



Hochenergie- neutronen- dosimeter

**Passives Neutronendosimeter
zur Umgebungsüberwachung**

Die Aufgabe

Die steigende Anzahl von Hochenergiebeschleunigern insbesondere für therapeutische Zwecke stellt auch die Neutronendosimetrie vor neue Aufgaben. Die zuverlässige Erfassung der Dosis schneller Neutronen oberhalb ~ 20 MeV ist mit klassischen Meßgeräten nicht gewährleistet. Daher sind Dosimeter erforderlich, die auch Neutronen noch im GeV-Bereich zuverlässig dosimetrisch erfassen können.

Die Innovation

An der Gesellschaft für Schwerionenforschung in Darmstadt (GSI) wurde ein Neutronendosimeter entwickelt, das einen Energiebereich von 0,025 eV (thermische Neutronen) bis zu einigen GeV abdeckt.

Das Dosimeter ist nach $H^*(10)$ kalibriert. Um dieses Ziel auch für hochenergetische Neutronen oberhalb 20 MeV zu erreichen, wurde ein Hochenergiekonverter in den PE-Moderator integriert. Dieser besteht aus Blei, in dem eintretende hochenergetische Neutronen Kernreaktionen durchführen, wodurch deren Energien in den meßbaren Bereich konvertiert werden. Die niederenergetischen Neutronen können dann auf konventionelle Art vom Detektor gemessen werden. Das Ansprechvermögen wurde sowohl an der GSI als auch am CERN in Hochenergieexperimenten bestimmt.



Abbildung 1 Neutronenkugel

Wirkungsweise des Hochenergie-Konverters

Der Nachweis von Neutronen geschieht durch Neutroneneinfangreaktionen. Dazu müssen die Neutronen möglichst niedrige, vorzugsweise thermische Energie (25 meV) haben. Um die Energie der Neutronen in einen detektierbaren Bereich zu verwandeln, braucht man einen Moderator. Bis zu Energien von ~ 10 MeV (schnelle Neutronen) ist wasserstoffhaltiges Material gut geeignet, da die Neutronen elastische Stöße mit den

Wasserstoffkernen ausführen, und die Neutronenenergie sich wirkungsvoll in den thermischen Bereich reduzieren läßt. Die thermischen Neutronen können mittels Einfangreaktionen indirekt nachgewiesen werden. Neutronen deutlich höherer Energie als 10 MeV hingegen, können in gängigen Neutronendosimetern nicht mehr hinreichend moderiert und damit zuverlässig detektiert werden. Diese Neutronen führen jedoch –insbesondere mit schweren Kernen– Kernreaktionen wie Spallation und Fragmentation aus. Als Folge dieser Reaktionen werden wiederum Neutronen emittiert, deren Schwerpunktenenergie unterhalb der Eingangsenergie liegt (Energiekonversion).

Um diese Kernreaktionen stattfinden zu lassen, wird in die Neutronenkugel ein Einsatz aus Blei eingefügt. Die hohe Kernladungszahl begünstigt den Wirkungsquerschnitt für die erwünschte Reaktion. Die Detektion erfolgt mit einem Thermolumineszenzdosimeter, das sich im Inneren der Neutronenkugel befindet.



Abbildung 2 Neutronenkugel am HADES-Spektrometer, GSI Darmstadt

Anwendungsbereiche

- Neutronendosimeter für sehr großen Energiebereich
- Sehr gute Übereinstimmung der Antwortfunktion bis in den GeV-Bereich mit H^*10
- Sehr wirtschaftliche Lösung für zuverlässige Hochenergiedosimetrie

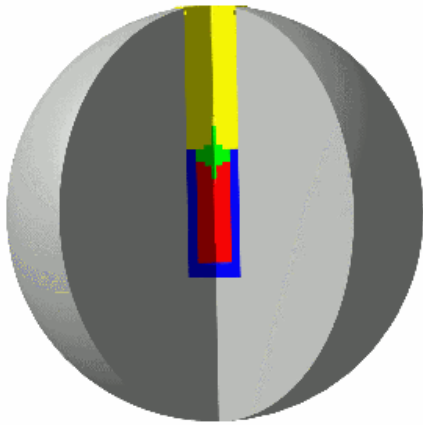


Abbildung 3 Schnittbild der Neutronenkugel mit Hochenergiekonverter



Abbildung 4 Kartenhalterung in der Neutronenkugel.

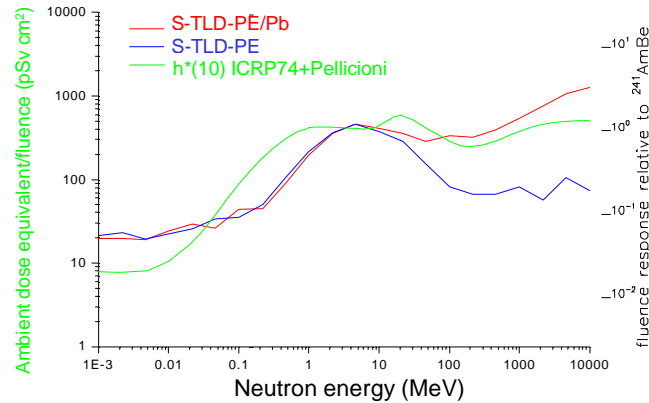


Abbildung 5 Äquivalentdosis für :
blau: PE-Moderator,
rot: Hochenergieneutronendosimeter
grün: H^*10

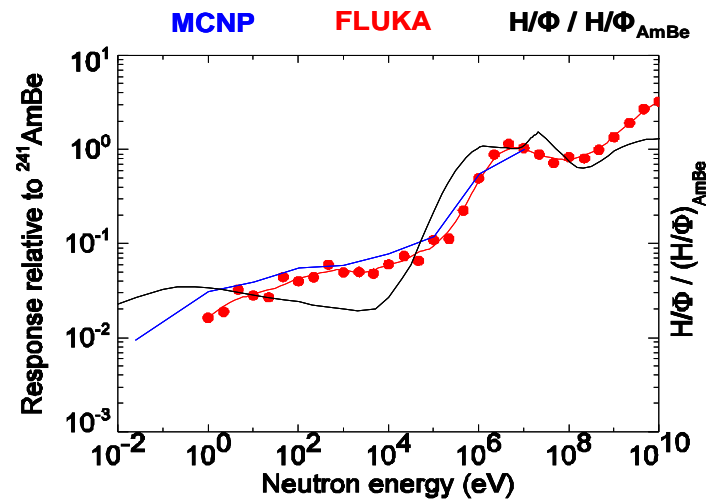


Abbildung 6 Berechnete Antwortfunktion des Hochenergiedosimeters normiert auf das Ansprechvermögen einer Am/Be-Quelle. Zum Vergleich sind auch die entsprechenden Dosiskonversionskoeffizienten angegeben.

Kontakt

GF&E TEC GmbH
Im Guldener Wingert 16a
64342 Seeheim

Fon: 0 62 57 / 96 97 - 72
Fax: 0 62 57 / 96 97 - 73
gfe.collatz@t-online.de
www.gfe-service.de

Änderungen vorbehalten. Stand 09.06