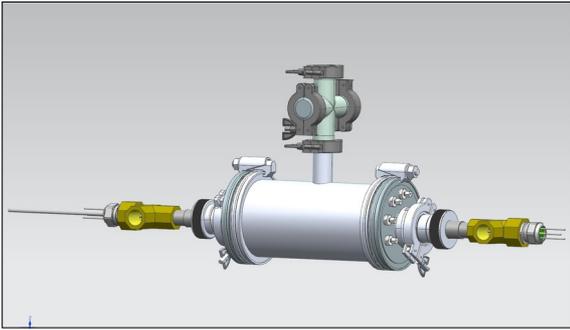




Andreas  
Kiener

Diplomand	Andreas Kiener
Examinator	Prof. Dr. Andreas Häberle
Experte	Dr. Elimar Frank, Frank Energy, Rapperswil SG, SG
Themengebiet	Anlagenbau und Projektmanagement

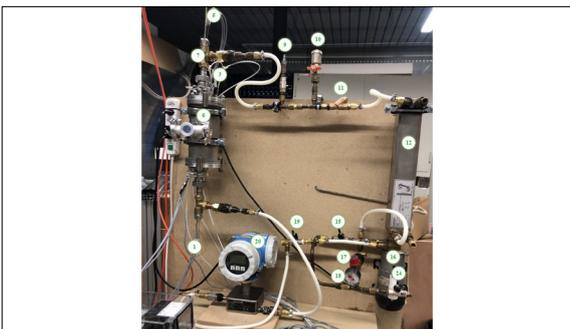
## Konzept und Modell zur Bestimmung der spezifischen Wärmekapazität von Flüssigkeiten



Planung im CAD  
Eigene Darstellung



Realisierte Messeinheit  
Eigene Darstellung



Implementierung im Teststand  
Eigene Darstellung

**Einleitung:** Aus der Motivation, Wirkungsgrade und Erträge von Anlagen, die von der Energie in Wärmeträgerfluiden Gebrauch machen, genauer bestimmen zu können, hat das SPF einen Messaufbau entwickelt und aufgebaut, der die spezifische Wärmekapazität von flüssigen Wärmeträgern mit einer Messunsicherheit von 0.3 – 0.5 % messen kann.

Das Messprinzip der bestehenden Anlage soll in Form einer miniaturisierten Messeinheit angewendet werden. Die miniaturisierte Messeinheit soll nicht mehr Messunsicherheit mit sich bringen, als der bestehende Messaufbau, ohne kalibriert zu werden.

Durch eine Miniaturisierung werden zwangsläufig einige zu messende Größen kleiner. Die Einflüsse auf die Messunsicherheit dieser Messgrößen, wie der Wärmeaustausch der Messstrecke mit der Umgebung oder die Temperaturverteilung innerhalb der Messstrecke, werden dabei nicht alle proportional kleiner. Das Verhalten zwischen Störeinflüssen und den Messgrößen ist individuell verschieden. Bei der Miniaturisierung müssen alle Störeinflüsse und ihr Verhalten untersucht und nach ihrem Einfluss auf die Messunsicherheit beurteilt werden.

**Vorgehen / Technologien:** Unter Beachtung der Vorarbeiten sind alle Einflüsse auf die Messunsicherheit auf ihre Wirkungsstärke untersucht worden. Darauf wurde ein detailliertes Konzept einer miniaturisierten Messeinheit aufgebaut. Die Messeinheit wurde im CAD mitsamt Stückliste geplant. Im Anschluss wurde die Messeinheit gebaut und getestet. Um die Messeinheit zu testen, ist im Rahmen der Möglichkeiten einer Bachelorarbeit am SPF ein Teststand aufgebaut worden.

**Fazit:** Die Messeinheit erreicht eine Genauigkeit von 1.1 %. Das Ziel von 0.3 % ist damit nicht erreicht worden. Für die Erreichung eines solch tiefen Werts, ohne die Anlage zu kalibrieren, müssen bekannte Störgrößen noch weiter minimiert werden. Diese Störgrößen auf die Messung kommen in Form von Wärmeaustausch, Temperaturverteilung und Reinheit des gemessenen Fluids vor. Empfehlungen, wie die Störgrößen entfernt werden können, beinhalten die Veränderung der Umgebung der Messstrecke, Isolation der Wärmeleitung zwischen Umgebung und Messstrecke, sowie das Optimieren einzelner Bauteile, die das Strömungsverhalten der Flüssigkeit beeinflussen.

Legende zum Teststand:

- 1 - Temperaturfühler Pt100 Eintritt
- 3 - Temperaturfühler Pt100 im Vakuum
- 5 - Temperaturfühler Pt100 Austritt
- 6 - Vakuumkammer / Messeinheit
- 7 - VSH-Super T-Stück
- 9 - Druckluftanschluss Ausspülung
- 10 - Entlüftungsventil
- 11 - Filter
- 12 - Plattenwärmetauscher
- 15 - Kugelventil Bypass der Pumpe
- 16 - Drehschieberpumpe max. Volumenstrom 60 l/h
- 17 - Überdruckventil 3.5 bar
- 18 - analoge Druckanzeige
- 19 - Kugelventil Durchflussregelung
- 20 - Coriolis Durchflussmessgerät
- 24 - Kugelventil Befüllung / Entleerung