

Neutronendosimetrie

Teil 4: Verfahren zur Personendosimetrie mit Albedodosimetern


 6802-4

ICS 17.240

Deskriptoren: Dosimetrie, Neutronendosimetrie, Personendosis, Albedodosimeter

Neutron dosimetry – Part 4: Measurement technique for individual dosimetry using albedo dosimeters

Dosimétrie neutronique – Partie 4: Technique de mesure de la dose individuelle selon la méthode albedo

Inhalt

	Seite		Seite
Vorwort	2	4 Meßgröße und Einheit	4
1 Anwendungsbereich	2	5 Meßverfahren	4
2 Normative Verweisungen	2	6 Kalibrierung und Bestimmung des	
3 Definitionen und Formelzeichen	3	Korrektionsfaktors k_n	4
3.1 Definitionen	3	6.1 Allgemeines	4
3.1.1 Albedodosimeter	3	6.2 Photonenkalibrierung des TLD-Systems	5
3.1.2 Thermolumineszenz (TL)	3	6.3 Neutronenkalibrierung des Albedodosimeters	5
3.1.3 Thermolumineszenz-Material (TL-Material)	3	6.4 Bestimmung des Korrektionsfaktors k_n	5
3.1.4 Thermolumineszenz-Detektor (TL-Detektor)	3	7 Meßbereich und Einflußgrößen	5
3.1.5 Thermolumineszenz-Detektorcharge	3	7.1 Meßbereich	5
3.1.6 Thermolumineszenzdosimetrie-System		7.2 Einflußgrößen	5
(TLD-System)	3	7.2.1 Energie	5
3.1.7 Albedodosimeterkapselung	3	7.2.2 Photonenstrahlung	5
3.1.8 Albedofenster	3	7.2.3 Abstand Dosimeter – Körperoberfläche	5
3.1.9 Außenfenster	3	7.2.4 Vorbestrahlung	5
3.1.10 Albedoneutronen	3	8 Meßunsicherheiten	5
3.1.11 Albedodetektor	3	8.1 Standardabweichung	5
3.1.12 Felddetektor	3	8.2 Zufallsunsicherheit im Meßbereich	6
3.1.13 Unkorrigierte Anzeige A	3	9 Einsatz in der Personenüberwachung	6
3.1.14 Teilkorrigierte Anzeige M'	3	Anhang A (normativ) Kalibrierung des	
3.1.15 Korrigierte Anzeige M	3	Albedodosimetriesystems	9
3.1.16 Neutronenanzeige M_n	3	Anhang B (normativ) Auswertung des Albedodosimeters	11
3.1.17 Meßwert des Albedodosimeters	3	Anhang C (informativ) Literaturhinweise	12
3.1.18 Neutronenkalibrierfaktor N_{nr}	3		
3.1.19 Neutronenkalibrierfaktor im Strahlungsfeld N_n	4		
3.1.20 Photonenkalibrierfaktor N_γ	4		
3.2 Formelzeichen	4		

Fortsetzung Seite 2 bis 12

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuß Radiologie im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft aufgestellt.

Für die Personenüberwachung in Neutronenstrahlungsfeldern wird ein einfaches, ausreichend empfindliches Dosimeter benötigt, welches insbesondere Neutronen im Energiebereich unterhalb 500 keV nachweisen kann. Diesen Zweck erfüllen Albedodosimeter, in denen Thermolumineszenzdetektoren verwendet werden, die gegenüber thermischen Neutronen empfindlich sind.

Mit Albedodosimetern werden insbesondere die aus dem Körper des Dosimeterträgers zurückgestreuten thermischen und mittelschnellen Neutronen nachgewiesen. Zur Kalibrierung von Albedodosimetern wird die Person durch ein geeignetes Phantom ersetzt. Wegen der ausgeprägten Energieabhängigkeit des Neutronenäquivalentdosis-Ansprechvermögens ist diese Dosimeterart nur in Strahlungsfeldern anwendbar, in denen zuvor ortsabhängige Kalibrierfaktoren ermittelt wurden. Die Ergebnisse von Kalibrierbestrahlungen in solchen Feldern zeigen, daß für den Einsatz von Albedodosimetern die Vielzahl der Felder zu wenigen Einsatzbereichen – von den Meßstellen als Anwendungsbereiche gekennzeichnet – zusammengefaßt werden kann. Innerhalb der Personenüberwachung sollte ein Albedodosimeter während eines Überwachungszeitraumes in nur einem dieser Anwendungsbereiche eingesetzt werden. Bei Tätigkeiten in verschiedenen Anwendungsbereichen ist jeweils ein eigenes Dosimeter vorzusehen.

DIN 6802 "Neutronendosimetrie" besteht aus:

Teil 1: Spezielle Begriffe und Benennungen

Teil 2: Konversionsfaktoren zur Berechnung der Orts- und Personendosis aus der Neutronenfluenz und Korrektionsfaktoren für Strahlenschutzdosimeter

Teil 3: Neutronenmeßverfahren und -geräte für den Strahlenschutz: Kennzeichnende Eigenschaften

Teil 4: Verfahren zur Personendosimetrie mit Albedodosimetern

Folgende Norm dieser Reihe befindet sich zur Zeit in Vorbereitung: "Neutronendosimetrie, Verfahren zur Bestimmung der Energiedosis mit Ionisationskammern".

1 Anwendungsbereich

Diese Norm ist anzuwenden bei der Ermittlung der Personendosis durch Neutronenstrahlung nach dem Albedomeßverfahren mit Hilfe von Thermolumineszenzdetektoren (TL-Detektoren) im Neutronenenergiebereich von thermischen Neutronen bis 20 MeV. Zweck des Verfahrens ist es, die Einhaltung der in der Strahlenschutzverordnung festgelegten Dosisgrenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen zu überprüfen.

Diese Norm behandelt das Meßverfahren zur getrennten Bestimmung der Photonen- und Neutronenkomponente der Personendosis $H_p(10)$. Bei Einsatz des Albedodosimeters zur Messung der Personendosis von Neutronen- und Photonenstrahlung ist auch DIN 6818-6 anzuwenden.

Diese Norm gilt zusammen mit DIN 6802-1 und DIN 6802-2 sowie mit DIN 6818-6 für Orts- und Personendosimetrie bei Photonen- und Elektronenstrahlung im Bereich des Strahlenschutzes.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderungen oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikationen.

DIN 6802-1

Neutronendosimetrie, spezielle Begriffe und Benennungen

DIN 6802-2

Konversionsfaktoren zur Berechnung der Orts- und Personendosis aus der Neutronenfluenz und Korrektionsfaktoren für Strahlenschutzdosimeter

DIN 6814-3

Begriffe und Benennungen in der radiologischen Technik, Dosisgrößen und Dosisseinheiten

DIN 6818-6

Strahlenschutzdosimeter, Thermolumineszenzdosimetriesysteme, 12-1988

DIN 25483

Verfahren zur Umgebungsüberwachung mit integrierenden Festkörperdosimetern, 7-1987

[1] A. B. Gibson, E. Piesch

Neutron Monitoring for Radiological Protection, Technical Report Series No. 252, Intern. Atomic Energy Agency, Wien, S. 1-222, 1985

[2] E. Piesch, B. Burgkhardt

Erprobung eines Albedoneutronen-Dosimetriesystems: TLD-Kalibrier- und Meßverfahren, Neutronenkalibrierung, dosimetrische Eigenschaften, Routineanwendung, KfK-4303, 1988

[3] E. Piesch, B. Burgkhardt

Albedo Dosimetry System for Routine Personnel Monitoring, Radiat. Prot. Dosim., Vol. 23, S. 117-120, 1988

[4] B. W. Bauer, W. G. Alberts, M. Luszik-Bhadra, B. R. L. Siebert

Experimental Investigation into the Influence of Neutron Energy, Angle of Incidence and Phantom Shape on the Response of Individual Neutron Dosimeters: Detailed Analysis of Results for the Albedo Neutron Dosimeter in Use at the PTB. Bericht PTB-N-2, PTB Braunschweig, 1990

[5] B. Burgkhardt, E. Piesch

Field Calibration Technique for Albedo Neutron Dosimeters, Radiat. Prot. Dosim., Vol. 23, S. 121-126, 1988

[6] E. Piesch, B. Burgkhardt, M. Vilgis

Neubestimmung des Kalibrierfaktors von Albedoneutronendosimetern unter Berücksichtigung der Ergebnisse für Bestrahlungen am Plattenphantom, in W. Koelzer

(Redakt.) Jahresbericht 1992 der Hauptabteilung Sicherheit, KfK 5130, 1992

- [7] W. G. Alberts, H. Kluge
PTB Vergleichsmessungen an Personendosimetern für Neutronenstrahlung, Bericht PTB-N-15, PTB Braunschweig, 1993
- [8] B. Burgkhardt, M. Heinzlmann, E. Piesch, E. Viragh
Statistical Errors of Dose Estimation in Personnel Neutron Monitoring with Albedo Dosimeters, Nucl. Instr. Meth., Vol. 160, S. 533-540, 1979
- [9] B. Burgkhardt, E. Piesch
A Computer Assisted Evaluation Technique for Albedo Thermoluminescence Dosimeters, Radiat. Prot. Dosim., Vol. 2, S. 221-230, 1982
- [10] B. Burgkhardt, E. Piesch, G. Venkataraman
Study of the Phantom Distance Effect of Albedo Neutron Dosimeters, Radiat. Prot. Dosim., Vol. 3, S. 39-45, 1982
- [11] B. Burgkhardt, E. Piesch
Estimation of the Build-up of Zero Dose Reading in ${}^6\text{LiF}$ Thermoluminescence Dosimeters due to Neutron Produced Tritium, Radiat. Prot. Dosim., Vol. 2, S. 105-107, 1982

3 Definitionen und Formelzeichen

3.1 Definitionen

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1.1 Albedodosimeter

Ein Neutronen-Personendosimeter, welches zur Dosismessung die vom Körper des Trägers zurückgestreuten, bevorzugt thermischen und mittelschnellen Neutronen (Albedoneutronen) ausnutzt. Diese Norm beschränkt sich auf Albedodosimeter mit zwei Thermolumineszenz-Detektorpaaren, die sich in einer speziellen Albedodosimeterkapselung befinden und die neben den Albedoneutronen auch thermische Neutronen des äußeren Strahlungsfeldes getrennt registrieren. Zur Trennung des Photonenmeßwertanteiles ist jeweils ein Detektorpaar erforderlich, das Neutronen- und Photonenstrahlung (NG-Detektor) und Photonenstrahlung (G-Detektor) nachweist (siehe Bild 1). Das TL-Detektorpaar hinter dem Albedofenster (i-Position, Neutronenanzeige $M_n(i)$) wird als Albedodetektor, das Paar hinter dem Außenfenster (a-Position, Neutronenanzeige $M_n(a)$) als Felddetektor bezeichnet.

3.1.2 Thermolumineszenz (TL)

Die durch ionisierende Strahlung oder ultraviolettes Licht induzierte Eigenschaft bestimmter Substanzen, bei Erwärmung Licht im sichtbaren oder daran angrenzenden Spektralbereich auszusenden.

3.1.3 Thermolumineszenz-Material (TL-Material)

Ein Material, das die Eigenschaft der Thermolumineszenz besitzt.

3.1.4 Thermolumineszenz-Detektor (TL-Detektor)

Eine bestimmte Menge von TL-Material, unter Umständen in einem Behälter oder eingebettet in eine Matrix aus nichtlumineszierendem Material. Die Eigenschaften des TL-Detektors sind durch seine stoffliche Zusammensetzung, Masse und Form sowie durch Vorbestrahlung oder zusätzliche thermische Vorbehandlung bestimmt.

3.1.5 Thermolumineszenz-Detektorcharge

Eine Anzahl von TL-Detektoren gleichen Typs, die bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Exemplarstreuung erfüllen. Die Detektoren einer Charge müssen nicht aus dem gleichen Herstellungsvorgang stammen.

3.1.6 Thermolumineszenzdosimetrie-System (TLD-System)

Bestehend aus einer Anzahl von TL-Dosimetern gleichen Typs, einem TL-Anzeigergerät, d. h. einer Einrichtung zur Anregung und Messung des Lumineszenzlichtes, gegebenenfalls Zusatzgeräten, die für die Auswertung benötigt werden, sowie einer Gebrauchsanweisung zur Beschreibung des Auswerteverfahrens für das TLD-System und einer Vorschrift zur Kalibrierung des Dosimetriesystems.

3.1.7 Albedodosimeterkapselung

Eine thermische Neutronen absorbierende Umhüllung aus borhaltigem Material mit Fenstern, die insbesondere für thermische Neutronen durchlässig sind. Die beim Tragen dem Körper zugewandte Öffnung wird als Albedofenster, die dem Körper abgewandte als Außenfenster bezeichnet.

3.1.8 Albedofenster

Öffnung in der Albedodosimeterkapselung, die für Albedoneutronen durchlässig ist.

3.1.9 Außenfenster

Öffnung in der Albedodosimeterkapselung, die bevorzugt für thermische und mittelschnelle Neutronen aus dem Strahlungsfeld durchlässig ist.

3.1.10 Albedoneutronen

Neutronen, die nach elastischer Streuung an Wasserstoffkernen im Körper des Dosimeterträgers bevorzugt als thermische und mittelschnelle Neutronen aus der Körperoberfläche wieder austreten.

3.1.11 Albedodetektor

TL-Detektor im Albedodosimeter zum Nachweis von Albedoneutronen.

3.1.12 Felddetektor

TL-Detektor im Albedodosimeter zum Nachweis von thermischen Neutronen aus dem äußeren Strahlungsfeld.

3.1.13 Unkorrigierte Anzeige A

Die an der Skala des Anzeigergerätes abgelesene Anzeige, unter Umständen multipliziert mit einem Skalenfaktor.

3.1.14 Teilkorrigierte Anzeige M'

In der vorliegenden Norm die unkorrigierte Anzeige A nach Korrekturen der erfaßten systematischen Fehler (z. B. Voranzeige, Fading) mit Ausnahme des individuellen Ansprechvermögens des Detektors.

3.1.15 Korrigierte Anzeige M

Die teilkorrigierte Anzeige M' unter Berücksichtigung des individuellen Korrekturfaktors k_j .

3.1.16 Neutronenanzeige M_n

Die korrigierte Anzeige des neutronenempfindlichen TL-Detektors, vermindert um die korrigierte Anzeige des benachbarten, photonenempfindlichen TL-Detektors mit geringer Neutronenempfindlichkeit.

3.1.17 Meßwert des Albedodosimeters

Das Produkt aus der Neutronenanzeige $M_n(i)$ des Albedodetektors, dem Neutronenkalibrierfaktor N_{nr} unter Bezugsbedingungen und einem vom Strahlungsfeld abhängigen Korrekturfaktor k_n .

ANMERKUNG: Im folgenden ist die Neutronenäquivalentdosis H_{nr} (siehe 3.1.18) der konventionell richtige Wert der Personendosis $H_p(10)$ (E DIN 6814-3/A2) durch Neutronen (siehe DIN 6802-1).

3.1.18 Neutronenkalibrierfaktor N_{nr}

Der Quotient aus dem z. B. mit einem Referenzdosimeter ermittelten konventionell richtigen Wert der Neutronenäquivalentdosis H_{nr} und der Neutronenanzeige des Albedodetektors $M_n(i)$, beides bestimmt unter Bezugsbedingungen und für ein