

Bachelorarbeit

Berechnung eines mehrstufigen Gaskühlers zur Aufreinigung des Abgases von Quecksilberringpumpen

Für das Vakuumsystem von Fusionsreaktoren wird zurzeit ein Pumpsystem entwickelt, welches auf Hochvakuumumpen (Diffusionspumpen) und Vorpumpen (Flüssigkeitsringpumpen) basiert, die Quecksilber als Arbeitsmittel verwenden. Aufgrund der zu pumpenden Gase, (hauptsächlich Tritium und Deuterium) ist dieses Arbeitsmittel alternativlos, da Fette und Öle durch das radioaktive Gas Tritium angegriffen werden.

Am Campus Nord befindet sich zurzeit eine Versuchsanlage im Aufbau (THESEUS), in der solche Pumpen getestet werden können. Um eine Kontamination der Anlage durch Quecksilber zu verhindern und um die Umwelt zu schützen, muss das Abgas der Pumpen über einen mehrstufigen Gaskühler aufgereinigt werden. Hierin wird evtl. vorhandenes Quecksilber zunächst auskondensiert und anschließend ausgefroren.

Dieser Kühler soll aus einer Füllkörperschüttung bestehen, die von dem Abgas durchströmt wird. Dabei soll das Gas bis auf Flüssigstickstofftemperatur in drei Stufen abgekühlt werden, um so den Partialdruck des Quecksilbers zu senken. Anschließend soll das Gas elektrisch erwärmt werden, um eine Eisbildung an den Abgasleitungen zu verhindern.

Im Zuge dieser Arbeit soll die Temperaturverteilung in einem solchen Kühler sowie die Abreicherung des Quecksilbers in dem Abgasstrom als Funktion (i) der Geometrie der einzelnen Stufen und (ii) des prozessierten Gasstroms berechnet werden. Es sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Wie hoch ist die benötigte Kälte- bzw. Heizleistung der einzelnen Stufen und der Verbrauch an Flüssigstickstoff für die Kühlung?
- Welcher max. Abgasstrom kann mit dem bereits in THESEUS vorhandenen Kühlers behandelt werden, wenn eine max. Konzentration von Quecksilber im Abgas von 1 bzw. 0.1 ppb nicht überschritten werden darf?
- Kann es zu einer Nebelbildung kommen? Hierfür soll ein einfaches, einstufiges Modell angenommen werden.

Die Formeln für die Berechnungen sollen in ein geeignetes Programm implementiert werden. Die wichtigsten Abhängigkeiten sollen für eine gegebene Kühlergeometrie (in sinnvollen Grenzen) in einem Diagramm dargestellt werden.

Aufgabensteller (Universität): Herr Prof. Dr. Karlheinz Schaber (ITTK)

Betreuer (Campus Nord): Herr Dipl.-Ing. Thomas Giegerich (ITEP)

Beginn der Arbeit: 03.04.2013