

Strahlenschutzdosimetrie an Hochenergie-Teilchenbeschleunigern.

Die Überwachung der Strahlenexposition von Mitarbeitern an Hochenergie-Teilchenbeschleunigern, wie sie vielfach für Anwendungen in Grundlagenforschung, Technologie und Medizin betrieben werden, stellt besondere Anforderungen an die Strahlungsmessgeräte, da die Strahlung an den zugänglichen Arbeitsplätzen durch Neutronenstrahlung dominiert wird. Dabei kommen in diesen Umgebungen Neutronenenergien vor, die von herkömmlichen Überwachungsmonitoren nicht richtig gemessen werden können. Eine Arbeitsgruppe der "European Radiation Dosimetry Group" (EURADOS), die von der Europäischen Kommission im 6. Rahmenprogramm gefördert wird, hat ein Vergleichsexperiment durchgeführt, um die Eignung der von den europäischen Forschungseinrichtungen zu Strahlenschutzmessung verwendeten Messgeräte und -verfahren zu überprüfen. Die PTB hat in dem bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung (GSI) durchgeführten Vergleichsexperiment Neutronenspektren gemessen, und daraus Referenzwerte für die Teilnehmer an diesem Vergleich ermittelt.

Die Überwachung der Strahlenexposition von Mitarbeitern an Hochenergiebeschleunigern, zum Beispiel bei der Gesellschaft für Schwerionenforschung mbH (GSI) in Darmstadt oder der European Organization for Nuclear Research (CERN) in Genf, stellt besondere Anforderungen an Strahlungsmessgeräte, da die Strahlung an den zugänglichen Arbeitsplätzen durch Neutronenstrahlung dominiert wird. Diese Thematik erhält wegen zahlreicher neuer Teilchenbeschleuniger für medizinische Anwendungen (für die Strahlentherapie mit Protonen und Kohlenstoff-Ionen) eine zunehmende Bedeutung. Eine schwierige messtechnische Herausforderung ergibt sich aus der Tatsache, dass man es bei Neutronenstrahlung mit einem sehr großen Energiebereich von mehr als 12 Zehnerpotenzen zu tun hat und dass die Wechselwirkung von Neutronen eine sehr starke Energieabhängigkeit aufweist. Hinzu kommt, dass an den Arbeitsplätzen in der direkten Umgebung der Beschleuniger, z.B. hinter den massiven Beton-Abschirmungen, sehr hohe Neutronenenergien vorkommen (größer als 20 MeV) [1], die von herkömmlichen Überwachungsmonitoren nicht richtig gemessen werden. Hier gab es in den vergangenen Jahren allerdings neue Entwicklungen von Geräten, die auch bei den hohen Neutronenenergien empfindlich sind.

Das von der Europäischen Kommission geförderte Projekt (2005-2007) CONRAD (COordinated Network for RAdiation Dosimetry) wird federführend von der "European Radiation Dosimetry Group" (EURADOS) durchgeführt. In dem Arbeitspaket "Complex mixed radiation fields at workplaces" wurde im Juli 2006 ein Vergleichsexperiment an der GSI durchgeführt, um die Eignung der von den europäischen Forschungseinrichtungen für den Strahlenschutz verwendeten Messgeräte und -verfahren zu überprüfen. Dabei haben 12 Institute unter realistischen

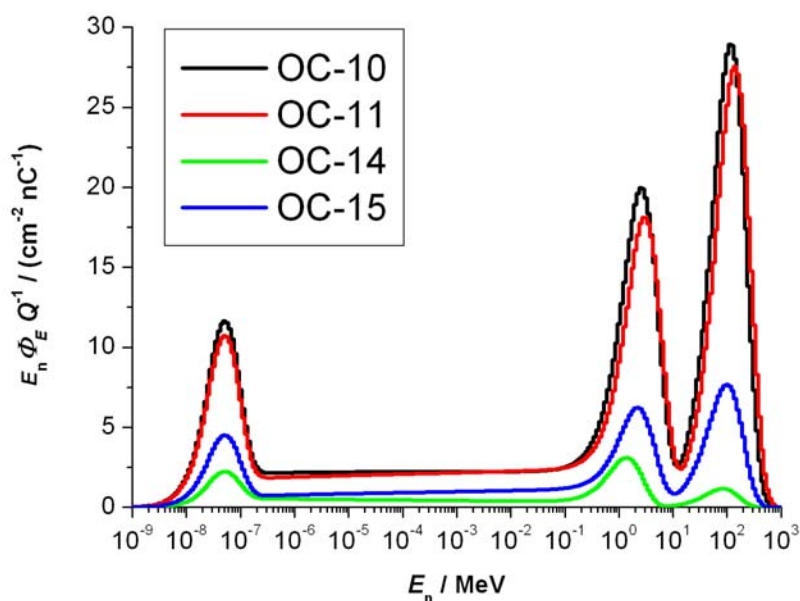
Aktuelle Forschungsnachrichten aus der Abteilung 6 „Ionisierende Strahlung“

Bedingungen an sieben verschiedenen Positionen hinter Abschirmungen mit mehr als 20 unterschiedlichen Messgeräten und -verfahren die Neutronen-Äquivalentdosisleistung gemessen, Bild 1.



Die Äquivalentdosis kann mit geringerer Unsicherheit berechnet werden, wenn man die Fluenz der Neutronen als Funktion ihrer Energie (die spektrale Neutronenfluenz oder kurz das Neutronenspektrum) mit geeigneten Spektrometern bestimmt. Im Rahmen des CONRAD Vergleichsexperimentes war es die Aufgabe der PTB an vier der sieben Positionen die Neutronenspektren zu messen. Eine Kurzbeschreibung des verwendeten Vielkugel-Spektrometers NEMUS mit weiterführender Literatur finden Sie unter „Spektrometer NEMUS“ auf der PTB-Internetseite Neutronenspektrometrie. Die Neutronenspektren an den restlichen drei Positionen und an einer gemeinsamen Position hat das GSF - Forschungszentrum für Umwelt und Gesundheit in Neuherberg gemessen.

Die Auswertung der spektrometrischen Messungen wurden inzwischen abgeschlossen. Bild 2 zeigt, dass die Neutronenspektren, die die PTB an den vier nur wenige Meter auseinander liegenden Positionen gemessen hat, sehr unterschiedlich sind.



In einem nächsten Schritt werden diese Ergebnisse sowie die daraus berechneten Äquivalentdosisleistungen den Teilnehmern als Referenzwerte zur Verfügung gestellt.

Die Ergebnisse von zusätzlich durchgeführten Monte Carlo Simulationsrechnungen, die Ergebnisse der Neutronenspektrometrie sowie die Ergebnisse des Vergleichs der verschiedenen Messgeräte mit den Referenzwerten sollen als ein umfangreicher dreiteiliger Bericht bei der Zeitschrift „Radiation Measurements“ am Ende des Jahres zur Veröffentlichung eingereicht werden.

Literatur:

- [1] G. Fehrenbacher, B. Wiegel, H. Iwase, T. Radon, D. Schardt, H. Schuhmacher, J. Wittstock: **Spectrometry behind Concrete Shielding for Neutrons Produced by 400 MeV/u ^{12}C Ions Impinging on a Thick Graphite Target**
Proceedings of the 11th Intern. Congress of the International Radiation Protection Association (IRPA11); Madrid, Spain, Mai 2004, contrib. 5i4
<http://www.irpa11.com/>

Ansprechpartner:

B. Wiegel, Fachbereich 6.5, Arbeitsgruppe 6.53, E-Mail: burkhard.wiegel@ptb.de