

# Milchschaum Temperaturregelung

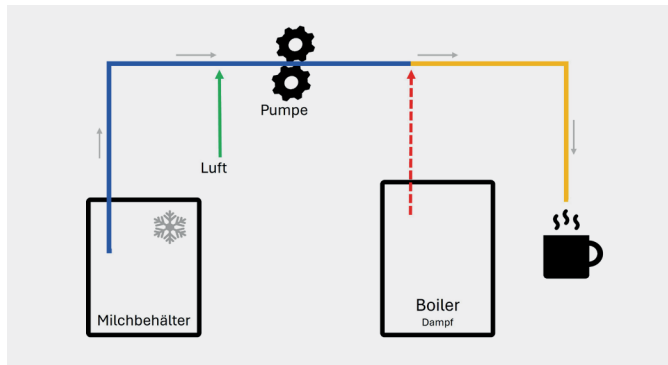


Abb. 1: Vereinfachte Darstellung des Milchschaumsystems

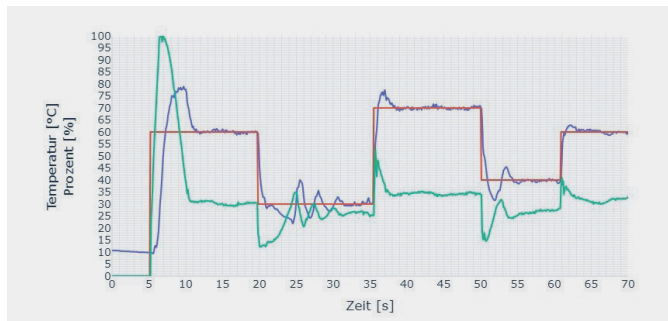


Abb. 2: Beispiel einer Messung mit der Solltemperatur (rot), Regeltemperatur (blau) und Dampf-Ventilstellung (grün)



Abb. 3: Warmer Milchschaum mit einer Temperatur von 60 °C

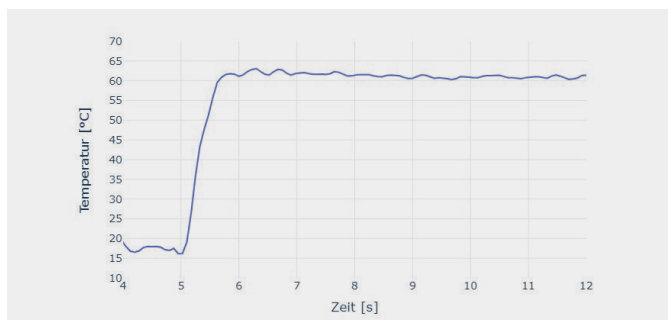


Abb. 4: Temperaturverlauf beim Bezug von warmem Milchschaum

## Problemstellung

Die Firma Thermoplan AG in Weggis ist erfolgreicher Hersteller von vollautomatischen Kaffeemaschinen mit eigenem Milchsystem. Die Erzeugung von qualitativ gutem Milchschaum ist dabei äusserst wichtig. Das Ziel dieser Arbeit ist, die Temperaturregelung des bisherigen Milchschamsystems zu optimieren. Bei diesem wird mit einer Pumpe Milch aus einem Behälter angesogen und über ein Ventil in der Leitung Umgebungsluft hinzugefügt. Der aus diesem Gemisch entstandene Milchschaum wird dann mittels Wasserdampf erhitzt (siehe Abb. 1).

## Lösungskonzept

Mit einem Proportionalventil soll nun der Dampfeinlass in den Milchschaum kontrolliert zugeführt und so die Temperatur des Milchschaums geregelt werden. Dabei sollen die Pumpendrehzahl und der Luftanteil variabel eingestellt werden können, um den Milchschaum optimal einzustellen.

## Realisierung

Dazu wurden verschiedene Messungen gemacht, um die Regelstrecke besser zu verstehen. Aufgrund der daraus gewonnen Erkenntnisse wurde ein Dampfventil validiert und ein Regelsystem entworfen. Durch verschiedene Ansätze, wie beispielsweise das Aufnehmen von Sprungantworten und das Verwenden der Einstellregeln von Chien, Hrones und Reswick, wurde ein PID-Regler entworfen.

## Ergebnisse

Durch diverse Erweiterungen konnte schliesslich ein Regelsystem entworfen werden, dass die Milchschaumtemperatur schnell und exakt regeln kann. Ausserdem kann der Regler auf die vorgesehenen Störeinflüsse reagieren und es konnte Milchschaum mit der gewünschten Temperatur bezogen werden (siehe Abb. 3 und Abb. 4). Weitere Messungen zur Schaumqualität konnten aus Zeitgründen nicht mehr gemacht werden. Um die Regelung noch weiter zu optimieren, sollte in Zukunft eine schnellere Soft- und Hardware in Betracht gezogen werden, um die Abtastrate zu erhöhen.



**Diplomand**  
Kaufmann Raffael

**Dozent**  
Prof. R. Mettler

**Themengebiet**  
Technische Informatik (Embedded Systems), Mechatronik/Automation/ Robotik

**Projektpartner**  
Thermoplan AG

