

Strahlenschutzdosimeter

Thermolumineszenzdosimetrie-Systeme

DIN
6818
Teil 6

Radiation protection dosimeters; Thermoluminescence dosimetry systems

Aufgestellt vom Normenausschuß Radiologie im DIN Deutsches Institut für Normung e.V. in Arbeitsgemeinschaft mit der Deutschen Röntgengesellschaft.

Inhalt

	Seite		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	1	12 Datenausgabe und Datensicherung	8
2 Begriffe	1	13 Betriebssicherheit und Funktionsfehlererkennung ..	8
3 Meßprinzip	1	14 Kontrollmessung bei hohen Dosen	9
4 Aufbau und Bestandteile des TLD-Systems	1	15 Radioaktive Kontrollvorrichtung	9
5 Meßgrößen und Einheiten	2	16 Kennzeichnungen	9
6 Anzeige	2	17 Begleitpapiere	10
7 Meßbereiche	2	Anhang A Begriffe	11
8 Prüfbedingungen und Nenngebrauchsbereiche	2	Anhang B Strahlenqualitäten zur Prüfung von Personen- und Ortsdosimetern	14
9 Meßwertänderungen und Meßunsicherheiten	2	Zitierte Normen und andere Unterlagen	15
10 Anforderungen an Dosimeter	6	Weitere Normen und andere Unterlagen	15
11 Anforderungen an Anzeigegeräte	7		

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Norm gilt zusammen mit DIN 6818 Teil 1 für Thermolumineszenzdosimetrie-Systeme (TLD-Systeme) zur Messung der Personen- und Ortsdosis von Photonen- und Elektronenstrahlung im Bereich des Strahlenschutzes.

Spezielle Anforderungen für die Anwendung von Thermolumineszenzdosimetrie-Systemen in der Umgebungsdosimetrie werden in DIN 25483 behandelt.

2 Begriffe

Ein TLD-System im Sinne dieser Norm ist das aus Thermolumineszenz-Dosimetern, einer Thermolumineszenz-Meßeinrichtung zur manuellen oder automatischen Auswertung der Thermolumineszenz-Dosimeter und den Begleitpapieren bestehende System für die Orts- und Personendosimetrie von Photonen- und Elektronenstrahlung. Ein Thermolumineszenz-Dosimeter besteht aus einem oder mehreren Thermolumineszenz-Detektoren, die in einer Kassette lose untergebracht oder fest mit ihr verbunden sind, und dieser Kassette. Die Thermolumineszenz-Meßeinrichtung besteht aus dem Anzeigegerät und Zusatzgeräten.

Begleitpapiere sind die Beschreibung und die Gebrauchsanleitung des TLD-Systems sowie die Ergebnisse der Bauartprüfung.

Anmerkung: Weitere Begriffe sind im Anhang A aufgeführt.

3 Meßprinzip

Thermolumineszenz (TL) ist die durch ionisierende Strahlung oder ultraviolettes Licht induzierte Eigenschaft bestimmter, vorzugsweise kristalliner Substanzen, bei Erwärmung Licht im sichtbaren oder daran angrenzenden Spektralbereich auszusenden. Die emittierte Lichtenergie ist ein Maß für die Dosis und wird mit Hilfe eines optischen Wandlers (meist eines Photovervielfachers) gemessen. Die Zuordnung der Anzeige zur Meßgröße erfolgt durch Kalibrierung (siehe Abschnitt A.17).

mung Licht im sichtbaren oder daran angrenzenden Spektralbereich auszusenden. Die emittierte Lichtenergie ist ein Maß für die Dosis und wird mit Hilfe eines optischen Wandlers (meist eines Photovervielfachers) gemessen. Die Zuordnung der Anzeige zur Meßgröße erfolgt durch Kalibrierung (siehe Abschnitt A.17).

4 Aufbau und Bestandteile des TLD-Systems

4.1 Ein TLD-System muß mindestens folgende Komponenten enthalten:

- eine Anzahl von TL-Dosimetern gleichen Typs (siehe Abschnitt A.44),
- ein Anzeigegerät mit mindestens einer Einrichtung zur Anregung, Messung und Anzeige des Thermolumineszenzlichtes,
- Zusatzgeräte, soweit sie für die Auswertung, Kalibrierung oder Wiederverwendung von Dosimetern benötigt werden,

Anmerkung: Zusatzgeräte sind z. B. ein Ofen zur Wärmebehandlung, eine radioaktive Kontrollvorrichtung und, insbesondere bei automatischer Auswertung, Einrichtungen zur Ermittlung, Registrierung und Dokumentation der Meßdaten sowie zur Kontrolle und Aufzeichnung wichtiger Funktionsparameter.

- eine Beschreibung des Systems, eine Gebrauchsanleitung mit Beschreibung des Auswerteverfahrens und, soweit notwendig, eine Vorschrift zur Kalibrierung des Dosimetriesystems, sowie die Ergebnisse der Bauartprüfung.

Fortsetzung Seite 2 bis 15

Normenausschuß Radiologie (NAR) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.
Normenausschuß Kerntechnik (NKe) im DIN

Documents
Document Sharing Hub

4.2 Die Zuordnung der Komponenten eines TLD-Systems muß durch eine geeignete Kennzeichnung eindeutig sein.

5 Meßgrößen und Einheiten

Die Präzisierung der Meßgrößen für die Personen- und Ortsdosimetrie ist zur Zeit Gegenstand internationaler Beratungen. Bis das Ergebnis vorliegt, gelten die Festlegungen der Abschnitte 5.1 und 5.2.

5.1 Meßgröße für die Personen- und Ortsdosis durch Photonenstrahlung¹⁾ ist die Photonen-Äquivalentdosis H_X . Die Einheit der Photonen-Äquivalentdosis ist das Sievert (Sv); $1 \text{ Sv} = 1 \text{ J/kg}$.

Anmerkung: Personen- und Ortsdosimeter mit TL-Detektoren werden nach gegenwärtigem Stand frei in Luft zur Messung der Photonen-Äquivalentdosis kalibriert; die Festlegung neuer Kalibrierbedingungen wird zur Zeit vorbereitet.

5.2 Bei Elektronenstrahlung¹⁾ gilt als Personen- bzw. Ortsdosis der Meßwert eines Personen- bzw. Ortsdosimeters, das zur Messung der Energiedosis in Weichteilgewebe in einem halbumendlich ausgedehnten, weichteilgewebeäquivalenten Körper der Dichte 1 g/cm^3 in einer Tiefe von 0,07 mm kalibriert ist, multipliziert mit dem Faktor 1 Sv/Gy .

6 Anzeige

6.1 Allgemeines

6.1.1 Die Anzeige eines TLD-Systems muß in den gesetzlichen Einheiten der Meßgröße erfolgen; sie sollte sich auf die Benutzung der Einheiten Sv, mSv und μSv beschränken.

6.1.2 Die Anzeige muß mit einer elektronischen Anzeige in Ziffern, gegebenenfalls auch Buchstaben, erfolgen. Die Ziffernanzeige und die Kommastellung müssen klar und eindeutig sein. Die ordnungsgemäße Darstellung der Ziffern und Ziffernsegmente muß überprüfbar sein. Ersatzweise kann der Meßwert ausgedruckt werden.

6.1.3 Bei Geräten mit mehreren Meß- und Anzeigebereichen müssen die Bereiche mindestens aneinander anschließen; Umschaltungen von Anzeigebereichen müssen automatisch erfolgen.

Die Zuordnung der Anzeigebereiche und Skalen eines TLD-Systems muß durch eine geeignete Kennzeichnung eindeutig sein.

6.1.4 Der kleinste Ziffernschritt darf in allen Anzeigebereichen höchstens 2 % des in dem jeweiligen Anzeigebereich kleinsten Meßwertes betragen.

6.1.5 Im einfachsten Fall ist der Meßwert gleich der Anzeige; es kann aber auch erforderlich sein, zur Ermittlung des Meßwerts die Anzeigen anderer Messungen, z. B. die Anzeige des Dosimeters vor der Exposition oder bei der Kalibrierung, zu berücksichtigen (siehe Abschnitt A.2).

6.1.6 Wird aufgrund der Kenntnis der Expositionsbedingungen anstelle des Kalibrierfaktors für Photonenstrahlung (siehe Abschnitt 5.1) der Kalibrierfaktor für Elektronenstrahlung (siehe Abschnitt 5.2) verwendet, so ist dies mit dem Meßergebnis anzugeben.

6.2 Voranzeige

Der Betrag der vom Detektor sowie vom Nulleffekt des Anzeigegegerätes hervorgerufenen Anzeige unbestrahlter Dosimeter (Voranzeige) ist bei Bestimmung des Meßwerts zu berücksichtigen. Dies gilt insbesondere im Bereich von $H_{\min}$. Die Voranzeige kann als Mittelwert einer Charge (Chargenvoranzeige) oder für jeden Detektor einzeln ermittelt werden (siehe auch Abschnitt 10.4). Einzelheiten sind in der Gebrauchsanleitung geregelt.

telt werden (siehe auch Abschnitt 10.4). Einzelheiten sind in der Gebrauchsanleitung geregelt.

6.3 Selbstbestrahlung

Ein unvermeidbarer Anteil an natürlichen Radionukliden im TL-Material oder in den für die Herstellung der Dosimeter verwendeten Werkstoffen verursacht eine Selbstbestrahlung, die zu einer zusätzlichen Anzeige bei der Messung führen kann.

Die auf Selbstbestrahlung zurückführbare Dosis ist in der Regel nur für Umgebungsdosimeter von Bedeutung und kann experimentell bestimmt und korrigiert werden (siehe DIN 25 483/07.87, Abschnitt 4.5.2 und Tabelle 1). Dosimeter sollten so beschaffen sein, daß die Selbstbestrahlung möglichst gering oder vernachlässigbar ist (siehe auch Abschnitt 17.2.5).

Tabelle 1. **Mindest-Meßbereiche von Personen- und Ortsdosimetern für eine Überwachungsperiode von 1 Monat**

Anwendungsart	$H_{\min}$ mSv	$H_{\max}$ Sv
Ganzkörperdosimeter	0,4	10
Teilkörperdosimeter	2,0	50
Ortsdosimeter	0,04	1

7 Meßbereiche

Der Meßbereich eines TLD-Systems nach dieser Norm muß einen Mindest-Meßbereich umfassen. Der Mindest-Meßbereich hängt von der Dauer der jeweiligen Überwachungsperiode und der Anwendungsart ab. Für eine Überwachungsperiode von 1 Monat ergeben sich Mindest-Meßbereiche nach Tabelle 1.

Anmerkung: Wenn die Dauer der Überwachungsperiode von 1 Monat abweicht, ist $H_{\min}$ zeitproportional zu ändern.

8 Prüfbedingungen und Nenngebrauchsbereiche

8.1 Prüfbedingungen für Einflußgrößen

Für Kalibrierungen und für die Ermittlung von systematischen Anzeigeänderungen und Korrekturfaktoren gelten die Bezugswerte und Prüfwertebereiche für Einflußgrößen nach Tabelle 2. Während der Überprüfung der Anzeigeänderung durch Variation einer Einflußgröße innerhalb ihres Nenngebrauchsbereiches verbleiben alle übrigen Einflußgrößen innerhalb des für sie festgelegten Prüfwertebereiches, sofern nichts anderes bestimmt ist.

8.2 Nenngebrauchsbereiche für Einflußgrößen

Die vom Hersteller angegebenen Nenngebrauchsbereiche müssen für jede Einflußgröße die Mindest-Nenngebrauchsbereiche der Tabelle 4 voll umfassen. Die Nenngebrauchsbereiche müssen für den gesamten Meßbereich gelten.

9 Meßwertänderungen und Meßunsicherheiten

Die mit TLD-Systemen erzielten Meßwerte sind mit zufälligen und systematischen Meßunsicherheiten behaftet, die außer vom Betriebszustand des Dosimetriesystems während der Messung und vom Auswerteverfahren auch von der Kalibriertechnik, der Dosis, der Nullanzeige oder einer eventuellen Fremdbestrahlung während des Dosimetertransports abhängen (siehe DIN 25 483/07.87, Abschnitt 6.5).

¹⁾ Siehe DIN 6814 Teil 3

Tabelle 2. **Bezugswerte und Prüfwertebereiche**

Einflußgröße	Bezugswert	Prüfwertebereich
Temperatur	20 °C	19 bis 25 °C
Luftdruck	101,3 kPa	96 bis 106 kPa
relative Luftfeuchte	50 %	30 bis 70 %, $\rho_w \leq 10 \text{ g/m}^3$ ¹⁾
Strahlenenergie		
– Photonen	662 keV ²⁾ oder 48 keV ³⁾	Bezugswerte
– Elektronen	800 keV ⁴⁾	500 bis 1000 keV
Strahleneinfallsrichtung	Vorzugsrichtung	Vorzugsrichtung
Netzspannung	Nennwert	Nennwert ± 2 %
Netzfrequenz	Nennwert	Nennwert ± 1 Hz
Anlaufzeit	$\geq$ angegebener Wert	$\geq$ angegebener Wert
Elektrische und magnetische Störungen	ohne Störungen	vernachlässigbare Störungen

1) ρ_w Wasserdampfdichte in Luft, absolute Feuchte
2) Gammastrahlung von ¹³⁷Cs
3) Strahlenqualität A 60 (siehe Anhang B)
4) mittlere Energie der Betastrahlung einer (⁹⁰Sr + ⁹⁰Y)-Quelle am Meßort nach ISO 6980

Tabelle 3. **Grenzen der Meßwertänderungen durch Betriebskenngrößen unter Prüfbedingungen**

Kenngröße	Abweichungen in Prozent	siehe Abschnitt
Kurzzeitstabilität des Lichtmeßsystems	± 1 ¹⁾	9.1.2 und 11.1.5
Wiederholbarkeit mit gleichem Detektor	± 5 ²⁾	9.1.3
Exemplarstreuung bei einer Referenzdosis Variationskoeffizient im Meßbereich	$\pm 7,5$ ³⁾ ± 15 ⁴⁾	9.1.4
Linearitätsabweichung	± 15 ⁵⁾	9.1.5
Kurzzeitstabilität des Systems Langzeitstabilität des Systems	± 5 ⁶⁾ ± 10 ⁷⁾	9.1.6

1) Der Variationskoeffizient des angezeigten Wertes einer Referenzlichtquelle bei Wiederholbedingungen
2) Der Variationskoeffizient der Einzelmessung für einen beliebigen Detektor der Charge unter Wiederholbedingungen bei einer Referenzdosis nach Angabe des Herstellers (z. B. 10 mSv)
3) Der Variationskoeffizient der Einzelmessung innerhalb der Charge bei einer Referenzdosis nach Angabe des Herstellers (z. B. 10 mSv)
4) Der Variationskoeffizient der Einzelmessung für eine Stichprobe im Gesamtmeßbereich
5) Maximale relative Abweichung vom mittleren Ansprechvermögen im Meßbereich
6) Maximale relative Änderung des Ansprechvermögens des TLD-Systems im Verlauf eines Tages
7) Maximale relative Änderung des Ansprechvermögens des TLD-Systems im Verlauf eines Jahres

Abschnitt 9.1 enthält die Anforderungen an das TLD-System unter Prüfbedingungen, Abschnitt 9.2 die Anforderungen bei Variation der Einflußgrößen; Abschnitt 9.3 behandelt die Ermittlung der Gesamtmeßunsicherheit.

Angaben über die bei dem TLD-System auftretenden Anzeigeänderungen bei Änderung von Einflußgrößen sind den Ergebnissen der Bauartprüfung zu entnehmen (siehe Abschnitt 17.3).

9.1 Meßwertänderungen durch Betriebskenngrößen unter Prüfbedingungen

9.1.1 Allgemeines

In Tabelle 3 sind die tolerierten Grenzen der Meßwertänderungen von TLD-Systemen durch Betriebskenngrößen unter Prüfbedingungen zusammengestellt.

9.1.2 Kurzzeitstabilität des Lichtmeßsystems

Die Kurzzeitstabilität des TLD-Systems ist mit einer Referenzlichtquelle (siehe Abschnitt 11.1.6) zu überprüfen; dabei darf der Variationskoeffizient der Einzelmessung der Anzeigen, ermittelt unter Wiederholbedingungen (siehe Abschnitt A.52), den Wert 1 % nicht überschreiten.

9.1.3 Wiederholbarkeit

Bei Wiederholmessungen mit einem TLD-System darf der Variationskoeffizient der Anzeige, gemessen unter Wiederholbedingungen (Wiederholbarkeit, siehe Abschnitt A.52), bei einer Referenzdosis nach Angabe des Herstellers (z. B. 10 mSv) den Wert 5 % nicht übersteigen.

9.1.4 Exemplarstreuung

Jeder TL-Detektor weist ein durch die Fertigung bedingtes, vom Mittelwert einer Charge abweichendes Ansprechver-

mögen (siehe Abschnitt A.1) auf, das durch Kalibrierung bestimmt und durch einen Korrektionsfaktor berücksichtigt werden kann.

Der Variationskoeffizient des Ansprechvermögens, gemessen mit mindestens 10 Detektoren unter Prüfbedingungen, darf bei einer Referenzdosis nach Angabe des Herstellers (z. B. 10 mSv) den Wert 7,5%, im gesamten Meßbereich (siehe Abschnitt 7) den Wert 15% nicht überschreiten; dabei sind Anzeigekorrektoren nach Angabe des Herstellers zu berücksichtigen.

9.1.5 Linearitätsabweichung

Ist $R_{\max}$ der Maximalwert und $R_{\min}$ der Minimalwert des Ansprechvermögens im gesamten Meßbereich, mindestens jedoch bis 1 Sv unter Bezugsbedingungen, so gilt für Abweichungen L von der Linearität die Forderung

$$L = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max} + R_{\min}} \leq 0,15 \quad (1)$$

Werden verschiedene Dosimeter zur Ermittlung von R verwendet, so muß die Exemplarstreuung (siehe Abschnitt 9.1.4) durch Kalibrierung korrigiert werden.

Die Linearität ist durch Messung an mindestens fünf gleichmäßig verteilten Punkten für jeden Teilmeßbereich zu überprüfen.

Detektorbedingte Abweichungen des Ansprechvermögens von der Linearität oberhalb 1 Sv sind nach Angabe des Herstellers in der Gebrauchsanleitung zu korrigieren.

9.1.6 Kurz- und Langzeitstabilität

Ist $R_{\max}$ der Maximalwert und $R_{\min}$ der Minimalwert des mittleren, unter Bezugsbedingungen bestimmten Ansprechvermögens einer hinreichend großen Gruppe von Referenzdetektoren oder Referenzdosimetern bei einer vom Hersteller anzugebenden Referenzdosis, so gilt für die Kurz- und Langzeitstabilität die Forderung:

$$\frac{R_{\max} - R_{\min}}{R_{\max} + R_{\min}} \leq \begin{cases} 0,05 \text{ im Verlauf eines Tages} \\ 0,10 \text{ im Verlauf eines Jahres} \end{cases} \quad (2)$$

Zur Feststellung der Kurz- oder Langzeitstabilität sind Referenzdetektoren und -dosimeter zu verwenden, die unter Prüfbedingungen bestrahlt werden; zur Bestrahlung kann auch die radioaktive Kontrollvorrichtung benützt werden (siehe Abschnitt 15).

Die Häufigkeit der Überprüfung der Langzeitstabilität ist vom Hersteller anzugeben, gegebenenfalls in Abhängigkeit von der Anzahl der Auswertungen (siehe Abschnitt 4.1.4).

9.2 Meßwertänderungen durch Einflußgrößen innerhalb ihrer Nenngebrauchsbereiche

9.2.1 Allgemeines

Die vom Hersteller zur Bauartprüfung anzugebenden Nenngebrauchsbereiche der Einflußgrößen (z. B. Photonenenergie, Temperatur) müssen gleich oder größer als die in Tabelle 4 angegebenen und in den Abschnitten 9.2.2 bis 9.2.9 erläuterten Mindest-Nenngebrauchsbereiche sein.

Die Wirkung der Einflußgrößen auf das Meßergebnis wird einzeln untersucht. Eine Ausnahme davon machen die Einflußgrößen Photonenenergie und Strahleneinfallsrichtung bzw. Umgebungstemperatur und relative Feuchte, die kombiniert untersucht werden.

Abgesehen von der zu untersuchenden Einflußgröße bleiben bei der Prüfung die übrigen Einflußgrößen unverändert im Bereich der Prüfwerte (siehe Tabelle 2). Die durch die Variation einer Einflußgröße über ihren Nenngebrauchsbereich bewirkte größte relative Änderung des Ansprechvermögens, gegebenenfalls nach Korrektur der Meßwerte gemäß Gebrauchsanleitung, wird mit f bezeichnet.

Der Absolutbetrag von f darf innerhalb des vom Hersteller angegebenen Nenngebrauchsbereiches einer Einfluß-

größe (siehe Abschnitt 8.2 und Tabelle 4) höchstens den Wert $f_{\max}$ erreichen. Diese Forderung gilt auch für Nenngebrauchsbereiche, die den Mindest-Nenngebrauchsbereich überschreiten.

9.2.2 Photonenenergie

Tabelle 4 gibt drei Wahlmöglichkeiten für Mindest-Nenngebrauchsbereiche der Photonenenergie und die dazugehörigen Bezugswerte der Photonenenergie an. Der Hersteller kann auch andere Bezugswerte der Photonenenergie wählen; Voraussetzung ist, daß diese im jeweiligen Mindest-Nenngebrauchsbereich der Photonenenergie liegen.

Bei Ausdehnung des Nenngebrauchsbereichs in den Bereich 5 bis 10 keV muß das Ansprechvermögen in dem Bereich zwischen dem 0,5- und 2fachen seines Wertes bei 30 keV liegen. Der Wert des Ansprechvermögens in diesem Bereich wird bei der Ermittlung des f -Wertes nicht berücksichtigt.

Alle in diesen Anforderungen angegebenen Photonenenergien sind Nennwerte; für die Strahlenqualitäten gilt DIN 6818 Teil 1 (siehe Anhang B).

Ein TLD-System muß die Anforderungen für Photonenstrahlung oder für Elektronenstrahlung oder für beide Strahlenarten erfüllen. Es ist anzugeben, für welche Strahlenart $f_{\max}$ nicht eingehalten wird.

Die in Tabelle 4 für die Photonen- bzw. Elektronenenergien angegebenen $f_{\max}$ -Werte beziehen sich auf die kombinierte Variation von Energie- und Richtungsabhängigkeit.

9.2.3 Strahleneinfallsrichtung

Der Mindest-Nenngebrauchsbereich für die Strahleneinfallsrichtung umfaßt alle Richtungen in einem Kegel mit dem Öffnungswinkel 120° und mit der Vorzugsrichtung als Achse des Kegels. Die Vorzugsrichtung wird vom Hersteller festgelegt. Die Anforderungen bezüglich Strahleneinfallsrichtung gelten als erfüllt, wenn für alle Kegel mit einem Öffnungswinkel von 30°, die vollständig in dem zum Nenngebrauchsbereich gehörenden Kegel liegen, das mittlere Ansprechvermögen die Anforderungen erfüllt. Die höchstzulässige Änderung des Ansprechvermögens bei Änderung der Strahleneinfallsrichtung muß in dem Energiebereich, dessen untere Grenze um 20 keV höher liegt als die untere Grenze des Nenngebrauchsbereichs der Photonenenergie, eingehalten werden.

Bei Verwendung der Ortsdosimeter als Umgebungsdosimeter ist der Mindest-Nenngebrauchsbereich der Strahleneinfallsrichtung von 120° nicht ausreichend. In diesem Fall sind Ortsdosimeter mit einem dem Meßzweck entsprechenden Nenngebrauchsbereich des Strahleneinfalls zu verwenden (siehe DIN 25483).

Bei der Prüfung wird das Dosimeter nacheinander um zwei zur Achse des Strahlungsfeldes senkrecht stehende Achsen gedreht; in der Ausgangsstellung stimmt die Vorzugsrichtung des Dosimeters mit der Achse des Strahlungsfeldes überein.

9.2.4 Umgebungstemperatur und Luftfeuchte

Die in Tabelle 4 für die Temperatur angegebenen $f_{\max}$ -Werte beziehen sich auf die kombinierte Variation von Temperatur und Feuchte.

Personendosimeter werden den Einflußgrößen Temperatur und Feuchte 48 h, Ortsdosimeter 1 Woche lang ausgesetzt.

Die absolute Feuchte (Wasserdampfdichte) darf bei Personendosimetern 20 g/m³, bei Ortsdosimetern 30 g/m³ nicht überschreiten.

Ein durch Temperatur und Feuchte bedingtes Fading hängt vom Überwachungszeitraum ab. Der Hersteller muß die zur Minimierung erforderlichen Verfahren und Korrektionsfaktoren für die durch Fading bedingte Änderung des Ansprechvermögens unter Angabe der verwendeten Werte für Temperatur und Feuchte als Funktion der Einwirkungszeit benennen.

Tabelle 4. **Mindest-Nenngebrauchsbereiche, Bezugswerte und $f_{\max}$ -Werte von Einflußgrößen für Personendosimeter (PD) und Ortsdosimeter (OD)**

Einflußgröße	Mindest-Nenngebrauchsbereich	Bezugswert	$f_{\max}$ in %		siehe Abschnitt
			PD	OD	
Photonenenergie	45 bis 1300 keV	48 oder 662 keV	35	25	9.2.2
	15 bis 80 keV	48 keV	35	25	
	15 bis 1300 keV	48 oder 662 keV	35	25	
Elektronenenergie	200 bis 1000 keV	800 keV	1)	1)	9.2.2
Strahleneinfallrichtung	Öffnungswinkel des Kegels 120°	Vorzugsrichtung	2)	2)	9.2.3
	isotroper Strahleneinfall			20	9.2.3
Umgebungstemperatur	PD: 10 bis 40 °C	20 °C	20	20	9.2.4
	OD: -10 bis 50 °C				
relative Luftfeuchte	10 % bis 90 %	50 %	3)	3)	9.2.4
Licht	0 bis 1000 Wm ⁻²	0 Wm ⁻²	10 %	10 %	9.2.5
Mechanischer Schock	0 bis 4900 ms ⁻²	0 ms ⁻²	10 %	10 %	9.2.6
Lagerung in Wasser 4)	0 bis 24 h	0 h	10 %	10 %	9.2.7
1) Für Photonen- und Elektronenstrahlung kombiniert 2) In $f_{\max}$ -Werten für Photonen- und Elektronenenergie enthalten 3) In $f_{\max}$ -Werten für Umgebungstemperatur enthalten 4) Gilt nur für Teilkörperdosimeter					

9.2.5 Licht

Personendosimeter werden der Einflußgröße Licht 48 h, Ortsdosimeter 1 Woche lang ausgesetzt.

Die spektrale Energieverteilung des Lichts ist die Bestrahlungsstärkeverteilung nach [1] für einen Sonnenstand von 90°. Die Gesamtbestrahlungsstärke ist 1000 W/m²; der UV-Anteil ist 60 W/m².

9.2.6 Mechanischer Schock

Die Prüfung der Personen- und Ortsdosimeter erfolgt nach DIN 40 046 Teil 7. Stärkegrad des mechanischen Schocks: Halbsinus-Form, Schockbeschleunigung 4900 m/s² (500 g), Dauer des nominellen Schocks 1 ms.

9.2.7 Lagerung in Wasser

Die Dosimeter werden in der Verpackung, in der sie in der Praxis zum Einsatz kommen, 24 Stunden in Wasser bei einer Temperatur von 50 °C gelagert.

9.3 Meßunsicherheit

Die relative Meßunsicherheit (siehe DIN 1319 Teil 3) wird in dieser Norm kurz als Meßunsicherheit bezeichnet.

Vor Ermittlung der Meßunsicherheit sind bekannte systematische Komponenten der Meßunsicherheit zu korrigieren. Für die nichtkorrigierbaren systematischen Anzeigeänderungen sowie für die zugrunde gelegten Korrekturen ist für jede Einflußgröße ein Schätzwert als Meßunsicherheit zu ermitteln.

Mit einer für diese Norm ausreichenden Genauigkeit kann die Meßunsicherheit U_{92} unter Verwendung der zufälligen Komponenten der Meßunsicherheit berechnet werden nach

$$\pm U_{92} = \sqrt{\sum_{i=1}^r a_i^2 + 3 \cdot v^2} \quad (3)$$

Für Personendosimeter ist die Bedingung $U_{92} \leq 0,4$, für Ortsdosimeter die Bedingung $U_{92} \leq 0,3$ im gesamten Meßbereich zu erfüllen.

U_{92} ist die Gesamtmeßunsicherheit und dient als Schätzwert für die mögliche Abweichung eines Meßwertes M vom richtigen Wert der Meßgröße. Die Meßunsicherheit wird in dieser Norm als ein Intervall ($M - U_{92} \dots M + U_{92}$) um das Meßergebnis (Vertrauensbereich) angegeben, das den richtigen Wert mit einer Wahrscheinlichkeit (Vertrauensniveau) von etwa 92 % einschließt (siehe DIN 6817/10.84, Anhang B).

Mit a_i werden die systematischen Komponenten der Meßunsicherheit bezüglich der Einflußgrößen nach Abschnitt 9.2 und die durch Linearitätsabweichung hervorgerufene Komponente der Meßunsicherheit (siehe Abschnitt 9.1.5) bezeichnet; bei der Summenbildung sind die ermittelten a_i -Werte für die Einflußgrößen (siehe Tabelle 4 und Tabelle 5) anzuwenden. Für die Kombination der Einflußgrößen Photonenenergie und Strahleneinfallrichtung ist ein gemeinsamer a_i -Wert einzusetzen, desgleichen für die Kombination Umgebungstemperatur und Luftfeuchte.

Anmerkung: In der Praxis wird nicht die Gesamtheit der Einflußgrößen und deren Variationsbreite wirksam. Die tatsächliche Meßunsicherheit durch Einflußgrößen kann durch Einengung der Zahl und Variationsbreite von Einflußgrößen oder Anbringung von Korrekturen verringert werden.

v ist der Variationskoeffizient (relative empirische Standardabweichung) der Einzelmessungen für eine Stichprobe im gesamten Meßbereich (siehe Abschnitt 9.1).