

16. Oktober 2024

Master- und Doktorarbeiten am Campus Nord

Unterstützende Arbeiten bei der Entwicklung eines Brennstoffkreislaufs für zukünftige Fusionsreaktoren

Die Fusionsforschung in Deutschland hat als zukunftssträchtige und CO₂-neutrale Möglichkeit der Stromerzeugung im letzten Jahr einen enormen Aufwind erfahren. Zahlreiche Start-Ups haben sich entstanden und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert zahlreiche Projekte in diesem Bereich. Auch das KIT ist hierbei stark involviert, insbesondere im Bereich des Brennstoffkreislaufs, welcher am Institut für Technische Physik (ITEP) bereits seit vielen Jahren umfangreich (intensiv) untersucht wird.

In Fusionsreaktoren werden die Wasserstoffisotope Deuterium und Tritium unter massiver Energiefreisetzung zu Helium fusioniert. Diese Reaktion findet im Vakuum in einem magnetisch eingeschlossenen Plasma bei Temperaturen von ca. 100 Millionen Grad statt. Da das bei der Reaktion entstehende Helium das Plasma vergiftet und damit eine weitere Reaktion zunehmend erschwert, muss das Gasgemisch (v.a. Deuterium, Tritium, Helium) ständig abgepumpt, aufgereinigt und dem Prozess erneut zugeführt werden.

Das Abpumpen erfolgt mit speziellen Vakuumpumpen (Diffusionspumpen, Ejektorpumpen), die dem radioaktiven Wasserstoff sowie den harschen Umgebungsbedingungen (Neutronenstrahlung, starke Magnetfelder) widerstehen können. Diese sind in einem sog. *Fuel Cycle Reactor Interface (FCRI)* angesiedelt, eine Komponente welche im Reaktor installiert wird und aufgrund des dort herrschenden Strahlungsniveaus nur fernhantiert bewegt werden kann. Das FCRI beinhaltet neben den Vakuumpumpen auch Ventile und eine Kaltfalle um Verunreinigungen aus dem Abgas abzutrennen und umgekehrt das Plasma vor Quecksilberdämpfen, dem Arbeitsmittel der Vakuumpumpen, zu schützen.

Der Brennstoffkreislauf, welcher als Ganzes mittels ASPEN® simuliert wird, beinhaltet mehrere, in der Entwicklung befindliche technische Komponenten (z.B. eine Metallfolienpumpe) und Prozesse (z.B. eine Isotopentrennanlage basierend auf *Temperature Swing Adsorption*). Der ganze Brennstoffkreislauf wird am KIT für ein definiertes Reaktordesign entwickelt und in der zurzeit im Bau befindlichen Entwicklungsplattform DIPAK im relevanten Maßstab getestet werden – allerdings ohne Tritium.

Das ITEP bietet folgende Arbeiten im Bereich der Kernfusion an:

1. **Entwicklung von tritiumkompatiblen Vakuumpumpen mit Quecksilber als Arbeitsmedium** (experimentell + simulativ)
2. **Entwicklung und Charakterisierung einer sog. Metallfolienpumpe als Vakuumpumpe mit wasserstoffspezifischem Pumpverhalten** (experimentell + simulativ)
3. **Modellierung des integralen Brennstoffkreislaufs eines Fusionskraftwerks** (simulativ)
4. **Auslegung einer Isotopentrennanlage für die am KIT CN entstehende Brennstoffkreislauf-Entwicklungsplattform DIPAK** (theoretisch)
5. **Entwicklung eines sog. Fuel Cycle Reactor Interfaces (FCRI) als technische Großkomponente und Schnittstelle zwischen Brennstoffkreislauf und Reaktor** (theoretisch)

Die Arbeiten werden am Campus Nord stattfinden. Ein Büro/Arbeitsplatz wird zur Verfügung gestellt. **Bitte spreche uns an; je nach individuellem Interesse finden wir ein passendes Thema für Deine Master- oder Doktorarbeit!**

Ansprechpartner: Herr Dr.-Ing. Thomas Giegerich
Institut für Technische Physik (ITEP)
Tel. 0721/608-22591
thomas.giegerich@kit.edu