

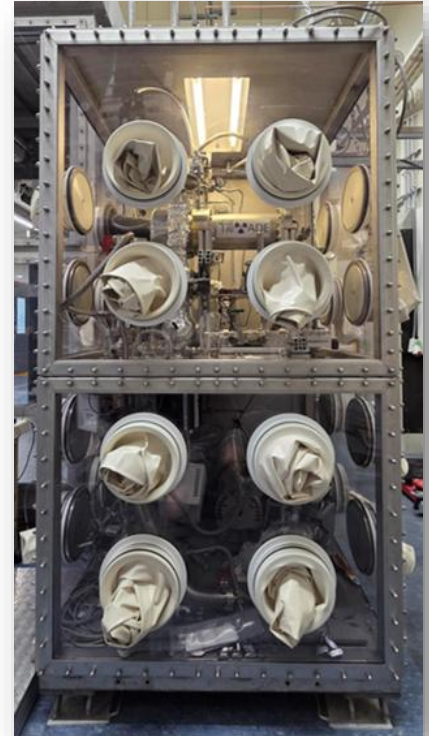
Untersuchung der Tritiumsorptions-eigenschaften fusionsrelevanter Festkörperproben



Bachelor- / Masterarbeit am IAP-TLK

Motivation

Der weltweit steigende Energiebedarf infolge des ökonomischen Wachstums sowie dem zunehmenden Einsatz energieintensiver Anwendungen der künstlichen Intelligenz erfordert die Entwicklung grundlastfähiger und langfristig verfügbarer Energiequellen. Die kontrollierte Kernfusion stellt hierfür einen vielversprechenden Ansatz dar und ist Gegenstand intensiver Forschungsaktivitäten. Basis dieser Bemühungen ist die Deuterium-Tritium-Fusion aufgrund des vergleichsweise hohen Wirkungsquerschnitts bei bereits geringeren Temperaturen. Die Verwendung des β^- -zerfallenden Wasserstoffisotops Tritium ist jedoch mit einer Reihe von Herausforderungen verbunden. Insbesondere die Kontamination aller tritiumexponierten Komponenten infolge kontinuierlich stattfindender Sorptionsprozesse, bei denen Tritium an der Oberfläche und im Festkörper akkumuliert wird, stellt ein zentrales Problem dar. Dies kann sowohl die ablaufenden Prozesse als auch die für den sicheren Betrieb sowie Inventarkontrolle erforderliche Analytik negativ beeinträchtigen. Darüber hinaus erfordert die Lagerung und Entsorgung kontaminierter Komponenten zusätzliche Maßnahmen im Bereich des Personen- und Umweltschutzes. Dies begründet die Notwendigkeit zur systematischen Untersuchung der Tritiumsorptions-eigenschaften verschiedener Festkörpermateriale.



Handschuhbox am TLK

Aufgaben

Am TLK bietet das TRitium Activity Chamber Experiment (TRACE) die Möglichkeit Tritiumsorptions-eigenschaften verschiedener Festkörperproben in situ zu untersuchen. Dafür wird das entsprechende Material wiederholt gegenüber hochreinem Tritiumgas exponiert. Anschließend kann die akkumulierte Oberflächenaktivität via Beta-Induced X-Ray Spectrometry (BIXS) gemessen werden. Im Rahmen der Studienarbeit sollen typische, für den Einsatz in Fusionsanlagen vorgesehene Materialien systematisch hinsichtlich ihrer Tritiumsorptions-eigenschaften untersucht sowie qualitativ und quantitativ verglichen werden. Dabei soll auch eine Methode zur Oberflächendekontamination via UV/Ozon zur Anwendung kommen. Initial sollen die Proben mit unterschiedlichen Oberflächen-analysemethoden (z. B. Rasterelektronenmikroskopie, Lasermikroskopie, Röntgenspektroskopie, Weißlichtinterferometrie) charakterisiert werden.

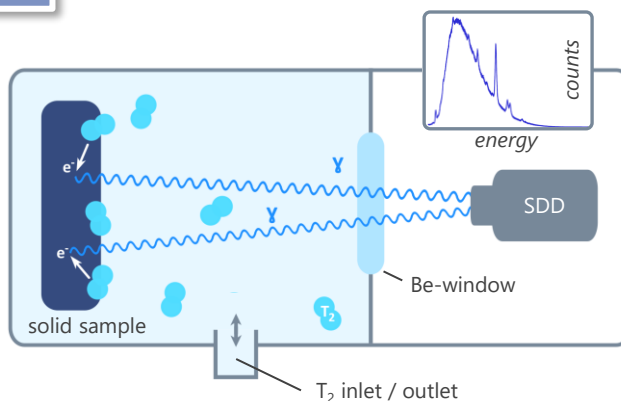


Beta-Induced X-ray Spectrometry

measurement principle

- tritium is a **radioactive isotope** of hydrogen, undergoing **beta decay** ($t_{1/2} \approx 12.3$ yrs)

$${}^3\text{H} \rightarrow {}^3\text{He}^+ + e^- + \bar{\nu}_e + E$$
- emitted **electrons generate X-rays**
- silicon drift detector** is used to detect the X-rays

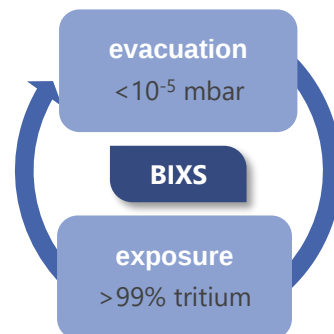


➤ in-situ measurement of surface activity, detection limit down to 0.1 ML

TRitium Activity Chamber Experiment



measurement procedure



➤ solid sample exposure to (10^{-4} – 900) mbar high-purity tritium



Ablauf der Studienarbeit

I. Einführungsphase

Grundlagen & Literaturrecherche zu: Kernfusion, Vakuumtechnologie, Tritiumhandhabung, Sorption, UV/Ozonreinigung, Analysemethoden

→ Anschließend soll ein Einführungsvortrag gehalten werden.

II. Experimentelle Phase

- Durchführung wiederholter Tritiumexpositionen verschiedener Festkörperproben in einer Handschuhbox
- Analyse der BIX Spektren
- Interpretation und Diskussion der Daten hinsichtlich Wechselwirkung des Tritiumgas mit verschiedenen Oberflächen und Materialien
- Quantifizierung der akkumulierten Oberflächenaktivität

III. Schreibphase

→ Nach Abgabe der Arbeit soll ein Abschlussvortrag gehalten werden.

Relevante Themen

- Kernfusion
- Physikalische Chemie und Oberflächenphysik, insbesondere Sorption
- Datenanalyse, z.B. mit Python
- Wissenschaftliche Forschung und Kommunikation

Benefits

- Werde Teil eines kollegialen Teams mit der Möglichkeit eigene Ideen kreativ umzusetzen
- Liefere einen relevanten Beitrag zu aktuellen wissenschaftlichen Fragen
- Möglichkeit Co-Autor eines Papers zu werden
- Hands-on Erfahrung in einem Großforschungslabor

Betreuung vor Ort

Robin Größle
Marco Röllig
Dominic Batzler
Marius Schaufelberger

Die Studienarbeit wird am IAP-TLK auf dem Gelände des KIT Campus Nord stattfinden

Bei Interesse → marius.schaufelberger@kit.edu