



**Diplomand** Müller Nicolas  
**Dozent** Prof. Dr. Müller Ulf Christian  
**Projektpartner** Smart conversion GmbH  
**Experte** Dr. Schlienger Joel  
**Themengebiet** Energien, Fluide und Prozesse

## Analyse von Wärmeübertragern für Kühlprozesse mit einem Stirlingmotor

### Ausgangslage

Tiefkühlprozesse sind allgegenwärtig. Trotz ihrer zentralen Rolle in unserer Industrie werden viele Tiefkühlprozesse nach wie vor mit Kältekompressoren durchgeführt. Aufgrund von strengeren Umweltschutzverordnungen in den letzten Jahren werden viele Kältemittel in den nächsten Jahren verboten. Dies in Kombination mit immer höheren Energiepreisen führt zu einem Interesse an einer Alternative zum Kältekompressor für Tiefkühlanwendungen. Aus diesem Grund hat die Firma smart conversion GmbH mit der Entwicklung der DeltaTube begonnen, diese ist schematisch in Abb. 1 dargestellt. Die DeltaTube soll mithilfe des Stirling Prozesses Kälte für Tiefkühlanwendungen bereitstellen und das ohne Kältemittel. Aufgrund des geringen Platzbedarfs sollen die Lamellenwärmetauscher, Abb. 2, untersucht werden und ein Designvorschlag erarbeitet werden.

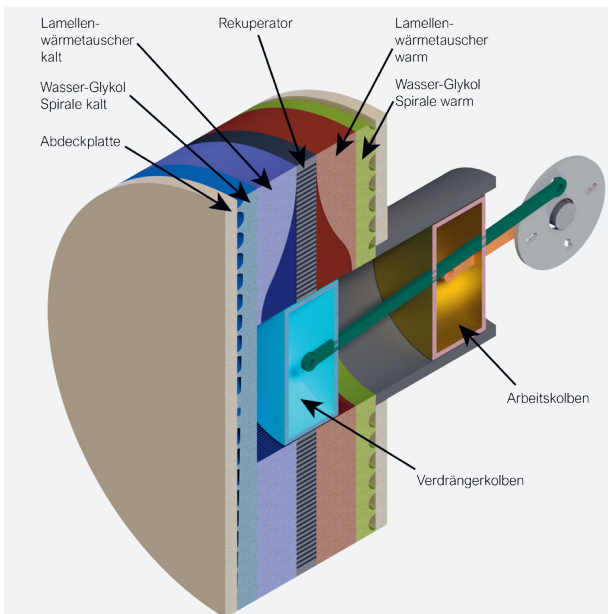


Abb. 1: Schematischer Aufbau DeltaTube

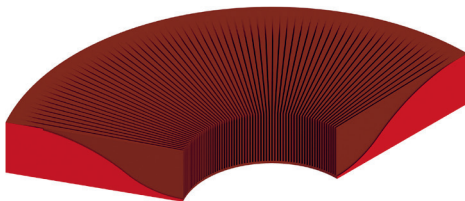


Abb. 2: Lamellenwärmetauscher Detailsicht

### Vorgehen

Ausgehend von den definierten Parametern und Leistungsdaten wurden mittels Korrelationen Näherungen errechnet um durch Simulation Schwerpunkte in der DeltaTube zu lokalisieren. Aus der Definierung der Schwerpunkte bzw. «Bottlenecks» des Wärmetauschers wurde in Dymola eine Simulation aufgebaut. Zuerst wurde der Stirling Prozesses modelliert.

Dieser Prozess wurde in einem zweiten Schritt an zwei Wasser-Glykol Kreisläufe angeschlossen sowie ein Rekuperator eingesetzt. Auf Basis dieses Modells wurde das Übertragungsverhalten sowie der Einfluss der Frequenz auf die Wärmeförderung untersucht.

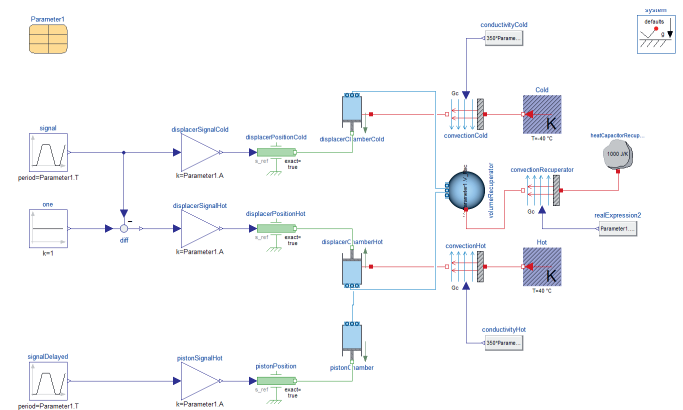


Abb. 3: Aufbau Simulation

### Ergebnis

Eine Wärmeförderung konnte mit dem vorgegebenen Stirling Prozess bzw. Parametern nicht modelliert werden. Trotz starker Vereinfachung konnte die Energie nicht von der kalten auf die warme Seite gefördert werden. Aufgrund dieses Ergebnisses konnte auch keine genaue Untersuchung des Wärmetauschers stattfinden. Jedoch zeigt sich im Verlauf der Simulation, dass eine Änderung der Kolbenfrequenz einen massgeblichen Einfluss auf die Kälteleistung hat, wie in Abb. 4 ersichtlich. Im oberen Bild ist der Wärmeeintrag pro Frequenz und Zyklus zu sehen. Im unteren Bild ist die gesamthaft erbrachte Leistung zu sehen. Daraus ist erkenntlich, dass bei einer Frequenz von 20 Hz fast die 2-fache Leistung erbracht werden kann im Verhältnis zu 50 Hz. Aufbauend auf dieser Erkenntnis wird die DeltaTube nun angepasst und neu ausgelegt. Der geplante Teststand wurde pausiert und wird erst nach einer Überarbeitung ausgeführt werden.

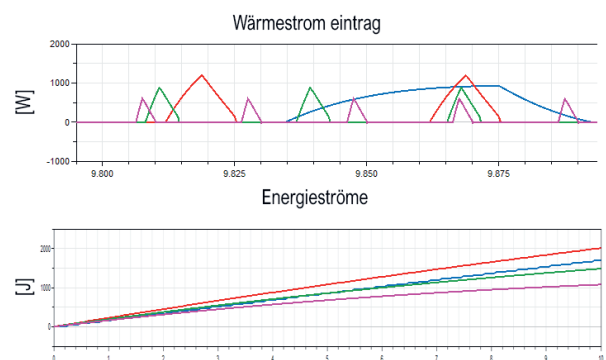


Abb. 4: Auszug Resultate, Blau f=5 Hz, Rot f=20 Hz, Grün f=35 Hz, Pink f=50 Hz