



**Diplomand** Bachmann Benjamin  
**Dozent** Prof. Dr. Müller Ulf Christian  
**Projektpartner** V-Zug Kühltechnik AG  
**Experte** Dr. Schlienger Joel  
**Themengebiet** Energien, Fluide und Prozesse

## Physikalische Modellierung von Wärmeübertragern zur modellbasierten Auslegung von Kühlgeräten

### Ausgangslage

V-Zug entwickelt und produziert als einziger Hersteller Kühlschränke in der Schweiz. Auf diese Weise kann der Entstehungsprozess eng begleitet und ein langlebiges Qualitätsprodukt zur Verfügung gestellt werden. Zurzeit werden Komponenten und Regler iterativ mittels Excel-Tools ausgelegt. Dieses Verfahren soll durch Digitale Zwillinge (DTwins) ersetzt werden. Mittels sogenannten DTwins können instationäre Zustände diskret abgebildet werden, was den zeitlichen Aufwand für die Regler und Komponentenauslegung massiv verringern kann. DTwins werden in der Modellierungssprache Modelica entwickelt. Diese bietet verschiedene kommerzielle und Open-Source Libraries an, aus welchen die Komponenten mittels Drag-and-drop zu dynamischen Systemen zusammengebaut werden können. Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Digitaler Zwilling eines Wire-on-Tube Wärmeübertragers zur Abbildung instationärer Zustände in Kältekreisläufen mit Zweiphasenströmung entwickelt werden. Dieser Zwilling soll in die kommerzielle TIL-Bibliothek eingebettet werden, sodass das Systemmodell in einem kompletten Kühlkreislauf verwendet werden kann.

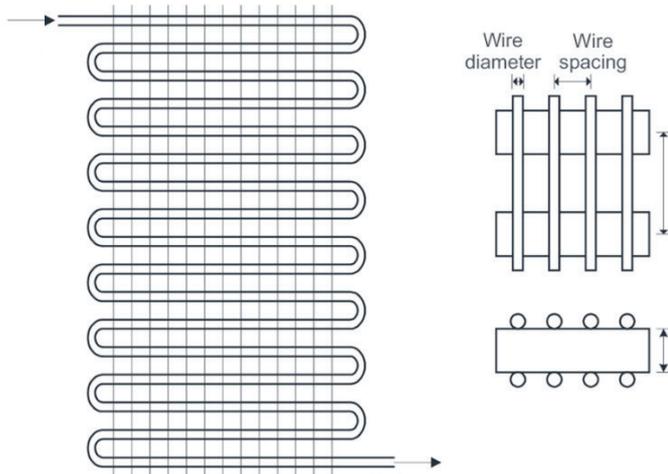


Abb. 1: Schema eines Wire-on-Tube Wärmeübertragers

### Vorgehen

In einem ersten Schritt wurde eine ausgedehnte Literaturrecherche nach einer passenden Korrelation für den äusseren Wärmeübergang des Wire-on-Tube Wärmeübertragers durchgeführt. Zudem war es notwendig die Philosophie der TIL-Bibliothek zu verstehen, um das Systemmodell in diese einzubetten.

Als nächster Schritt wurde die Korrelation in Modelica implementiert und auf ein bestehendes Systemmodell angepasst. In einem letzten Schritt ist eine Plausibilisierung mit vorhandenen Messwerten, sowie Messwerten aus der Literatur durchgeführt worden.

### Ergebnis

Aus zeitlichen Gründen konnte nur eine Plausibilisierung im stationären Zustand durchgeführt werden. Dazu ist ein Nulldimensionales Modell erstellt worden, in welchem die stationären Zustandspunkte rechnerisch ermittelt worden sind. Die Abweichungen der errechneten Werte zu den modellierten Werten im stationären Zustand liegen dabei unter 10%. Ausstehend ist dabei noch die Validierung des Modells für den instationären Zustand. Dieser Schritt konnte im Rahmen der Arbeit nicht abgeschlossen werden.

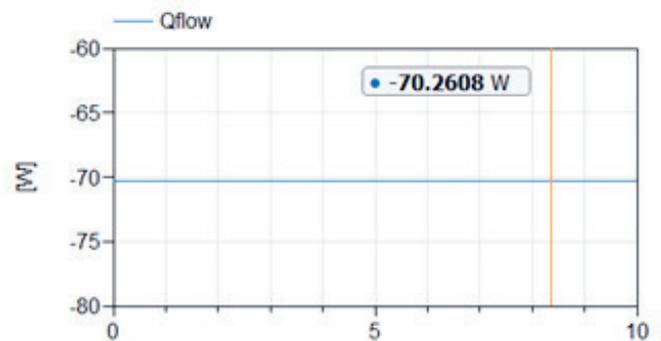


Abb. 2: Ergebnisse der Berechnungen mit dem Nulldimensionalen Modell

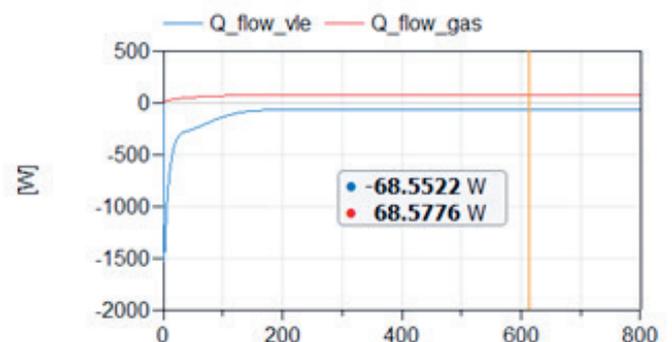


Abb. 3: Ergebnisse des Systemmodells