

Aufgabenstellung

Systemanalyse kryogener Pelletinjektoren in Fusionsreaktoren

System analysis of cryogenic pellet injectors in fusion reactors

Typ: Masterarbeit

Art: Literaturstudie theoretisch konstruktiv experimentell

Betreuer: Dr.-Ing. Christian Day, 0721 – 608.22609, christian.day@kit.edu

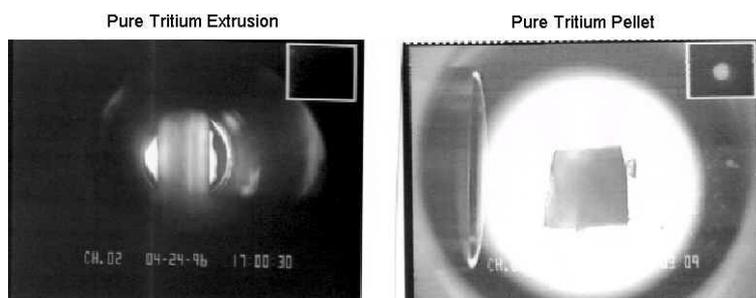
Aufgabensteller: Prof. Dr.-Ing. Steffen Grohmann

Gegenstand der Arbeit

Zur Zeit wird im Europäischen Fusionsprogramm daran gearbeitet, ein konzeptionelles Design eines Fusionskraftwerks zu entwickeln. In Fusionsreaktoren werden die beiden 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. Die Versorgung des gezündeten Plasmas mit dem Brenngas ist dabei nicht einfach, weil der Wasserstoff gegen ein ausgeprägtes Dichteprofil in das Plasmaintere transportiert werden muss. Zu diesem Zweck verwendet man eine äußerst interessante Kryotechnologie: Das gemischte Wasserstoffgas wird in einer Kälteanlage kontinuierlich in die feste Phase überführt und anschließend durch eine Düse zu einem Eisstrang extrudiert. Aus dem Strang werden dann mechanisch einzelne Scheiben (Pellets) geschnitten, die dann in einer schnelllaufenden Zentrifuge, oder pneumatisch mit einem Hilfsgas auf sehr hohe Geschwindigkeiten (Größenordnung 1 km/s) beschleunigt werden. Anschließend werden die Pellets über ein Rohrsystem in die Plasmakammer geschossen. Der Impuls, den die Pellets auf diese Art erhalten, reicht aus, um bis ins Innere des Plasmas einzudringen.

Heutige Pelletinjektoren haben große Verluste: Nur etwa 40% des gasförmig eingesetzten Brenngases kommt als Pellet in der Plasmakammer an. Um für die Anwendung in einem Fusionskraftwerk interessant zu sein, muss deren Wirkungsgrad noch deutlich verbessert werden.

Im Rahmen dieser Masterarbeit soll der aktuelle Forschungsstand bei der Entwicklung von Pelletinjektoren analysiert werden. Hierfür ist u.a. ein kurzer Aufenthalt am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching geplant. In der Arbeit sollen insbesondere die physikalischen Grenzen dieser Technologie aus Sicht der Thermodynamik beurteilt werden. Die grundlegenden Teilprozesse sollen beschrieben und deren Potentiale zur Optimierung



quantifiziert werden. Schließlich sollen Vorschläge erarbeitet werden, welche Teilaspekte das größte Potential für weiterführende Forschungs- und Entwicklungsaufgaben bieten, um den Gesamtwirkungsgrad der Technologie zu steigern.

Die Arbeit wird am Institut für Technische Physik am KIT Campus Nord durchgeführt. Die schriftliche Fassung der Masterarbeit soll in Englischer Sprache erfolgen, einschließlich einer zweiseitigen Deutschen Zusammenfassung.

Bildquelle: Oak Ridge National Laboratory, Fusion Energy Division, [Plasma Fueling Group](#)

- Das linke Bild zeigt den extrudierten Einsstrang.
- Das rechte Bild zeigt ein etwa 8mm großes Tritiumpellet, dass das Schussrohr mit etwa 1 km/s verlässt.

Bearbeiter: Name
Beginn der Arbeit: frühestmöglich

20.07.2015, Prof. Dr.-Ing. S. Grohmann