

Master-Thesis Mechanical Engineering

Thermomechanische Optimierung eines Moduls einer Kaffeemaschine



Abb. 1: Die Kaffeemaschine BW4neo von Thermoplan ist für den Einsatz im Office Bereich konzipiert.

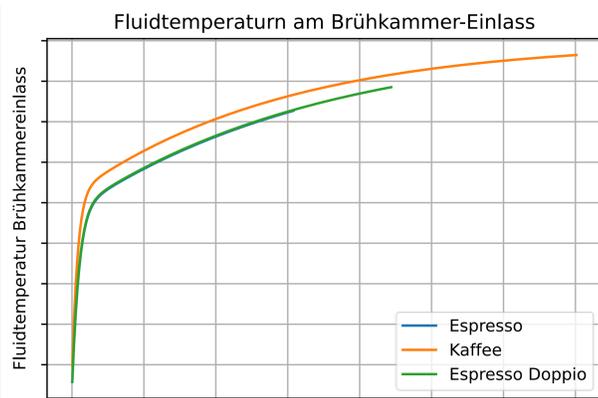


Abb. 2: Temperaturverlauf am Einlass zur Brühkammer während des Brühzeitraums von unterschiedlichen Kaffeeprodukten.

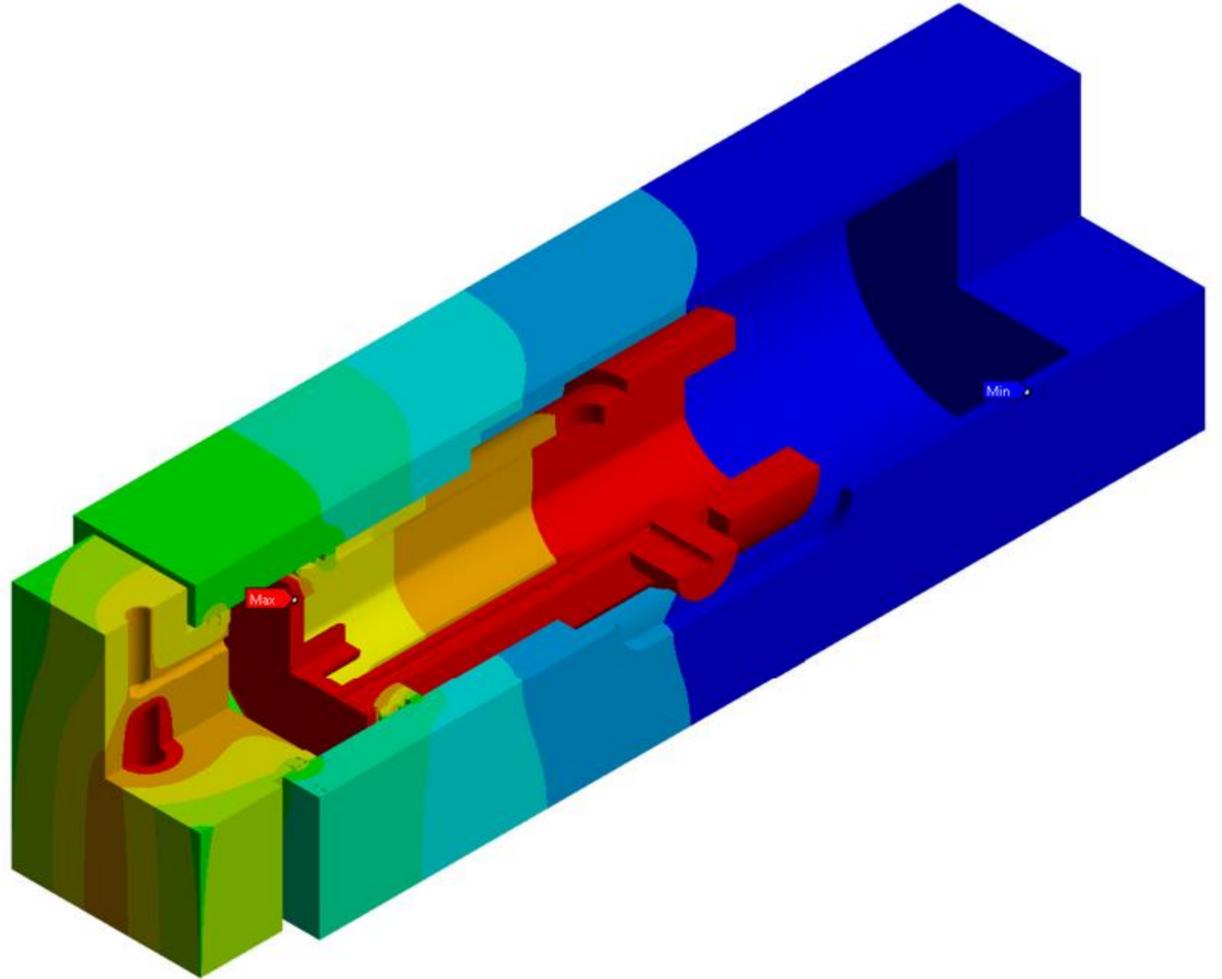


Abb. 3: Temperaturverteilung in der vereinfachten Geometrie der Brüheinheit bei der Verwendung eines möglichen Beheizungskonzepts.

Ausgangslage

Die Firma Thermoplan AG entwickelt und produziert Kaffee-vollautomaten für den Gebrauch in der Gastronomie und im Gewerbe. Das international tätige Familienunternehmen beschäftigt am Hauptsitz in Weggis rund 500 Mitarbeitende, welche für die gesamte Entwicklung und Produktion zuständig sind.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die im Modell BW4neo (siehe Abbildung 1) eingesetzte Brüheinheit zu analysieren und mögliches Optimierungspotenzial mit Hilfe von thermischen Berechnungen aufzuzeigen. Dazu sollen Finite Elemente Analysen (FEA) und Parameterstudien erstellt werden. Zu-dem soll untersucht werden, mit welchen Massnahmen die bekannten Limitationen des bestehenden Moduls eliminiert werden können.

Vorgehen

Die Arbeit unterteilt sich in mehrere Phasen. In der ersten Phase wird die Baugruppe analysiert und die thermischen und mechanischen Randbedingungen werden zusammen mit den dazugehörigen Materialdaten zusammengestellt.

Anschliessend wird untersucht, wie stark sich das für den Kaffeebrühprozess benötigte Wasser auf seinem Weg bis zur Brühkammer abkühlt und welche Parameter diese Abkühlung beeinflussen. Mit Hilfe eines Berechnungsprogramms, wird der Temperaturverlust auf dem Weg zur Brühkammer berechnet. Dazu werden auf Basis des VDI-Wärmeatlas die Wärmeübergänge analytisch berechnet. Entsprechende Temperaturkurven sind in Abbildung 2 zu sehen.

Mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden Möglichkeiten untersucht, um den Brühprozess zu optimieren. Dazu wird an einer geometrisch vereinfachten Brüheinheit eine FEA mit der Software Ansys Workbench durchgeführt. In dieser werden unterschiedliche Möglichkeiten untersucht, die Brüheinheit zu beheizen (siehe Abbildung 3). Dies ist notwendig, um den Brühprozess konstant zu halten und ein zu starkes Abkühlen des Kaffees zu verhindern.

Ergebnis

Anhand der in dieser Arbeit gewonnenen Daten kann die Thermoplan AG die bestehende Brüheinheit überarbeiten, um die Kaffeequalität weiter zu verbessern. Zudem werden bisher nicht genutzte Vorgehen aufgezeigt, um thermische Berechnungen in die Entwicklung neuer Konzepte einzubinden.

Reto Zimmermann

Betreuer:
Prof. Dr. Carsten Haack

Experte:
Dr. Giovanni Mastrogiacomo

Kooperationspartner:
Thermoplan AG

thermoplan

MSE

MASTER OF SCIENCE
IN ENGINEERING