



Diplomand Bieri Silvan
Dozent Prof. Dr. Müller Ulf Christian
Projektpartner V-Zug AG
Experte Dr. Schlienger Joel
Themengebiet Energien, Fluide und Prozesse

Modellierung der Unter- und Oberhitze-Heizung in einem Systemsimulationsmodell für Backöfen

Ausgangslage

Im Rahmen des Innosuisse-Projekts „Modelibake“ erarbeiteten die HSLU und die V-Zug AG ein physikalisches Systemsimulationsmodell für die Betriebsart Heissluft in einem Backofen. Dabei wurden sämtliche Teile des Backofens inklusive unterschiedlicher Gargüter in der Entwicklungsumgebung Dymola/Modelica abgebildet.

In einem weiterführenden Innosuisse-Projekt „Intelibake“ soll das bestehende Simulationsmodell erweitert werden. Die Grundlage für diese Arbeit und die Untersuchungen bildet ein bereits entwickeltes Modell eines Combi-Steamer der V-Zug AG. Die Modellbezeichnung lautet „CombairSteamer V6000“. Dieses Gerät bietet einen vollwertigen Backofen mit zusätzlicher Dampffunktion.



Abb. 1: CombairSteamer V6000

Ziele dieser Bachelorarbeit sind es, das bestehende Simulationsmodell auf die Betriebsart Ober- und Unterhitze zu erweitern und zu untersuchen, ob sich eine Schichtung der Luft im Garraum (in wärmere und kältere Zonen) einstellt bzw. ob die Luft innerhalb des Backofens in verschiedene Bereiche aufgeteilt werden soll.

Vorgehen

Um die genannten Ziele zu erreichen, wurden zunächst die physikalischen Vorgänge im Backofen beschrieben und die Randbedingungen definiert. Zudem wurde eine qualitative Analyse der zu erwartenden Schichtung durchgeführt. Anschließend wurde ein Simulationsmodell in der Entwicklungsumgebung Dymola erarbeitet. Parallel dazu wurden Messungen am realen Gerät vorgenommen. Diese wurden mit den Simulationsergebnissen verglichen und es wurden Möglichkeiten zur Kalibration aufgezeigt. Abgeschlossen wird die Arbeit mit einer

Schlussfolgerung und einem Ausblick, in dessen Rahmen mögliche Erweiterungen und Empfehlungen abgegeben werden.



Abb. 2: Messaufbau

Ergebnis

Im Rahmen dieser Arbeit konnte die Erweiterung des Simulationsmodells erfolgreich umgesetzt werden. Die physikalischen Vorgänge innerhalb des Gerätes konnten bereits abgebildet werden. Jedoch stimmen die Temperaturverläufe im Modell noch nicht mit der Realität überein. Dies soll mit einer Kalibration des Modells erreicht werden. Es hat sich gezeigt, dass eine Aufteilung der Luft im weiteren Verlauf des Projektes keinen Sinn macht. In realen Betriebsbedingungen zeigt sich lediglich ein Temperaturunterschied von ca. 10 °C.

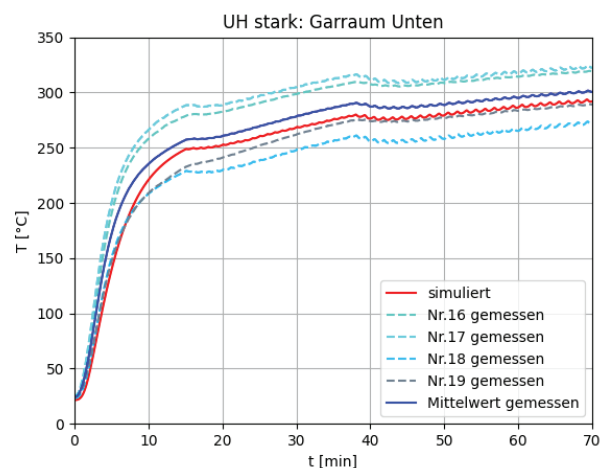


Abb. 3: Temperaturverlauf Garraumboden simuliert und gemessen (Betriebsart: UH stark)