

POTENTIALE ZUR DEKARBONISIERUNG

**VON HAUBENGLÜHANLAGEN
UND AKTUELLE
ENTWICKLUNGEN**

Dr.-Ing. Gökhan Gula
R&D and Process Engineering

Haubenglühanlagen...

GRUNDLAGEN DER HPH®-HAUBENGLÜHTECHNIK



... für Stahlband

C-Stahl
Edelstahl
Dynamoband



... für Draht und NE-Metalle

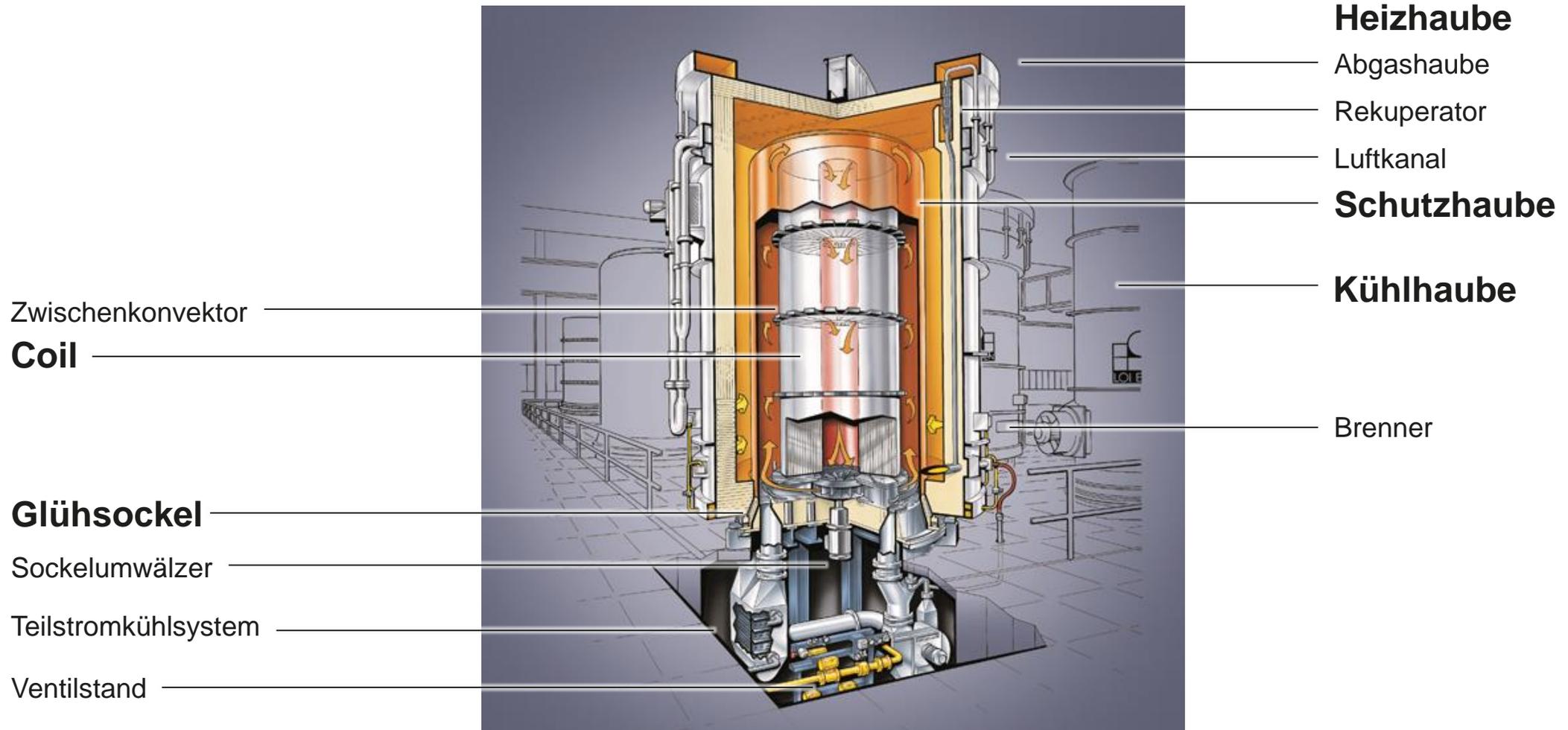
Walzdraht
Ziehdraht
Buntmetalle



... für Trafoblech

kornorientiertes
Elektroblech
(GO, HGO)

GRUNDLAGEN DER HPH®-HAUBENGLÜHTECHNIK





SCENARIO 1



Gasbeheizung

1,5 MW installierte Leistung

$\eta_{\text{gas}} = 0,71$ (konventionell)

0,76 (Ultra low NO_x
HPH-Flameless)

SZENARIO 2



Gasbeheizung regenerativ

100% Gasleistung mithilfe von
regenerative hergestellten
Gasen

1,5 MW gas

(100% H₂,Elektrolyse bis 100% CH₄P2G)

SZENARIO 3



Elektrische Beheizung

1,0 MW Widerst.-Heizelemente

$\eta_{\text{el}} = 0,98$

Max. Heizleistung:

800 kW (Wand, Sockel, SHR)

→ 80% der erf. Heizleistung

SZENARIO 4



Hybride Beheizung

100% Leistung gasbeheizt +
flexible zuschaltbare
elektrische Beheizung

1,5 MW gas + 300 kW el.



Praxisbeispiele

für Effizienzsteigerung

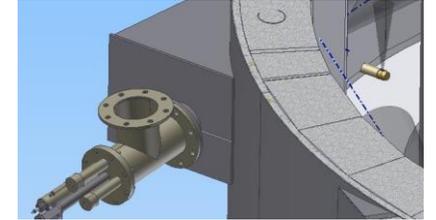
Ultra low NO_x HPH[®]-flameless Konzept

WELTWEIT ERSTEN EINSATZ DER FLAMMLOSEN VERBRENNUNG IN EINER HAUBENGLÜHANLAGE



Höhere Luftvorwärmtemperaturen (bis 600°C)
durch vergrößerte Reku-Fläche

→ 12% Energieeinsparung



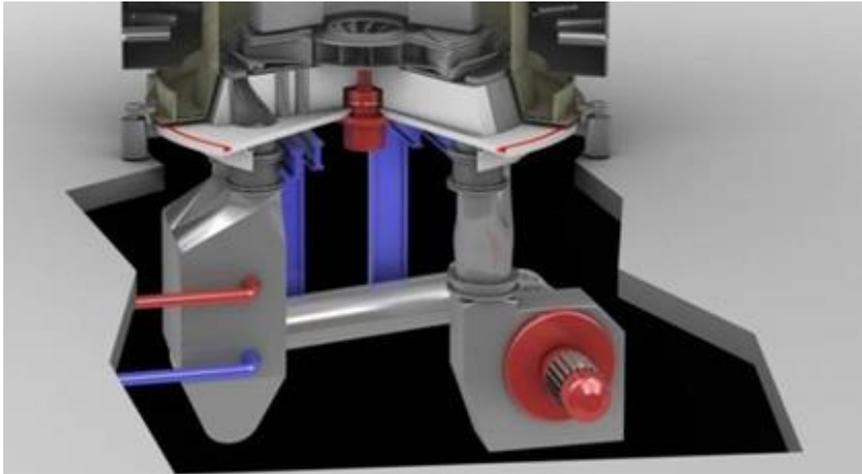
NO_x-Emissionen über eine typische Glühreise mit Flammen- und
patentiertem flammlosen Betriebszeiten < 100 mg/m³ @5%O₂.
(Konventionelle Anlagen 250-350 mg/m³ @5%O₂)

Geringere Hot Spot Temperaturen an der Schutzhaube und homog.
Temperaturverteilung (ca. 50-70 K niedriger)

Erfolgreicher Industrieinsatz bei der thyssenkrupp Hohenlimburg
GmbH seit 2011 (mehreren Ausbaustufen)

HPH[®]-Konzept mit flexibler BYPASS-Kühlung

WELTWEIT ERSTE HAUBENGLÜHANLAGE MIT VOLLAUTOMATISCEM KRANBETRIEB



Kombination aus HPH[®]-Heizhaube mit Luftvorwärmtemperaturen bis zu 600°C und Energierückgewinnung durch Wärmeauskopplung. Doppeltes flexibles LOI BYPASS-Kühlsystem im Einsatz seit 2013:

- Thermal-Öl bis zu 270°C für ORC-Prozess (Elektroenergie + Heißwasser)
- Heißwasser bis zu 80°C für Sekundärnutzung wie bspw. Hallenbeheizung



➔ **Energieeinsparung von etwa 22%**





Beheizung

mit Wasserstoff

Basis für Brennerneuentwicklungen für Haubenglühanlagen im Hause Tenova:

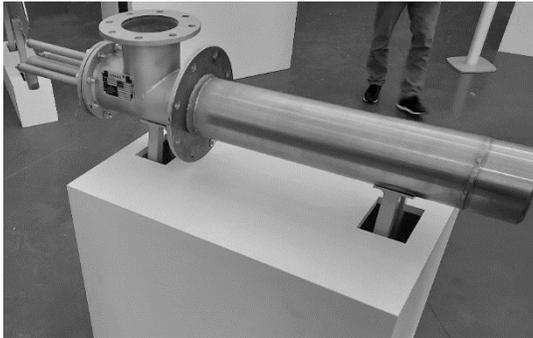


- 150 kW Leistung je Brenner
- Eignung für den engen Brennraum zwischen Heizhaube und Schutzhaube, z.B. durch kurze Flammenausprägung
- Drücke im üblichen Arbeitsbereich (Luft/Gas)
- Erdgas- und Wasserstofftauglichkeit (inkl. Mischungen)
- Vorwärmtemperaturen bis 600°C und Ofenraumtemperaturen bis 960°C
- zuverlässige, vollständige und CO-freie Verbrennung
- möglichst niedrige Emissionswerte u.a. durch Reduktion von Temperaturspitzen mittels zweistufiger oder flammenloser Verbrennung

Tenova Brenner-Neuentwicklungen

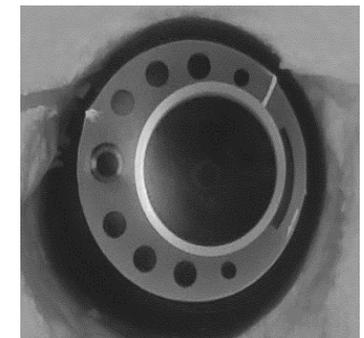
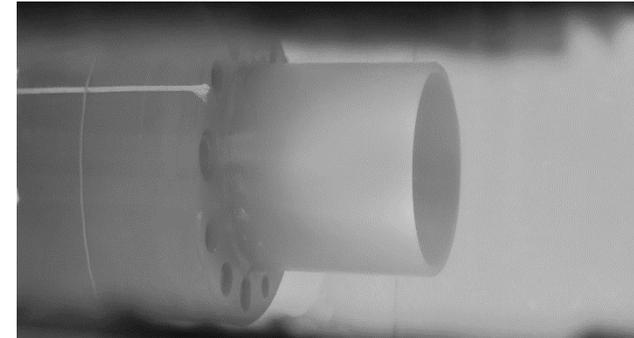
BEHEIZUNG MIT WASSERSTOFF

Tenova THSQ-Brenner



2-stufige Verbrennung

Tenova THSQX-Brenner



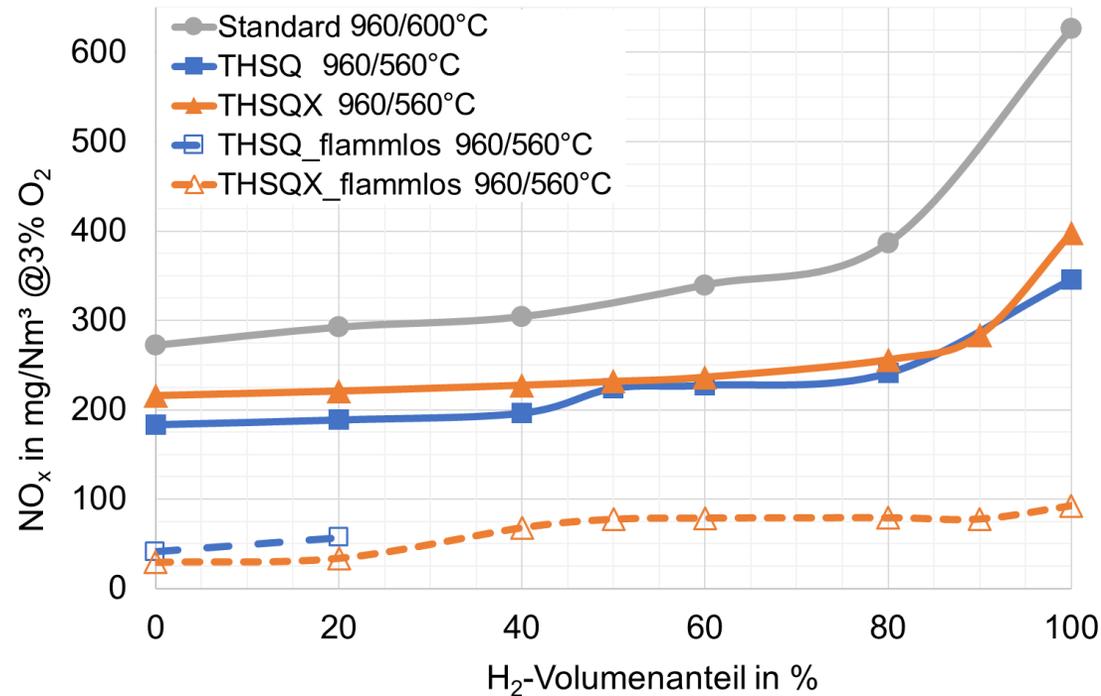
Asymmetrisches Design; 2-stufige Verbrennung
Separate Gasversorgung für Flammlosbetrieb

Beide Brenner wurden in Labor-Prüfständen auf ihre H₂-Tauglichkeit inkl. Emissionsverhalten getestet.

Ergebnisse Laborprüfstände bei 960°C

BEHEIZUNG MIT WASSERSTOFF

Luftvorwärmtemperatur 560/600°C

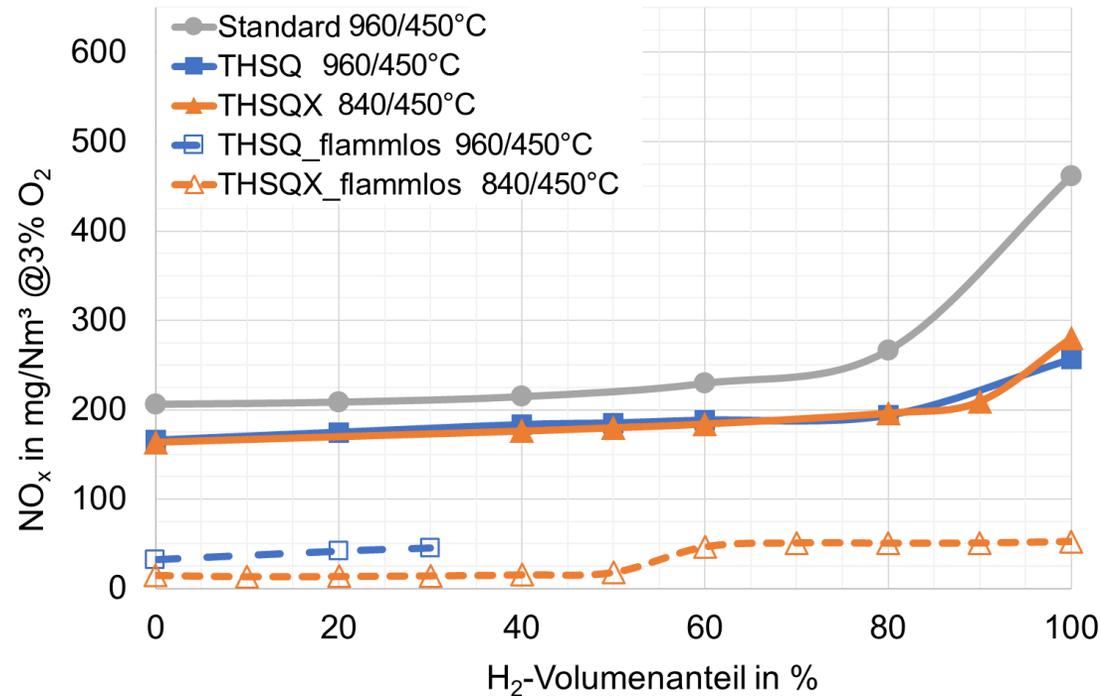


- 0-80/90% H₂-Volumenanteil: moderater linearer Anstieg der NO_x Emissionen, anschl. ausgeprägt
 - THSQ: ~ 35% / THSQX: ~ 27% geringere NO_x-Emissionen als Standard im Flammenbetrieb bis 80% H₂; < 260 mg/Nm³ @3%O₂
 - Standardbrenner 100% H₂: ~625 mg/Nm³ @3%O₂
- THSQ um 45% und THSQX um 35% niedriger

➔ Bei 100% H₂ emittiert der THSQX-Brenner im flammenlosen Betrieb 95 mg/Nm³ anstelle von ~625 mg/Nm³ @3%O₂

BEHEIZUNG MIT WASSERSTOFF

Luftvorwärmtemperatur 450°C



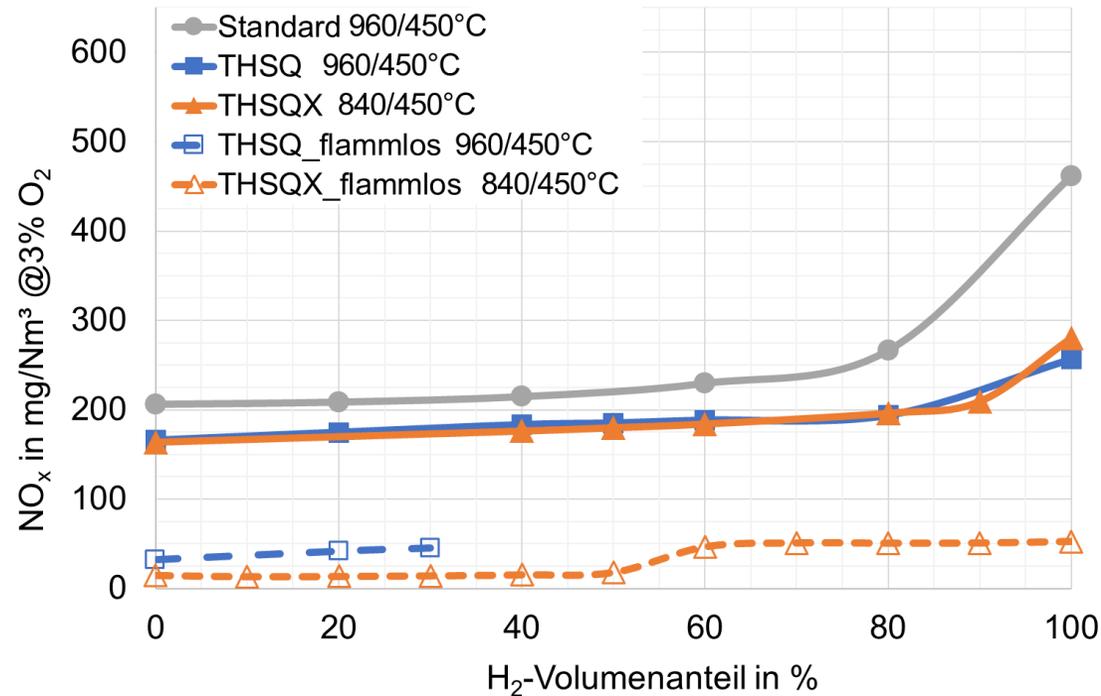
- Brennerverhalten vergleichbar mit Verhalten bei höheren Luftvorwärmtemperaturen 
- THSQ (/THSQX): ~ 20% geringere NO_x-Emissionen als Standard im Flammenbetrieb bei 100% Erdgas bis hin zu 45% bei 100% H₂
- Standardbrenner 100% H₂: ~460 mg/Nm³ @3%O₂; THSQ ~255 mg/Nm³ @3%O₂ (↓45%)

⇒ Speziell optimierte Brenner liefern deutlich bessere Emissionswerte bei hohen H₂-gehalten.

⇒ Verhalten bei 100% H₂ ist trotz prinzipieller H₂-Tauglichkeit zu hinterfragen.

BEHEIZUNG MIT WASSERSTOFF

Luftvorwärmtemperatur 450°C



- Der Flammlosbetrieb der THSQ und THSQX Brenner ermöglicht weitere NO_x-Reduktionen bis zu 92% im Verhältnis zu ihrem jeweiligen Flammenbetrieb 
- Alle gemessenen Emissionswerte im Flammlosbetrieb bei unterschiedlichen Temperaturniveaus liegen unterhalb 95 mg/Nm³ @3%O₂
- Mit sinkenden Temperaturen und H₂-Anteilen sinken die Emissionen bis auf 15 mg/Nm³ @3%O₂

➔ **Das optimierte Brennerdesign in Kombination mit einem Flammlosbetrieb führt zu hervorragendem Emissionsverhalten bei hohen Temperaturen und H₂-Anteilen**



Brenngasversorgung:

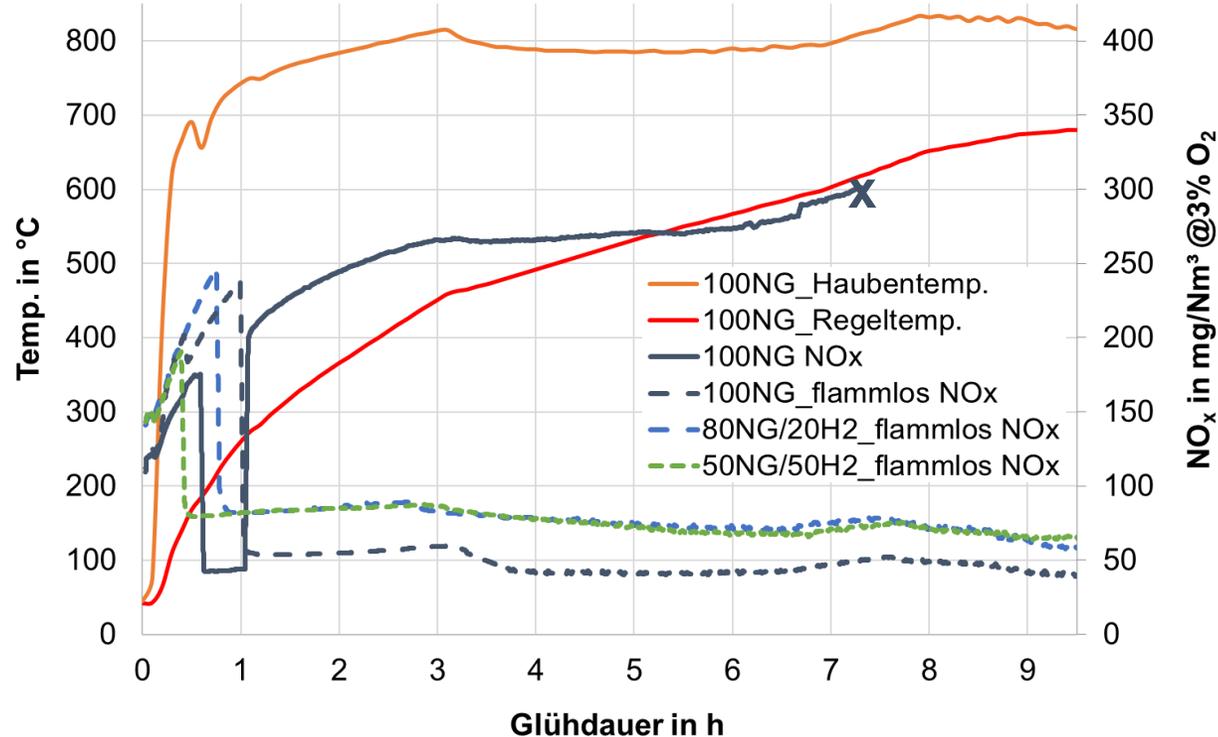


- Mobil einsetzbare Erdgas-Wasserstoff-Mischstrecke
- Mischen unterschiedlicher Brenngasanteile in einem weiten Heizleistungsbereich bis zu 2 MW
- Eingangsdrücke zw. 0,5-6 bar
- Bypass-Option zum direkten Anschluss an vorhandene Druckregler

➔ **Versuche an der Haubenglühanlage mit HPH[®]-flameless Konzept und ca. 1,1 MW bei der thyssenkrupp Hohenlimburg GmbH**

HPH[®]-flameless-Konzept: H₂-Versuche bei tk

BEHEIZUNG MIT WASSERSTOFF



- Glühreisen mit unterschiedlichen H₂-Anteilen erfolgreich getestet
- Angaben in Leistungs-%
 - 80NG/20H₂ entspricht 47 Vol% H₂
 - 50NG/50H₂ entspricht 77 Vol% H₂
- Referenzversuch mit 100% Erdgas:
 - ~300 mg/Nm³ @3%O₂
 - Flammlosbetrieb ~50 mg/Nm³@3%O₂
- Flammlosbetrieb bei den H₂-haltigen Gasmischungen unterhalb von 95 mg/Nm³ @3%O₂

➔ Das HPH[®]-flameless Konzept ist hervorragend für den industriellen H₂-Betrieb geeignet und kann seine Vorteile durch die Kombination von hohen Luftvorwärmtemperaturen und Flammlosbetrieb voll ausspielen.

Zusammenfassung und Ausblick (1)

BRENNERNEUENTWICKLUNGEN BEI TENOVA THSQ- UND THSQX-BRENNER

Die Tenova Low NO_x-Brenner THSQ und THSQX wurden im Versuchsmaßstab erfolgreich unter Einsatz von 100% H₂ sowie Gemischen aus H₂ und Erdgas getestet:



- Bei reinem H₂-Betrieb konnten die Emissionswerte von 625 mg/Nm³ @3%O₂ mit einem konventionellen Brenner auf etwa 95 mg/Nm³ @3%O₂ durch den Einsatz des Tenova THSQX Low NO_x-Brenners im Flammlosbetrieb gesenkt werden.
- Im Flammenbetrieb werden je nach Betriebssituation 20 bis 45% NO_x-Emissionen eingespart.
- Im Flammlosbetrieb liegen die NO_x-Emissionen zwischen 15 und 100 mg/Nm³ @3%O₂.

➔ Speziell optimierte Brenner liefern deutlich bessere Emissionswerte bei hohen H₂-gehalten.

Zusammenfassung und Ausblick (2)

HPH[®]-FLAMELESS-KONZEPT: H₂-VERSUCHE

Das patentierte LOI HPH[®]-flameless Konzept entspricht dem aktuellen Stand der Technik und ist großtechnisch einsetzbar:



- Bei bis zu 77 Volumen-% H₂ im Brenngas werden Emissionswerte < 95 mg/Nm³ @3%O₂ eingehalten.
- Mit der Technologie werden generell Energieeinsparungen um 12% erzielt.
- Das Konzept ist auch bei der Verbrennung von Erdgas-Wasserstoff Gemischen ein probates Mittel zur Einhaltung strenger Emissionsgrenzen.
- Der zusätzliche Investitionsbedarf des LOI HPH[®]-flameless Konzept amortisiert sich über die Energieeinsparungen bereits innerhalb weniger Jahre und ermöglicht daneben verlängerte Schutzhauben-Standzeiten und homogenere Materialeigenschaften.

➔ In Kombination mit hohen Luftvorwärmtemperaturen spielt das LOI HPH[®]-flameless Konzept seine Vorteile einer emissionsarmen und energieeffizienten Technologie für Haubenglühanlagen besonders wirksam aus.

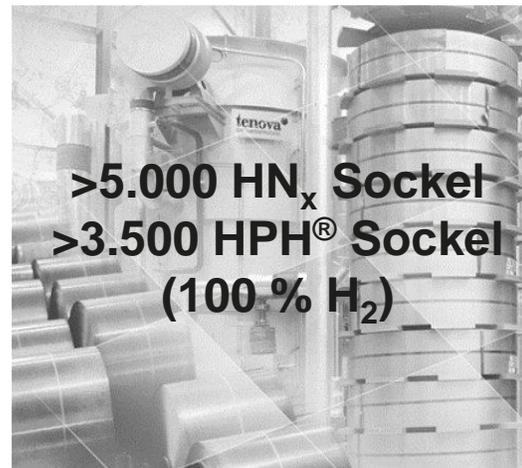
Im Rahmen von Neubauprojekten und insb. Modernisierungen von Haubenglühanlagen sollte die Zukunftsfähigkeit konventioneller Konzepte im Hinblick auf ihre **H₂-Tauglichkeit inkl. ihrem Emissionsverhalten** kritisch begutachtet werden.

Brennertechnologien, die sich prinzipiell eignen, müssen insb. hinsichtlich ihres **Emissionsverhaltens** bei reiner H₂-Verbrennung betrachtet werden. Mit den vorliegenden Untersuchungen konnte die Eignung der vorgestellten Konzepte für einen stabilen emissionsarmen und **industrietauglichen Wasserstoffbetrieb** nachgewiesen werden.

Eine isolierte Brennerbetrachtung ist nicht zielführend. Es muss vielmehr das **gesamte Ofenkonzept** auf den Prüfstand gestellt werden. Hierzu steht der Tenova LOI Thermprocess und seinen Kunden eine **mobile Erdgas-Wasserstoff-Mischstrecke** für Tests an unterschiedlichen Ofentypen zur Verfügung.

Mehr als 100 Jahre Erfahrung

TENOVA LOI THERMPROCESS





VIELEN DANK

LOI Thermprocess GmbH
Schifferstrasse 80
47059 Duisburg - Germany

Tel. 0203 80398-900
Fax 0203 80398-901
loi@tenova.com

www.loi.tenova.com

TECHINT GROUP

