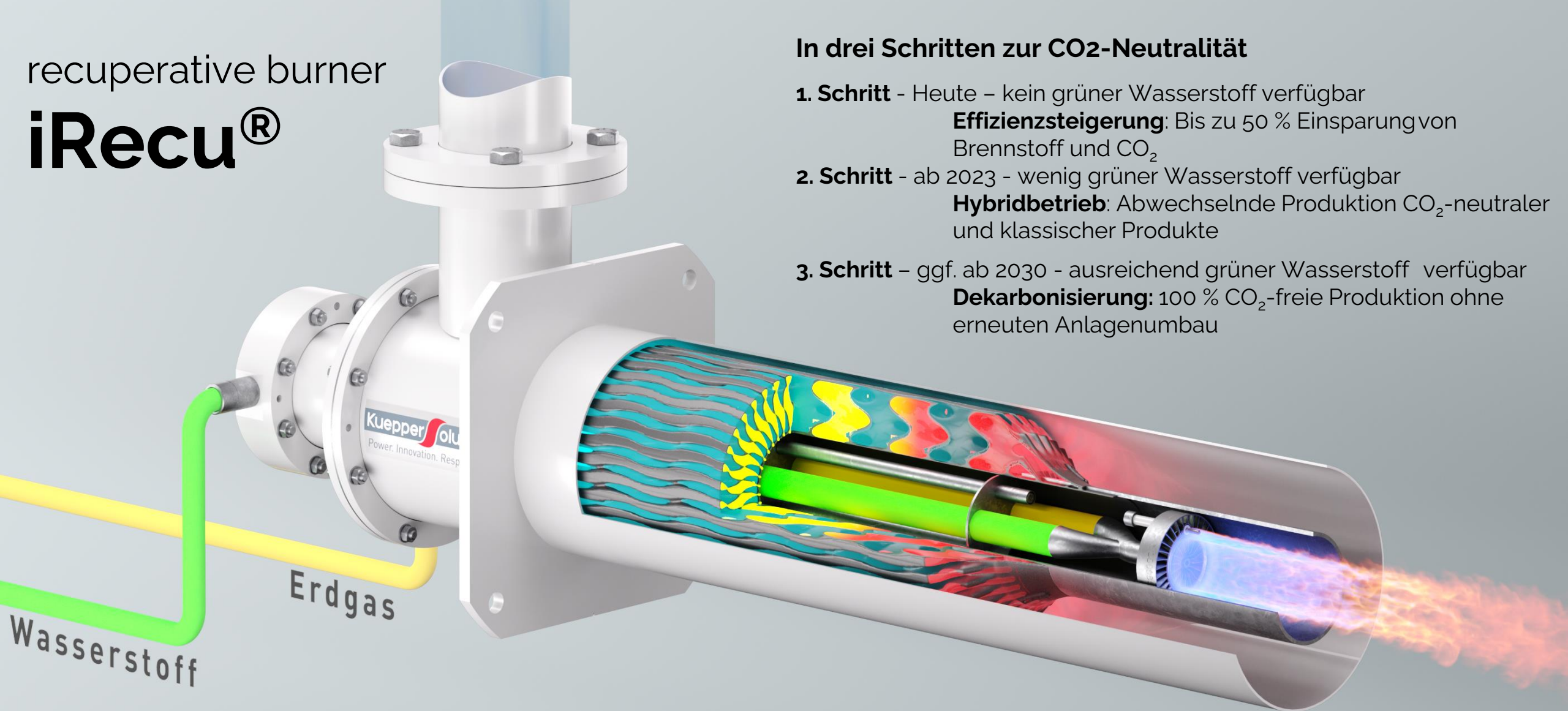


* TPMS: triply periodic minimal surface, dreifach-periodische Minimaloberfläche

Mit dem iRecu[®] zur Energiewende in der Industrie.

recuperative burner

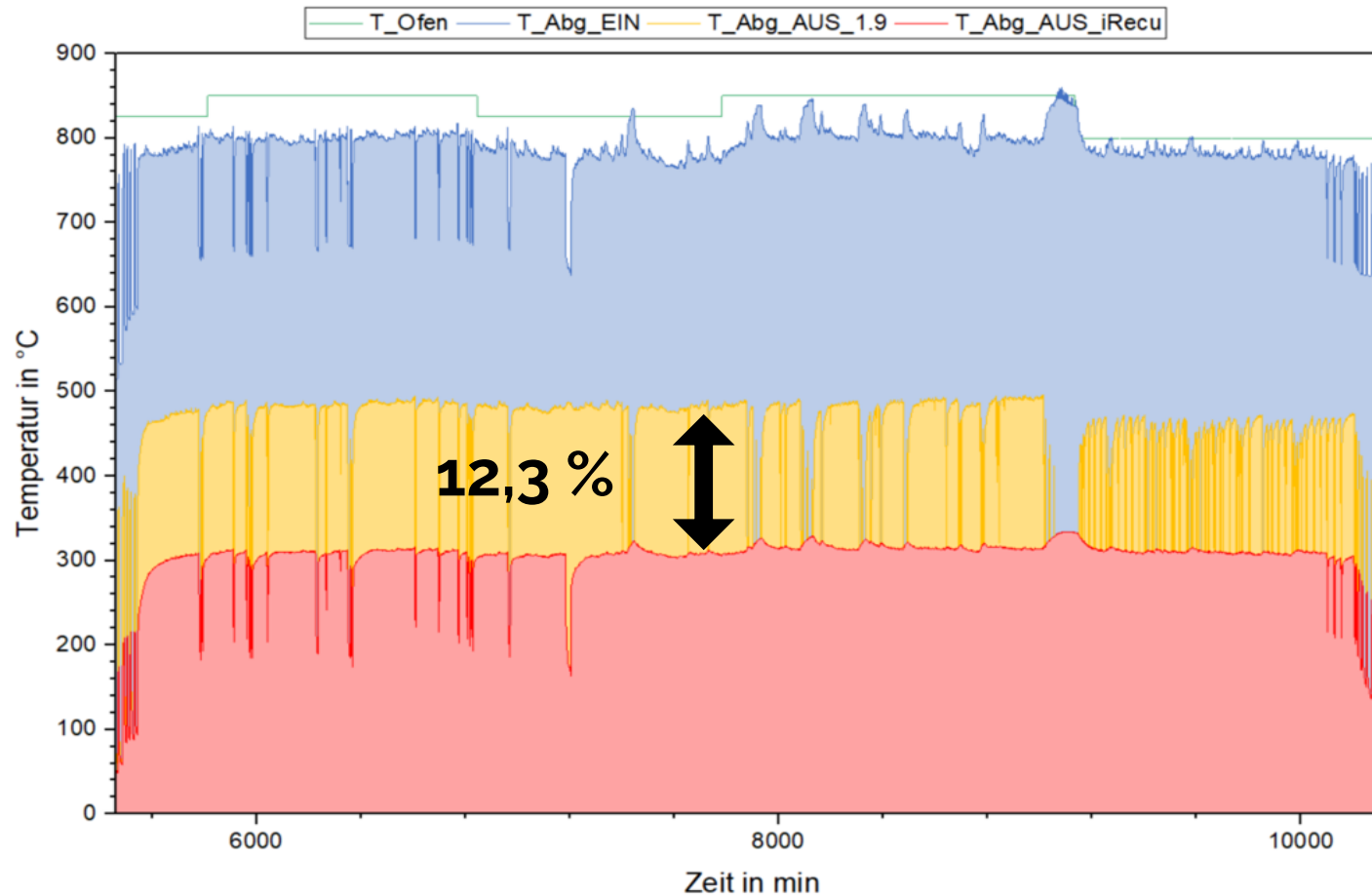
iRecu[®]



In drei Schritten zur CO₂-Neutralität

- 1. Schritt** - Heute – kein grüner Wasserstoff verfügbar
Effizienzsteigerung: Bis zu 50 % Einsparung von Brennstoff und CO₂
- 2. Schritt** - ab 2023 - wenig grüner Wasserstoff verfügbar
Hybridbetrieb: Abwechselnde Produktion CO₂-neutraler und klassischer Produkte
- 3. Schritt** – ggf. ab 2030 - ausreichend grüner Wasserstoff verfügbar
Dekarbonisierung: 100 % CO₂-freie Produktion ohne erneuten Anlagenumbau

Temperaturverlauf POC 2.5.22 6:00 Uhr - 5.5.22 15:19 Uhr
Leistung_iRecu: 30 kW, Leistung_1.9: 35 kW
 $\lambda = 1,155$



Proof of Concept:

- Realbetrieb eines ersten Rekuperatorbrenners über sechs Wochen
- Nachweis der Betriebssicherheit und der Energieeinsparung



12,3 % weniger Abgasverluste mit unserem iRecu[®], was direkt der Energie- und CO₂-Einsparung entspricht!

Weltweit erster iRecu[®]-Brenner im Realbetrieb



- Umrüstung **der ersten zwei Heizzonen von vier Öfen** der MPT im Werk Hamm
- Lieferumfang:
122 Rekuperatorbrenner
- Realisierungszeitraum:
Q4 2022 + Q2 2023

Ist der 3D-Druck für den Dauerbetrieb geeignet?



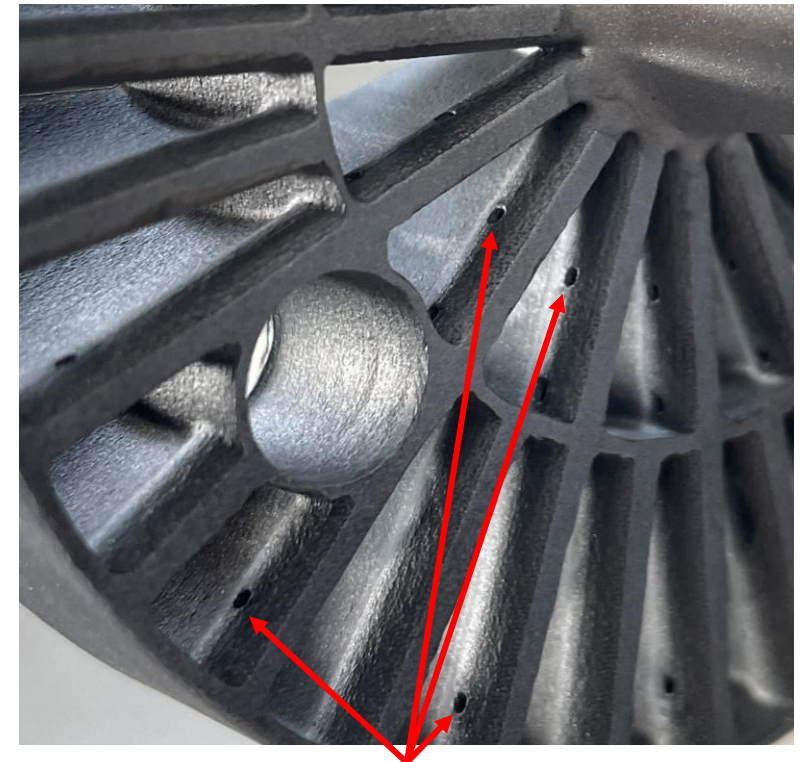
25 Monate
Betriebsdauer, ca.
600°C
Luftvorwärmung &
 $T_{F,diss} \approx 2127^{\circ}\text{C}$



Grobe Bearbeitung
mit Hilfe von
Schmirkelpapier/
Drahtbürste



Feine Bearbeitung
mit Sandstrahlen



Qualität der Gasaustrittsdüsen
bleibt unverändert!

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Kuepper  **solutions**

Power. Innovation. Responsibility.

sonja.schlegel@kueppers-solutions.de

Telefon: +49 (0)151 23616207

Fax: +49 (0)209-361722-180

www.kueppers-solutions.de

THERMPROCESS DÜSSELDORF 12.6. – 16.6.23

Sie finden uns hier: **HALLE 9, STAND C72**

