

ERZUEGUNG HOCHENERGETISCHER PHOTONENBÜNDEL
DURCH EINFANG THERMISCHER NEUTRONEN

W. Vorbrugg und H.-W. Zill
Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig

Einleitung

Für Strahlenschutzdosimeter, die in Photonenfeldern mit hochenergetischen Anteilen oberhalb von 3 MeV eingesetzt werden, z.B. in Bereichen von Kernkraftwerken, wo die Strahlung des Nuklids N-16 eine wesentliche Rolle spielt, ist eine für diesen Energiebereich geeignete Kalibrierung erforderlich, wenn beträchtliche Meßfehler vermieden werden sollen /1/. Die dazu benötigte Referenzstrahlung läßt sich nach verschiedenen Methoden erzeugen /2,3,4/.

Am Forschungs- und Meßreaktor Braunschweig /5/ wurde nach dem Verfahren des Neutroneneinfangs an Nickel- und Titantargets /1,3/, mit dem sich relativ hohe Dosisleistungen bei guter Bestrahlungsgeometrie erzielen lassen, ein Strahlrohr für Referenzbündel hochenergetischer Photonenstrahlung bis etwa 9 MeV aufgebaut. Ziel der Arbeiten ist es, das Ansprechvermögen von Photonendosimetern, deren Energie-Nenngebrauchsbereich über 3 MeV hinausgeht, zu messen.

Experimenteller Aufbau

Fig. 1 zeigt den Aufbau der Apparatur und deren Anordnung am Reaktor. Das benutzte Strahlrohr S11 mündet in etwa 1,50 m Entfernung vom Südkern des Reaktors in den Graphitblock der thermischen Säule. Dadurch ergibt sich ein sehr niedriger Untergrund an Reaktor- γ -Strahlung und schnellen Neutronen. Das Target besteht aus 6 Nickelscheiben mit einer Gesamtmasse von 6,8 kg bzw. 10 Titanscheiben mit insgesamt 3,7 kg Masse. Beim schiefelastigen Normalbetrieb des Reaktors mit 925 kW Leistung im Nordkern und 75 kW im Südkern beträgt die Flußdichte der thermischen Neutronen am Targetort $4,2 \cdot 10^9 \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ und das Cadmiumverhältnis 850:1. Bei Umkehrung der Leistungsverteilung erhöhen sich die thermische Flußdichte und damit die später genannten Werte der γ -Dosisleistungen um etwa den Faktor 12. Durch Bleikollimatoren wird der Durchmesser der Bündel zu 100 mm und der doppelte Öffnungswinkel zu 4° festgelegt. In das Strahlrohr gestreute thermische Neutronen werden durch einen Stopfen aus Bor-Polyäthylen vollständig unterdrückt. Der Strahlrohreinsetz wird durch eine Dosisaufbauschiicht aus 5 cm Plexiglas und einer unmittelbar dahinter angebrachten Ionisationskammer mit 370 cm³ Nutzvolumen als Monitor abgeschlossen. Zusätzlich zu der in Fig. 1 dargestellten Anordnung können bis zu 30 cm dicke Filterschichten aus Aluminium in das Strahlrohr eingebracht werden, wodurch sich die Strahlenqualität auf Kosten der Gesamtdosisleistung zu höheren Energien hin verändern läßt.

Von einem Abstand von 4 m vom Target an stehen die Photonenbündel für Meßzwecke zur Verfügung.

Meßergebnisse

Photonenbündel, die ohne Zusatzfilterung gemäß Fig. 1 erzeugt werden, lassen sich nach den Meßergebnissen folgendermaßen charakterisieren:

	Nickel- target	Titan- target	Bemerkungen
Homogenität im Strahlquerschnitt	> 95%	> 95%	Messung mit Zählrohr von 1 cm Durchmesser
Ionendosisleistung			Messung mit Stabdosisimeter FH39U bei 4,20 m Targetabstand und 75 kW Teilleistung im Südkern
- frei in Luft	12nA/kg (170mR/h)	22nA/kg (310mR/h)	
- in Wasser	33nA/kg (460mR/h)	46nA/kg (640mR/h)	Maximalwert im Phantom in etwa 3 cm Tiefe
Effektive Energie	7,0 MeV	4,5 MeV	Aus Schwächungsmessungen mit Aluminium ermittelt
Hauptlinien im γ -Spektrum in MeV	9,00;8,53; 7,82;7,54; 6,83; 0,88;0,47	6,75;6,55; 6,41; 1,59;1,38; 0,32	Messung mit Ge(Li)-Detektor

Durch Einbringen von Zusatzfiltern aus Aluminium in das Strahlrohr werden die folgenden Änderungen erreicht:

	Nickeltarget				Titantarget			
Filterdicke in cm	0	10	20	30	0	10	20	30
Relativwert der Ionendosisleistung in %	100	48	24	13	100	44	21	10
Effektive Energie in MeV	7,0	7,7	7,9	8,1	4,5	5,5	6,0	6,4

Die "Härtung" der Photonbündel mit zunehmender Filterdicke, die durch das Ansteigen der effektiven Energien deutlich zum Ausdruck kommt, kann durch γ -Spektrometrie auch direkt belegt werden. Die Frage, ob dabei kontinuierlich verteilte Beiträge aus Compton-Streuprozessen eine wesentliche Rolle spielen, ist zur Zeit noch offen.

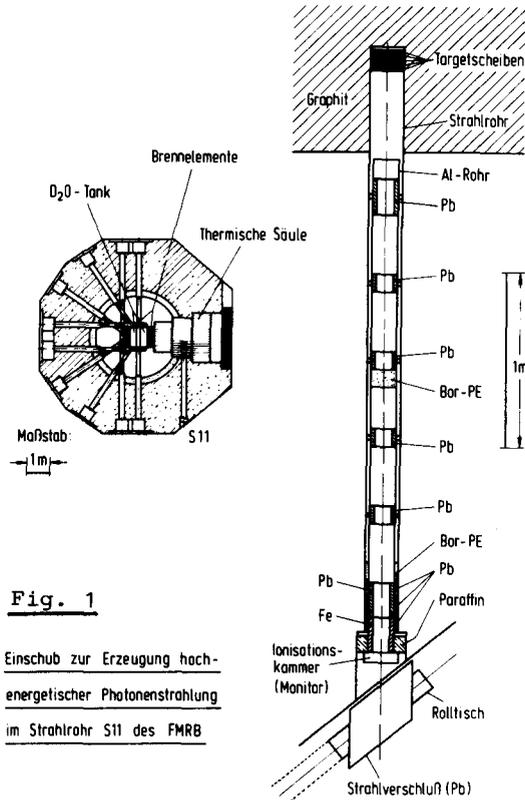


Fig. 1

Einschub zur Erzeugung hoch-
energetischer Photonenstrahlung
im Strahlrohr S11 des FMRB

- /1/ F. Bermann, G. Troesch, VIII. Congrès International de la Société Française de Radioprotection, Saclay 23-26 Mars 1976, p. 538-565
- /2/ J. Beck et al., Atomkernenergie/Kerntechnik 34, 1979, p. 57-60
- /3/ L. Jarczyk et al., Nucl. Instr. Meth. 13, 1961, p. 287-296
- /4/ D.W.O. Rogers, Health Physics 45, 1983, p. 127-137
- /5/ W. Heintz, PTB-Mitteilungen 78, 1968, p. 5-11