

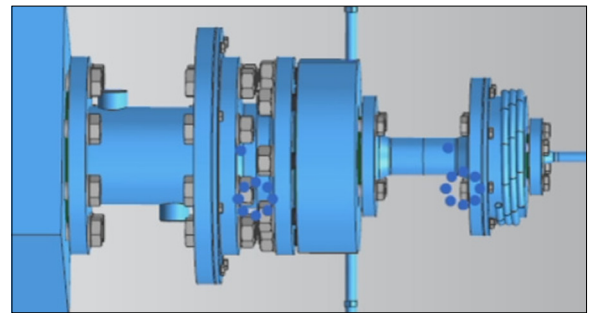
Entwicklung und Auslegung eines Pulsröhrenkühlers für Laboranwendungen

Aufgabenstellung: Das Institut für Energietechnik der OST erforscht die Herstellung und Verwendung von erneuerbaren Treib- und Brennstoffen. Im Bereich der Lagerung / Speicherung insbesondere kryogener Stoffe soll vertieftes Know-how am Institut aufgebaut werden. Mit dieser Bachelorarbeit soll ein erster Schritt in Richtung Wissensaufbau zur Verflüssigung von insbesondere Methan gemacht werden. Dazu soll die Funktionsweise eines Pulsröhrenkühlers untersucht und mittels Simulation abgebildet werden. Mit den aus der Simulation gewonnenen Kenntnissen soll ein Pulsrohrkühler für diese Anwendung dimensioniert und konstruiert werden.

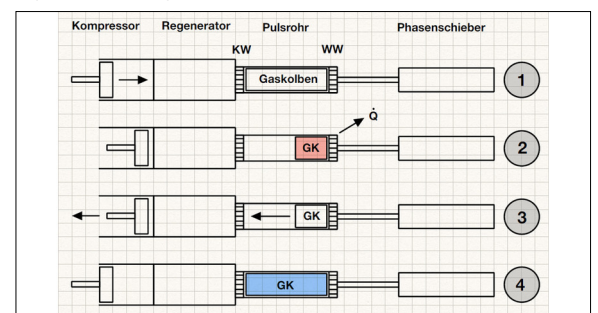
Vorgehen: Die Simulation des Pulsrohrkühlers wurde mit dem Programm Ansys CFX durchgeführt. Um die Berechnungszeit dieser transienten Simulation mit temperaturabhängiger Gasviskosität herunterzusetzen, wurde das Modell 2-Dimensional aufgebaut. Dieses besteht hierbei aus mehreren Fluiddomains und einer porösen Domain, welche den Regenerator darstellt. Die dafür benötigten Kennwerte mussten durch eine weitere Simulation bestimmt werden. Bei der Konstruktion wurde nach der Rohrleitungsnorm vorgegangen, um die Sicherheit des Druckbehälters mit circa 25 bar Innendruck zu gewährleisten.

Ergebnis: Mit der Simulation konnte der Einfluss diverser Parameter, wie zum Beispiel der des Zeitversatzes von Einlass- zu Auslassimpuls auf das Schwingungsverhalten im Pulsrohr aufgezeigt werden. Dabei wurden jedoch auch die Grenzen der CFD-Simulation erkannt. Durch die Impulse im ms Bereich, welche durch den Linearkompressor, auch Pulswellengenerator genannt, ins System eingegeben werden, muss der Simulationszeitschritt sehr klein gewählt werden. Dies hat Auswirkungen auf die abzubildende Zeit. In einer Simulation wurde eine Zeitdauer von 0.56 s simuliert, dies ermöglicht das Einschwingverhalten der ersten Impulse, sowie die Tendenz der Temperaturverteilung abzubilden. Mit dieser Simulation konnte die im Funktionsprinzip beschriebene Temperaturverteilung dargestellt werden, ebenfalls konnte im Bereich des kalten Wärmetauschers eine sinkende und im Bereich des warmen Wärmetauschers eine steigende Tendenz der Temperatur erkannt werden. Um die nicht in der Simulation ersichtlichen Kennwerte zu bestimmen, wird empfohlen, den PRK nach den erstellten Fertigungszeichnungen zu realisieren und eine Versuchsreihe am realen Modell durchzuführen.

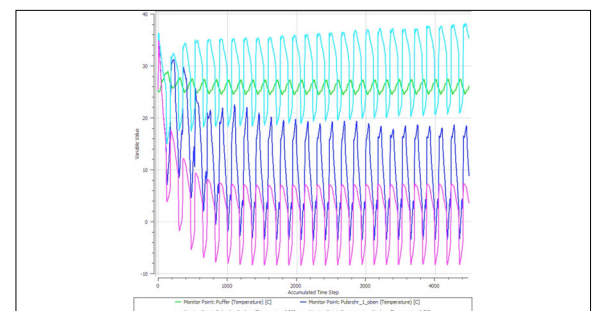
Konstruktion Pulsrohrkühler (ohne Vakuumkammer)
Eigene Darstellung



Skizze Funktionsprinzip in Teilschritten
Eigene Darstellung



Temperatur [°C], CFX-Simulation Nr. 66, Simulationszeit 0.56s
Eigene Darstellung



Diplomand



Examinator
Boris Meier

Experte
Pascal Sabbagh, DAES
Baptiste Winderker

Themengebiet
Simulationstechnik

Projektpartner
OST, Institut für
Energietechnik,
Rapperswil, SG