



Thermisches Ofenmodell zur Berechnung der ressourceneffizienten Steuerung von Herdwagen-Schmiedeöfen

L. Schüttensack, M. Eickhoff, H. Pfeifer

07.10.2021

Inhaltsverzeichnis

- Einleitung
- Modellierungsansatz
- CFD Simulationen
- Thermisches Ofenmodell
- Zusammenfassung

Einleitung

Herdwagenofen

- Herdwagenöfen werden oft zur Wiedererwärmung von Schmiedeblocken verwendet
 - Temperaturen über 1200 °C
 - Unterschiedliche Schmiedeblocke in Größe, Form und Werkstoff
- Die aktuellen Ofenfahrweisen basieren auf Erfahrungen
 - Keine Optimierung bezüglich des Energieverbrauchs



Projektüberblick

- Entwicklung eines Modells für die Erwärmung und das Schmieden der Blöcke
- Projektpartner
 - Hammerwerk
 - Managementberatung (Schmieden)
 - Forschungsinstitut (Materialverhalten)
 - Forschungsinstitut (Thermoprozesse)



Projektüberblick – Teilprojekt 1

- Planung und Evaluation der optimalen Schmiedereihenfolge
 - Optimales Schmiedeverfahren für unterschiedliche Blockgrößen
 - Evaluation der benötigten Zeit und der notwendigen Werkzeuge
 - Optimierung der Schmiedereihenfolge



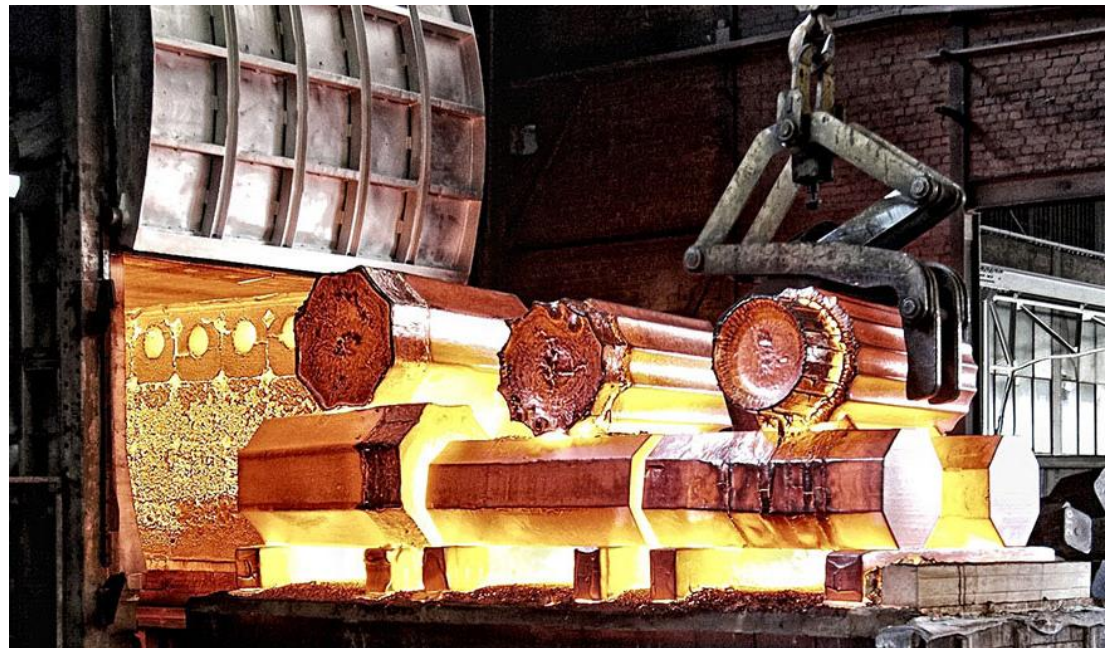
Projektüberblick – Teilprojekt 2

- Identifizierung von Materialbeschränkungen bezüglich der Wiedererwärmung
 - Definition von limitierenden Werten bezüglich:
 - Dem Temperaturgradient
 - Der lokalen Aufheizrate
 - Aufbau eines Materialmodells für unterschiedliche Werkstoffe
 - Laboruntersuchungen zur Kalibrierung
 - Ausarbeitung einer Matrix mit kritischen Werten für den Erwärmungsprozess

Projektüberblick – Teilprojekt 3

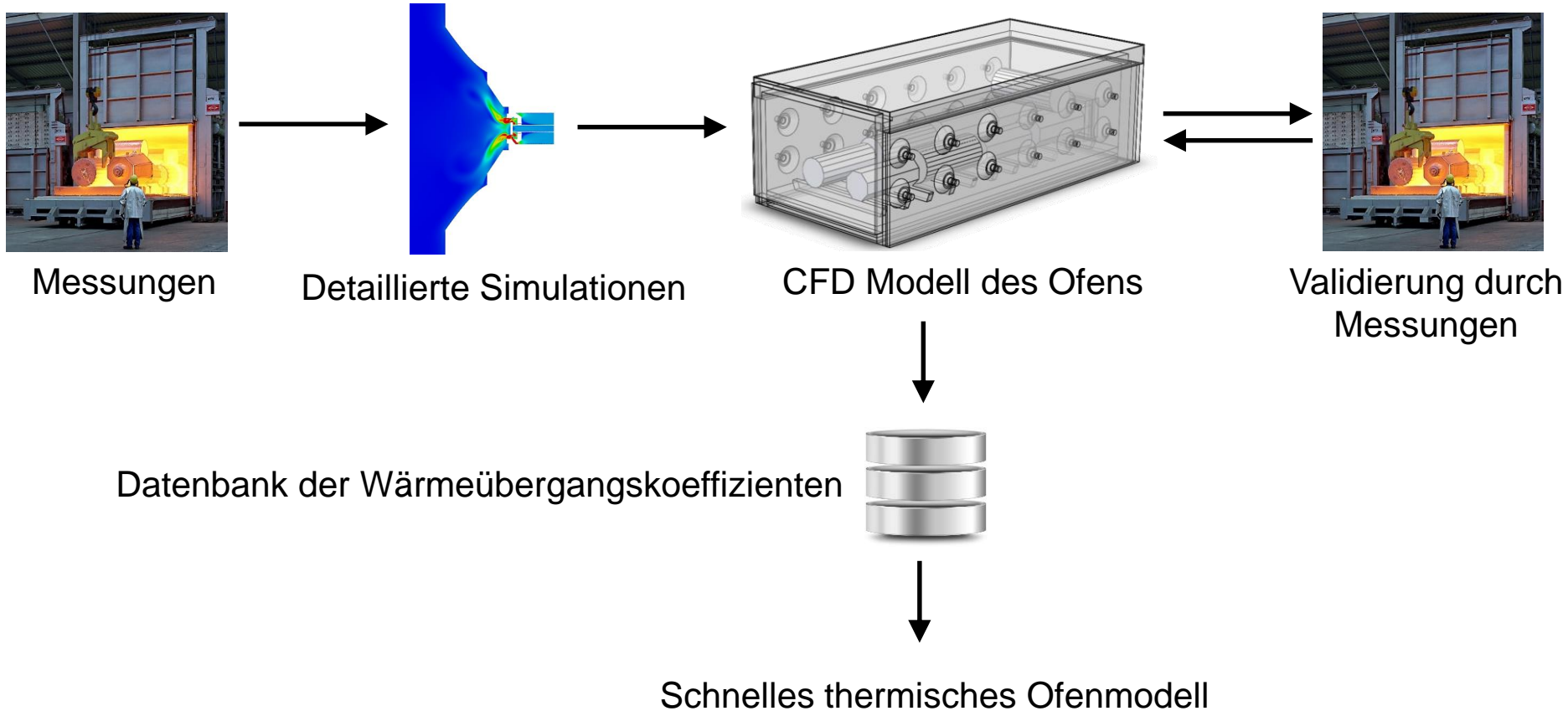
- Entwicklung eines thermischen Ofenmodells
 - Simulation der Temperaturverteilung im Schmiedeblock
 - Vorhersage der effizientesten Ofenbelegung und Ofenfahrweise

- Berechnungszeit darf ein paar Minuten nicht überschreiten



Modellierungsansatz

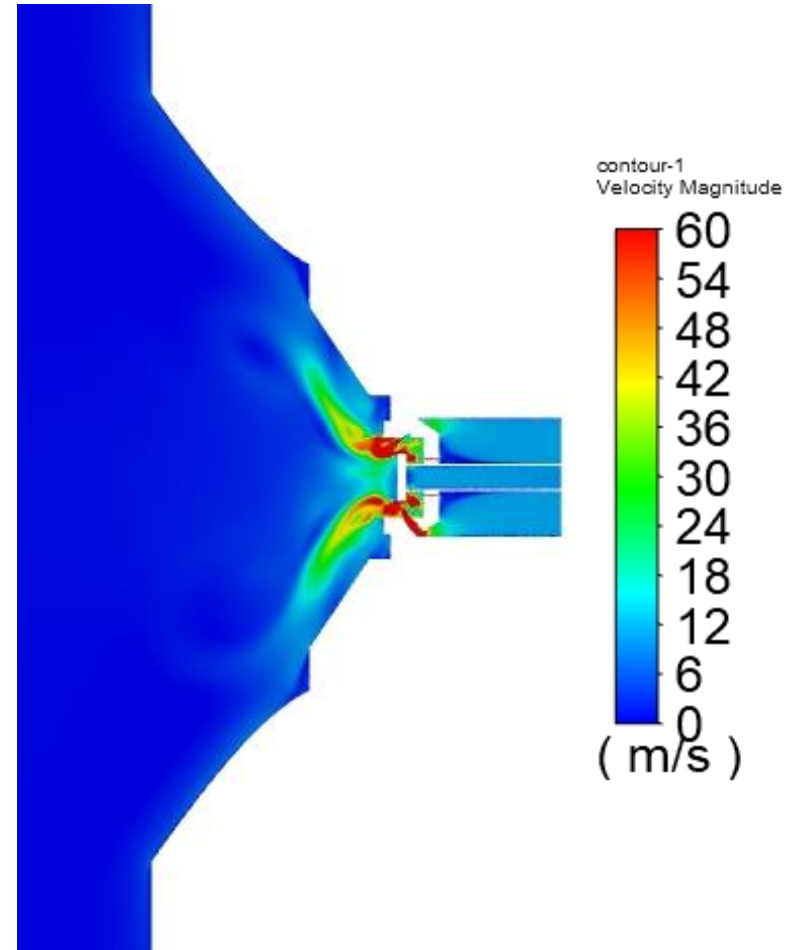
Modellierungsansatz



CFD Simulationen

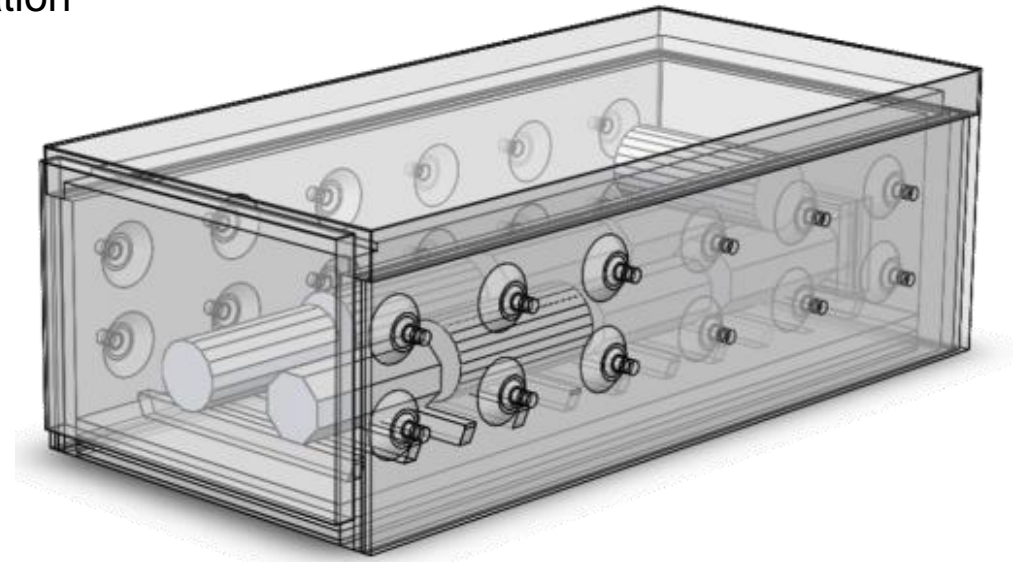
Detailliertes Verbrennungsmodell

- Berechnung der Verbrennung in einem Flachflammenbrenner
- Extraktion des Strömungsfelds und der Temperaturverteilung
- Validierung der Simulation durch Abgasmessungen



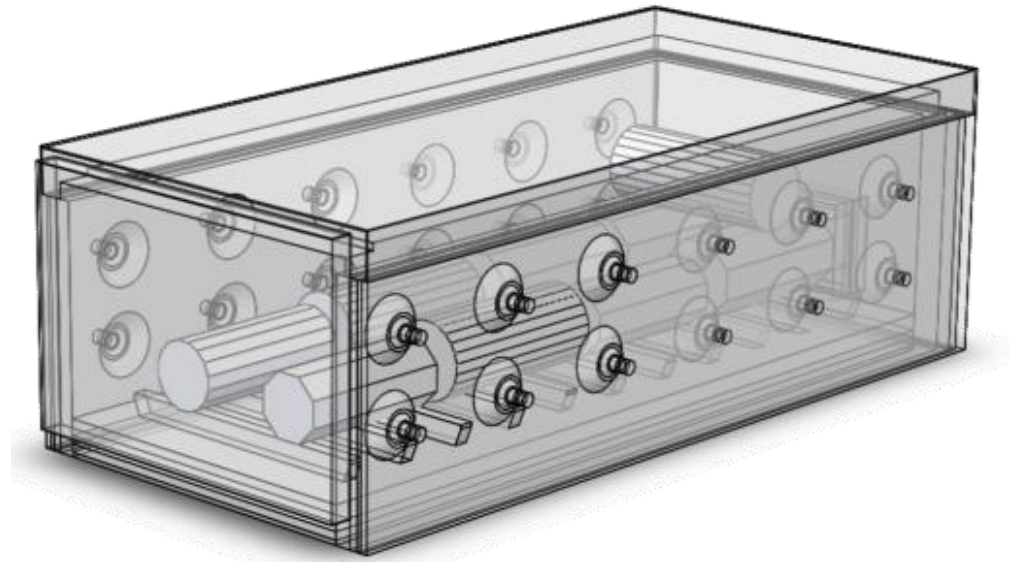
CFD Modell des gesamten Ofens

- Randbedingungen aus
 - Den Messungen am Herdwagenofen
 - Der Energiebilanz
 - Der detaillierten Verbrennungssimulation
- Schnelle Berechnung der Strömungs- und Strahlungsbedingungen



CFD Modell des gesamten Ofens

- Extraktion der Wärmeübergangskoeffizienten abhängig von
 - Der Blockposition
 - Der Blockseite
 - Der Blocktemperatur
 - Der Ofentemperatur
- Datenbank der Wärmeübergangskoeffizienten



Thermisches Ofenmodell

Schnelles thermisches Ofenmodell

- FDM Modell (Julia) des Herdwagenofens und der Schmiedeblocke
- Auswahl der besten Ofenbelegung
- Randbedingungen der Schmiedeblockoberfläche werden aus einer Datenbank interpoliert
- Das Modell verwendet die maximale Ofenleistung bis kritische Materialwerte (Teilprojekt 2) erreicht werden
- Berechnung der optimalen Temperaturführung für die Ofensteuerung

Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Der Modellierungsansatz für ein schnelles thermisches Ofenmodell wurde vorgestellt
- Detaillierte Verbrennungssimulationen eines Flachflammenbrenners
- Schnelles CFD Modell des Herdwagenofens
- Schnelles FDM Ofenmodell für Temperaturvorhersagen, eine optimale Ofenbelegung und eine verbesserte Energieeffizienz

Danksagung

- Öffentliche Förderung durch das Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) für kleine- und mittelständische Unternehmen in Deutschland
- Projektpartner:
 - Hammerwerk Erft G. Diederichs GmbH & Co.KG
 - Metatech GmbH
 - Institut für Eisenhüttenkunde der RWTH Aachen University



**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit**

Ihr Kontakt

Lilly Schüttensack, M.Sc.
Institut für Industrieofenbau und Wärmetechnik
RWTH Aachen University
Kopernikusstr. 10, 52074 Aachen
www.iob.rwth-aachen.de
schuettensack@iob.rwth-aachen.de
+49 241 80 25948