



Entwicklung einer Brennerversuchseinrichtung

Christoph Spijker
Hannes Nestelberger
Harald Raupenstrauch

WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD



Aachen, 08.10.2021

Inhalt der Präsentation

Einleitung

Auslegung der Brennerversuchseinrichtung

- Grundlegende Abmessungen
- Kühlsystem
- Gasregelstrecke
- Messöffnungen

Digitale Abbilder

- Ansys Fluent
- OpenFOAM

Impressionen

Nächste Schritte

Einleitung

Idee (2019)

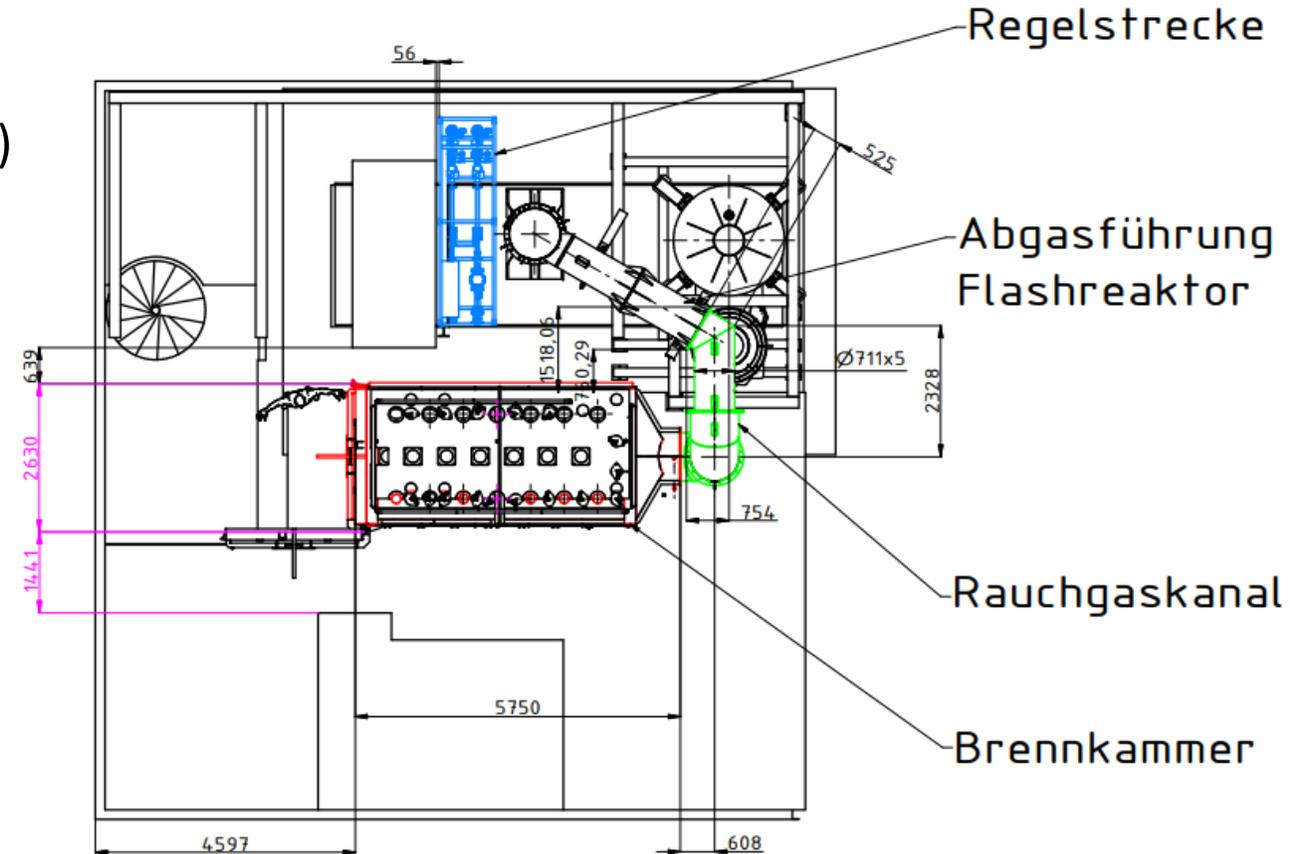
Vermessung industrieller Brenner im Haus

- Abgasmessung (O_2 , CO, NO, NO_2 und C_xH_y)
- Absaugpyrometer
- Optische Messmethoden NIR, VIS
- Möglichkeiten am VTU: PIV, LIV

Durchführung von Versuchen im Rahmen der Anlagen- und Prozesssicherheit

Nutzung der Synergien mit der Flashreaktor Versuchsanlage

- Erdgasversorgung 1600 kW
- Sauerstoffversorgung 1600 kW
- Abgasstrecke, limitiert auf $1200 \text{ Nm}^3/\text{h}$



Auslegung

Grundlegende Abmessungen

CFD Studie mit zwei Brennern

- Variation von Länge und lichter Weite
- Keine Beeinflussung des zeitlich gemittelten Geschwindigkeitsfeldes

Parallelstrombrenner

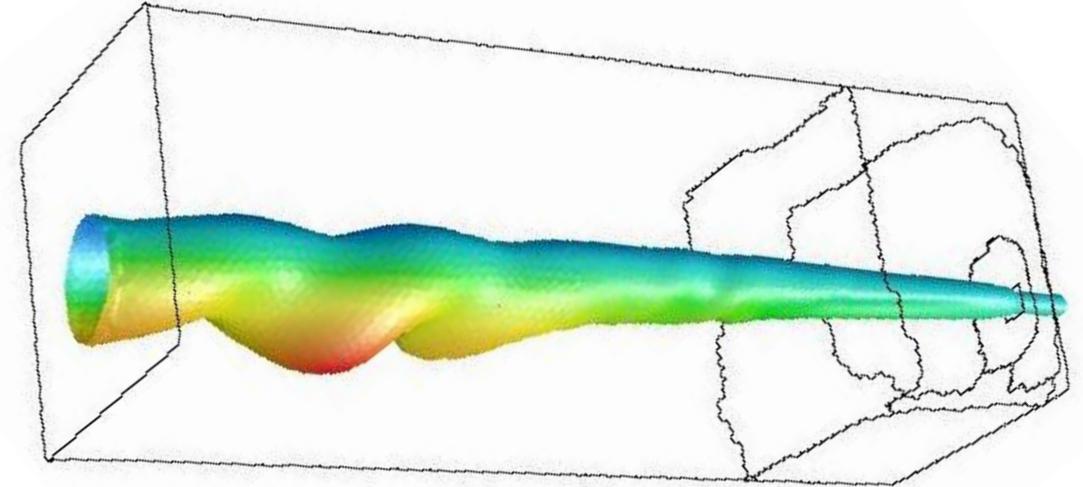
- Leistung 1000 kW
- Mündungsgeschwindigkeit 120 m/s

Drallbrenner

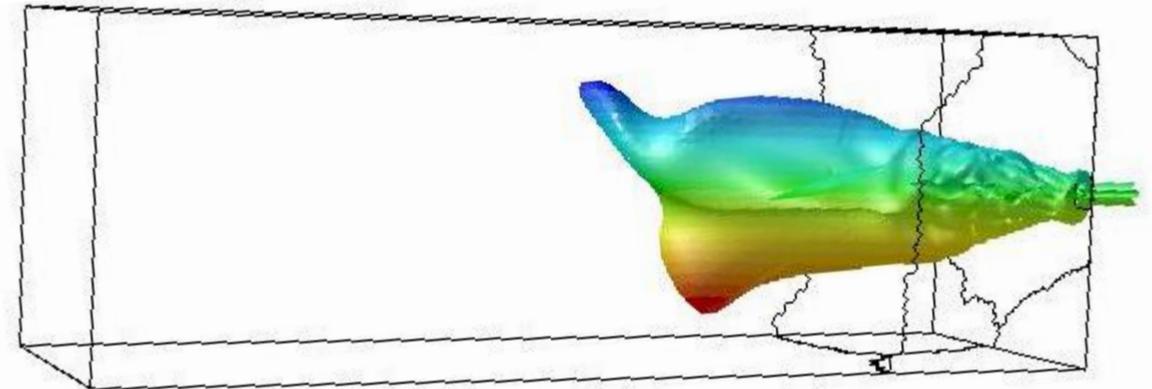
- Leistung 1000 kW
- Drallwinkel der Verbrennungsluft 45°
- Mündungsgeschwindigkeit 53 m/s

Abmessungen

- Höhe 1700 mm
- Breite 1700 mm
- Länge 4600 mm



Parallelstrombrenner: 1 m/s Isoflächen, coloriert mit der Höhe

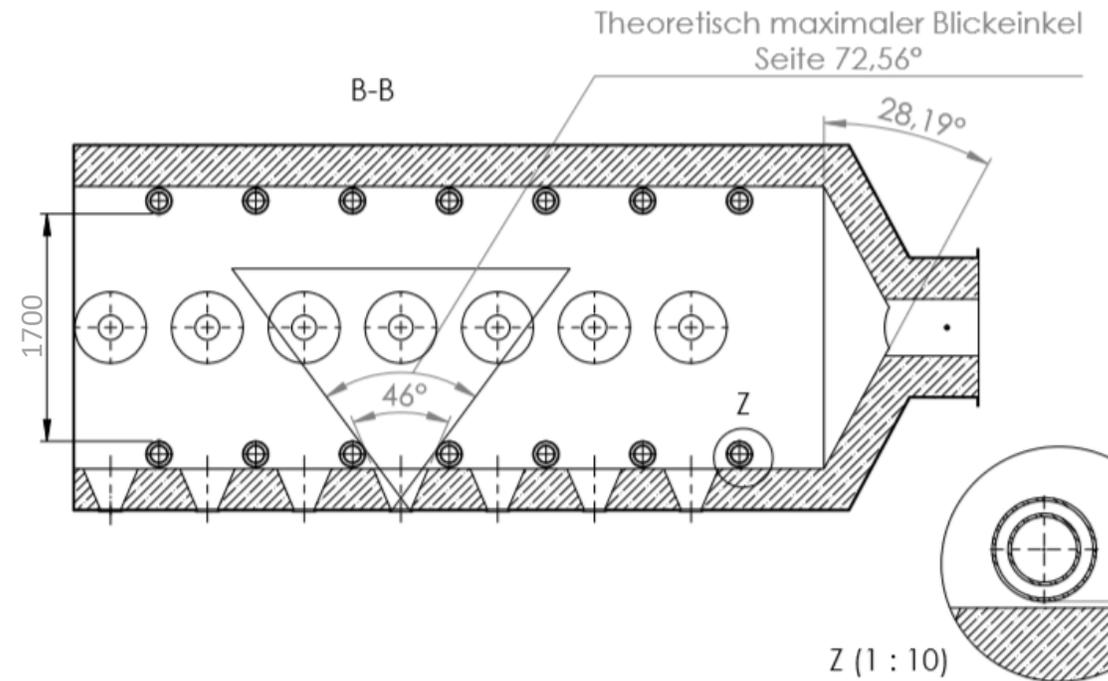
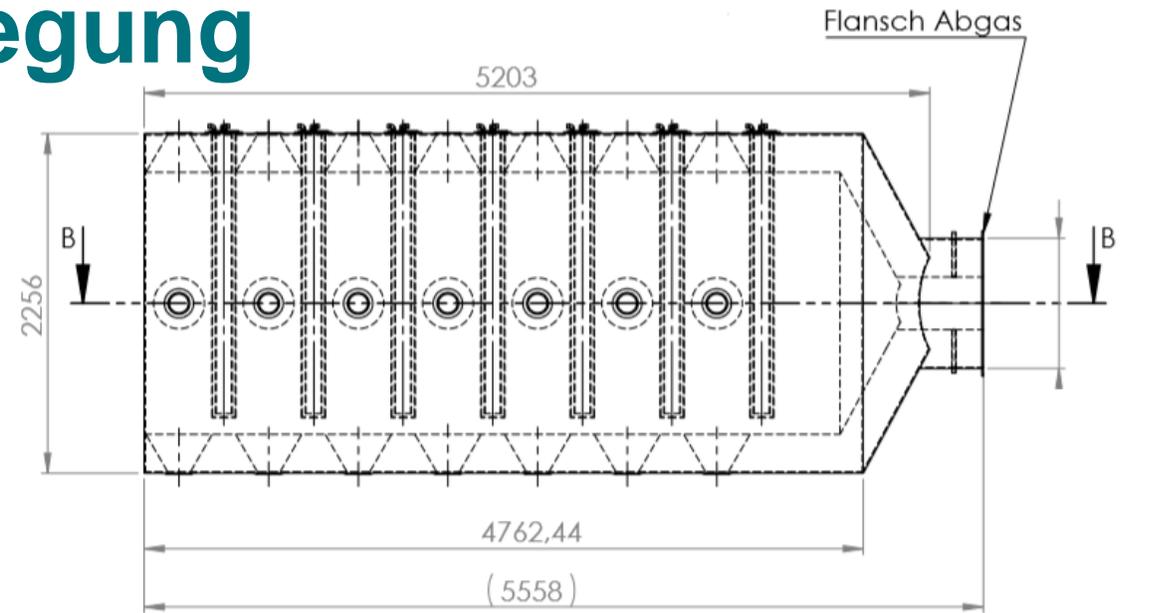


Drallbrenner: 1 m/s Isoflächen, coloriert mit der Höhe

Auslegung

Reale Abmessungen

- Berücksichtigung Zustellung (250 mm)
- Raum für Kühlelemente
- Verjüngung für den Abgaskanal



Auslegung

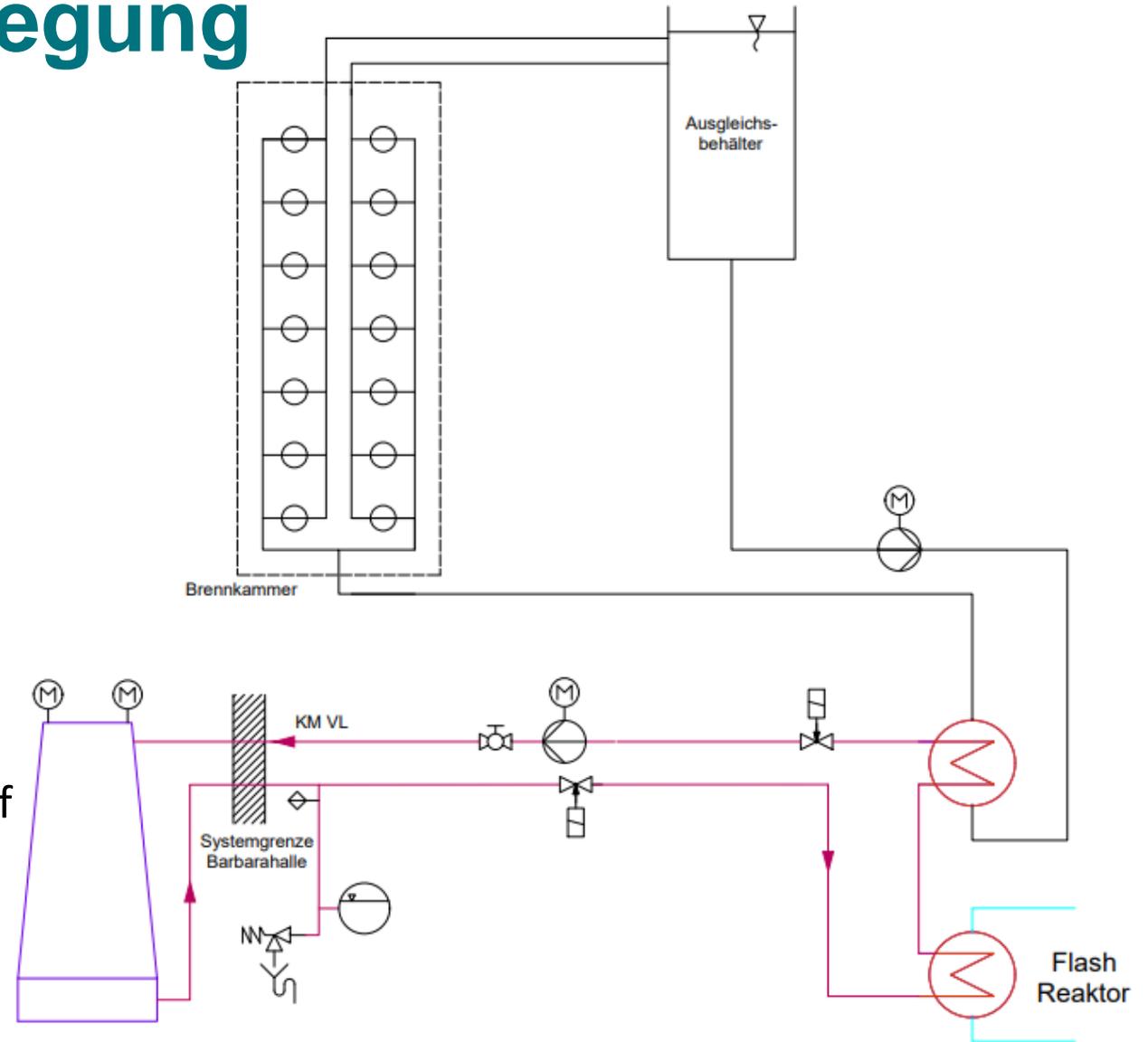
Kühlsystem

Aufgaben

- Modellierung thermischer Lasten
- Schutz der Zustellung (max. 1500 °C)

Aufbau

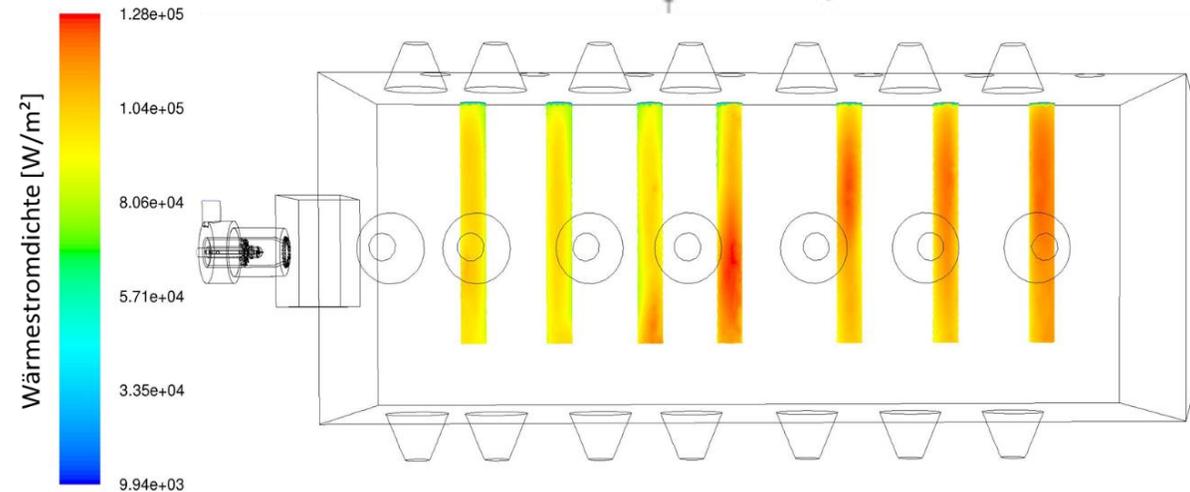
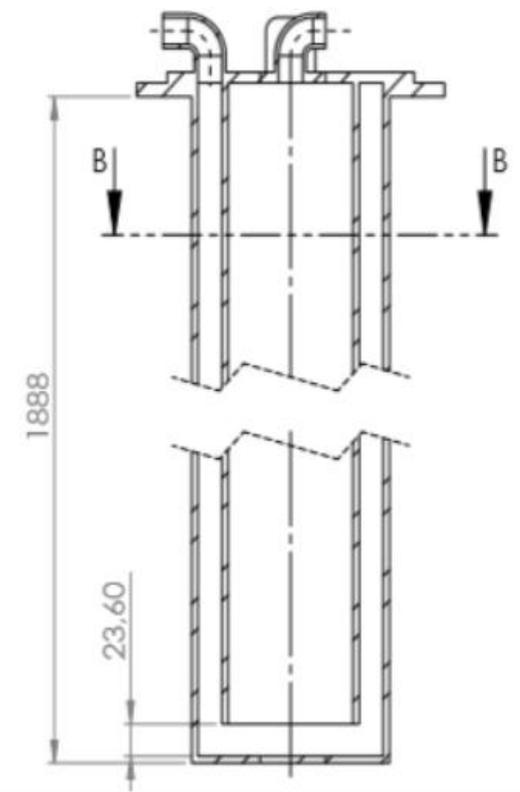
- 14 Kühlelemente
- Verteilersystem
- Ausgleichsbehälter
- Wärmeübertrager zum Rückkühlerkreislauf der Flashreaktor Anlage
- Umlaufpumpe



Auslegung

Kühlsystem, Kühlelemente

- 14 Kühlelemente, wasserdurchströmte Doppelrohre
- Manipulierbar durch Hallenkran
- Kühlleistung 851 kW, bei 1000 kW Brennerleistung (CFD Studie)
- Unter 750 kW Brennerleistung keine Kühlelemente zum Schutz der Zustellung nötig (CDF Studie)



Auslegung

Gasregelstrecke

Erdgasversorgung

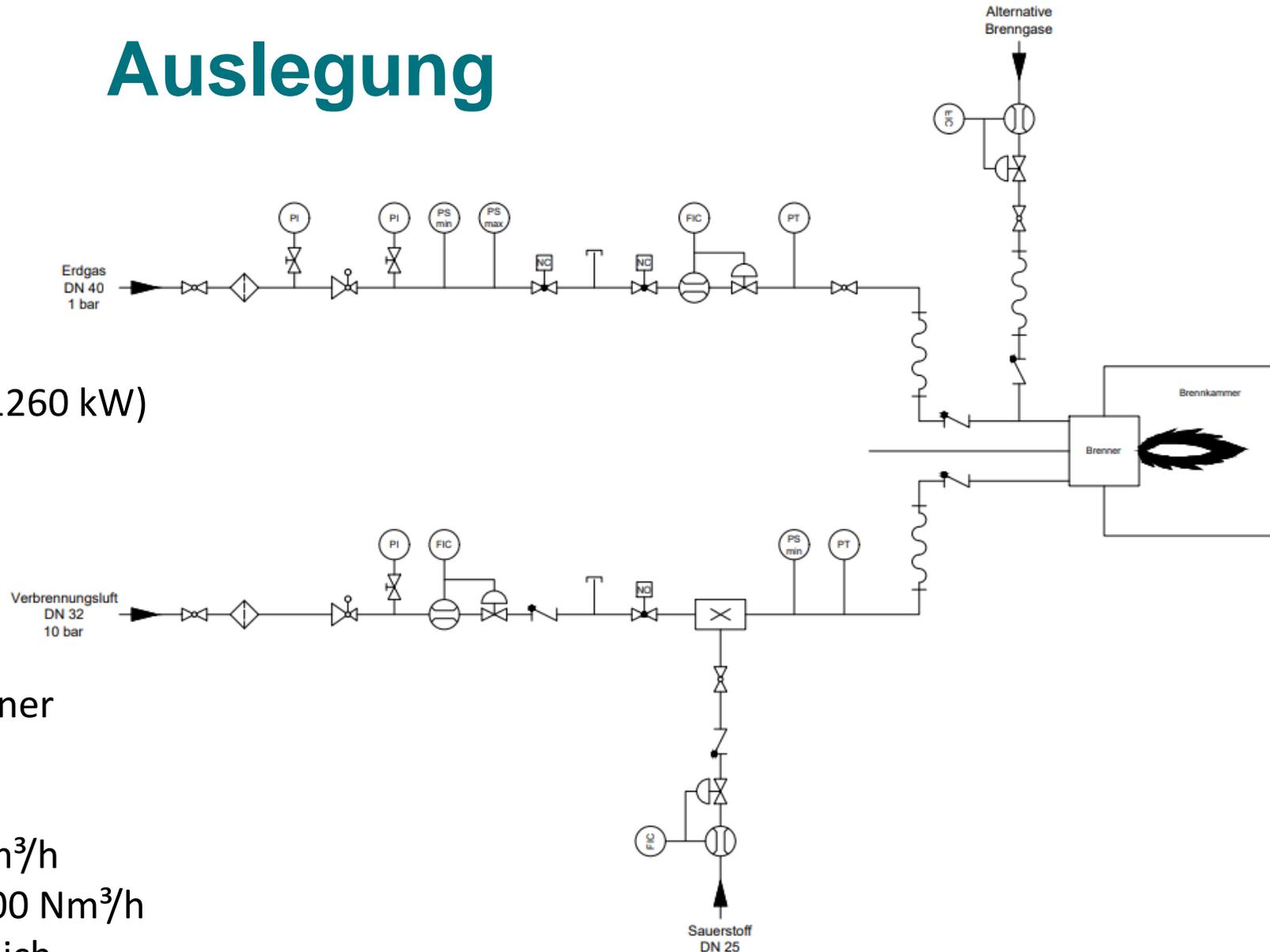
- Maximalmenge 120 Nm³/h (1260 kW)

Alternative Gase

- Maximalmenge 80 Nm³/h
- Zuspeisung durch Lager vor der Halle
- Eigene Verrohrung zum Brenner

Verbrennungsluftversorgung

- Maximalmenge Luft 1200 Nm³/h
- Maximalmenge Sauerstoff 300 Nm³/h
- Sauerstoffanreicherung möglich



Auslegung

Messöffnungen

Anforderungen

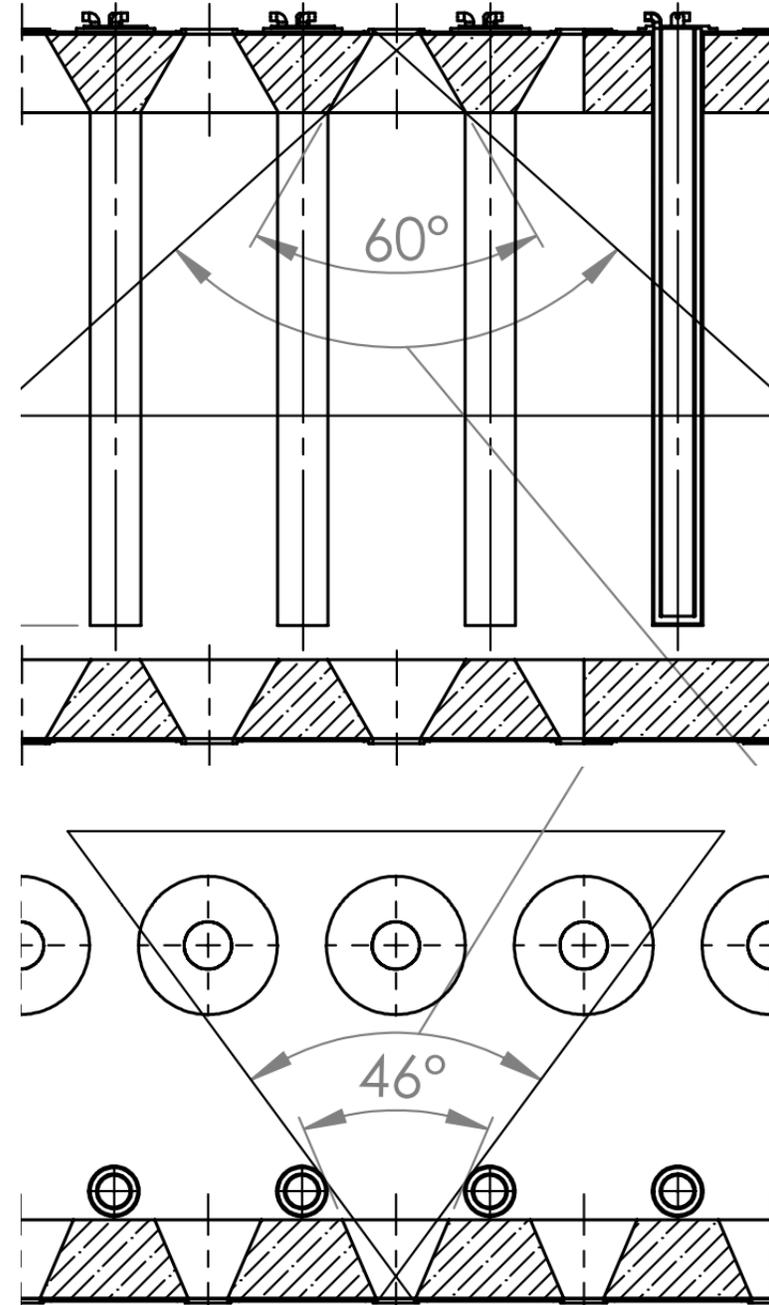
- Jeder Punkt muss mittels Absaugpyrometer oder Lanze erreichbar sein
- Messöffnungen müssen in Ebenen angeordnet werden (PIV, LIF)

Positionen

- Ofentür: 2 Messöffnungen \varnothing 150 mm, 60° Öffnungswinkel
- Decke: 7 Messöffnungen \varnothing 150 mm, 60° Öffnungswinkel
- Boden: 7 Messöffnungen \varnothing 150 mm, 60° Öffnungswinkel
- Seitenwand: 7 Messöffnungen \varnothing 150 mm, 46° Öffnungswinkel

Einsätze

- Feuerfeste Verschlussplatte
- Quarzglas

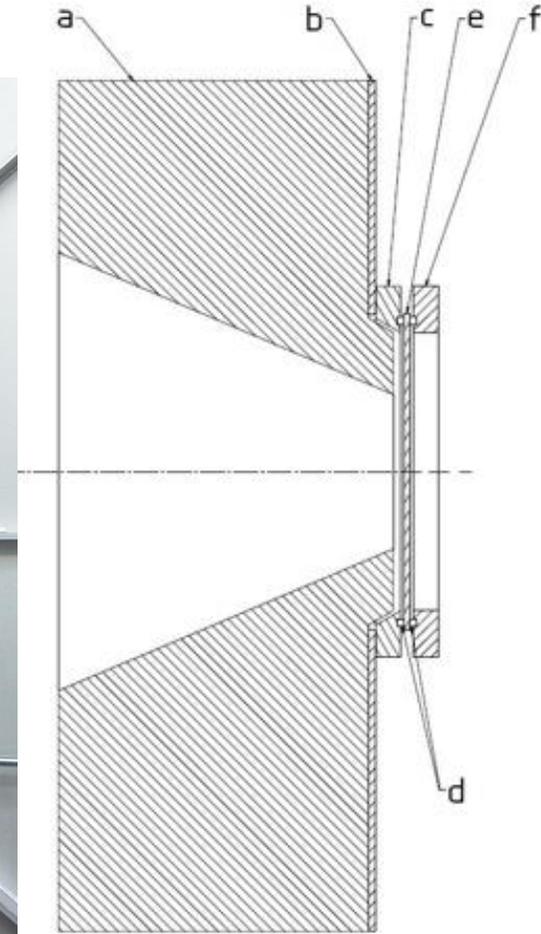


Auslegung

Messöffnungen

Schaugläser

- Quarzglas, 80 % Transmission von 200 nm bis 3600 nm
- Luftkühlung notwendig (UV, IR Absorption Wasser)
- Spannungsfreie Lagerung
- Anpressung durch gefederte Flanschplatte zwischen Dichtungen

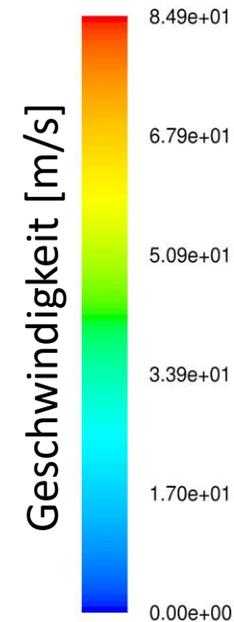


Auslegung

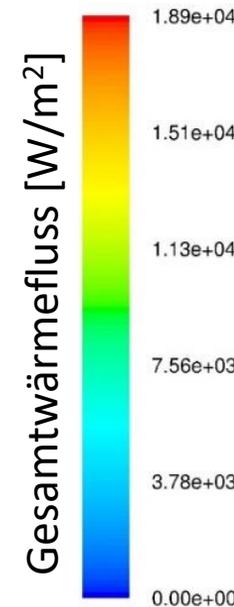
Messöffnungen

Schauglaskühlung

- Anforderungen
 - Maximaltemperatur 80 °C
 - Möglichst geringe radiale Temperaturgradienten
→ geringe Thermospannungen
- CFD Studie
 - Thermische Belastung aus Gesamtmodell (1000 kW, keine Kühlelemente)
 - Untersuchung von 7 Konzepten
 - Optimierung eines Konzepts



[1]



[1]

Digitale Abbilder

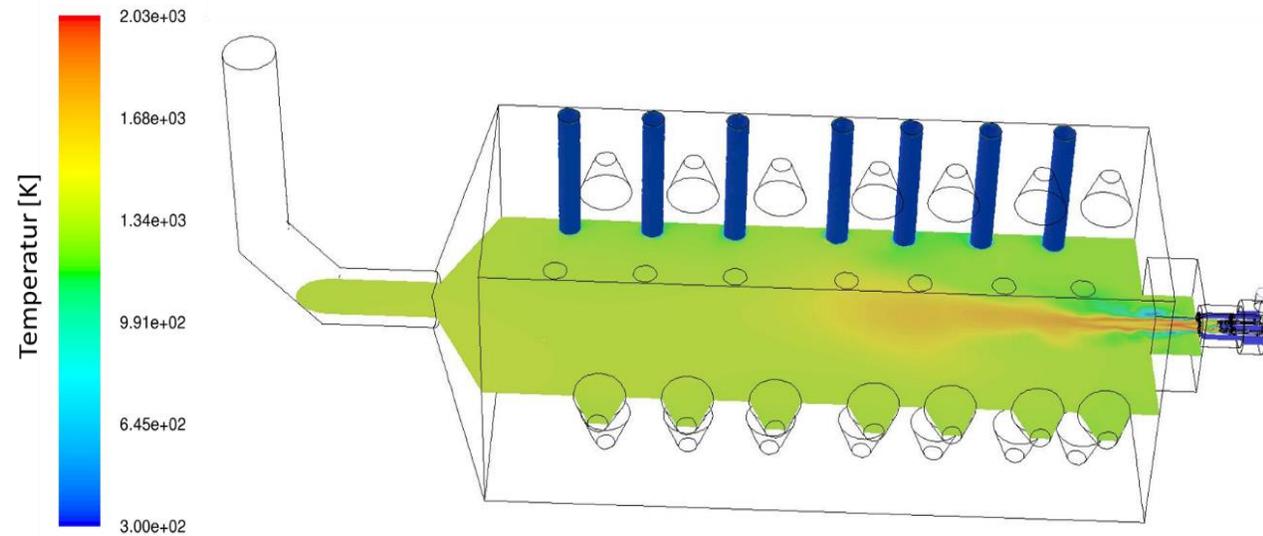
Ansys Fluent

Vorteile

- Kühlelemente „weschaltbar“
- Brenner über Interface leicht austauschbar

Anwendung

- Studien zur Auslegung der Brennerversuchseinrichtung
- Ermittlung der Zustellungstemperaturen und notwendigen Kühlelemente
- Schnelle Abbildung der Temperaturen und Konzentrationen von Brennern



Digitale Abbilder

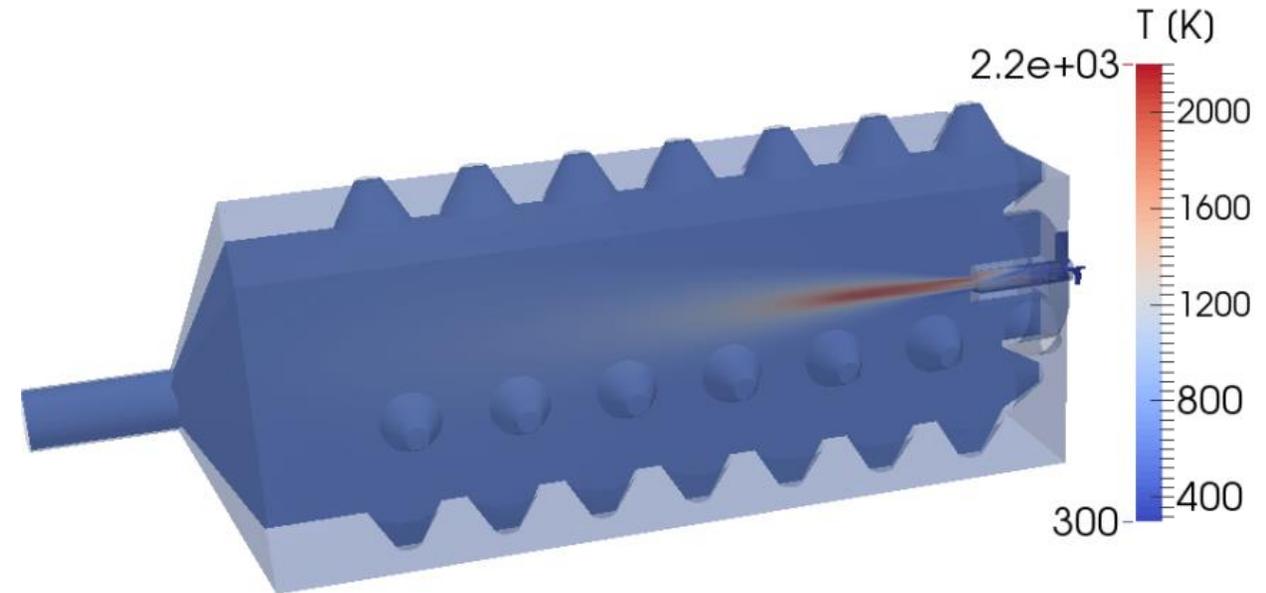
OpenFOAM

Vorteile

- Mehr Modelle verfügbar
 - Flamelet-Equilibrium-Hybrid Modell
 - Dynamische Netzanpassung an Flammen
 - TPT NO_x Postprocessor 2.0+

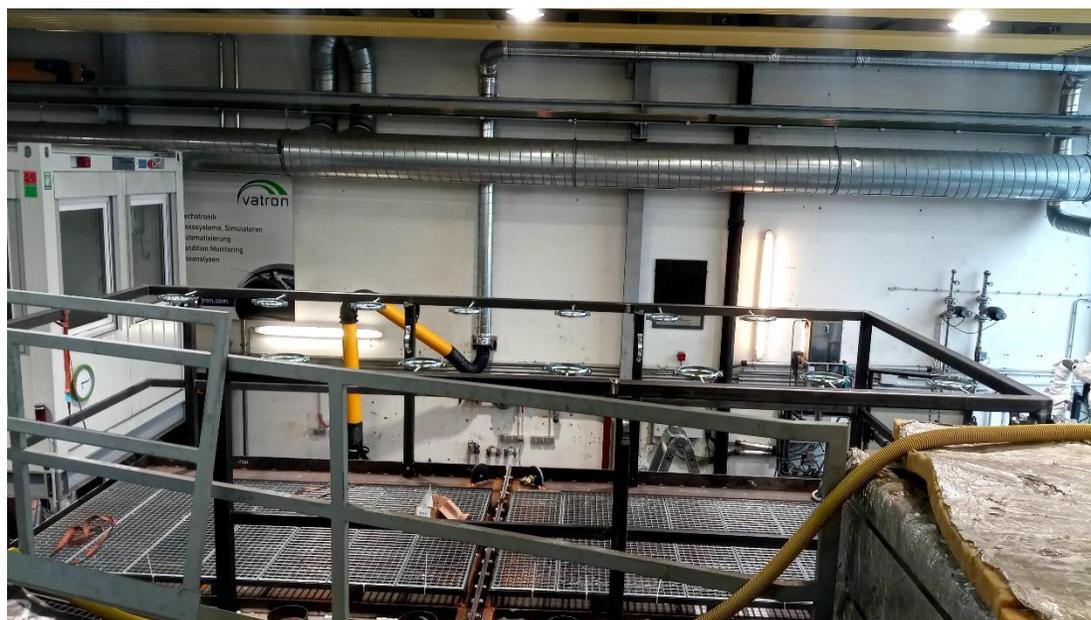
Anwendung

- Modellentwicklung
- Modellevaluierung
- Brennerentwicklung



Impressionen

Lieferung 2020



Impressionen

Stand 14.09.2021



Nächste Schritte

- Komplettierung
 - Montage Schaugläser und Schläuche
 - Kühldüsen Schaugläser
 - Adapterplatte Brenner
- Automatisierung und Implementierung in das Prozessleitsystem der Flashreaktor Versuchsanlage
- Inbetriebnahme



Entwicklung einer Brennerversuchseinrichtung

Christoph Spijker
Hannes Nestelberger
Harald Raupenstrauch

WO AUS FORSCHUNG ZUKUNFT WIRD



Aachen, 08.10.2021