

Betriebserprobung eines hybrid beheizten Strahlrohrs



GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

4. Aachener Ofenbau- und Thermoprozess-Kolloquium, 17./18.10.2023, Aachen

A. Queck¹, B. Stranzinger¹, M. Mann², S. Lindtner², S. Bullert³, J. Wüning³, M. Keller⁴, A. Westerfeld⁴

¹-VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH; ²-Kanthal GmbH,

³-WS Wärmeprozessstechnik GmbH, ⁴-thyssenkrupp Steel Europe AG



VDEh-Betriebsforschungsinstitut
GmbH



Ausgangslage



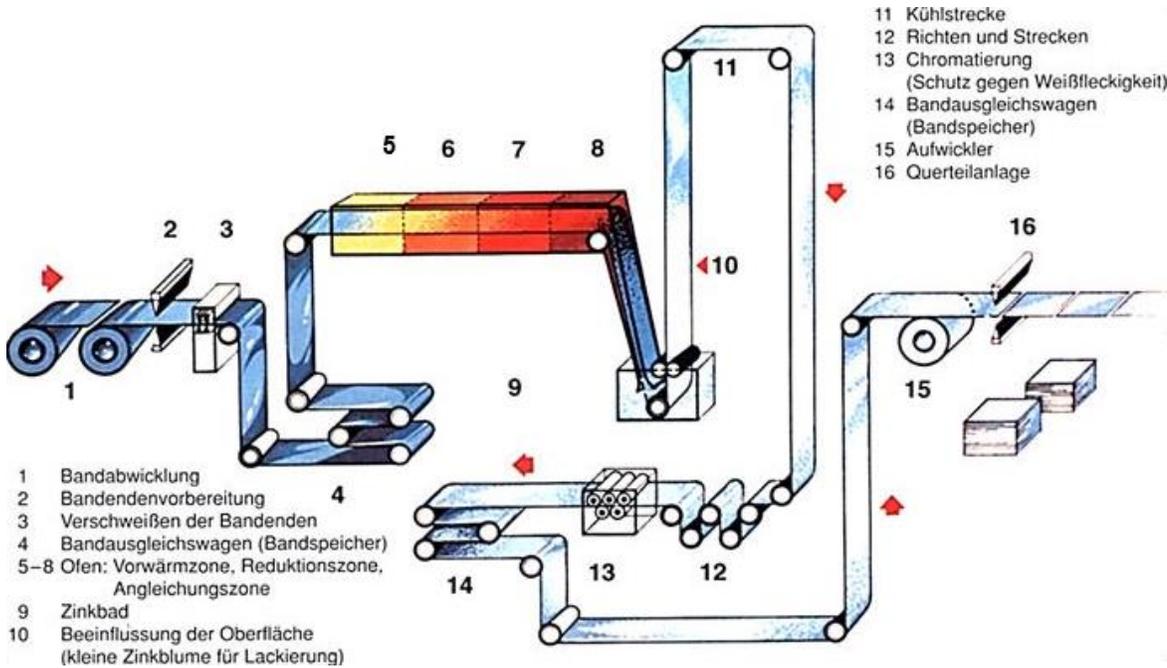
- › Im Rahmen der Energiewende und zur Verringerung von CO₂-Emissionen sind viele Industrieprozesse zu überdenken.
- › In den letzten Jahren sind die Energiebezugskosten der Industrie erheblich gestiegen. Fragen nach der sicheren Verfügbarkeit z.B. von Erdgas sind immer noch aktuell.
- › Gibt es Möglichkeiten zur flexibilisierbaren Nutzung von elektrischer Energie für industrielle Beheizungsprozesse?
- › Idee: Ein hybrid (Brenngas und elektrische Energie) beheiztes Strahlrohr

Anforderungen

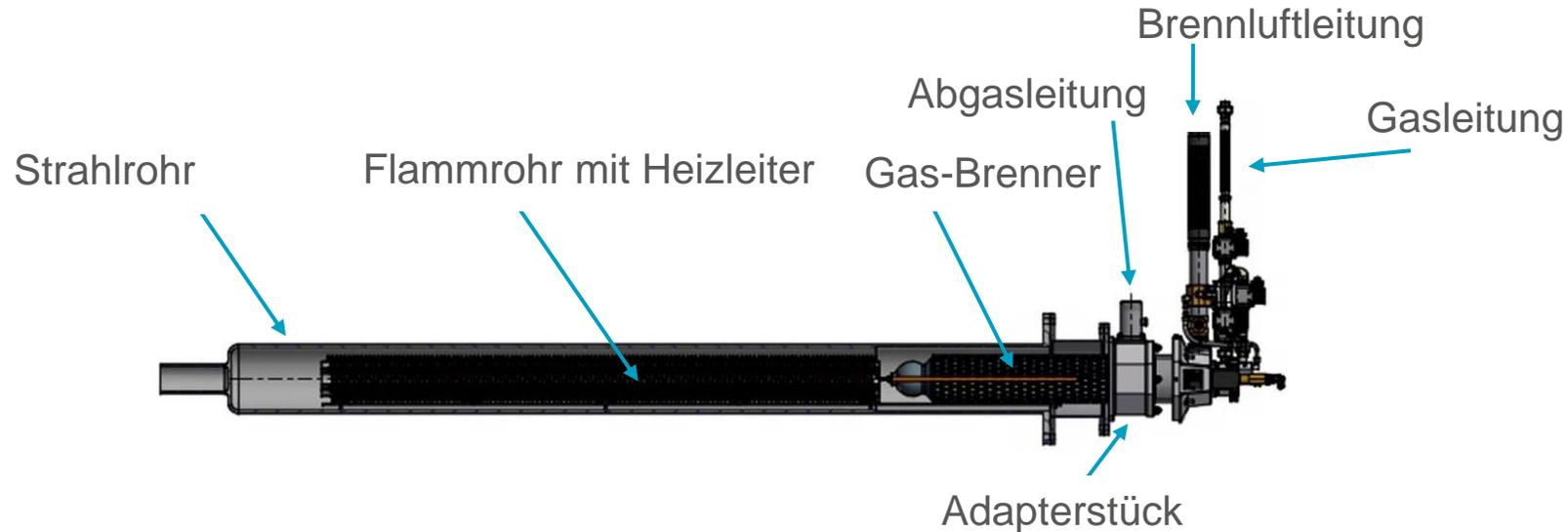


- › jede Energiequelle sollte die benötigte Wärmeleistung allein bereitstellen können
- › Wechsel zwischen den Energieträgern muss vom Leitstand basierend auf übergeordneten Kriterien vorgebar sein
- › Wechsel zwischen den Energieträgern muss so schnell erfolgen, dass keine negativen Folgen für den Prozess und/oder somit die Qualität des Produktes auftreten (z.B. Temperaturschwankungen)
- › keine negative gegenseitige Beeinflussung der Beheizungsmöglichkeiten (z.B. Druckverlust)

Einsatzort in horizontaler Feuerverzinkungsanlage



Konzept

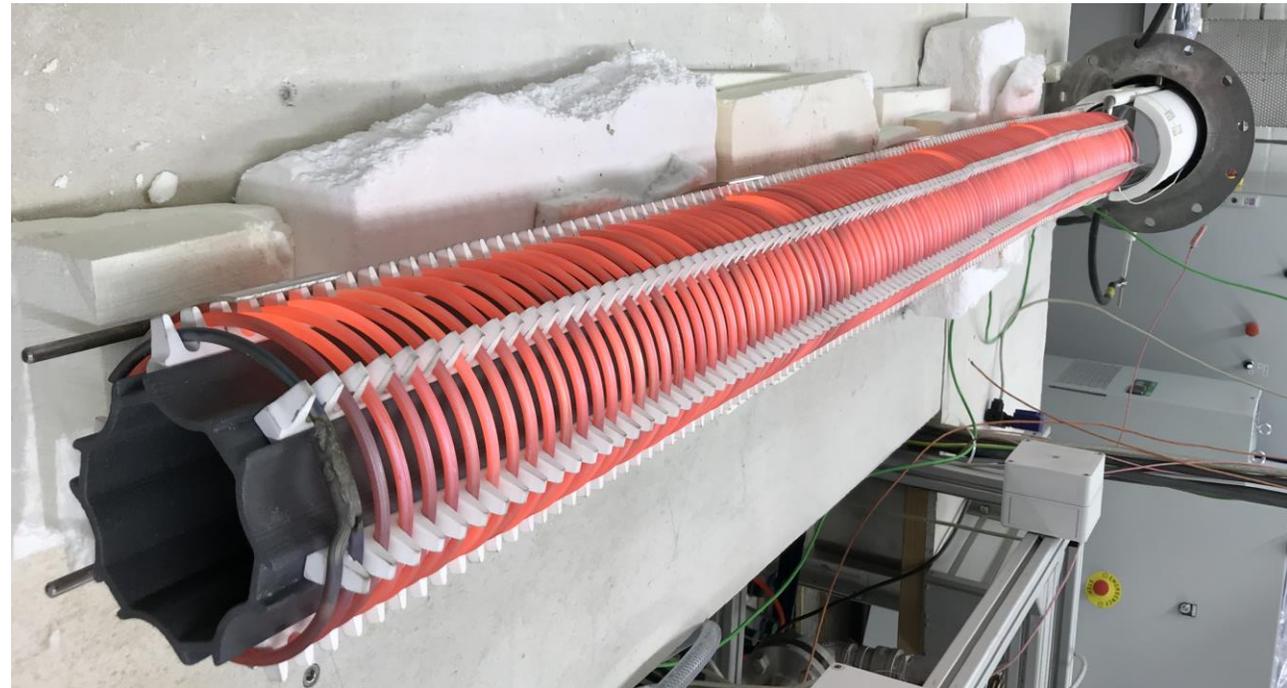


- › Mantelstrahlrohr mit Reku-Brenner und innenliegender Heizwendel
- › Brenner und Heizleiter für vergleichbare Heizleistung ausgelegt
- › Keine Änderung im Ofen aufgrund von Integration ins Strahlrohrinnere

Technische Umsetzung

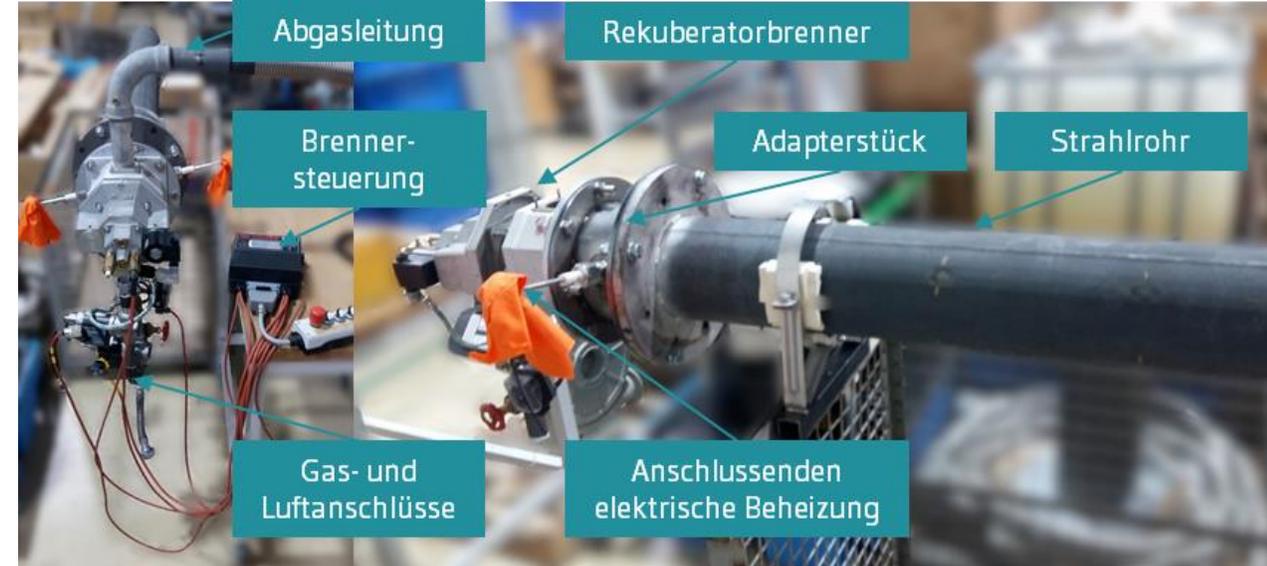
- › Befestigung des Heizdrahtes auf dem Flammrohr
- › Verwendung einer nichtleitenden Keramik als Isolator
- › bis zu 50 kW elektrische Leistung

- › Funktionstest erfolgreich,
keine lokalen Überhitzungen,
keine Störungen, ausreichend
Dehnungsreserven



Prüfstandstests der Gasbeheizung

- › Einsatz eines rekuperativen Gasbrenners
- › Leistung Gasbeheizung anpassbar zwischen 30 - 50 kW
- › Unterschiedliche Leistungsstufen (30, 40, 49 kW) möglich
- › feuerungstechnischer Wirkungsgrad zwischen 83 und 85 %
- › Keine Beeinträchtigung durch Heizleiter gemessen
- › Gleichmäßige Wärmeabgabe erreicht

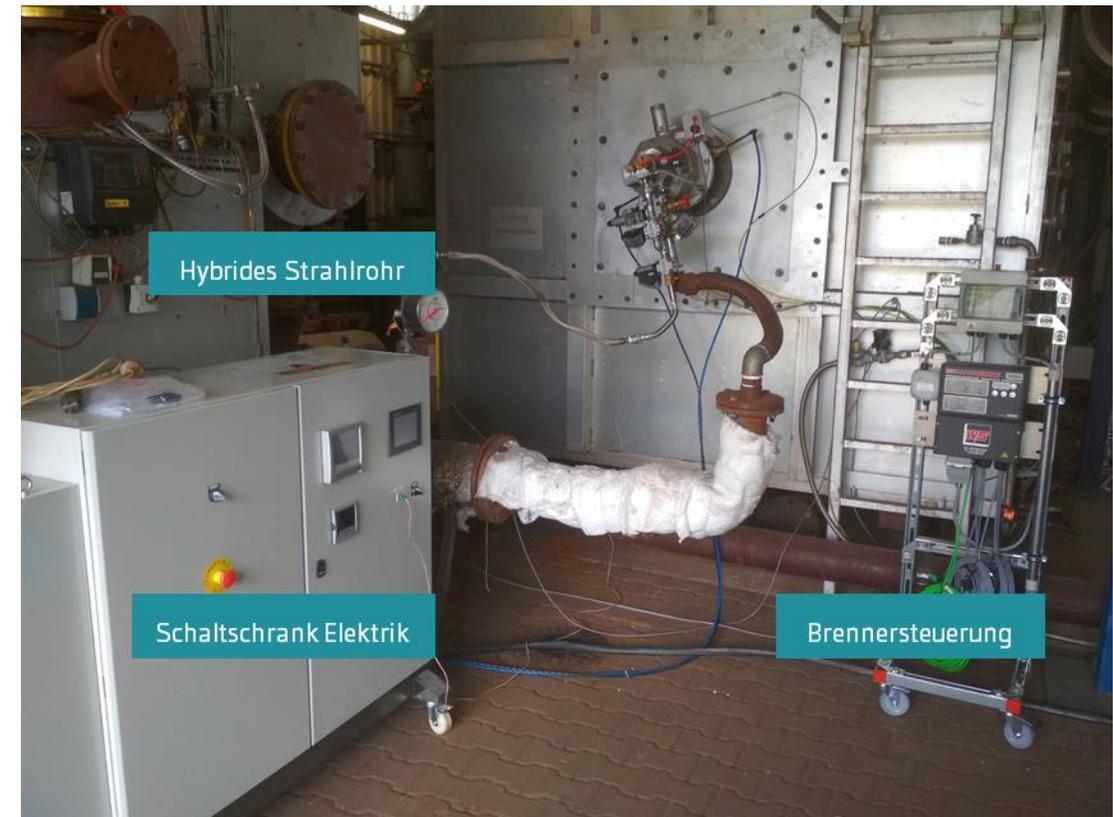


Erprobung beider Energieträger im Technikum

Demonstrator in BFI-Technikumsanlage
erprobt

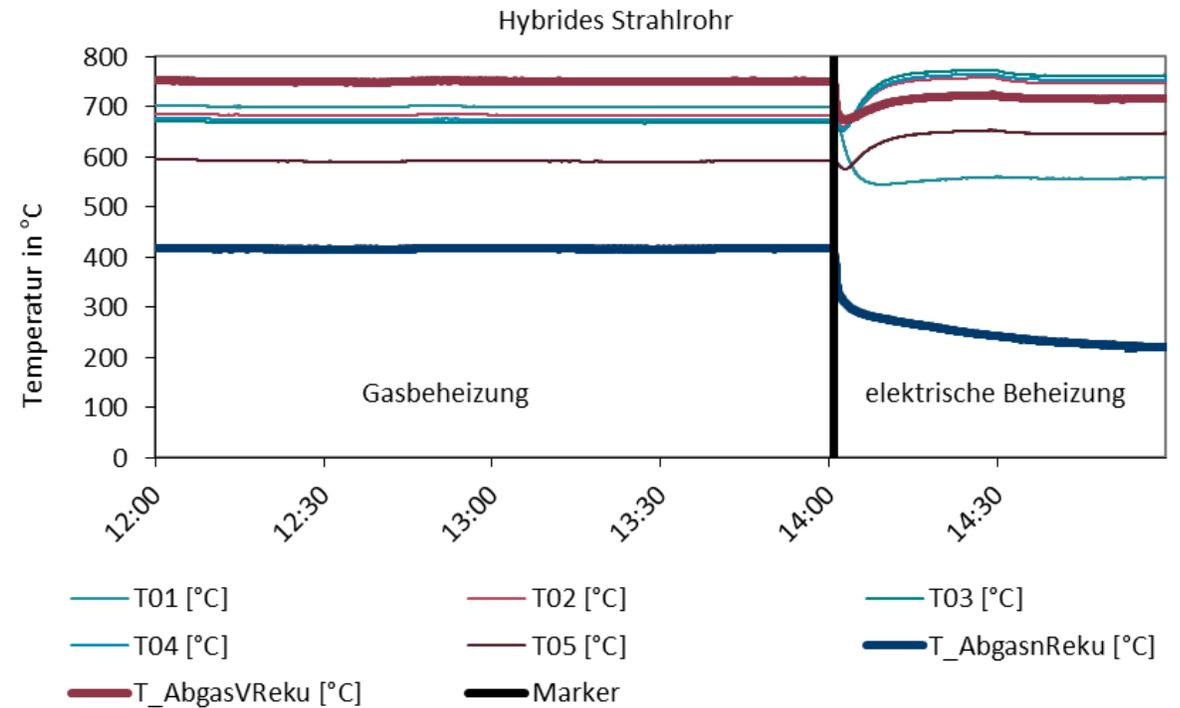
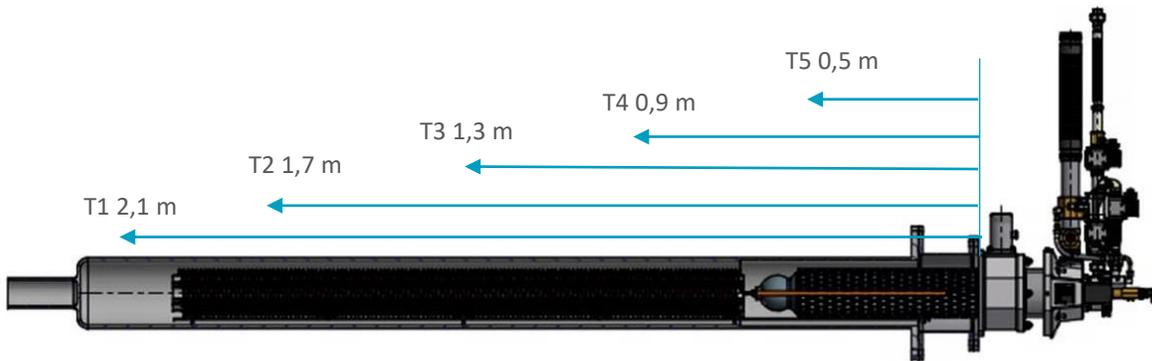
Beide Energieträger (Gas/Strom)
angeschlossen

Umschaltung zwischen Gas- und
elektrischer Beheizung erfolgreich



Ergebnisse

- › Betrieb mit beiden Energieträgern möglich!
- › Hohe Temperaturgleichmäßigkeit am Strahlrohr



Herausforderungen der betrieblichen Installation



Wahl der Einbauposition

- › Zugänglichkeit für den Einbau, die Überwachung und den Betrieb
(Rekubrenner, daher Brennmedien- und Abgas-Leitung auf einer Seite)
- › Einfluss von Lage und Anzahl der Strahlrohrebrenner in der betrachteten Zone
(bei Komplettausfall des hybriden Strahlrohres Wärmeleistung durch benachbarte Brenner einbringen)
- › Einbaulage so wählen, dass bei einem Defekt kein Kontakt des Strahlrohres mit dem Stahlband auftreten kann -> Einbau unterhalb des Bandlaufes

Herausforderungen der betrieblichen Installation



Nutzung einer elektrischen Beheizung in einem bisher nicht dafür vorgesehenen Anlagenabschnitt

- › Bereitstellung der erforderlichen elektrischen Leistung -> Kabelkanal, Installation entsprechend dimensionierter Leitungen inkl. Schutzleiter
- › Sicherheitstechnik: umfassende Isolation der elektrischen Anschlüsse, Berührungsschutz
- › Zur Umschaltung zwischen Brenngas- und elektrischem Heizbetrieb erforderliche Anpassungen am Leitsystem der Anlage, auf el. Beheizung umschalten zu können
- › Verlegung einer Signalleitung zum elektrischen Schaltschrank des hybriden Strahlrohres vom Leitstand, um das Leistungsanforderungssignal, analog zur Brenngasbefeuerng, auch für den elektrischen Heizbetrieb nutzbar zu machen

Herausforderungen der betrieblichen Installation



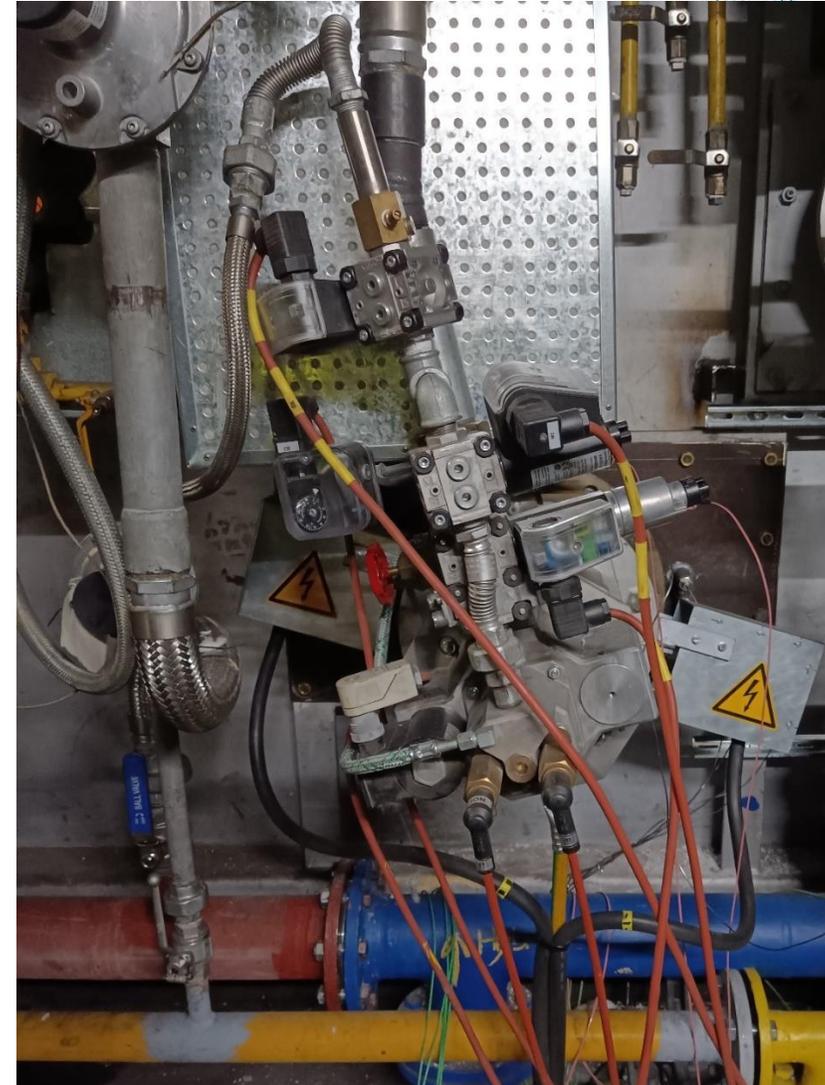
Einbindung ins Leitsystem

- › Regelung der Zonen durch den Leitstand mit Überwachung der Zieltemperatur in der Ofenzone
- › Anpassung ab der Zonenregelung, um den Einzelbrenner in und außer Betrieb nehmen zu können
- › ein gemeinsames Leistungsanforderungssignal je Zone wird vorgegeben -> Adaption eines vorhandenen Feuerungsautomaten für das hybride Strahlrohr

Herausforderungen der betrieblichen Installation

Zusätzliche Herausforderungen:

- › Kapazität an Personal- und Zeit zur Installation muss ausreichend vorhanden sein
- › Einbau nur während eines Stillstands der Anlage möglich, da Installation in einer Hochtemperaturzone (bis 1.000°C) stattfand



Betriebliche Erprobung



- › Einbau im Stillstand der Anlage
- › Mehrwöchiger Normalbetrieb der Anlage ohne Nutzung des hybriden Strahlrohres
- › Inbetriebnahme der Gasbeheizung für eine Woche
- › Umschaltung auf elektrische Beheizung -> Defekt am Heizdraht nach rd. zweistündigem Betrieb

Aufgetretener Defekt des Heizdrahtes

- › Bruch des Heizdrahtes an mehreren identischen Positionen
- › Schadensanalyse noch nicht abgeschlossen
- › Verdacht auf aufgetretene Scherspannungen
- › keine Beeinträchtigung am Heizdraht durch Verbrennungsatmosphäre oder Temperatur feststellbar



Zusammenfassung und Ausblick



- › Technische Machbarkeit des hybriden Beheizungskonzeptes erfolgreich dargestellt
- › Schritt vom Demonstrator zur industriellen Erprobung mit hohem Aufwand verbunden
- › Anpassungen des Konzeptes für dauerhaften elektrischen Beheizungsbetrieb erforderlich
- › Flexibilisierungs- bzw. Dekarbonisierungspotential an schutzgasbetriebenen Banddurchlauföfen vorhanden

Kontakt: Dr.-Ing. Andreas Queck

VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH

Stahl-Zentrum · Sohnstraße 69 · 40237 Düsseldorf

Telefon +49 211 98492-290 · Fax +49 211 98492-202

E-Mail andreas.queck@bfi.de · www.bfi.de

E-Mail andreas.queck@bfi.de · www.bfi.de

Telefon +49 211 98492-290 · Fax +49 211 98492-202

Stahl-Zentrum · Sohnstraße 69 · 40237 Düsseldorf

VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH

Kontakt: Dr.-Ing. Andreas Queck