

Februar 2012

Studienarbeit

Characterisation of mercury diffusion pumps as tritium compatible high vacuum pumps for future fusion reactors.

In Fusionsreaktoren werden Deuterium und Tritium unter massiver Energiefreisetzung zu Helium fusioniert. Diese Reaktion findet im Vakuum in einem magnetisch eingeschlossenem 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 (Deuterium, Tritium, Helium) ständig abgepumpt, aufgereinigt und dem Prozess erneut zugeführt werden.

An die Vakuumpumpen werden dabei besondere Anforderungen gestellt: Sie müssen einen Druckbereich von 10^{-7} mbar bis 1000 mbar abdecken und dabei sehr hohe Gasströme fördern, sie müssen absolut resistent gegen Tritium sein und hohe Sicherheitsstandards erfüllen. Als besonders schwierig erweist sich das Handling von Tritium in den Pumpen: Es ist ein radioaktives Brenngas und zersetzt Fette und Öle. Im Bereich der Hochvakuumpumpen - nahe am Torus - herrschen zudem hohe Magnetfelder, hohe Temperaturen und es müssen Störfälle (Wasser- und Lufteinbruch) in Betracht gezogen werden.

Als sehr robuste und tritiumkompatible Hochvakuumpumpe soll eine Diffusionspumpe untersucht werden. Hierin wurde das Arbeitsmittel - normalerweise Öl – durch ein Flüssigmetall (Quecksilber) ersetzt. Quecksilberdiffusionspumpen waren zu Beginn des 20. Jhd. die ersten verfügbaren Hochvakuumpumpen. Vor etwa 50 Jahren wurde jedoch das Quecksilber durch das einfacher zu handhabende Öl ersetzt. Dies hat zur Folge, dass heute das Wissen über den Aufbau und die Auslegung dieser Pumpen größtenteils in Vergessenheit geraten ist.

Diese Arbeit hat zum Ziel vorhandenes Wissen in Form einer Literaturrecherche zusammen zu tragen und eine Quecksilberdiffusionspumpe experimentell zu charakterisieren. Zu diesem Zweck wurde am Campus Nord die Versuchsanlage THESEUS aufgebaut. Hierin soll im Zuge dieser Arbeit eine Saugvermögenskurve sowie die Vorvakuumbeständigkeit einer EDWARDS ER-2 Quecksilberdiffusionspumpe ermittelt werden. Die ermittelten experimentellen Ergebnisse sollen diskutiert und hinsichtlich des Einsatzes in Fusionsreaktoren untersucht werden.

Zu dem experimentellen Teil dieser Arbeit gehört auch die Inbetriebnahme eines neuen Druckmessgeräts (Bayard-Alpert Heißkathodenröhre) an der THESEUS-Anlage sowie eines neuen Mass Flow Controllers.

Die Arbeit wird am ITEP, Campus Nord stattfinden und soll auf englischer Sprache verfasst werden.

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