



Die Fingerringdosimetrie

1 Eigenschaften des Fingerringdosimeters

Für die Überwachung der Teilkörperexposition gemäß StrlSchV § 41 Abs. 3 bzw. RöV § 35 Abs. 5 kann das Photonen-Fingerringdosimeter Typ HARSHAW TKD 2000 für reine Photonenstrahlenfelder und das Beta-Fingerringdosimeter Typ HARSHAW BTKD 2001 für gemischte Beta- und Photonenstrahlenfelder bzw. für reine Betastrahlenfelder eingesetzt werden. Das Fingerringdosimeter ist ein Thermolumineszenzdetektor (TLD) und misst die Strahlenexposition als Äquivalentdosis H_x bzw. als Oberflächen-Personendosis $H_p(0,07)$.

Das Fingerringdosimeter kann auch zur Überwachung der Augendosis und anderer Teilkörperexpositionen eingesetzt werden.

2 Nachweisgrenzen und Nenngebrauchsbereich

Der Photonen-Fingerring [s. Merkblatt zur Photonen-Fingerringdosimetrie]

Eine Dosis von 0,2 mSv als untere Grenze ist sicher nachweisbar und liegt damit deutlich unterhalb der gesetzlichen Forderung von 1 mSv. Die obere Messgrenze liegt bei 10 Sv. Die Reproduzierbarkeit im gesamten Messbereich ergibt einen Variationskoeffizienten $\nu < 4 \%$. Das Fingerringdosimeter misst die Strahlenexposition als Äquivalentdosis H_x .

Nenngebrauchsbereich der Dosimetersonde:		Messunsicherheit
Photonenenergie	10 keV bis 1400 keV	± 24 %
Strahleneinfallswinkel	0° bis ±60°	
Umgebungstemperatur	10° C bis 40° C	- 2 %

Das Dosimeter hat ein Fading von max. 10 % im Jahr. Das Fading spielt aber bei einer Tragezeit von 1 Monat keine Rolle.

Das Dosimeter besitzt eine PTB-Bauartzulassung (23.02/98.01).

Der Beta-Fingerring [s. Merkblatt zur Beta-Fingerringdosimetrie]

Eine Dosis von 0,2 mSv als untere Grenze ist sicher nachweisbar und liegt damit deutlich unterhalb der gesetzlichen Forderung von 1 mSv. Die obere Messgrenze liegt bei 10 Sv. Die Reproduzierbarkeit im gesamten Messbereich ergibt einen Variationskoeffizienten $\nu < 5 \%$. Das Fingerringdosimeter misst die Strahlenexposition als Oberflächen-Personendosis $H_p(0,07)$.

Nenngebrauchsbereich der Dosimetersonde:		Messunsicherheit
Elektronenenergie (Beta)	60 keV bis 2300 keV	± 23 %
Photonenenergie	15 keV bis 1400 keV	
Strahleneinfallswinkel	0° bis ±60°	
Umgebungstemperatur	10° C bis 40° C	- 8 %

Das Dosimeter hat ein Fading von max. 6 % im Jahr. Das Fading spielt aber bei einer Tragezeit von 1 Monat keine Rolle.

Das Dosimeter besitzt eine PTB-Bauartzulassung (23.52/03.01).

3 Aufbau des Fingerringdosimeters

Das Dosimeter besteht aus drei Teilen: dem Einweg-Ring (s. Abb. 1 rechts Nr. 1), dem Thermolumineszenzdetektor (s. Abb. 1 rechts Nr. 2) auf einem kreisförmigen Träger mit Barcode und einer Abdeckung als diskusförmige Linse (s. Abb. 1 rechts Nr. 3). Der Einweg-Ring besteht aus einem glasfaserverstärkten Kunststoff (Polypropylen) und ist für Finger mit einem Durchmesser von 14



bis 26 mm geeignet. Die Abdeckung ist innen geschwärzt (Flächengewicht: 42 mg/cm²) und besteht aus Polycarbonat.

Das dosimetrische Element ist eine runde TLD-Tablette aus LiF:Mg,Ti mit einem Durchmesser von 3 mm und einer Dicke von 0,38 mm. Neben dem Barcode ist die Dosimeternummer im Klartext angebracht, deren Lesbarkeit durch die Linse gewährleistet ist.



Abb. 1: Aufbau der Fingerringe:

links: konfektionierte Fingerringe für Photonen (schwarzes Innenteil der Linse) und Beta (silberfarbenes Innenteil der Linse);

rechts: Einzelteile eines Fingerrings, bestehend aus: 1: Einweg-Ring, 2: Thermolumineszenzdetektor, 3: Abdeckung



Abb. 2: manuelles Zusammensetzen von Fingerringen.

Der TL-Detektor wird zusammen mit der Abdeckung von der Personendosismessstelle manuell in den Einweg-Ring gepresst, so dass keine scharfen Kanten und Zwischenräume entstehen und somit keine Flüssigkeiten eindringen können.

Der TL-Detektor muss vor der Auswertung aus dem Einweg-Ring ausgedrückt werden. Dadurch werden der Einweg-Ring und die Abdeckung beschädigt und können somit nach der Auswertung nicht wieder verwendet werden.

Unterscheidung von Photonen- und Beta-Fingerringen

Endkonfektionierte Fingerringe, die als Photonen-Fingerring oder als Beta-Fingerring ausgegeben werden, unterscheiden sich äußerlich durch zwei Merkmale:

Beta-Fingerringe haben ein silberfarbenes Innenteil der Abdeckung und eine 5-stellige mit 8 beginnende Dosimeternummer.

Photonenfingerringe haben ein schwarzes Innenteil der Abdeckung.



4 Das Messverfahren

In Abb. 3 ist schematisch der Ablauf für die Thermolumineszenzdosimetrie dargestellt.

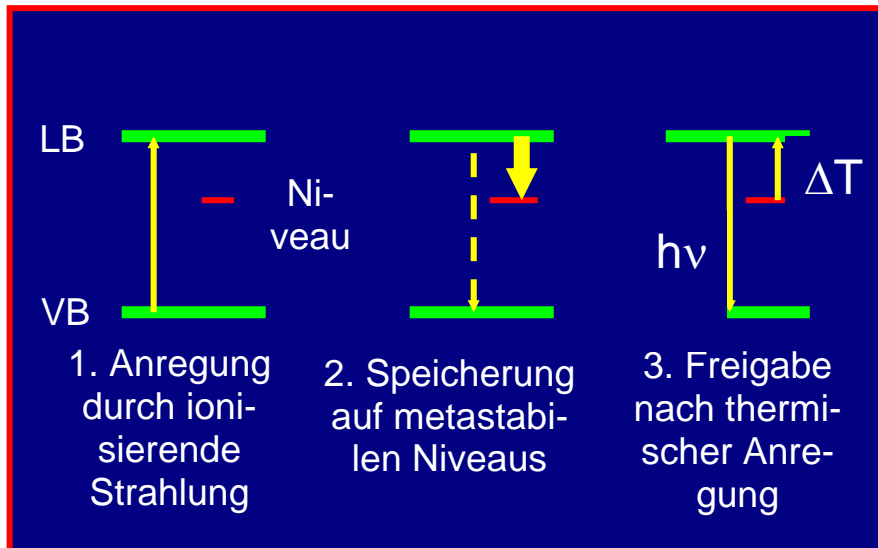
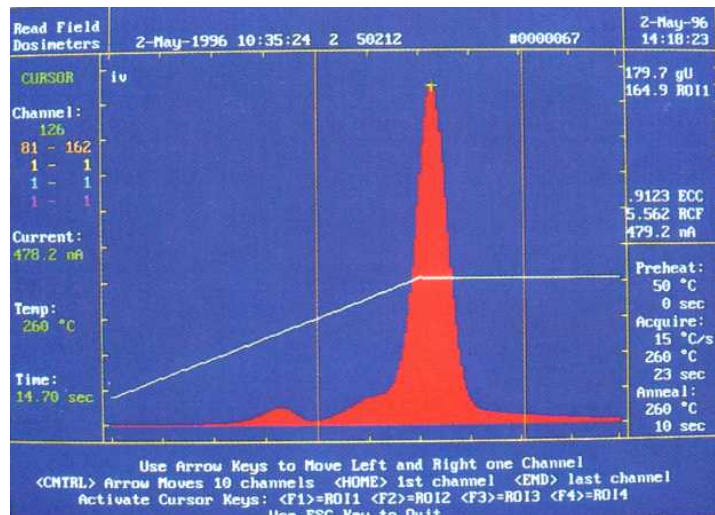


Abb. 3: Schematische Darstellung des Messverfahrens

Der Thermolumineszenzdetektor (TLD) absorbiert die einfallende ionisierende Strahlung in Form von Elektronen, die auf metastabilen Zwischenniveaus gespeichert werden. Die metastabilen Zwischenniveaus werden durch eine gezielte Dotierung bzw. durch Fehler im Kristallverband (Stufen, Sprünge u. ä.) erzeugt.

Durch eine thermische (thermo) Anregung des Kristalls werden die gespeicherten Elektronen wieder freigesetzt. Die Energie wird in Form von Licht (Lumineszenz) wieder abgegeben. Das Licht wird mit einem Photomultiplier gemessen. Dabei entsteht eine sogenannte Glühkurve, die in Abb. 4 dargestellt ist. Die Fläche unter der Glühkurve ist ein Maß für die Strahlendosis.

Abb. 4: Glühkurve und Temperaturverlauf bei der Auswertung eines TLD-Detektors



Das Zeit-Temperatur-Profil (TTP), das für jedes Detektormaterial spezifisch ist, gibt die Aufheizrate des Detektors und die maximal zulässige Temperatur an. Im Normalfall werden Temperaturen von > 250 °C benötigt.

Bei der Auswertung muss für jedes Detektorelement ein spezifischer Korrekturfaktor, der sogenannte Element-Korrekturfaktor (ECC), verwendet werden.

Für die erneute Nutzung des TL-Detektors muss dieser nochmals ausgewertet und zusätzlich ausgeheizt (regeneriert) werden. Das gilt auch, wenn die Dosimeter nicht benutzt wurden.

Daher müssen auch nicht benutzte Detektoren regelmäßig an die Messstelle zurückgeschickt werden.

Die auf den metastabilen Zwischenniveaus gespeicherten Elektronen wandern mit der Zeit wieder in den Grundzustand, so dass ein Verlust des Messsignals erfolgt (Fading).

Wiederverwendbarkeit

Der TL-Detektor kann prinzipiell unter Laborbedingungen bis zu 500 mal wieder verwendet werden.



Im realen Einsatz des TL-Detektors als Fingerringdosimeter treten jedoch zusätzliche Alterungseffekte durch diese Nutzung auf, die die Lebensdauer des TL-Detektors deutlich reduzieren. Aus den Erfahrungen der letzten 10 Jahre kann von einer Wiederverwendungsrate von ca. 50 mal ausgegangen werden. Für die regelmäßige monatliche Überwachung bedeutet dies eine Lebensdauer von 8 bis 10 Jahre. Danach sind die „alten“ TL-Detektoren durch neue zu ersetzen.

5 Nutzung des Fingerringdosimeters

Der Fingerring wird vom Anwender auf die richtige Größe eingestellt und kann bis auf eine evtl. notwendige Desinfektion/Sterilisation [s. Merkblatt: Empfehlungen zur Desinfektion bzw. Sterilisation von Fingerringdosimetern] ohne weitere Vorbereitungen getragen werden.

Das Dosimeter dient zur Ermittlung der Teilkörperdosis. Es sollte deshalb an einer für die Teilkörperdosis repräsentativen Stelle des Körpers getragen werden. Für die Hände wird dies in der Regel der Zeige-, Mittel- oder Ringfinger sein. Der Detektor sollte nach Möglichkeit immer zur Strahlenquelle weisen.

Das Dosimeter ist unter der Schutzkleidung (z. B. Gummihandschuhe) zu tragen.

6 Organisation der Fingerringdosimetrie

[s. Merkblatt zur Organisation der personendosimetrischen Überwachung]

6.1 Versand, Zuordnung und Ergebnis

Die Messstelle legt die Zuordnung des Fingerringdosimeters zu einer Person fest, die unbedingt einzuhalten ist. Die Zuordnung ist dem der Sendung beiliegendem Zuordnungsbogen zu entnehmen. Auf diesem Zuordnungsbogen sind alle Angaben zu einer Person bzgl. der Art und Nutzung von ionisierender Strahlung vermerkt. Diese Daten sind vom Strahlenschutzbeauftragten zu kontrollieren und durch seine Unterschrift zu bestätigen.

Zur besseren Übersicht werden die Einweg-Ringe in drei Farben verwendet. Dabei wird von Monat zu Monat die Farbe gewechselt.

Nach Beendigung des Überwachungszeitraums ist das Fingerringdosimeter vollständig zusammen mit dem unterschriebenen Zuordnungsbogen zurückzusenden. Nicht benutzte Fingerringdosimeter sind auf dem Zuordnungsbogen bitte zu markieren und ebenfalls der Sendung beizulegen.

Das Dosimeter ist bei Verschmutzung vor dem Versand zu reinigen.

Vor der Rücksendung an die Messstelle ist das Dosimeter auf radioaktive Kontaminationen [s. Merkblatt zur Kontaminationskontrolle] hin zu untersuchen. Wird eine Kontamination festgestellt oder besteht ein begründeter Verdacht, ist dies der Messstelle **vor** dem Versand mitzuteilen.

Spätestens 14 Tage nach Eingang der Fingerringdosimeter in der Messstelle liegt das Ergebnis der Auswertung vor. Die Ergebnismitteilung an den Betrieb erfolgt grundsätzlich mit der nächstfolgenden Dosimeterlieferung. Werden von der Messstelle Schwellwert- oder sogar Grenzwertüberschreitungen festgestellt, dann erfolgt eine gesonderte Mitteilung an den Betrieb, die zusätzlich auch an die für den Betrieb zuständige Aufsichtsbehörde geht.

Die Aufsichtsbehörde erhält von der Messstelle ebenfalls Informationen, wenn es wiederholt zu Unregelmäßigkeiten im Umgang mit den Fingerringdosimetern kommt.

Die Messstelle führt regelmäßig Recherchen zu fehlenden Dosimetern durch. Spätestens mit der Aufforderung der Messstelle die fehlenden Fingerringe zuzusenden bzw. die Messstelle über den Verbleib zu informieren muss der Betrieb reagieren. Andernfalls werden von der Messstelle die Fingerringdosimeter als nicht mehr auswertbar an die Aufsichtsbehörden und das Strahlenschutzregister gemeldet.



6.2 Gebühren

Für jede Person werden zwei Dosimeter benötigt, die durch Kauf [s. Gebührenordnung] bei der Messstelle zu beziehen sind [s. allgemeine Geschäftsbedingungen]. Ein Dosimeter wird von der Person getragen, während das andere zur gleichen Zeit in der Messstelle ausgewertet wird.

Das Nichtbenutzen von Fingerringdosimetern enthebt den Betrieb nicht von der Gebühr für die Auswertung, da wie unter Punkt 4 erläutert, dieselben Arbeitsschritte wie bei der Auswertung notwendig sind.

In der Messstelle findet eine Kontrolle der Fingerringe auf eine radioaktive Kontamination hin statt. Werden dabei Kontamination festgestellt, so muss die Messstelle die daraus entstehenden Kosten in Rechnung stellen. Außerdem erfolgt eine Benachrichtigung der Aufsichtsbehörde.

Ist der Detektor durch einen unsachgemäßen Gebrauch beschädigt worden, muss das Dosimeter durch den Kauf eines neuen ersetzt werden. Zum unsachgemäßen Gebrauch gehört z. B. auch die Verwendung von anderen als den empfohlenen Desinfektionsmaßnahmen. Dringt Flüssigkeit in das Dosimeter ein, können der Barcode und die Dosimeternummer beschädigt werden, wodurch das Dosimeter für einen weiteren Einsatz unbrauchbar wird.

Auch bei Einzeldosen von > 75 mSv im Falle des Photon-Fingerringes bzw. > 50 mSv im Falle des Beta-Fingerringes kann das Dosimeter nicht mehr innerhalb des Nenngebrauchsbereichs eingesetzt werden und ist dann durch den Kauf eines neuen Dosimeters zu ersetzen.

Fehlen Fingerringdosimeter über einen längeren Zeitraum bzw. werden von Ihnen als verloren gemeldet, so sind diese ggf. durch den Kauf eines neuen zu ersetzen. Wird durch ein fehlendes Fingerringdosimeter die Mindestzahl der von Ihnen benötigten Dosimeter unterschritten, stellen wir Ihnen zusätzliche Gebühren für die Leihstellung eines Ersatzfingerringdosimeters in Rechnung.

Nach ca. 10 Jahren ist die Lebensdauer des TL-Detektors erschöpft. Diese sind dann durch den Kauf von neuen TL-Detektoren zu ersetzen.

7 Behandlung des Dosimeters

Eine Erhitzung des Dosimeters über 80 °C führt zu einer Verminderung der Dosisanzeige und ist unbedingt zu vermeiden. Aus diesem Grunde ist eine Hitzesterilisation [s. Merkblatt: Empfehlungen zur Desinfektion bzw. Sterilisation von Fingerringdosimetern] des Dosimeters z. B. im Autoklaven nicht möglich.

Das Dosimeter kann problemlos mit Flüssigdesinfektionsmitteln [s. Merkblatt: Empfehlungen zur Desinfektion bzw. Sterilisation von Fingerringdosimetern] behandelt werden. Das Dosimeter ist bei Lagerung in Wasser bis zu 24 h flüssigkeitsdicht. Die Entscheidung über das anzuwendende Desinfektions-/Sterilisationsverfahren trifft der zuständige Hygieniker.

8 Weitere Angebote

Die Messstelle bietet auch andere TL-Dosimeter für Testzwecke an, die aufgrund ihres Aufbaues mechanisch flexibler sind und somit auch andere Messpositionen z. B. an den Fingerspitzen ermöglichen.

9 Kontaktperson

Bei Fragen zur Teilkörperdosimetrie wenden Sie sich bitte an Herrn Dr. Engelhardt (Tel. 030/6576-3125, engelhardt@LPS-Berlin.de).