

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG



engineering.tomorrow.together.

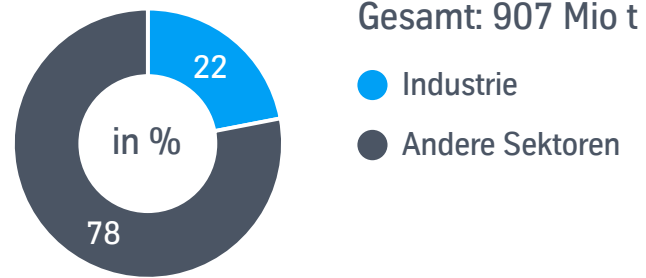


thyssenkrupp

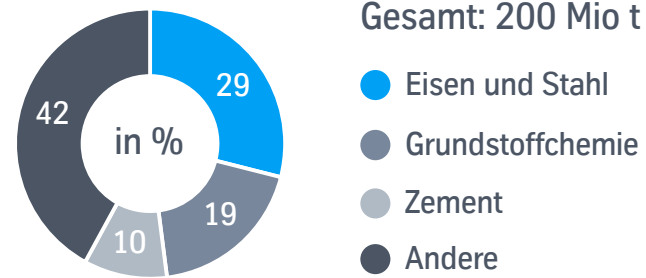
Die Stahlindustrie hat eine große Verantwortung

Mit rd. 20 Mio t hat tkSE einen Anteil von 2,5 % der CO₂-Emissionen Deutschlands

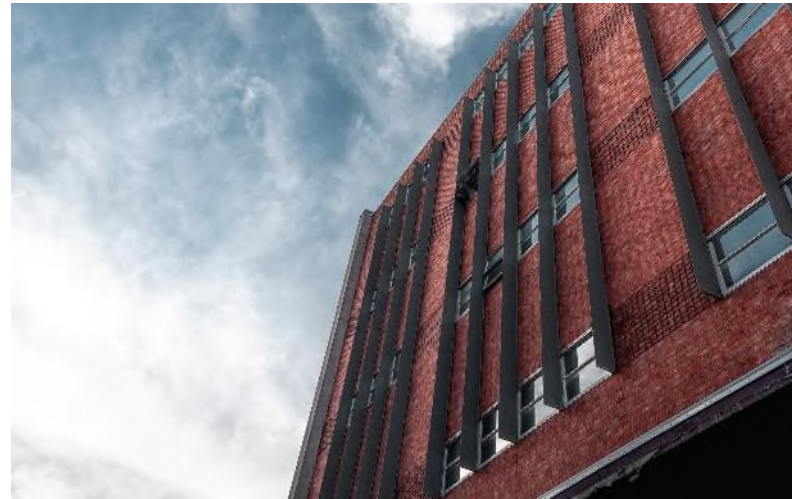
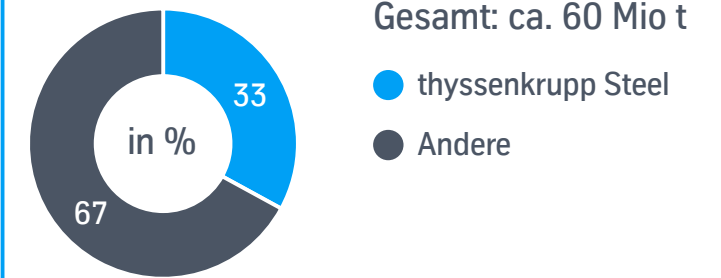
Aufteilung Gesamtemissionen CO₂ Deutschland¹



Aufteilung Industrieemissionen CO₂ Deutschland¹



Anteil thyssenkrupp Steel CO₂ im Bereich Eisen und Stahl¹



¹ Quelle: Agora Energiewende: UBA, 2019a; WV Stahl, 2018; Wuppertal Institut, 2019; eigene Berechnungen



Grüne Transformation – tkSE mit signifikantem Beitrag zur Erreichung der CO₂-Ziele

Wir werden wesentlich dazu beitragen, den CO₂-Fußabdruck Deutschlands zu verringern

Haupttreiber der grünen Transformation



- Regulatorische Anforderungen
 - Pariser Klimaschutzabkommen
 - Fit for 55
 - Klimaschutzprogramm 2030 (Deutschland)
 - CO₂ Bepreisung
- Kundenanforderungen
- Ökologische und gesellschaftliche Anforderungen

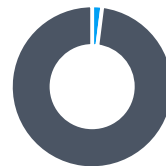
CO₂ – Auswirkung der Stahlindustrie



65 % Reduktionsziel 2030 in Deutschland¹



Stahlindustrie hat Anteil von 7 % an den CO₂-Emissionen in Deutschland



tkSE mit 2,5 % Beitrag zum deutschen CO₂-Minderungsziel³

tkSE – Grüne Transformation



- Innovative Technologie
 - Direktreduktionsanlage (DR) mit Einschmelzer
- Flexibler Übergang zu grünem Wasserstoff im Laufe der Zeit
- Fast-Track-Maßnahmen eingeleitet und erste Produkte eingeführt
- Hervorragende Voraussetzungen durch regionale Vorteile und Partnerschaften im Ruhrgebiet

tkSE leistet einen wichtigen Beitrag zur Dekarbonisierung und will seine CO₂-Emissionen bis 2030 um 30 % zu reduzieren²

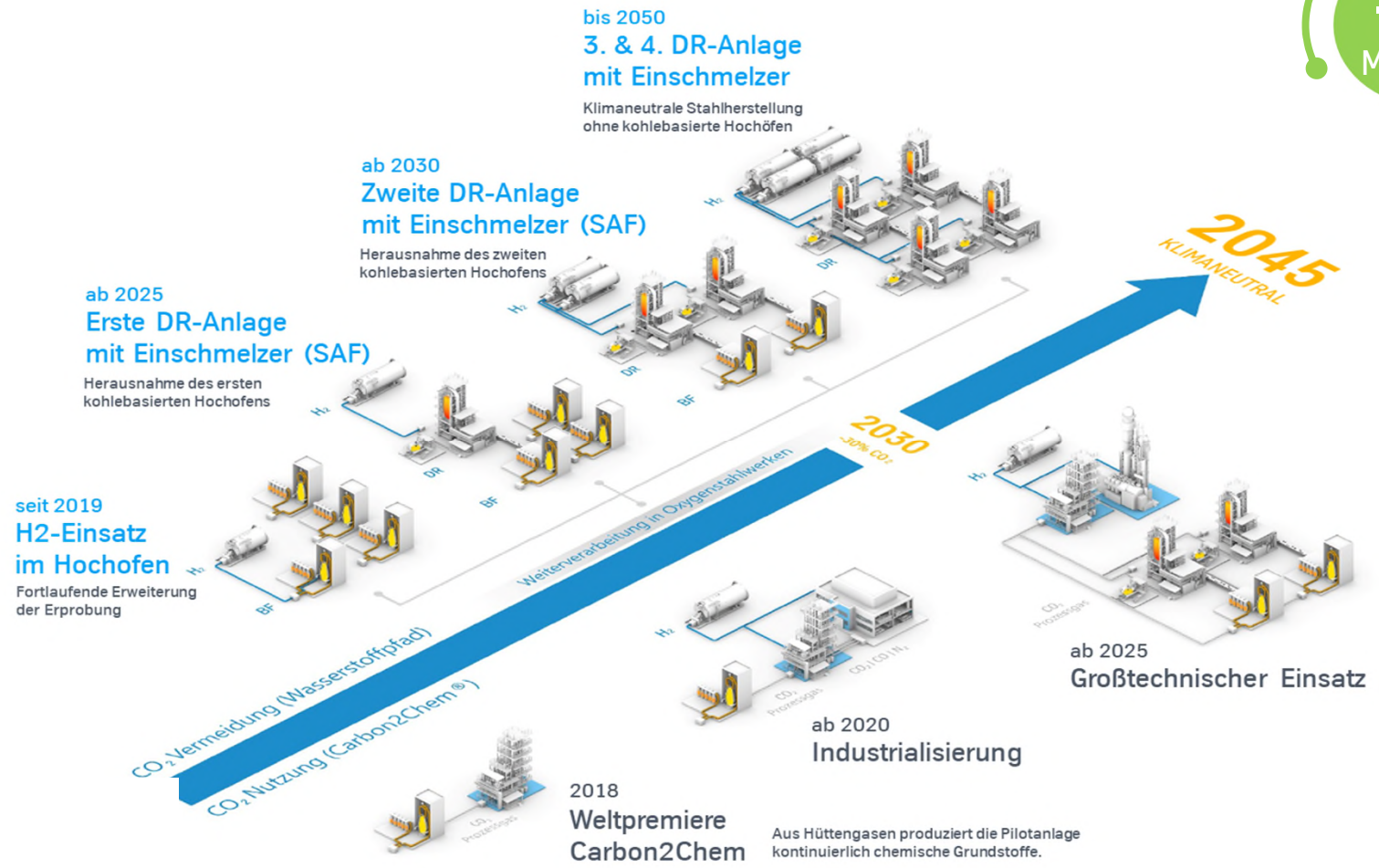
¹ Treibhausgasreduktion; Basisjahr 1990; ² Scope 1 und 2 Emissionen; Basisjahr 2018; ³ Basisjahr 2020 bis 2030; Source: Unternehmensinformation



-20
Mio t CO₂

Verfügbare Menge bluemint® Steel pro Jahr

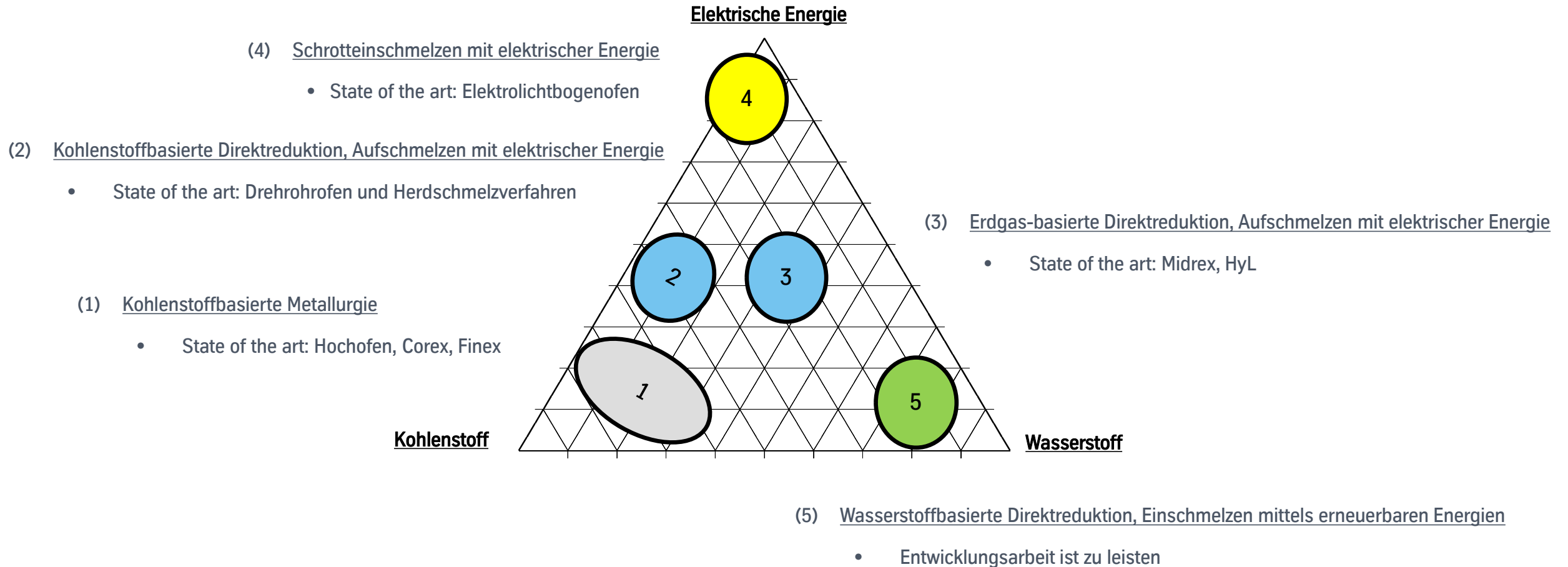
- ab 2022 - 2024
50 - 500 kt/a
- ab 2025 - 2029
1 Mio t/a
- 2030
3 Mio t/a
- 2045
11 Mio t/a



Mehrstufiger Transformationspfad bis zum Jahr 2045



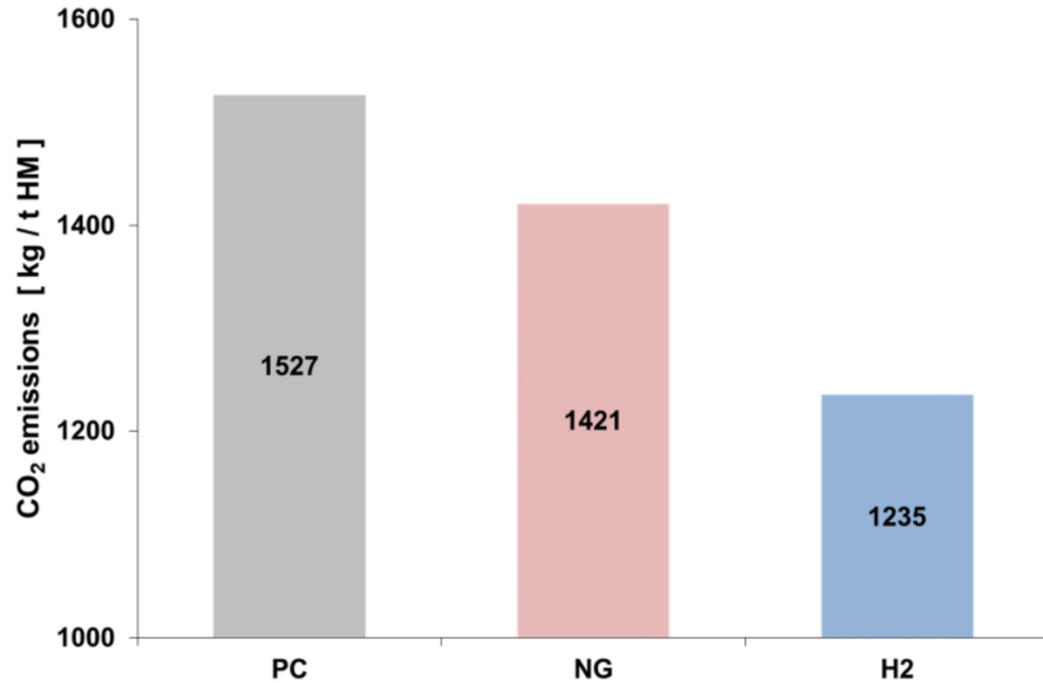
Alternative Wege zur Erzeugung von Roheisen und Stahl



Verschiedene Technologien der Stahlerzeugung

Einblasen von H₂ in einen bestehenden Hochofen ermöglicht mittelfristige CO₂-Minderung

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



CO₂-Emissionen in der Roheisenproduktion mit verschiedenen Zusatzreduktionsmitteln¹

- Stand der Technik:
 - Einblasen von Ersatzreduktionsmitteln (PCI, NG) über die Blasformen in den Hochofen
- Idee:
 - Einblasen von Wasserstoff über die Blasformen in den Hochofen anstelle von PCI
 - Einsparung von CO₂-Emissionen am Hochofen von bis zu ca. 20 %

Wasserstoff im Vergleich zu klassischen Ersatzreduktionsmitteln

¹ P. Schmöle, The blast furnaces - fit for the future?, in 7th European Coke and Ironmaking Congress, Linz, Austria, 2016.



H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



- Projekt H2BF Phase 1:
 - Öffentlich gefördertes Projekt mit dem Förderkennzeichen EFO-0004A
 - Einblasen von Wasserstoff über eine Blasform in den Hochofen 9
 - Ziel: Technische Erprobung des Einsatzes und der Handhabung am Hochofen

Erstmaliger Einsatz von reinem Wasserstoff an einem konventionellen Hochofen

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Technische Daten Hochofen 9:

- Gestelldurchmesser: 10,20 m
- Nutzvolumen: 1.833 m³
- Anzahl Blasformen: 28
- Genehmigte Produktionsleistung: 4.600 t/d

Erstmaliger Einsatz von reinem Wasserstoff an einem konventionellen Hochofen

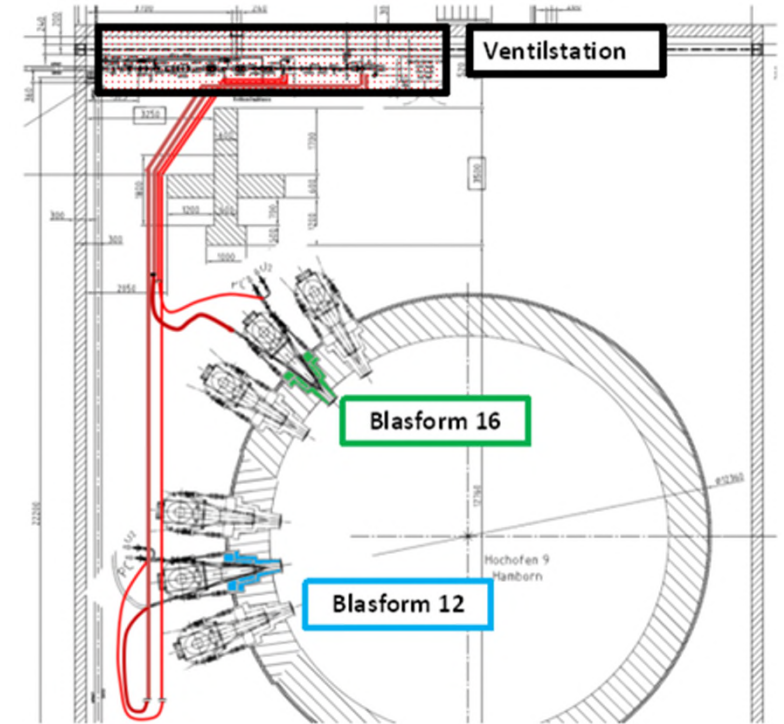
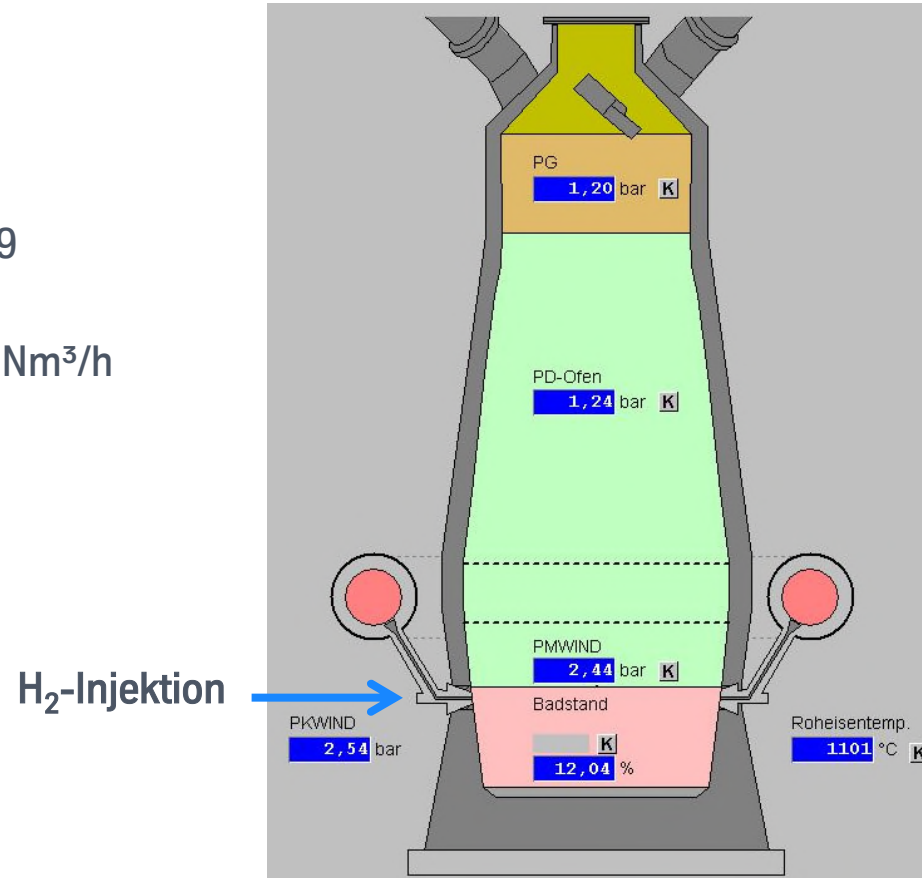


H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

Technische H₂-Versuchsanlage:

- Start der Montage: 26.08.2019
- Max. Durchflussmenge: 1.000 Nm³/h
- Rohrleitung:
 - DN 100
 - PN 25



Erstmaliger Einsatz von reinem Wasserstoff an einem konventionellen Hochofen

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

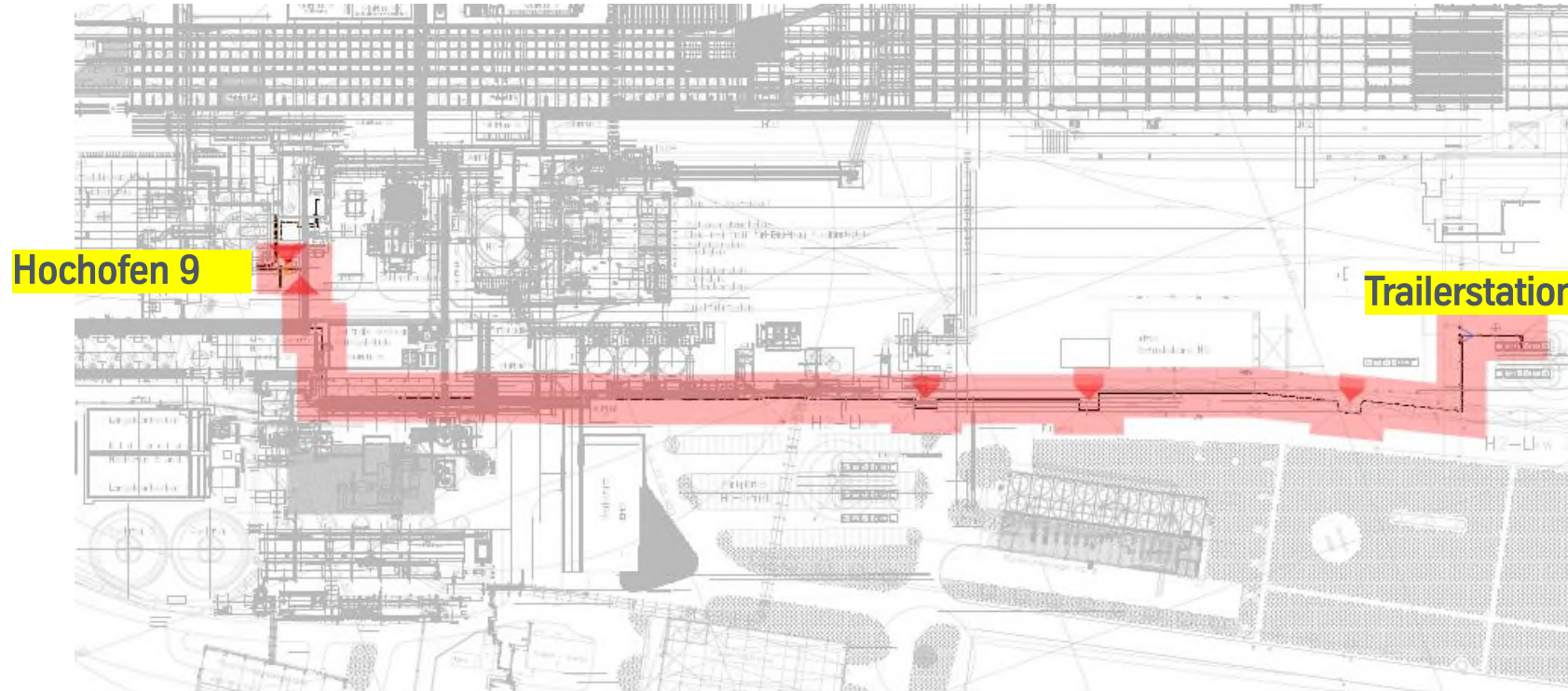


Wasserstoffversorgung per Trailer zur Ventilstation auf der Formenbühne

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

Übersicht: H₂-Leitung in Hamborn



Verlegung von ca. 600 m langen Wasserstoffleitung in bestehender Medientrasse

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

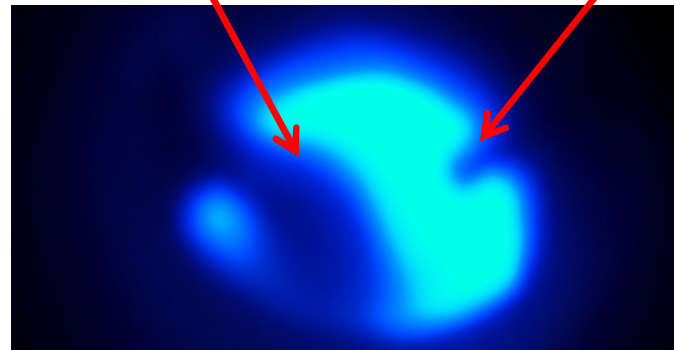
Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

Probetrieb am 11.11.2019

- 14:43 Uhr: Start H₂-Einblasen
- 15:45 Uhr: Ende H₂-Einblasen
- Eingeblassene H₂-Menge: 600 Nm³



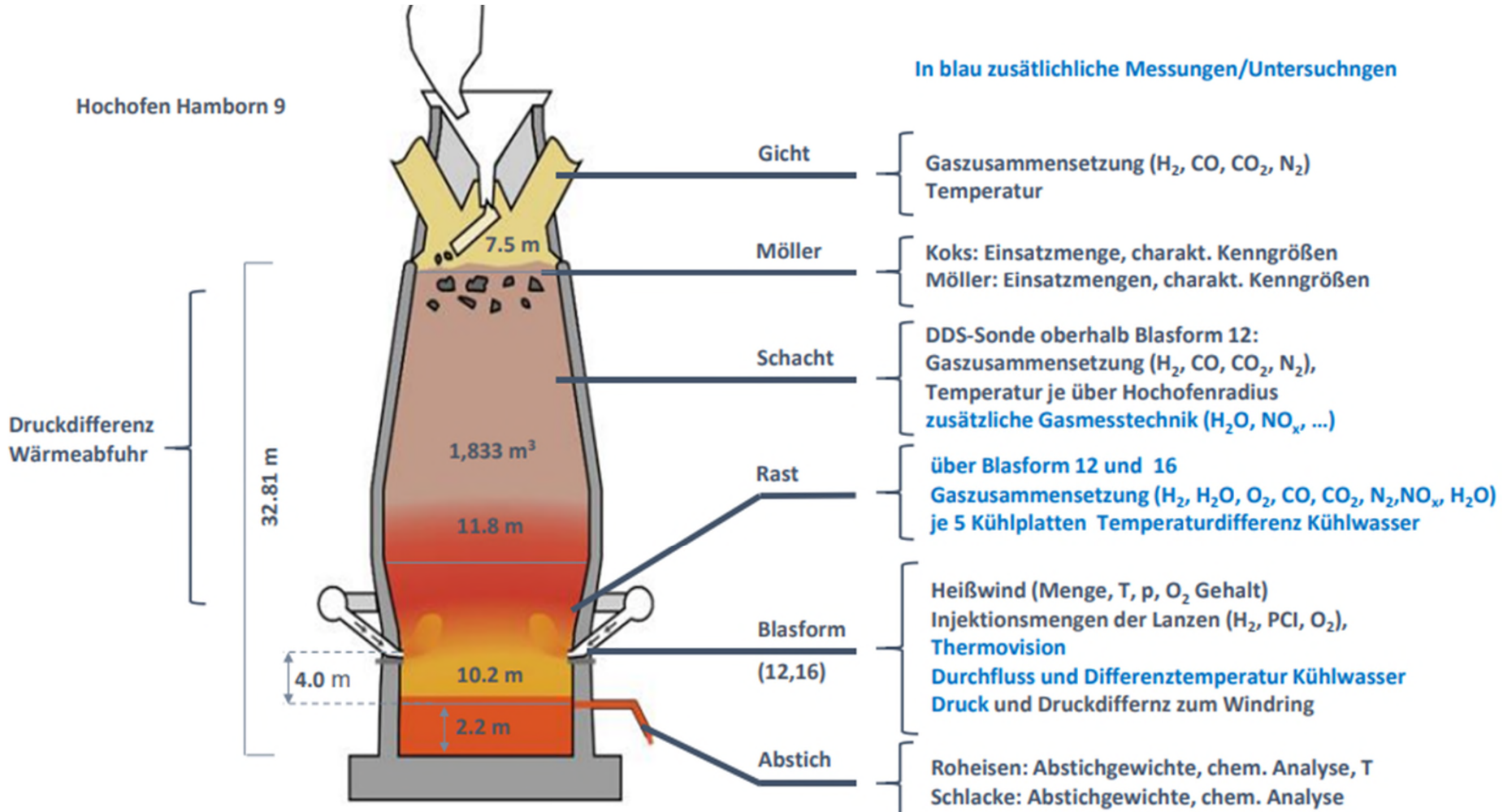
Kohle-Lanze H₂-Lanze



Weltpremiere des Wasserstoffeinsatzes an einem konventionellen Hochofen als Auftakt zu einer Versuchsserie

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Implementierung spezieller Messtechnik für die Wasserstoffeinblasversuche

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

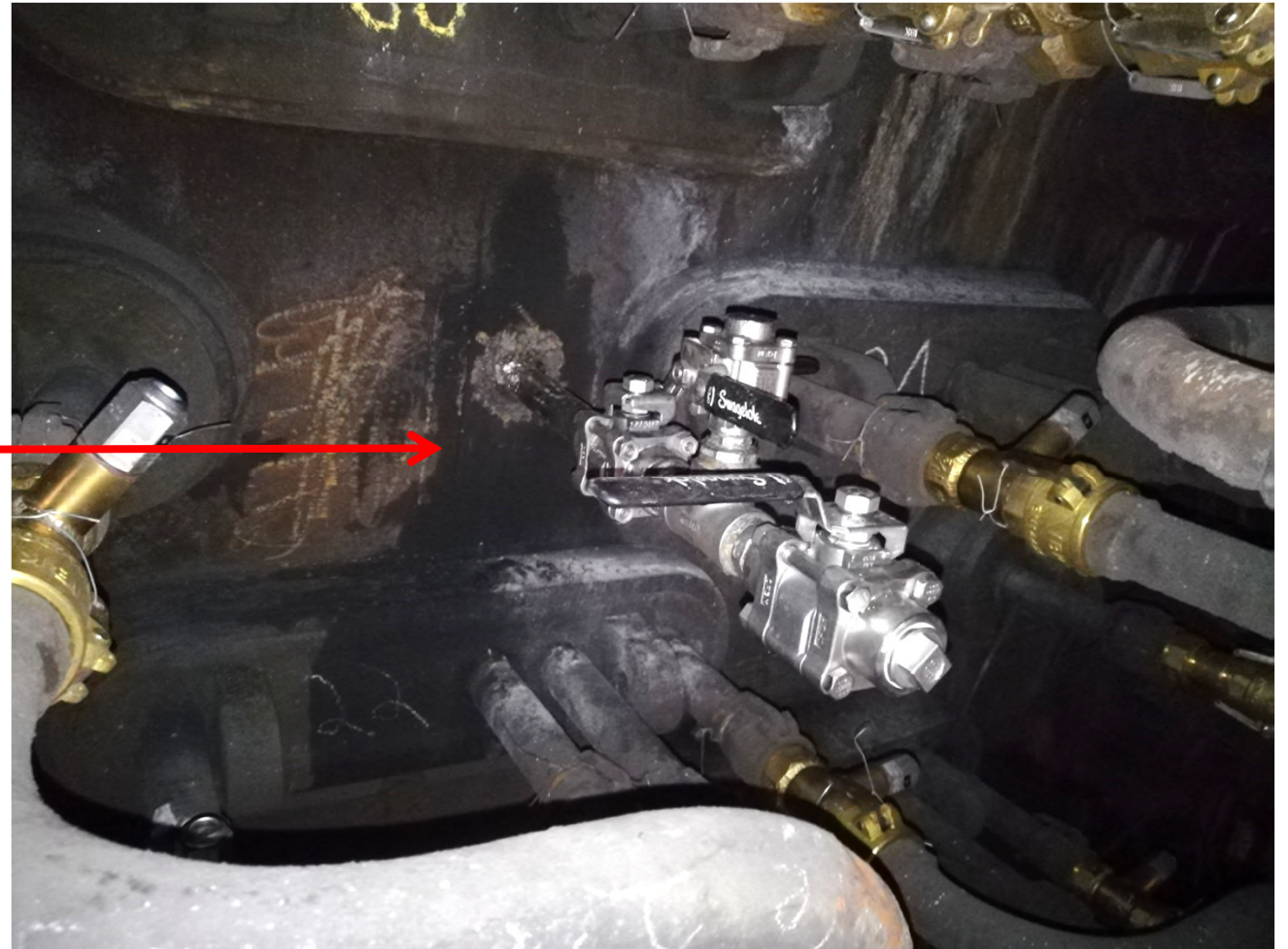
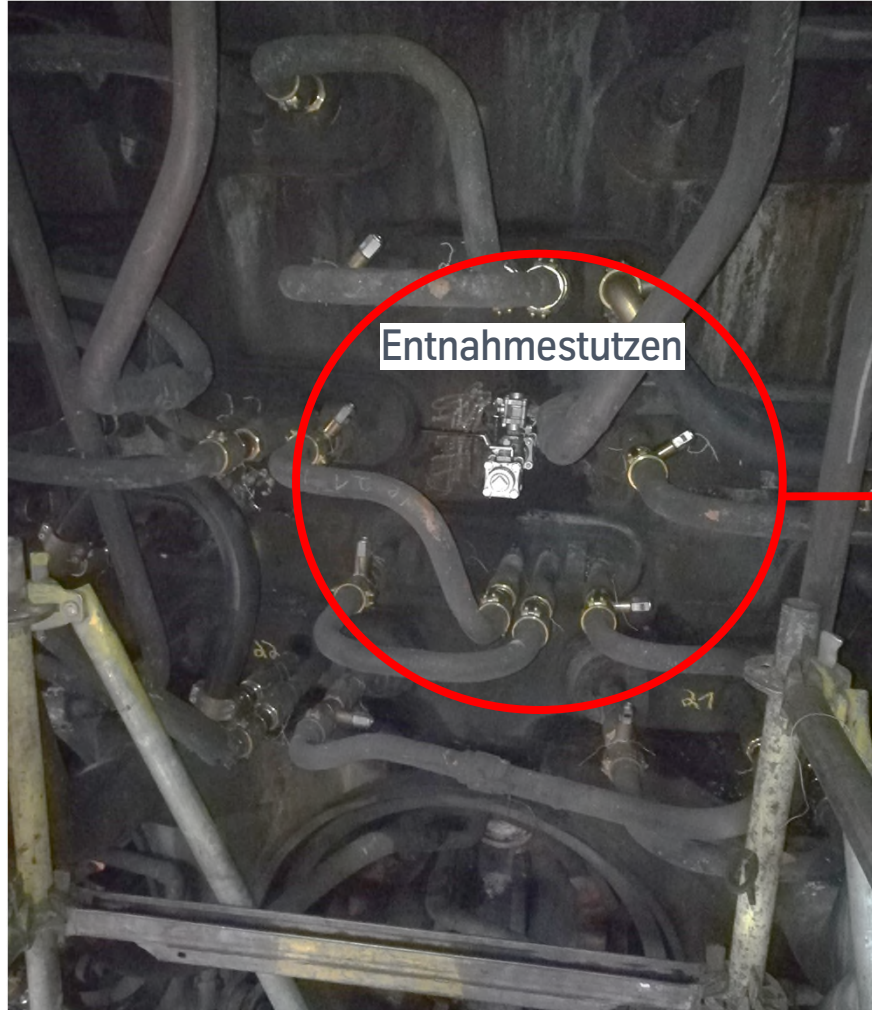
Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Messung Gaszusammensetzung und Gastemperatur im Hochofen entlang des Ofenradius

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Installation von Gasentnahmen zur Analyse der Schachtgaszusammensetzung im Bereich der Versuchsblasformen

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

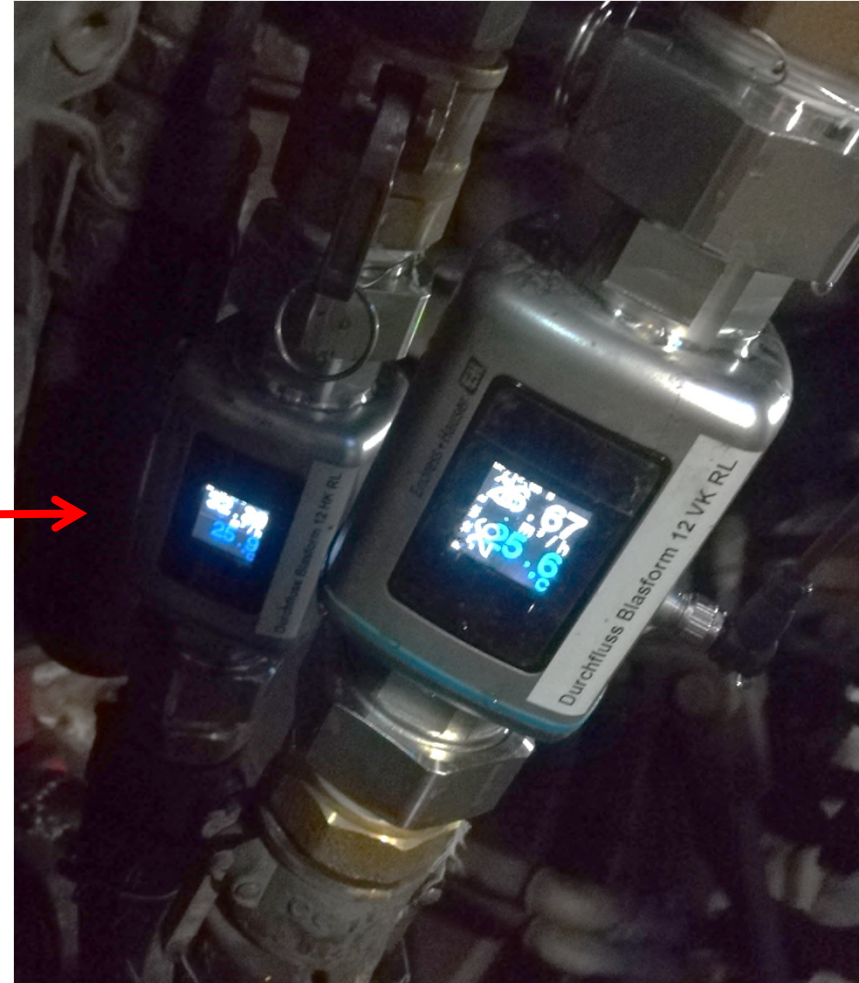
Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Messung der lokal abgeführten Wärmemengen an der Kühlkästen in Bereich der Versuchsblasformen

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

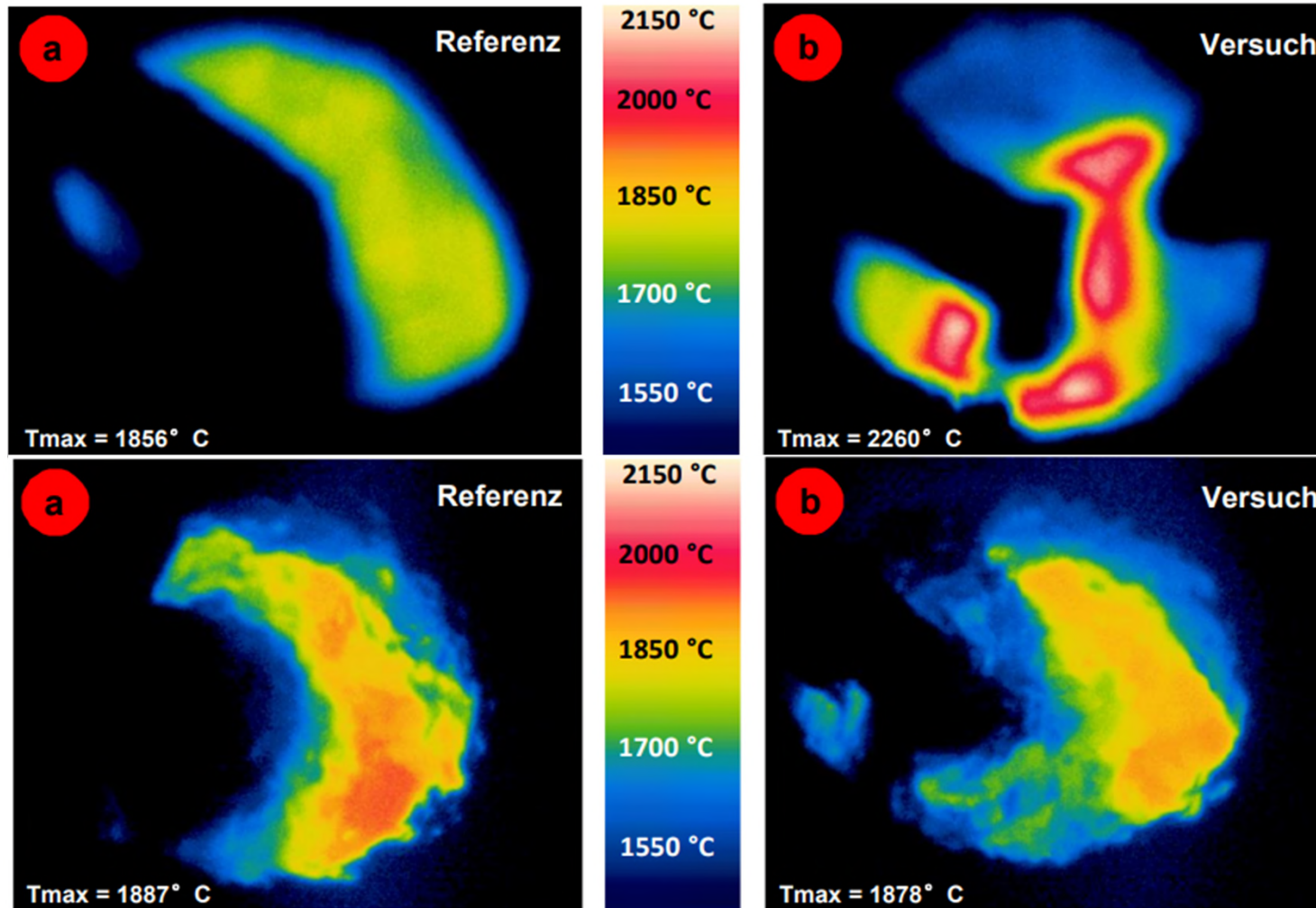
Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Messung der abgeführten Wärmemengen an den Versuchsblasformen

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

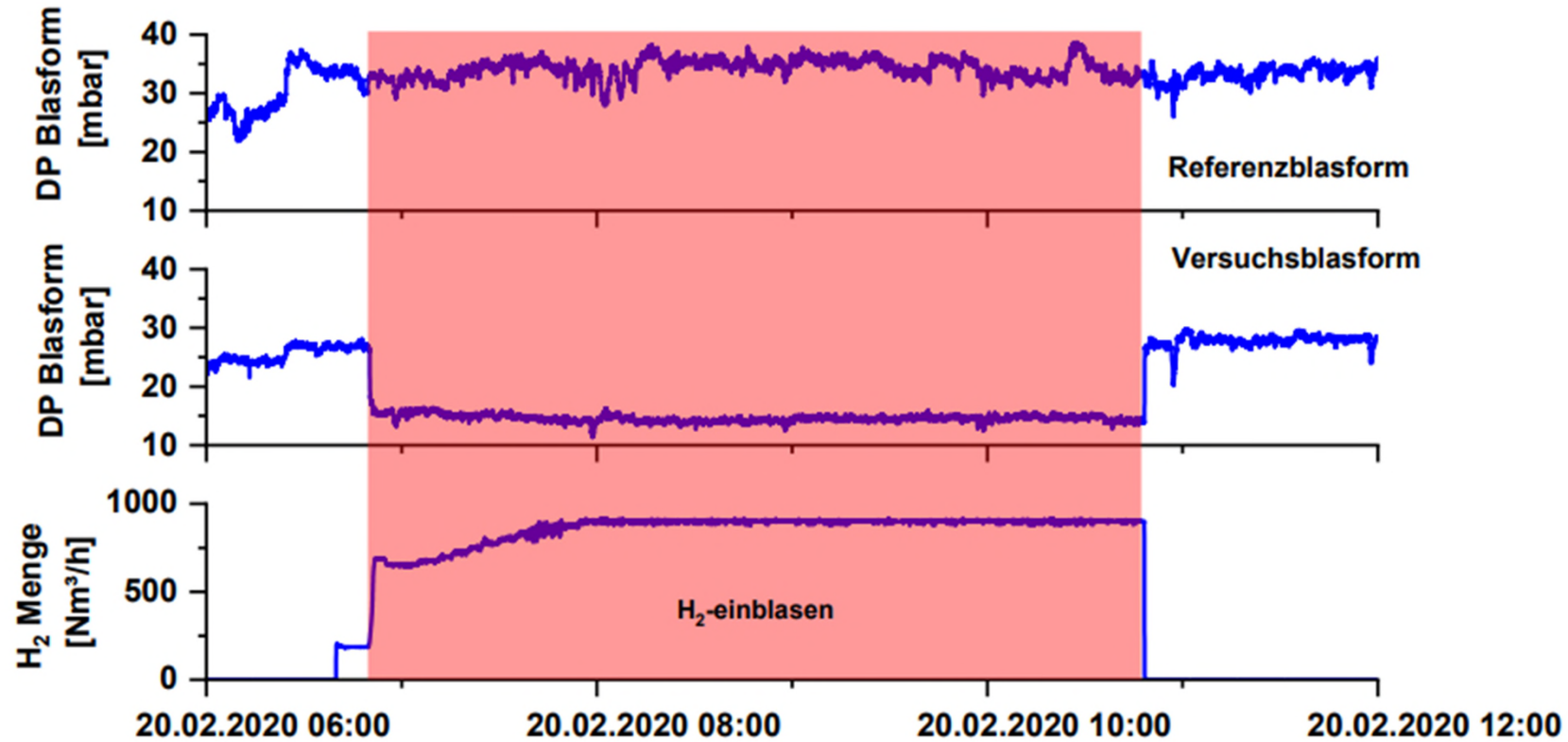
Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Thermovisionsmessungen über die Schaugläser an der Versuchsblasform und der Referenzblasform für das optimale Lanzendesign

H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

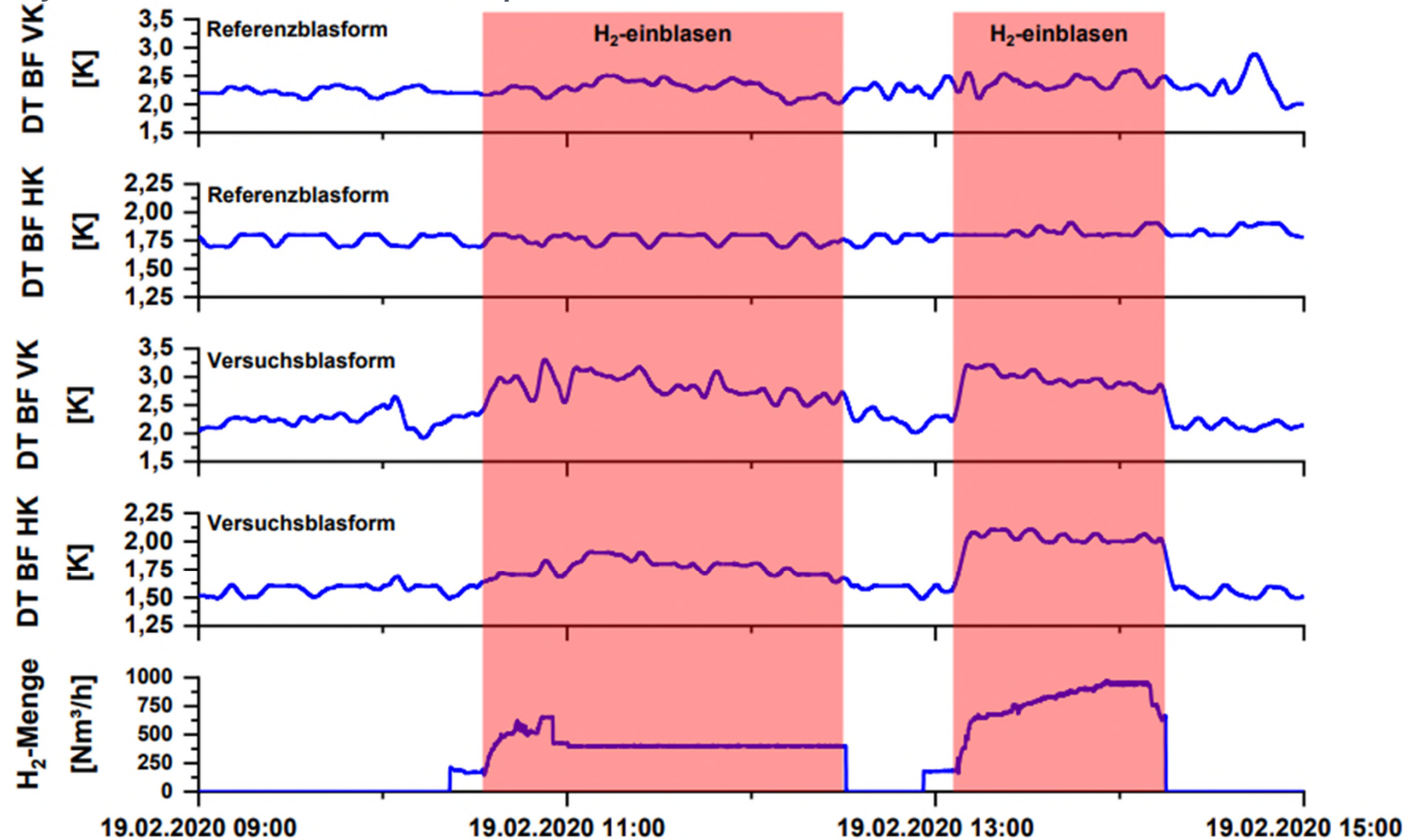


Einfluss des Wasserstoffeinblasens auf den Differenzdruck in der Blasform



H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

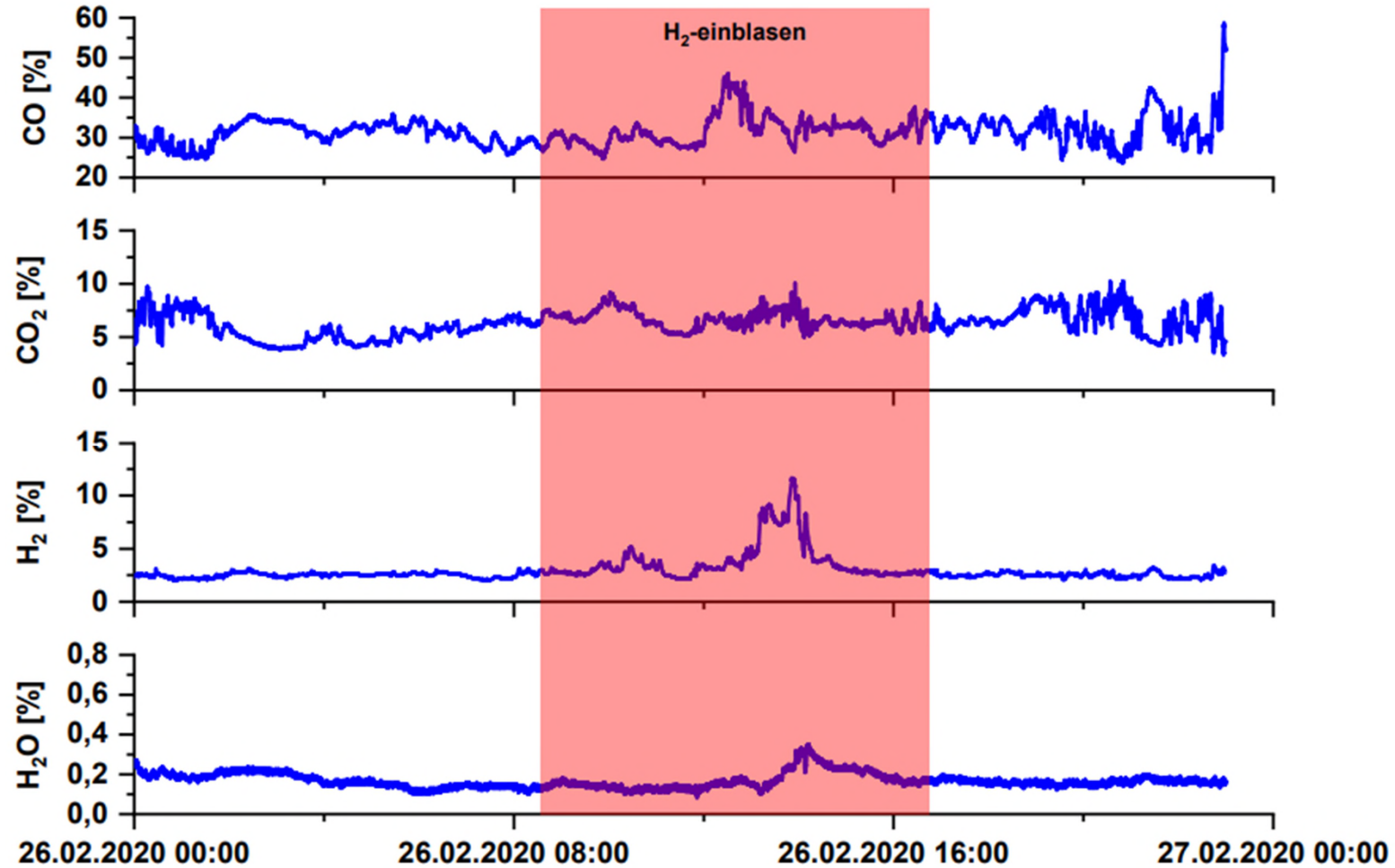


Lokale Temperaturerhöhung im Bereich der Blasform durch das Einblasen von Wasserstoff



H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI



Einfluss des Wasserstoffeinblasens und der lokalen Strömungsbedingungen im Hochofen auf die Schachtgasanalyse



H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

Zusammenfassung:

- Erstmaliges Einblasen von reinem Wasserstoff an einem konventionellen Hochofen über eine Blasform
- Implementierung von zusätzlicher Messtechnik
- Versuchskampagnen zur Erprobung des technischen Einsatzes von reinem Wasserstoff in Bezug auf:
 - Technische Sicherheit
 - Handhabung im Umfeld Hochofen
 - Möglichen Einfluss auf den Betriebsablauf

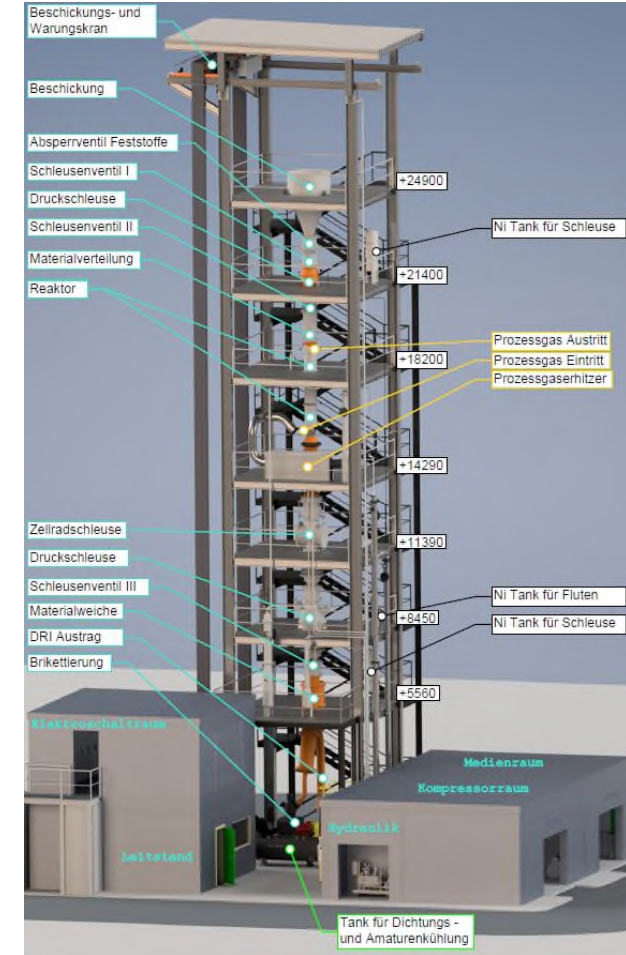


H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

Ausblick:

- Zur Zeit: Bau einer Wasserstoff-Pipeline zur Anbindung des Werksgelände an ein Wasserstoffnetz
- H2BF Phase 2: Einblasen von Wasserstoff über alle 28 Blasformen
- Zukunftstechnologie: Aufbau Technikum Direktreduktionsanlage bis Mitte 2023



H2BF Phase 1: Wasserstoffeinblasversuche am Hochofen 9 der thyssenkrupp Steel Europe AG

Gemeinschaftsprojekt zwischen tk SE – Air Liquide – BFI

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

