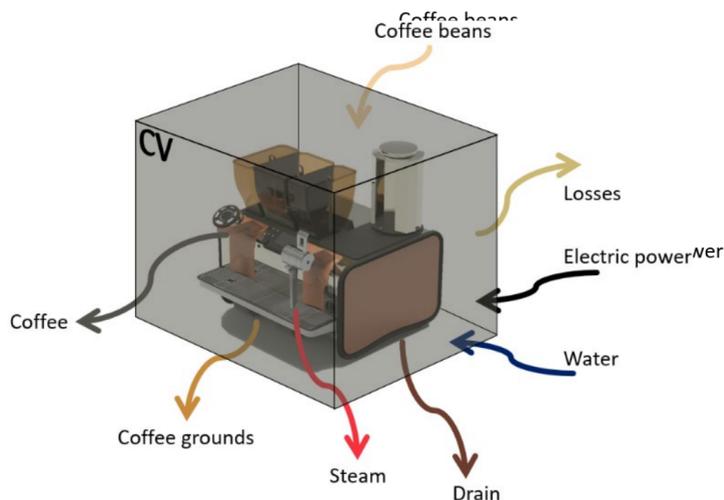
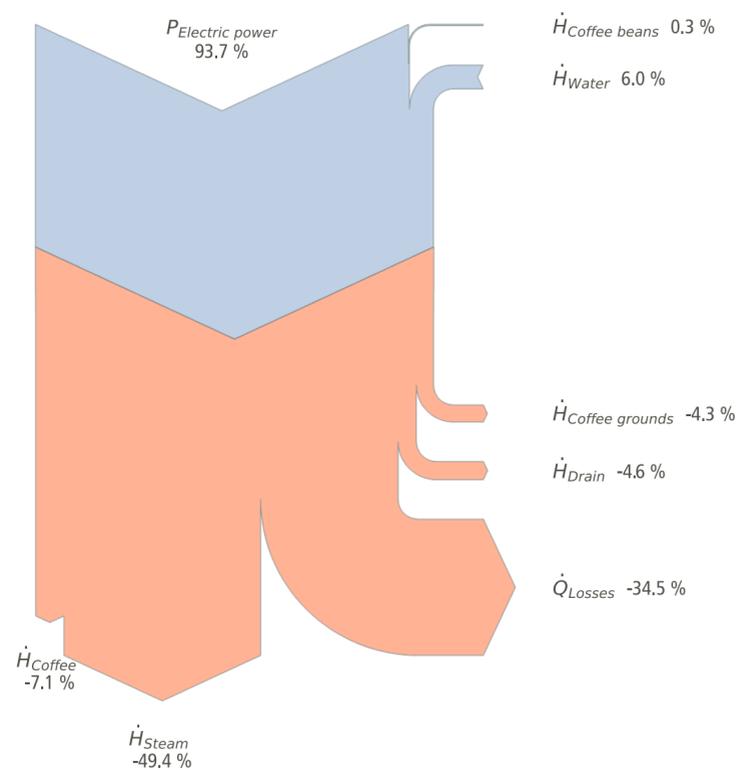


Master-Thesis Engineering, Fachgebiet Energy and Environment

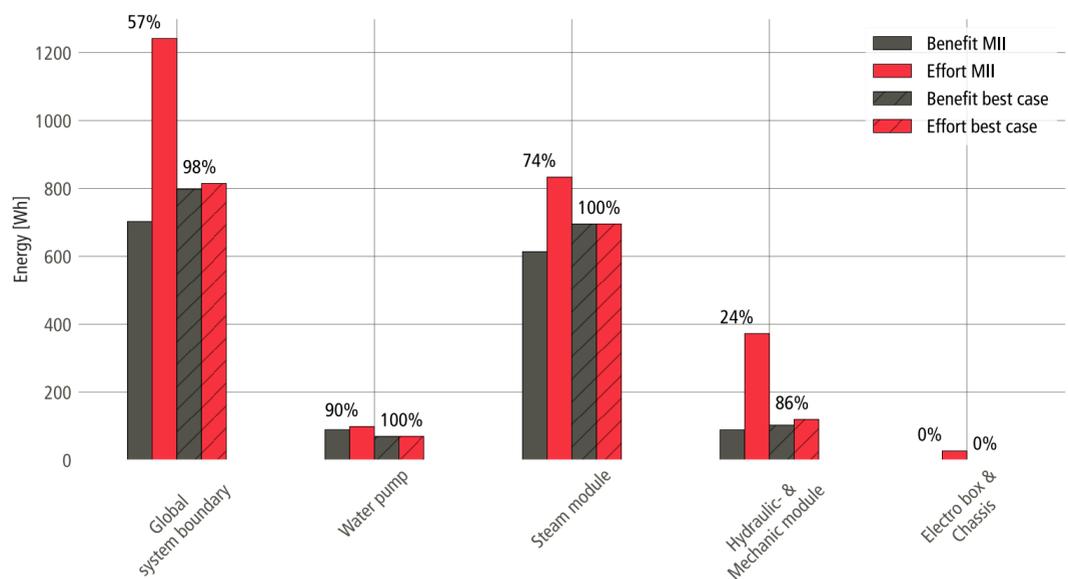
# Thermodynamische Analyse und Optimierung einer Kaffeemaschine



Systemgrenze der thermodynamischen Analyse der Kaffeemaschine



Energiebilanz der Kaffeemaschine



Vergleich der aktuellen Kaffeemaschine mit dem theoretischen Optimum in Bezug auf die Energieeffizienz



## Präzise Energiemessung der Kaffeemaschine

Die effiziente Nutzung von Ressourcen und elektrischer Energie stand bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht im Fokus bei der Entwicklung von Kaffeemaschinen. Durch das wachsende Bewusstsein in der Gesellschaft für die Problematik des Klimawandels wird in Zukunft ein nachhaltig entwickeltes Produkt an Bedeutung gewinnen.

Im Rahmen der Masterarbeit wird ein Verfahren entwickelt, welches präzise die einzelnen Energieströme der Kaffeezubereitung in einer Kaffeemaschine aufzeigt, welche bis jetzt noch nie untersucht und analysiert wurden.

## Vorgehen

Anhand von realen Nutzerdaten konnte eine durchschnittliche Kaffeemaschinennutzung im Labor nachgestellt und alle transienten Energieströme aufgezeichnet werden.

Dazu ist ein Auswertungstool entwickelt worden, welches automatisch alle nötigen Berechnungen durchführt und auch für zukünftige Maschinen universell eingesetzt werden kann.

Anhand der thermodynamischen Analyse und einer theoretischen Berechnung ist die Optimierung der Wärmedämmung des Dampfboilers und eine Anpassung des Ablaufs der täglichen Reinigung vorgeschlagen worden.

## Resultat

Die Analyse der Kaffeemaschine hat gezeigt, dass der Dampf für die Milcherwärmung, gefolgt von Wärmeverlusten und dem gebrühten Kaffee selbst, die grössten Energieströme aus der Kaffeemaschine darstellen. Der austretende Kaffee besitzt weniger als acht Prozent von den eintretenden Energien in die Kaffeemaschine.

Durch das vorgeschlagene Optimierungskonzept kann eine Kaffeemaschine pro Jahr ca. 300 kWh an elektrischer Energie einsparen.

## Matteo Trachsel

Betreuer:  
Prof. Dr. Ludger Fischer  
Prof. Dr. Beat Wellig

Kooperationspartner:  
Thermoplan AG