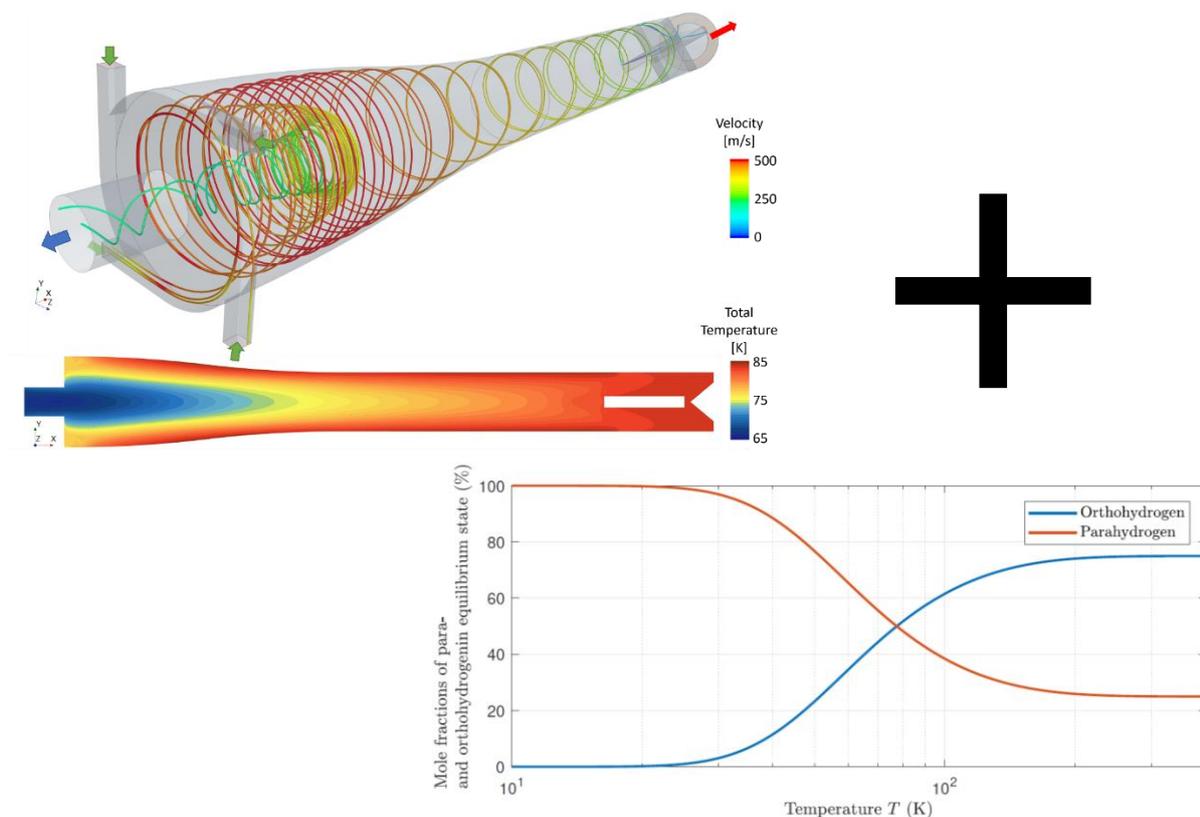


Heisenberg Wirbelrohr: 0D/1D-Modellbildung für Flüssigwasserstoffanwendungen

Hintergrund:

Für die Flüssigwasserstoffspeicherung sowohl in stationären als auch mobilen Anwendungen ist die Minimierung von sog. Boil-Off-Verlusten aufgrund von Überdruck im Speicher grundlegend für einen wirtschaftlichen Betrieb. Zusätzlich zur Minimierung des Wärmeeintrags durch thermische Isolierung kann dazu ein sog. Heisenberg Wirbelrohr (Heisenberg Vortex Tube, HVT) zum Einsatz kommen. Das HVT basiert auf dem Ranque-Hilsch Wirbelrohr (RHVT), das ohne Zufuhr von Arbeit einen Stoffstrom auf hohem Druck in zwei Stoffströme niedrigen Drucks auf unterschiedlichen Temperaturniveaus teilt. Das HVT erweitert das RHVT um einen sich im Rohr befindenden Katalysator für die endotherme Para-Ortho-Umwandlung der Wasserstoffmoleküle. Grundlage für diese Umwandlung sind die zwei unterschiedlichen Kernspinkonfigurationen des H_2 -Moleküls, namentlich Para- und Orthowasserstoff.



Diese Arbeit:

In dieser Arbeit sollen 0D/1D RHVT- und HVT-Modellkonzepte recherchiert, implementiert, verglichen und mit Literaturdaten validiert werden. Dazu kann auf einem vorhandenen Katalysatormodell aufgebaut werden. Ein ausgewähltes HVT-Modell soll mit einem bestehenden dynamischen Flüssigwasserstofftankmodell kombiniert und das Potential des HVT simulationsbasiert an verschiedenen Betriebspunkten möglicher Anwendungen ermittelt werden. Dazu sollen Verschaltungs- und Integrationskonzepte für eine oder mehrere Anwendungen erdacht werden.

Für die Arbeit können die TIL¹- und TILMedia²-Bibliotheken benutzt werden.

1: TIL-Library. Eine Sammlung von Komponentenmodellen für thermische Energiesysteme in der Sprache Modelica

2: TILMedia: TIL-Stoffdatenbibliothek

Mögliche Aufgaben:

- Literaturrecherche: Wirbelrohre; Wasserstoff, seine Allotrope und deren Umwandlung
- Erarbeitung verschiedener 0D/1D-Modellkonzepte für ein RHVT
 - Implementierung in Modelica & Validierung mittels Literaturdaten
- Einbindung eines vorhandenen Katalysatormodells zur Erzeugung von HVT-Modellen
 - Validierung des HVT-Modells anhand von Literaturdaten
- Potentialanalyse für den Einsatz eines HVTs in realen Anwendungen
 - Definition von Betriebsszenarien (H₂-Tankstelle, Flugzeug, Lkw, ...) und Potentialanalyse durch Simulation verschiedener Betriebspunkte
 - Erarbeitung von Verschaltungskonzepten für die Integration von HVTs

Literaturauswahl:

Lewins, J. and Bejan, A.: Vortex Tube Optimization Theory, Energy 24 (1999): 931-943

Dyck, N. J.: Analytical and Computational Modelling of the Ranque-Hilsch Vortex Tube, Dissertation, The University of Western Ontario, 2020

Leachman, J.: Heisenberg Vortex Tube for Cooling and Liquefaction, US Dep. of Energy FCTO Annual Merit Review 2020

Der Umfang kann je nach Typ der studentischen Arbeit angepasst werden