

Konstruktion und Fertigung einer TCAP-Streukammer

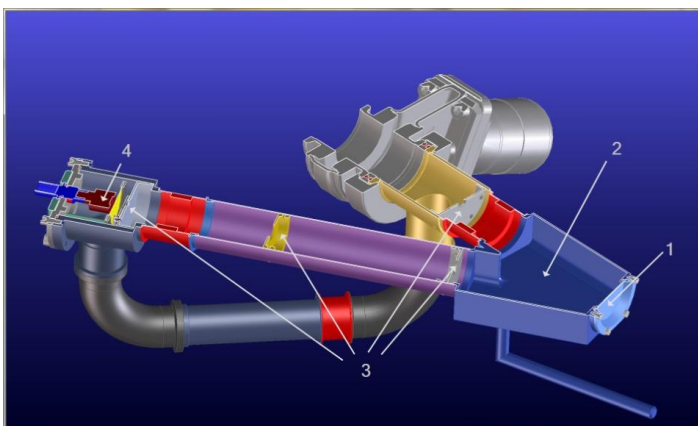
Zur Bestimmung der Fluenz monoenergetischer Neutronen mit der time correlated associated particles Methode (TCAP) wurde eine massearme Streukammer entwickelt und gefertigt. Diese soll an der Ionen-Beschleunigeranlage PIAF der PTB betrieben werden.

Die Primär- und Sekundärnormale der PTB zur Bestimmung der Fluenz monoenergetischer Neutronen beruhen auf der Neutron-Proton-Streuung oder der Spaltung der Isotope ^{235}U und ^{238}U . Diese Messgeräte enthalten Artefakte, z.B. Schichten aus einem wasserstoffhaltigen Material oder aus Uran, deren Eigenschaften in die Auswertung eingehen. Zur Absicherung der Stabilität dieser Geräte ist es deshalb wichtig, Vergleiche mit Methoden durchzuführen, die zumindest im Prinzip keine Kenntnis der Eigenschaften von Artefakten benötigen.

Im Rahmen eines vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Forschungsvorhabens wurde in der PTB deshalb eine neue Messeinrichtung aufgebaut, die die Methode der zeitkorrelierten assoziierten Teilchen verwendet. Dazu werden Neutronen mit einer mittleren Energie E_n von etwa 14 MeV mit der Kernreaktion $T(d,n)^4\text{He}$ bei einer Deuteronenenergie E_d von 150 keV erzeugt und durch koinzidenten Nachweis des kinematisch korrelierten zweiten Produktteilchens ^4He (Alphateilchen) markiert. Als Target wird ein Ti(T) Target verwendet, in dem das Tritium (T) in einer Titanschicht (Ti) gebunden ist. Durch Zählung der in einen bestimmten Raumwinkelbereichs emittierten Alphateilchen kann dann die Fluenz der assoziierten Neutronen bestimmt werden, ohne auf Referenzwirkungsquerschnitte Bezug nehmen zu müssen.

Dazu musste eine massearme Streukammer konstruiert werden, die an die Strahlrohre der Beschleunigeranlage PIAF der PTB mit einer Positionierungsunsicherheit von einigen 100 μm angeflanscht werden kann. Die Kammer besteht aus einem Arm für den einlaufenden Deuteronenstrahl und einem zweiten Arm für die emittierten Alphateilchen. Dieser enthält einen Halbleiterdetektor und ein Blendensystem, das den Raumwinkel für den Alphateilchennachweis definiert und gestreute Alphateilchen ausblendet.

Die Herausforderungen an die technische Realisierung der Streukammer lagen dabei in der massearmen und damit möglichst dünnwandigen Ausführung aller Komponenten und der verzugsfreien Schweißmontage.



1. Ti(T) Target
2. Targetkammer
3. Blendensystem
4. Halbleiterdetektor

Bild 1: Schnittdarstellung der Kammer (CAD-Modell)

Hier war die Einhaltung der geforderten Toleranzen von weniger als 100 μm bezüglich der Winkellage von Deuterium- und Alpha-Arm zueinander zu beachten, ebenso wie die Position und Lage der fest eingebauten Blenden im Gesamtsystem. Nachträgliche Än-

derungen an der Kammer sind nach der Inbetriebnahme aufgrund der radioaktiven Kontamination nicht möglich.

Um die genannten Anforderungen zu erfüllen, wurde die fertigungstechnisch anspruchsvolle Targetkammer aus dickwandigem Material vorgefertigt, spannungsarm gegläht und anschließend mit elektroerosiven Verfahren auf die gewünschte Wandstärke von 1mm endbearbeitet. Mittels Laser-Schweißverfahrens wurden dann alle dünnwandigen Bauteile verzugsfrei und vakuumdicht verbunden.

Die fertige Kammer wurde vermessen, um die Maße bzgl. ihrer Toleranzen zu prüfen. Insbesondere die Abmessungen und Lagen der Blendenöffnungen fließen in eine Simulationsrechnung ein, mit dem die experimentellen Messungen am Beschleuniger verglichen werden.

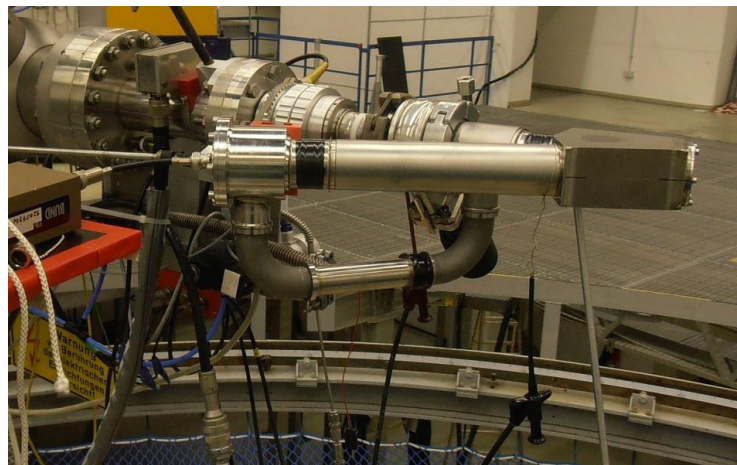


Bild 2: TCAP-Streukammer im Einsatz an der Beschleunigeranlage PIAF der PTB

Ansprechpartner:

H. Drösemeyer, Fachbereich 5.5, Arbeitsgruppe 5.51,

E-Mail: holger.droesemeyer@ptb.de

R. Nolte, Fachbereich 6.4, Arbeitsgruppe 6.42, E-Mail: ralf.nolte@ptb.de