



ANDRITZ METALS

AUSLEGUNG UND OPTIMIERUNG VON INDUSTRIEÖFEN MIT MODERNEN NUMERISCHEN METHODEN

DAWID PERKOWSKI | NIKLAS WICHMANN

ANDRITZ

ENGINEERED SUCCESS

CHAPTER OVERVIEW



01 EINLEITUNG

02 BEISPIEL: HYBRID BEHEIZTER
KAMMEROFEN

03 BEISPIEL: DREHHERDOFEN

04 BEISPIEL: HUBBALKENOFEN

05 BEISPIEL: ABKÜHLTECHNOLOGIEN
EISENBAHNRÄDER

06 ZUSAMMENFASSUNG

07

08

09

10

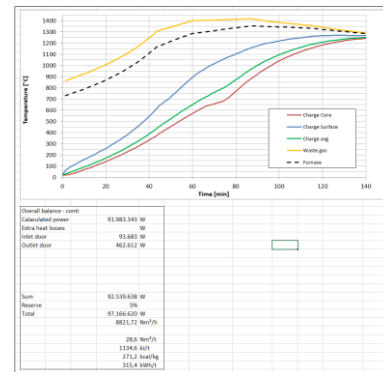
EINLEITUNG



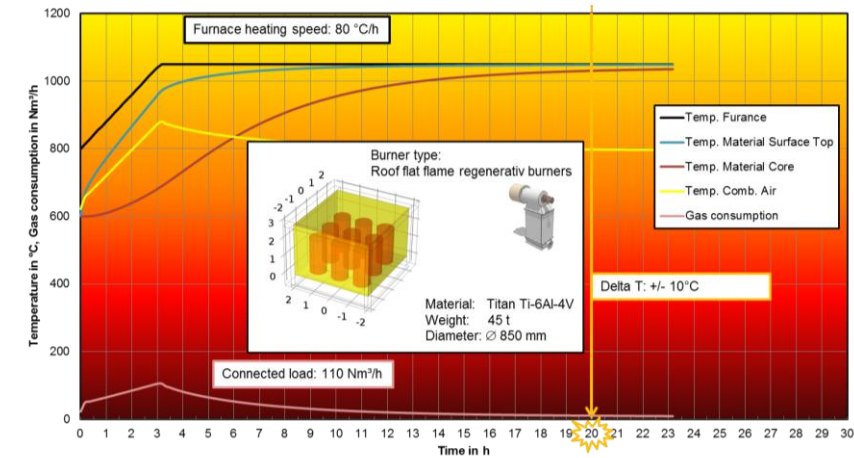
Industrieöfen: Auslegung und Optimierung



Analytisch



Numerisch
(VBA, Fortran, ...)



Moderne numerische 3-D Solver
(Fluent, Comsol, ...)

Zeitliche Entwicklung

Warum moderne numerische Solver?

Parameter	Analytisch	Numerische Solver	Moderne numerische 3-D Solver (multiphysics)
Leistungsverteilung im Ofen	A	A / O	A / O
Aufheizkurve / Zonentemperatur / spezifischer Energieverbrauch	A	A / O	A / O
Temperaturhomogenität im Wärmgut	A	A	A / O
Ofenraumgeometrie	A	A	A / O
Wärmgutposition im Ofen	-	-	A / O
Strömungsoptimierung / Brennerpositionierung	-	-	A / O

A: Auslegung
O: Optimierung

Warum moderne numerische Solver?

- Moderne Solver bieten größtmögliche Flexibilität und können für die Ofenauslegung sowie die Ofenoptimierung gleichermaßen verwendet werden
- Multiphysics möglich
- Modelle können fast beliebige Komplexität annehmen (begrenzt durch Rechenressourcen)
- Durch Erstellung von standalone Applikationen kann die Anwenderfreundlichkeit gesteigert werden
- Insbesondere bei der Neuentwicklung von Anlagen wertvoll
- Können zu der Entwicklung von Online Modellen beitragen

→ Schwierigkeit in der Praxis: Ausreichend schnelle, aber hinreichend genaue numerische Modelle aufbauen

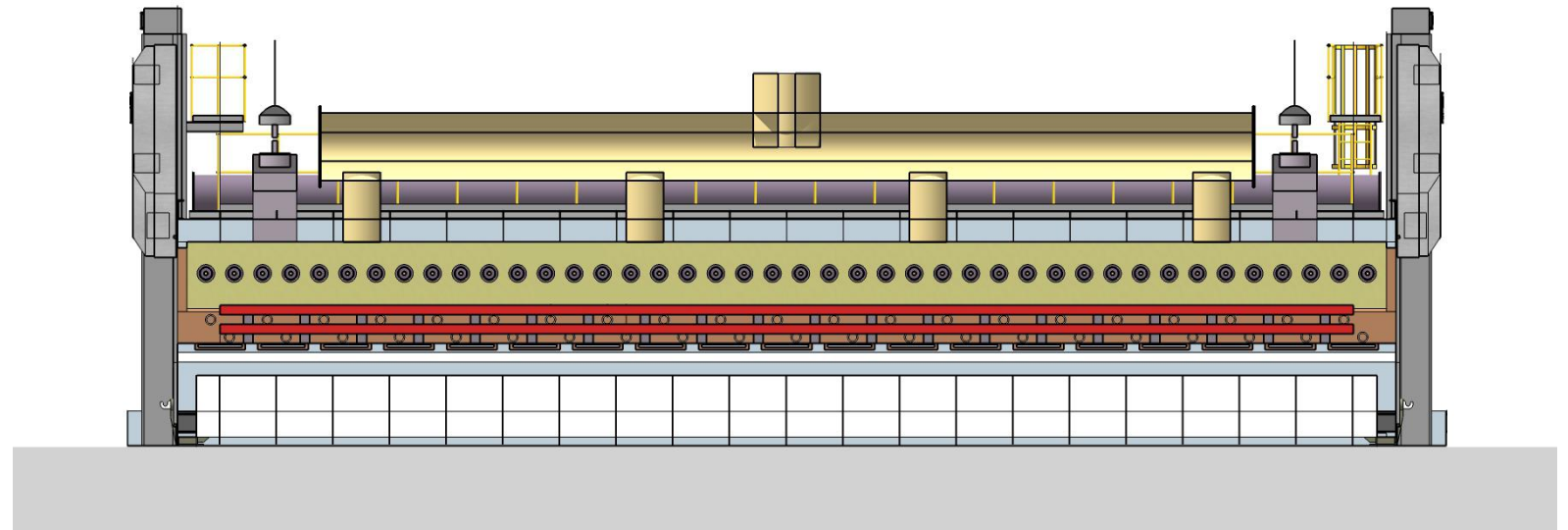
BEISPIEL: HYBRID BEHEIZTER GLÜHOFEN



- Innovativer hybridbeheizter Kammerofen
- Unter Schutzgasatmosphäre

Fragestellungen:

- Chargenpositionierung
- Leistungsverteilung des Ofens

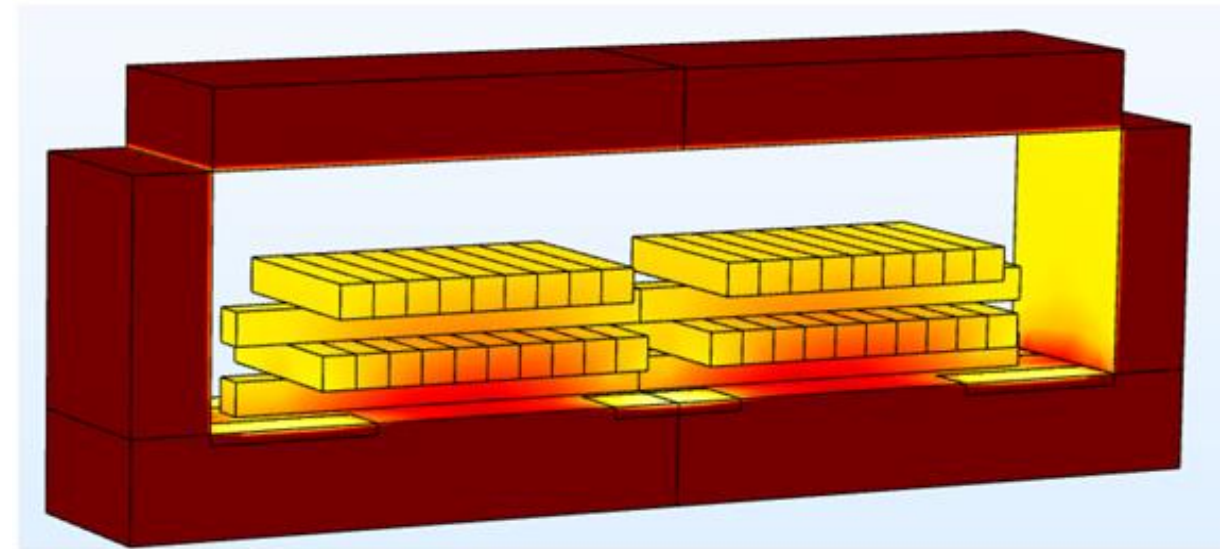


BEISPIEL: HYBRID BEHEIZTER GLÜHOFEN



Chargenverteilung

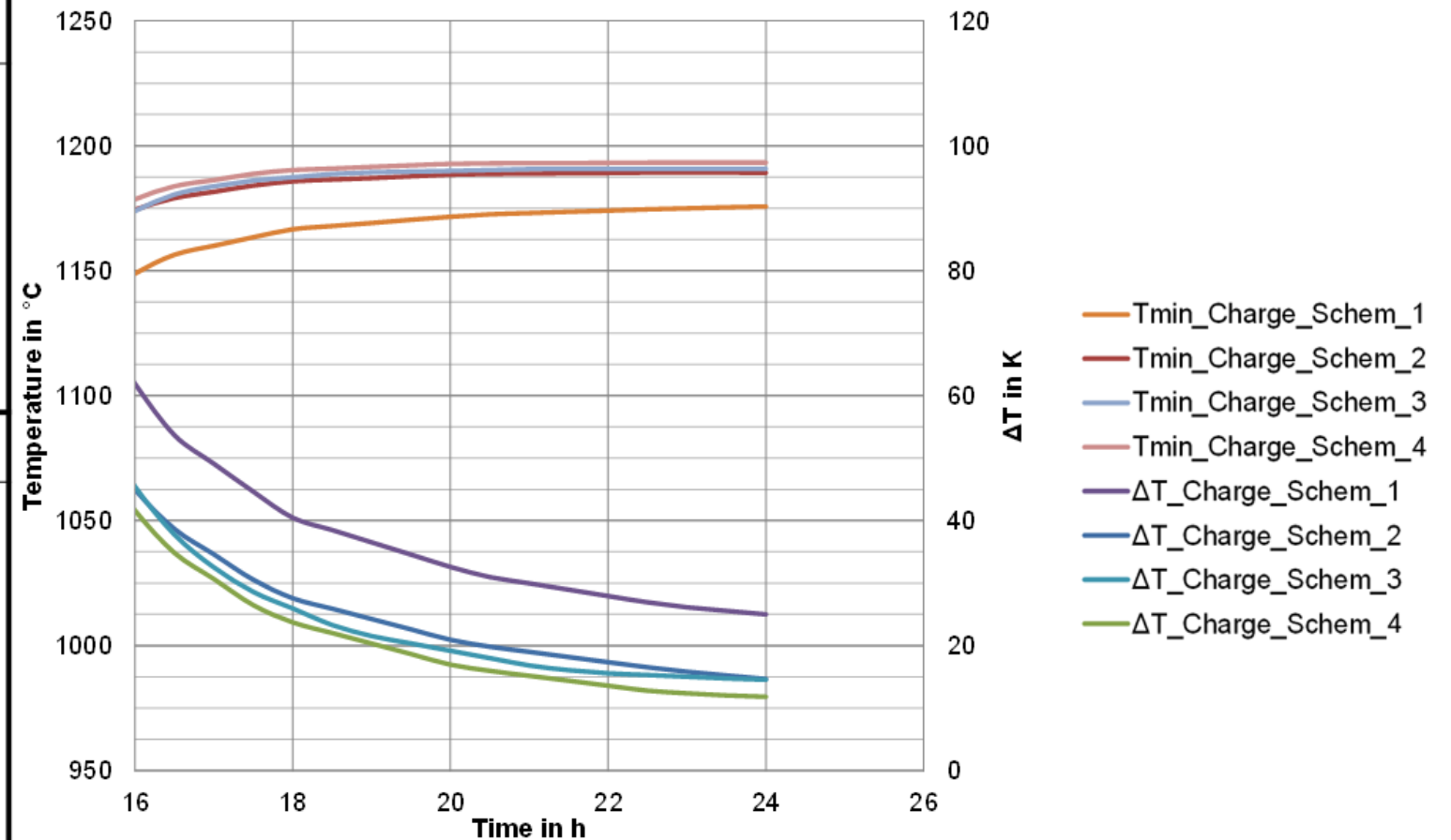
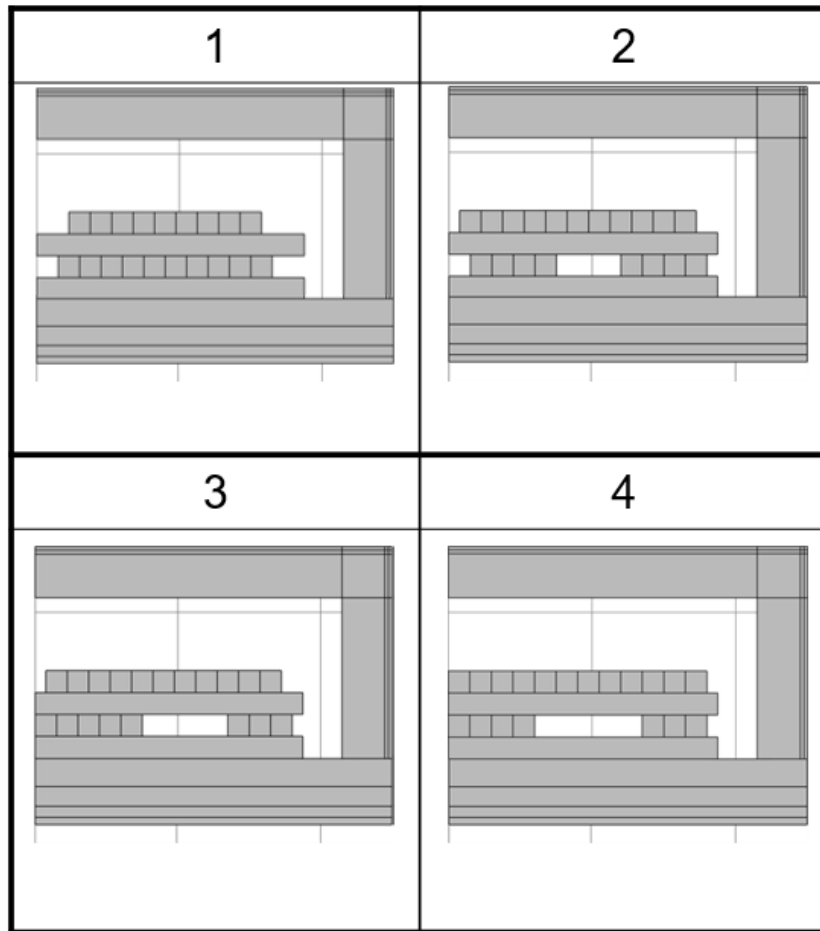
- Charge: Abbildung der Belegung der Charge im Ofen
- Heizelemente: Modellierung durch Heizflächen
- Die Heizleistung wird durch einen integrierten Softwareregler entsprechend der SOLL-Aufheizkurve automatisch angepasst.
- Ofenraum: Strahlungsmodell „Surface-to-surface“
- Allgemein: Temperaturabhängige Materialeigenschaften



BEISPIEL: HYBRID BEHEIZTER GLÜHOFEN



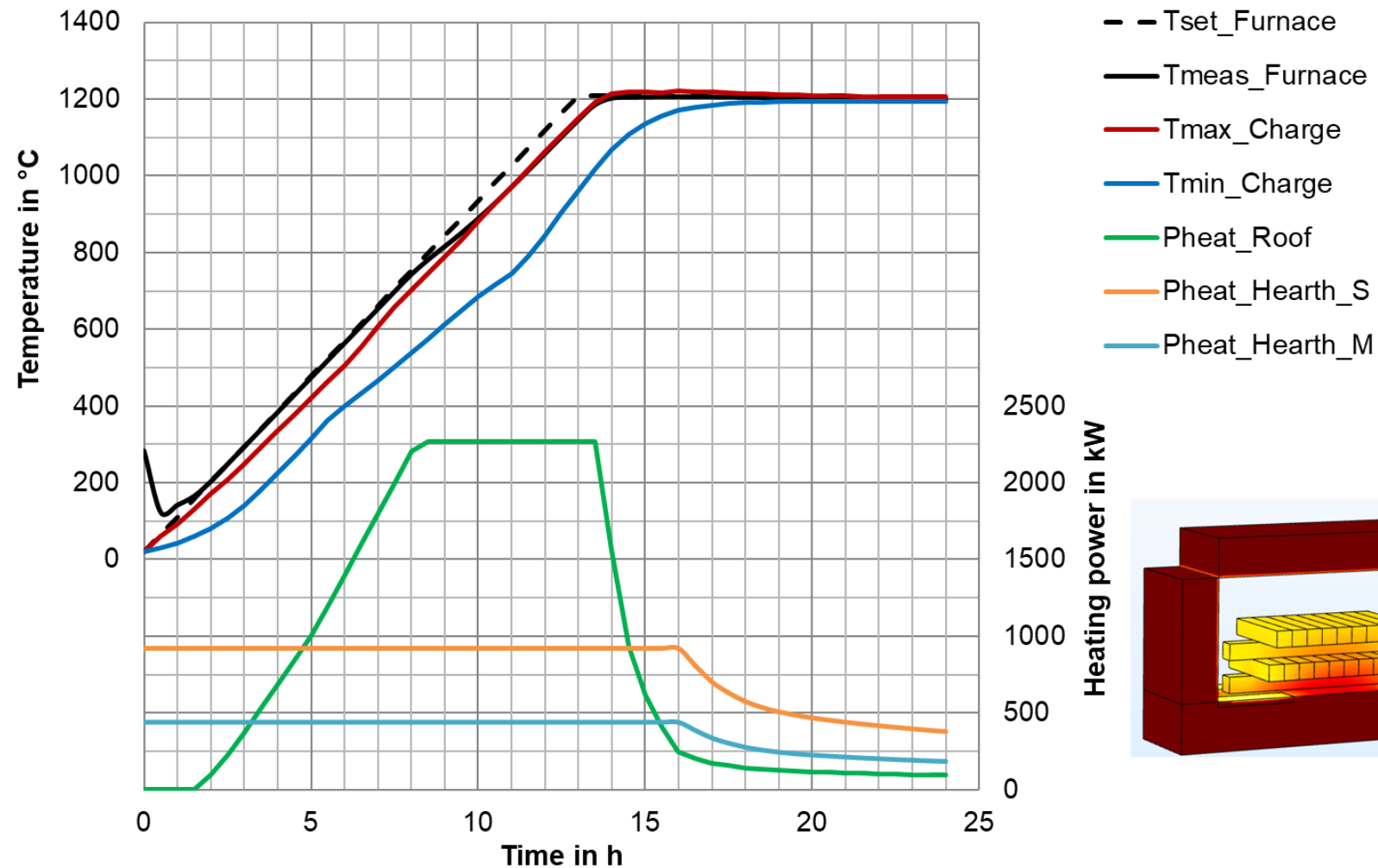
Chargenverteilung



BEISPIEL: HYBRID BEHEIZTER GLÜHOFEN



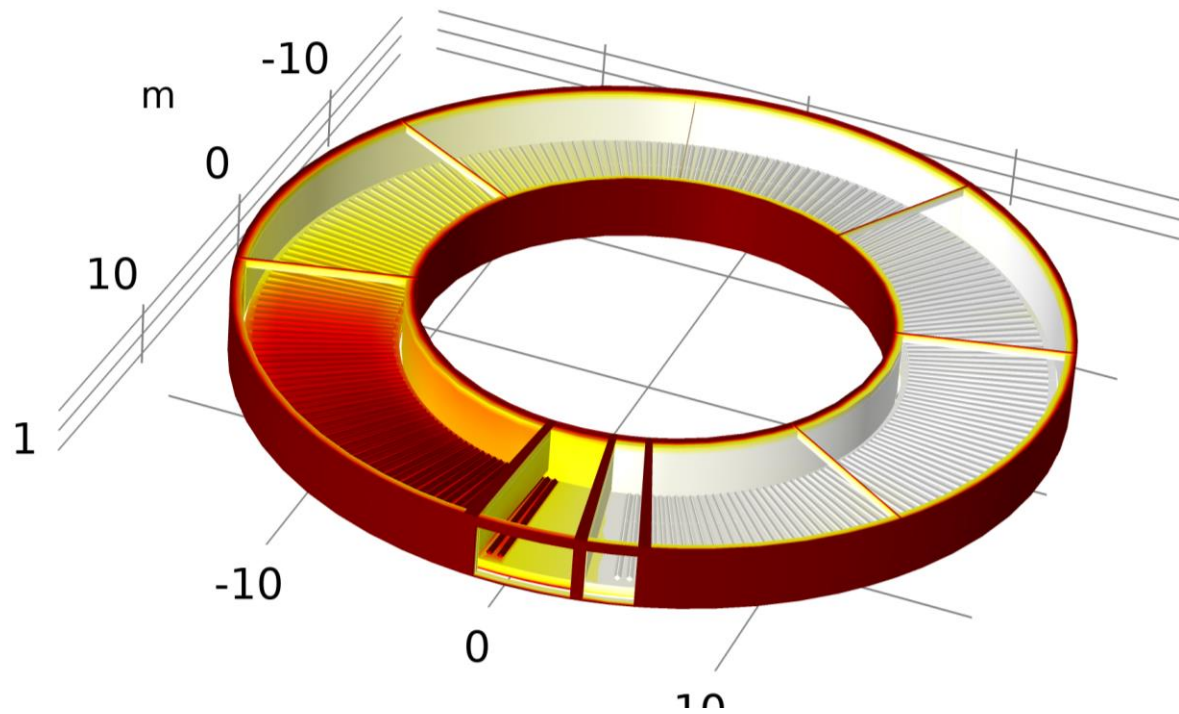
Leistungsverteilung und Aufheizdauer



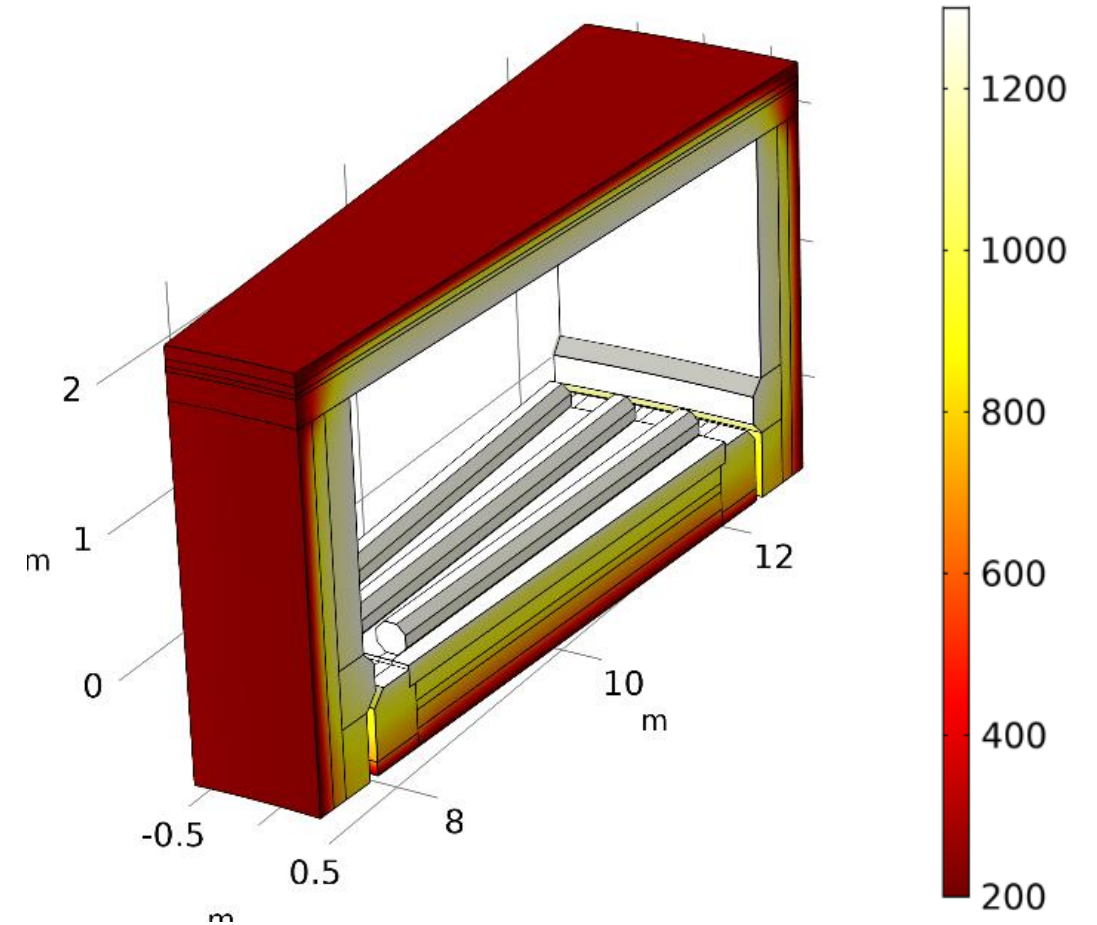
BEISPIEL: DREHHERDOFEN



Vollständiges Ofenmodell



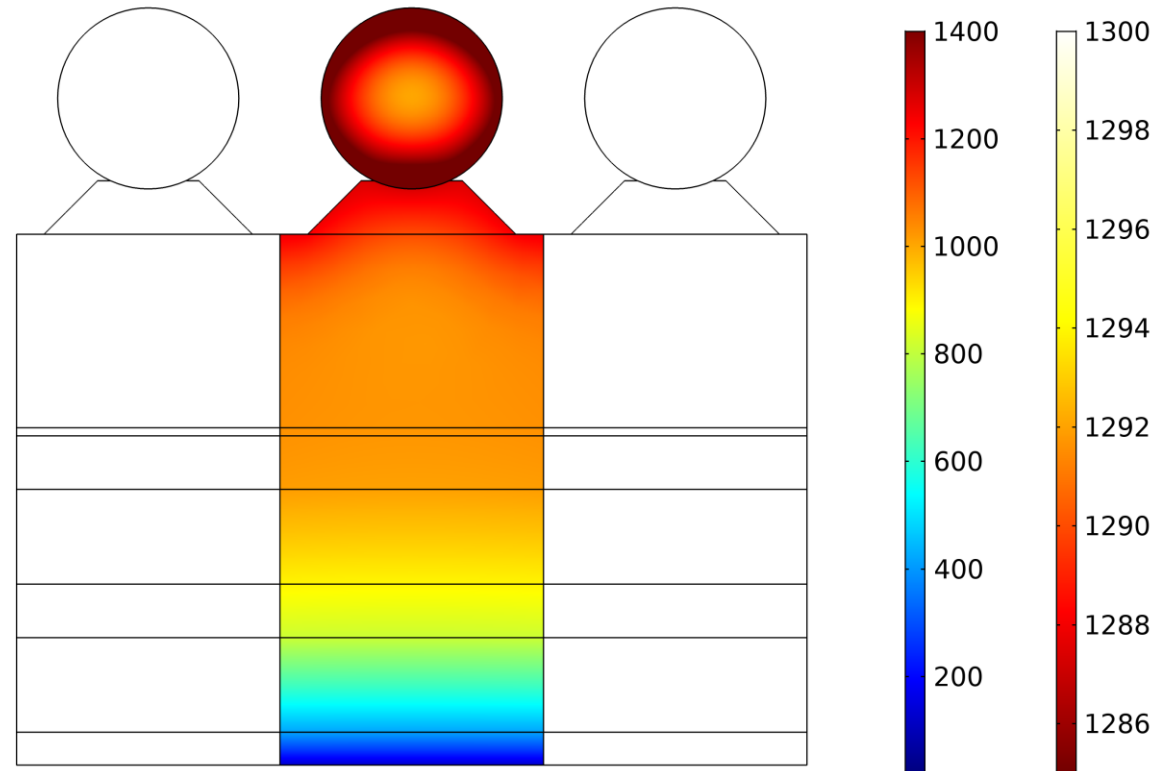
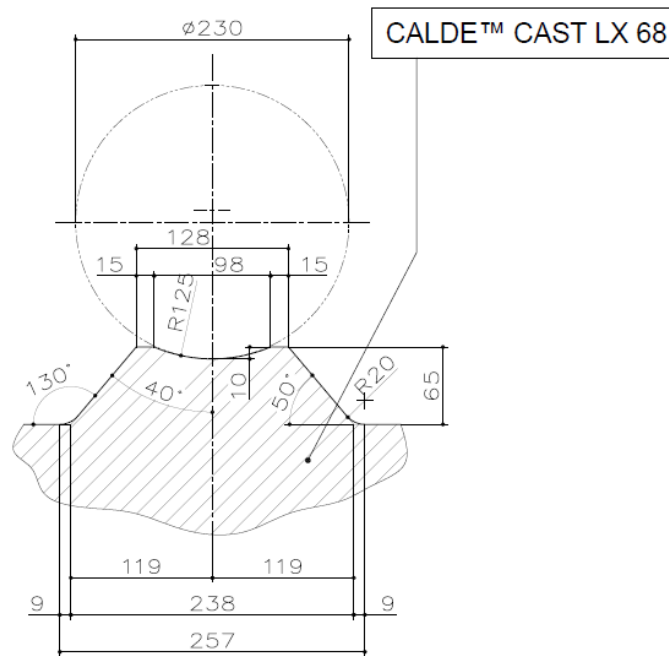
Scheibenmodell



BEISPIEL: DREHHERDOFEN



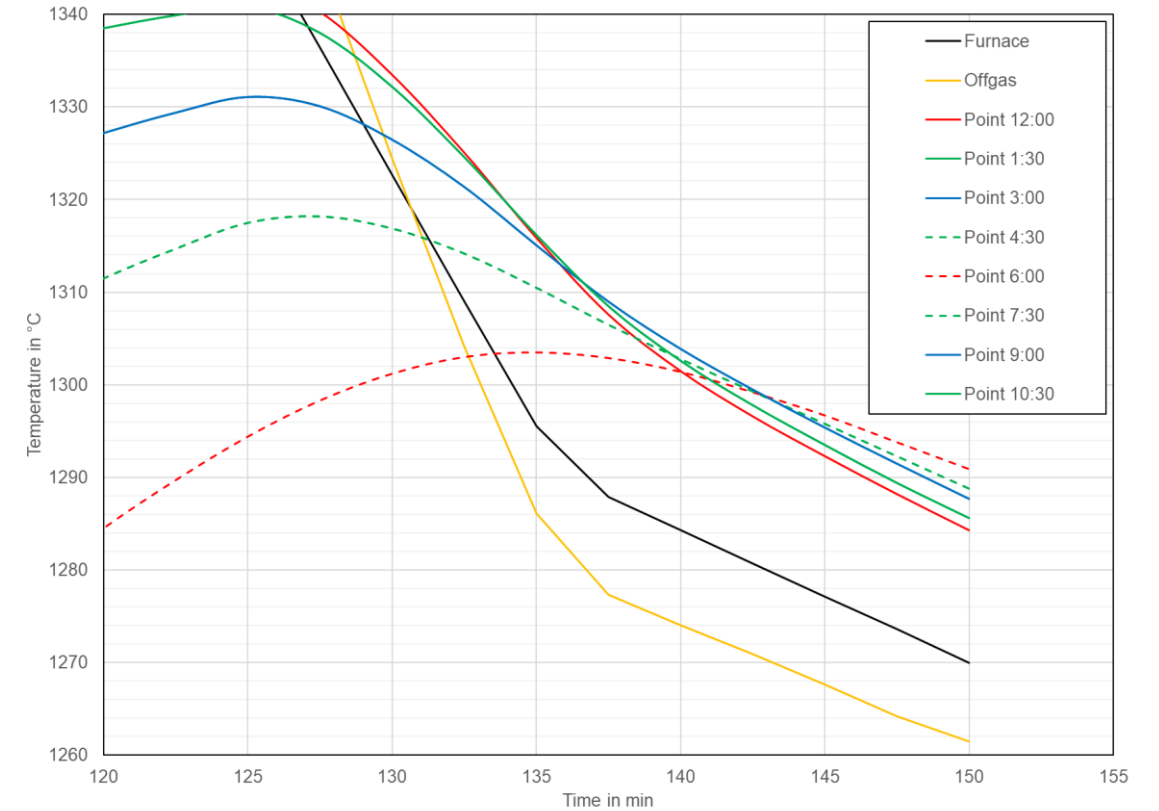
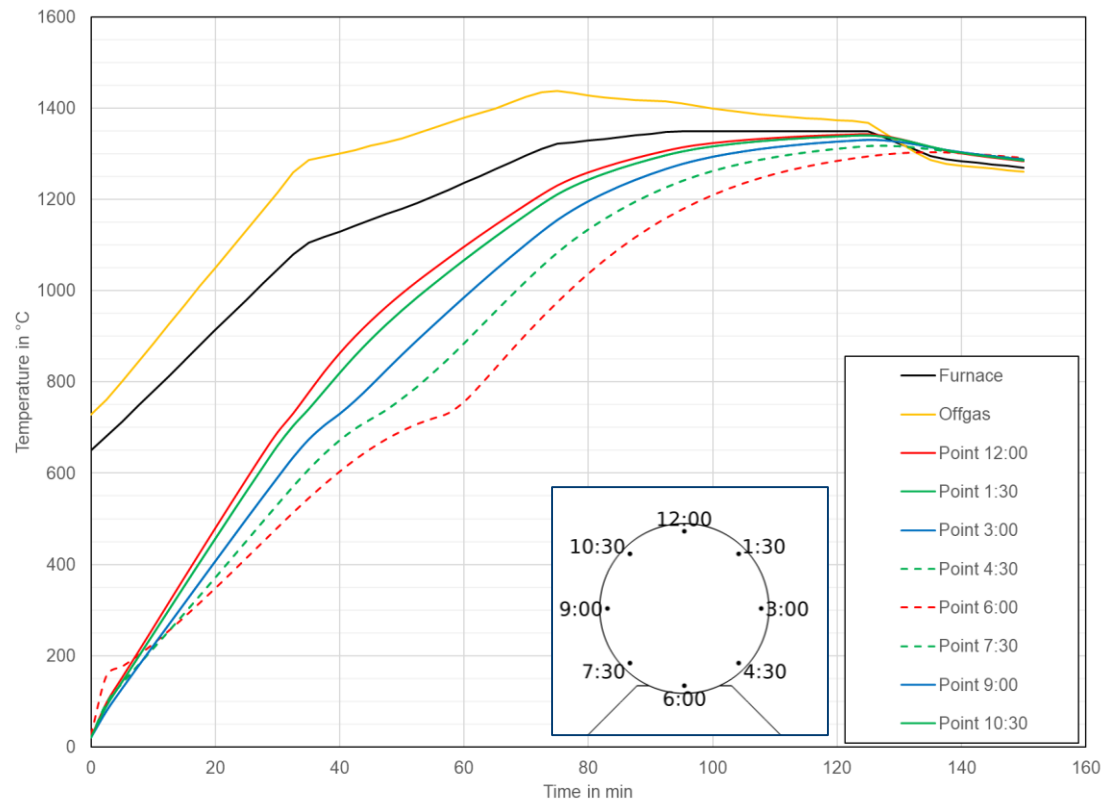
Temperaturprofil an Ziehposition



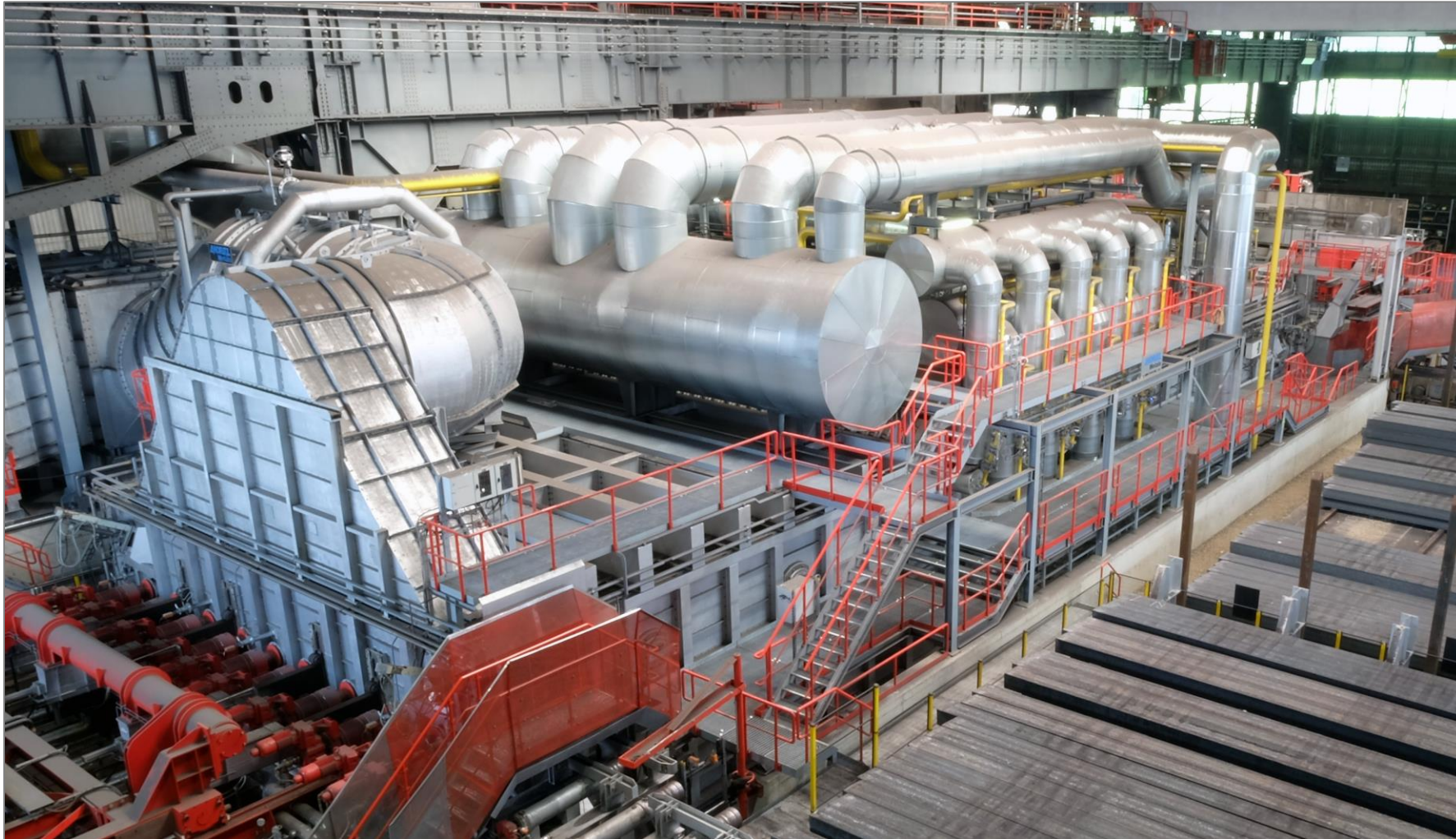
Temperaturskala für
Feuerfestzustellung

Temperaturskala für
Ausziehblock

BEISPIEL: DREHHERDOFEN



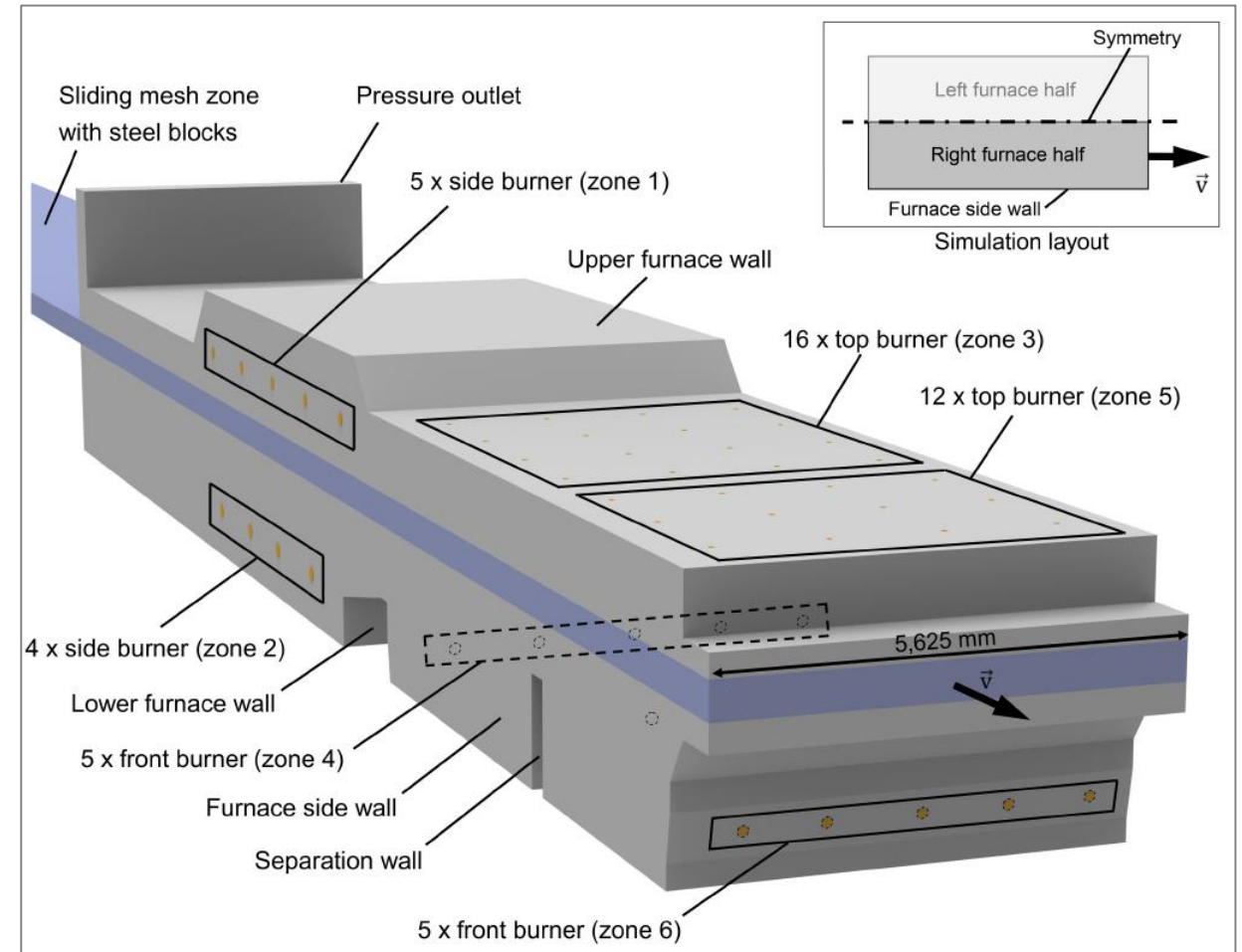
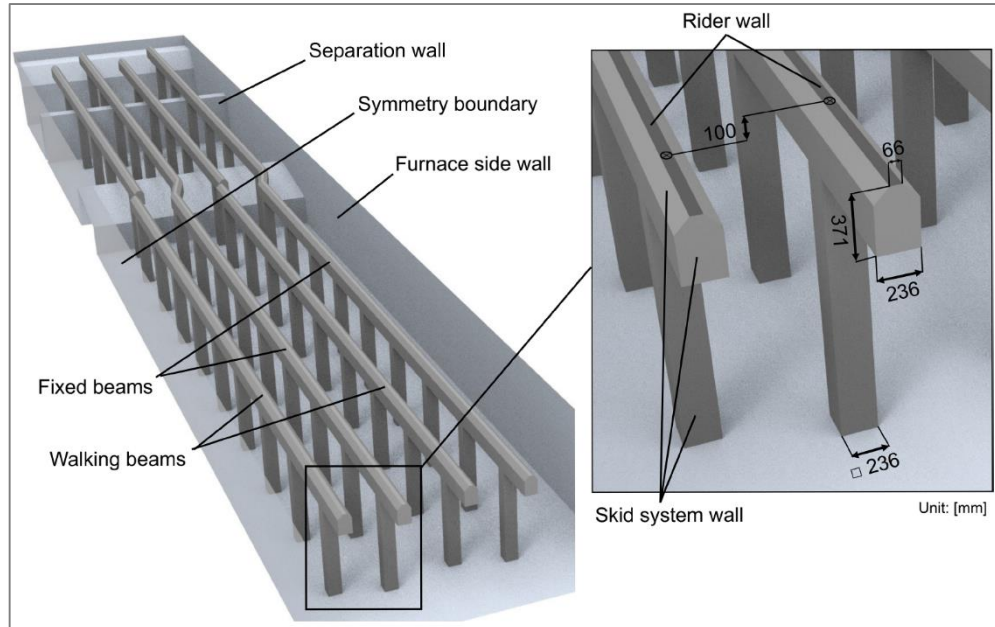
BEISPIEL: HUBBALKENOFEN



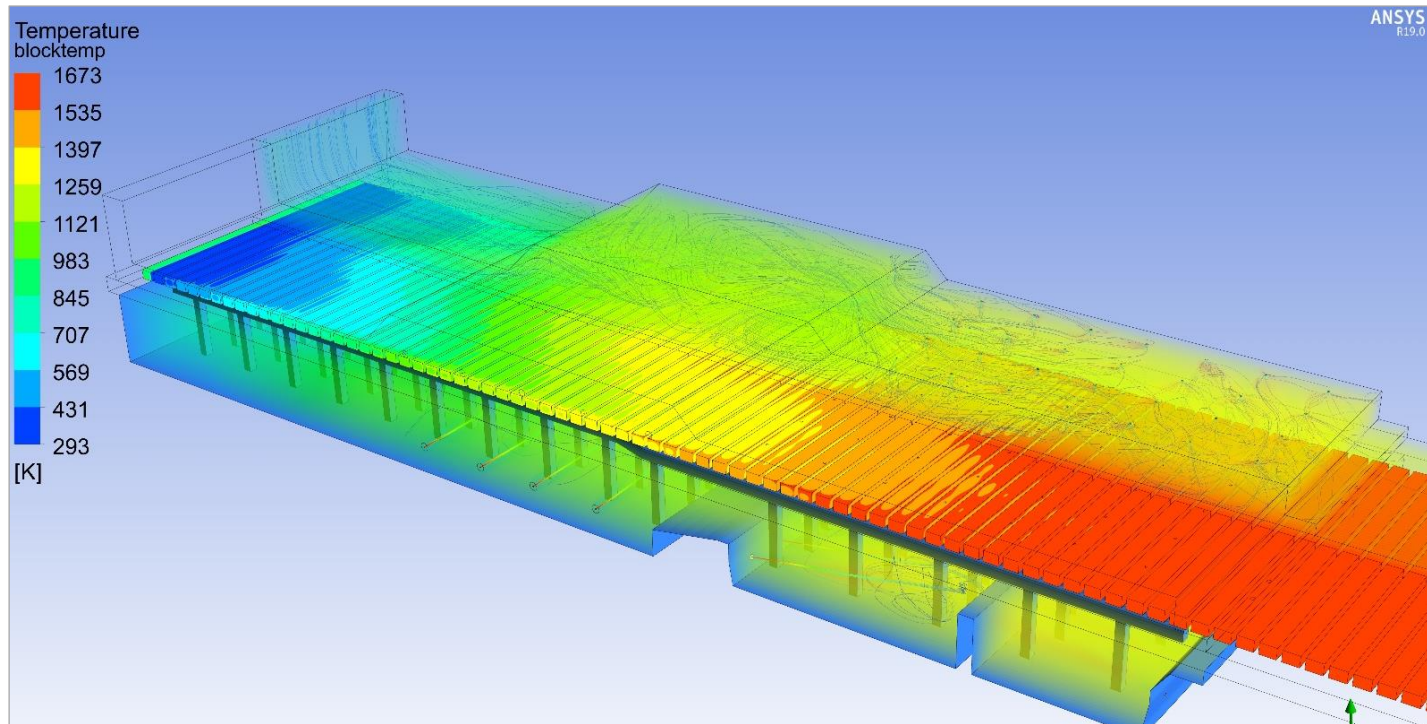
BEISPIEL: HUBBALKENOFEN



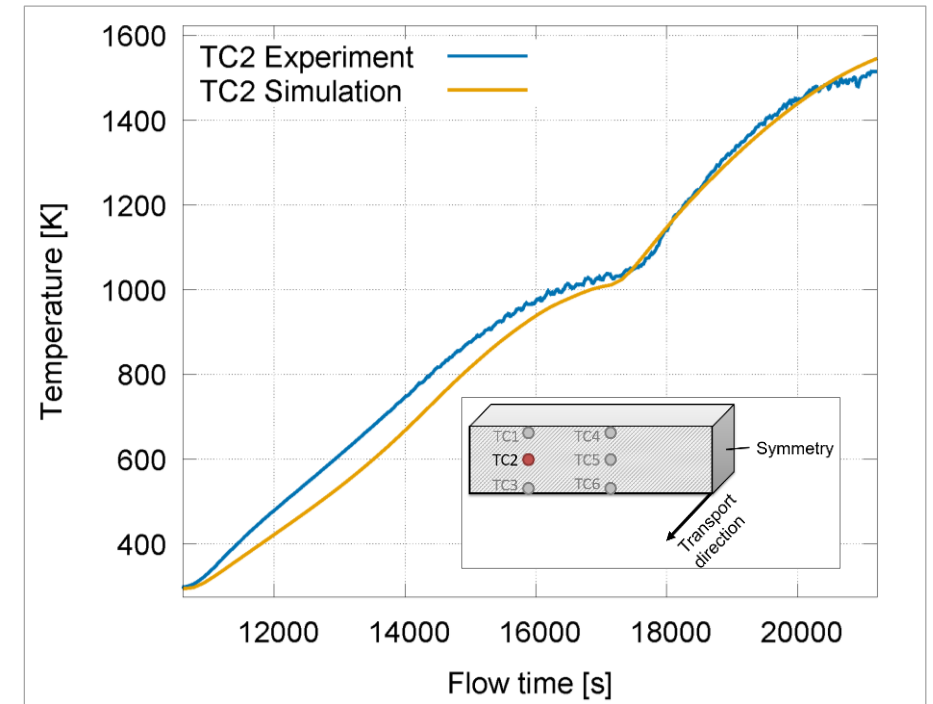
- Halber Ofen mit Symmetriebedingung in der Symmetrielängsachse
- 47 Brenner
- Berücksichtigung des Tragrohrsystems



BEISPIELE AUS DER PRAXIS



Strömungsfeld im Hubbalkenofen



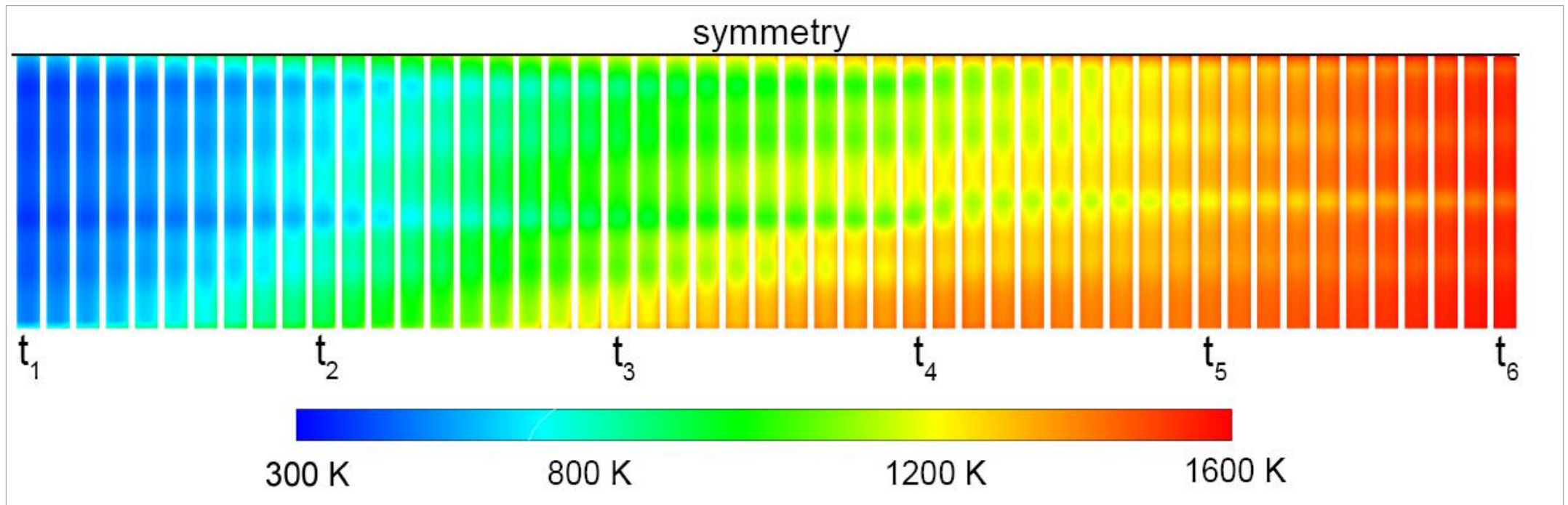
Validierung

BEISPIELE AUS DER PRAXIS



Skid Marks:

- Simulation der auftretenden Skid Marks möglich
- Skid Marks werden in erster Linie durch Strahlungsverdeckung erzeugt



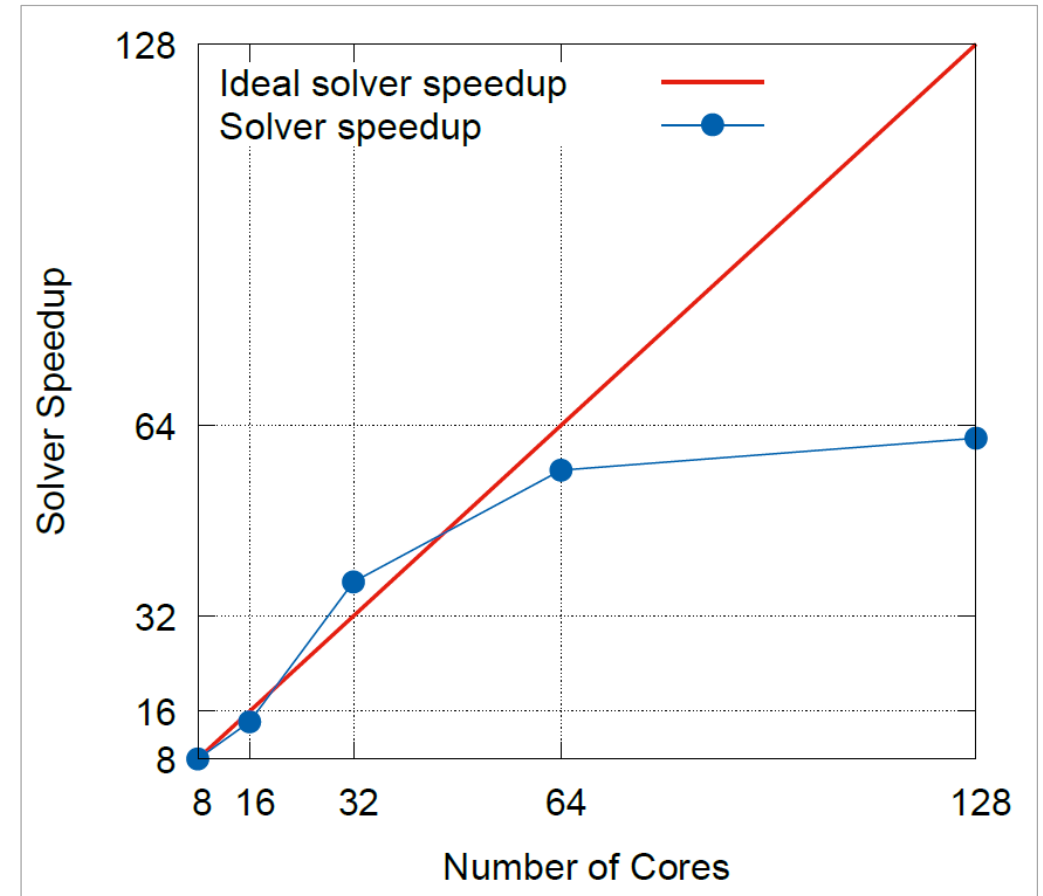
BEISPIELE AUS DER PRAXIS



Rechenressourcen

- Numerisches Netz mit ca. 4,88 Millionen Zellen (blockstrukturiert vernetzt)
- HPC Cluster mit 128 Kernen
- Simulationdauer ca. 7 Tage mit 64 Kernen
- Idealer Solver Speedup liegt bei 32 Kernen
→ Richtwert ~ 70.000 Zellen/Kern

Physical Effect	Model
Turbulence	Realizable k-ε Model
Radiation	Discrete Ordinates Model
Exhaust Gas Radiation Properties	Weighted Sum of Grey Gases Model
Species	Steady Laminar Flamelet Model

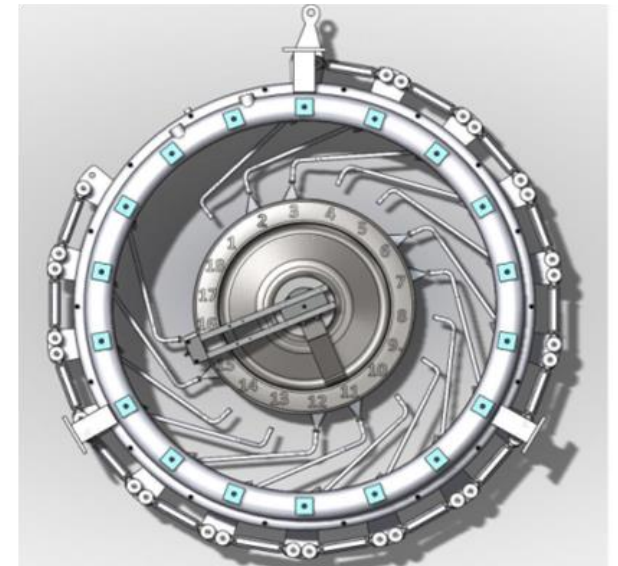
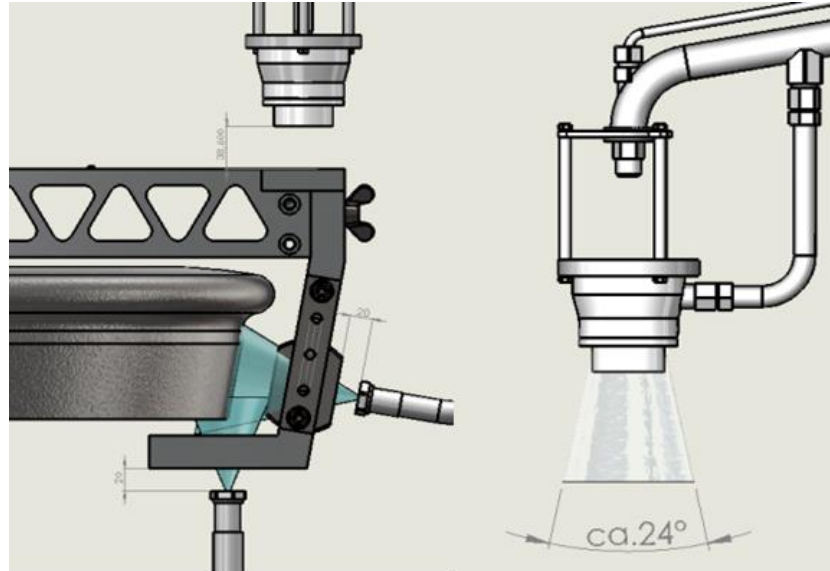


BEISPIEL: ABKÜHLTECHNOLOGIEN EISENBAHNRÄDER



Zielsetzung der Simulationen:

- Bestimmung von Abkühlrezepten
- Simulation von Härtebereichen in Eisenbahnrädern in Abhängigkeit der Radgeometrie und der Materialzusammensetzung



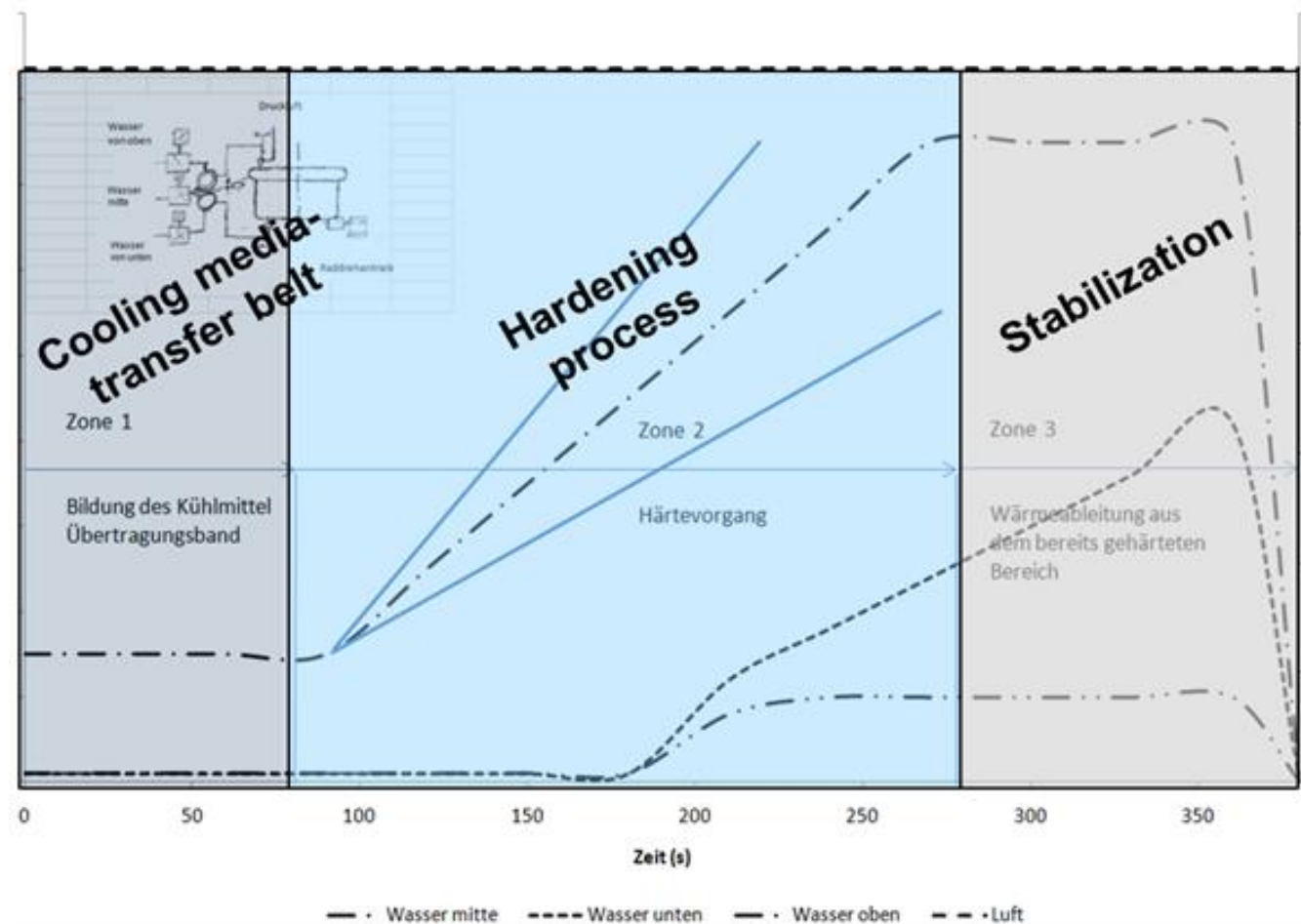
Schematischer Aufbau der Härtemaschine

BEISPIEL: ABKÜHLTECHNOLOGIEN

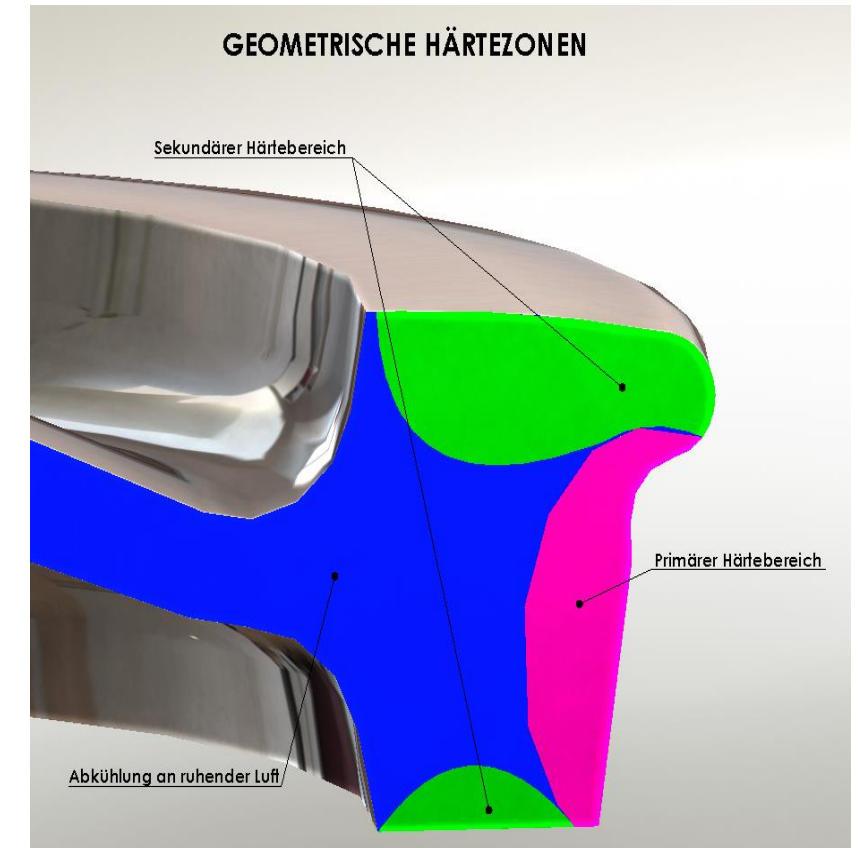


Zone 1 / Zone 2 / Zone 3

Wasser- und Luftvolumenströme in Abhängigkeit der Zeit



Abkühlrezept zur Steuerung der Härtemaschine



Härtereime im Eisenbahnrad

- Einsatz von unterschiedlichen numerischen Solvern in unterschiedlichen Gebieten zur Auslegung und Optimierung von Batch- und Konti-Öfen
 - Leistungsverteilung
 - Chargenanordnung
 - Bestimmung von Aufheizkurven
 - Bestimmung von Abkühlrezepten für Eisenbahnräder
- Numerische 3-D Solver sind insbesondere bei neuen Anlagen vorteilhaft für eine erste Dimensionierung sowie Optimierung bestehender Anlage
- Aufwand der Simulationen variiert stark
- Für die tägliche Anwendung der Simulationstools kommen nur vereinfachte Modelle infrage



**VIELEN DANK FÜR IHRE
AUFMERKSAMKEIT**

ANDRITZ

ENGINEERED SUCCESS

LEGAL DISCLAIMER



This presentation contains valuable, proprietary property belonging to ANDRITZ AG or its affiliates (“the ANDRITZ GROUP”), and no licenses or other intellectual property rights are granted herein, nor shall the contents of this presentation form part of any sales contracts which may be concluded between the ANDRITZ GROUP companies and purchasers of any equipment and/or systems referenced herein. Please be aware that the ANDRITZ GROUP actively and aggressively enforces its intellectual property rights to the fullest extent of applicable law. Any information contained herein (other than publically available information) shall not be disclosed or reproduced, in whole or in part, electronically or in hard copy, to third parties. No information contained herein shall be used in any way either commercially or for any purpose other than internal viewing, reading, or evaluation of its contents by recipient and the ANDRITZ GROUP disclaims all liability arising from recipient’s use or reliance upon such information. Title in and to all intellectual property rights embodied in this presentation, and all information contained therein, is and shall remain with the ANDRITZ GROUP. None of the information contained herein shall be construed as legal, tax, or investment advice, and private counsel, accountants, or other professional advisers should be consulted and relied upon for any such advice.

All copyrightable text and graphics, the selection, arrangement, and presentation of all materials, and the overall design of this presentation are © ANDRITZ GROUP 2019. All rights reserved. No part of this information or materials may be reproduced, retransmitted, displayed, distributed, or modified without the prior written approval of Owner. All trademarks and other names, logos, and icons identifying Owner’s goods and services are proprietary marks belonging to the ANDRITZ GROUP. If recipient is in doubt whether permission is needed for any type of use of the contents of this presentation, please contact the ANDRITZ GROUP at welcome@andritz.com.