

# Dosimetrische Überwachung

## 1. Überblick

Die dosimetrische Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen wird durch die von der zuständigen Behörde bestimmten amtlichen Personendosismessstellen durchgeführt. Sie haben die Aufgabe, mit Hilfe von Personendosimetern die Personendosis beruflich strahlenexponierter Personen zu bestimmen. Damit kann sowohl die Einhaltung von Grenzwerten als auch ein strahlenschutzgerechtes Verhalten bereits weit unterhalb von Grenzwerten kontrolliert werden. Ergebnisse der amtlichen Personendosimetrie sind neben der klinischen und arbeitsplatzanalytischen Bewertung anerkannte Grundlagen bei der Begutachtung von Krankheitsbildern infolge einer möglicherweise erfolgten beruflichen Strahlenexposition bei versicherungsrechtlichen Streitfällen.

Zu den Aufgaben der Personendosismessstelle gehören insbesondere:

- Termingerechte Versendung und Auswertung der amtlichen Dosimeter sowie Mitteilung der Ergebnisse
- Übermittlung von Personendaten und Dosiswerten an das zentrale Strahlenschutzregister des Bundesamtes für Strahlenschutz (BfS)
- Führung und ständige Aktualisierung der Datenbank mit den überwachten Institutionen und Personen sowie den ermittelten Dosiswerten (Dosispeicher)
- Information der zuständigen Landesbehörden z. B. bei Überschreitungen von DosisSchwellwerten und Nichtauswertbarkeit von Dosimetern
- Information der obersten Länderbehörden über die Strahlenschutzsituation im jeweiligen Bundesland durch die statistische Auswertung der ermittelten Personendosen
- Teilnahme an den jährlichen Vergleichsmessungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt Braunschweig (PTB) mit allen amtlichen Dosimetern

Der Zuständigkeitsbereich der Personendosismessstelle der LPS umfasst die Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Brandenburg, Sachsen und Thüringen. Gegenwärtig werden ca. 44.000 Personen regelmäßig mit Filmdosimetern überwacht. Ungefähr 3.700 Personen erhalten zusätzlich ein Fingerringdosimeter und etwa 700 ein Neutronendosimeter. Die Dosimeter werden in der Regel monatlich ausgewertet. Die Messstelle nimmt seit 1990 mit ihren Dosimetern erfolgreich an den jährlichen Vergleichsmessungen der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) teil und erfüllt die strahlenschutzrechtlichen Anforderungen an amtliche Messstellen.

## 2. Rechtsgrundlagen

Basis der Arbeit der amtlichen Personendosismessstellen der Bundesrepublik Deutschland ist § 12 Abs. 1 Satz 1 Nr. 4 des Atomgesetzes (AtG) mit der Verpflichtung zur Duldung von Messungen am Körper zur Bestimmung der Strahlendosen. Nach § 12c AtG werden im Strahlenschutz-Register die personendosimetrischen Daten aller deutschen Messstellen zur messstellenübergreifenden Bilanzierung und Langzeitspeicherung zusammengefasst.

In der Strahlenschutzverordnung (StrlSchV) bzw. der Röntgenverordnung (RöV) sind in den §§ 40 und 41 bzw. § 35 die wichtigsten Bestimmungen zur personendosimetrischen Überwachung festgelegt: Bei Personen, die sich in Kontrollbereichen aufhalten, ist die Körperdosis  $H_k$  zu ermitteln. Dazu wird die Personendosis  $H_p$  mit einem amtlichen Personendosimeter gemessen, das von der nach Landesrecht zuständigen Messstelle ausgegeben wird. Die Anzeige dieses Dosimeters gilt als Maß für die Körperdosis solange keine Grenz- oder Schwellwerte überschritten sind.

Bei festgestellter Überschreitung eines Dosis-Schwellwertes ist zu prüfen, ob eine Berechnung der Körperdosis unter Berücksichtigung der Expositions- und Tragebedingungen erforderlich ist.

Ist vorzusehen, dass die Organdosis (Teilkörperdosis) an den Extremitäten (z.B. an den Händen) 15 mSv im Monat überschreitet, ist auch diese durch ein zusätzliches Dosimeter zu bestimmen (z.B. Fingerringdosimeter). Der Überwachungszeitraum für alle amtlichen Personendosimeter beträgt einen Monat. Die zuständige Aufsichtsbehörde kann im Ausnahmefall eine Verlängerung gestatten.

Bei schwangeren Frauen ist die berufliche Strahlenexposition mit dem besonderen Grenzwert von 1 mSv arbeitswöchentlich zu ermitteln und mitzuteilen. Hierzu sind betriebliche Personendosimeter zu verwenden.

Einzelheiten der Arbeit der Messstellen sind in Richtlinien und Empfehlungen festgelegt:

Richtlinie über Anforderungen an Personendosimetersstellen nach StrlSchV und RöV vom 10.12.2001 (GMBI 2002, S.136)

Richtlinie für die physikalische Strahlenschutzkontrolle zur Ermittlung der Körperdosen, Teil 1: Ermittlung der Körperdosis bei äußerer Strahlenexposition vom 08.12.2003 (GMBI 2004, Nr. 22 vom 19. März 2004)

Empfehlungen der Strahlenschutzkommission: Anforderungen an Personendosimeter vom 24.02.2011 (Bundesanzeiger 2011, Nr. 135, S. 3140 - 3143)

### **Begriffsbestimmungen:**

#### **Körperdosis**

ist ein Sammelbegriff für Organdosis und effektive Dosis. Die Körperdosis für einen Bezugszeitraum (z.B. Kalenderjahr, Monat) ist die Summe aus der durch äußere Strahlenexposition während dieses Bezugszeitraums erhaltenen Dosis und der Folgedosis, die durch eine während dieses Bezugszeitraums stattfindende Aktivitätszufuhr bedingt ist.

#### **Personendosis**

ist eine Äquivalentdosis gemessen mit den Messgrößen Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$  oder Oberflächen-Personendosis  $H_p(0,07)$  an einer für die Strahlenexposition repräsentativen Stelle der Körperoberfläche.

#### **Personendosimeter**

dienen der Bestimmung der Personendosis zur Kontrolle der Exposition und Einhaltung von Grenzwerten der Körperdosis. Sie werden an einer für die Exposition repräsentativen Stelle der Körperoberfläche einer Person getragen. Je nach Art der Körperdosis (effektive Dosis, lokale Hautdosis, Organdosis für Hände, Unterarme, Füße und Knöchel bzw. der Augenlinse), dem daraus folgenden Messzweck (Bestimmung von Ganz- oder Teilkörperexposition) sowie der entsprechenden Messgröße sind unterschiedliche Arten von Dosimetern einzusetzen.

#### **Ganzkörperdosimeter**

liefern Messwerte der Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$ , dienen der Überwachung des Grenzwertes der effektiven Dosis (20 mSv pro Kalenderjahr) und werden am Rumpf getragen. Als Ganzkörperdosimeter können Film-, Albedo- oder OSL-Dosimeter eingesetzt werden.

#### **Teilkörperdosimeter**

liefern Messwerte der Oberflächen-Personendosis  $H_p(0,07)$ , dienen der Überwachung des Grenzwertes der lokale Hautdosis (500 mSv pro Kalenderjahr) und werden an dem zu überwachenden Körperteil getragen. Als Teilkörperdosimeter werden Fingerringdosimeter eingesetzt, die in anderer Bauform (Stirnband) auch zur Bestimmung der Organdosis der Augenlinse (Grenzwert 150 mSv pro Kalenderjahr) eingesetzt werden

können. Die Organdosis der Hände, Füße, Unterarme und Knöchel wird durch die Bestimmung der lokalen Hautdosis mit erfasst.

Die Bestimmung von  $H_p(0,07)$  mit einem Ganzkörperdosimeter ist nicht erforderlich, da der über den ganzen Körper gemittelte Beitrag der Hautdosis zur effektiven Dosis sehr gering ist und die lokale Hautdosis an der repräsentativen Stelle zu messen ist; dies ist nur in den seltensten Fällen der Rumpf.

### 3. Statistische Ergebnisse der Messstelle der LPS

2013 wurden von der Messstelle der LPS insgesamt 43.500 Personen in 2.700 Betrieben personendosimetrisch überwacht, davon 83% monatlich. *85% der überwachten Personen arbeiteten in der Medizin*, 5 % in der Industrie, 5 % in kerntechnischen Anlagen, 4 % in Forschungseinrichtungen und 2 % in anderen technischen Bereichen. Eine zusätzliche Teilkörperüberwachung erfolgte bei 3.500 Personen. Insgesamt wurden ca. 426.000 Filmdosimeter, 39.500 Teilkörperdosimeter und 4.400 Albedodosimeter versandt.

Die behördlich geforderte *statistische Auswertung der Überwachungsergebnisse* erlaubt Rückschlüsse auf die Verteilung der Zahl dosimetrisch überwachter Personen und deren Strahlenexposition nach Betriebskategorien und personenbezogenen Beschäftigungskategorien. Damit können Schwerpunkte der Strahlenexposition festgestellt werden. So erhalten z. B. Beschäftigte im *medizinischen Bereich* eine wesentlich geringere Strahlenexposition als der Durchschnitt aller überwachten Personen: Bei einem Personenanteil von 84 % betrug ihr Anteil an der *Kollektivdosis*<sup>1</sup> nur 48 %. Im Anhang sind weitere "Fakten zur Personendosimetrie" mit Angaben zu den personendosimetrisch überwachten Personen, deren Messergebnisse sowie Vergleichswerte typischer nichtberuflicher Strahlenexpositionen dargestellt.

### 4. Physikalisch - technische Beschreibung von Personendosimetern

Die unten beschriebenen Dosimeter werden als amtliche Dosimeter für die dosimetrische Überwachung beruflich strahlenexponierter Personen von der Messstelle der LPS ausgegeben. Bei Bedarf können sie auch zur Dosimetrie bei ähnlichen Aufgabenstellungen eingesetzt werden. In den Tabn. 1 und 2 im Anhang sind allgemeine und dosimetrische Eigenschaften von Personendosimetern zusammengefasst.

#### 4.1 Gleitschatten-Filmdosimeter

Das Filmdosimeter ist ein Ganzkörperdosimeter zur Messung der Tiefenpersonendosis  $H_p(10)$  von Photonenstrahlung. Es besteht aus der Gleitschattenkassette und dem Dosimeterfilm (s. Abb.1).

Diese Filmkassette enthält als wesentliche Bestandteile zwei stapelförmige Filterfelder aus Metall und Plastik, die durch ihre energieabhängige Strahlungsabsorption die Energieabhängigkeit der Schwärzung des Dosimeterfilmes hinreichend gut kompensieren. Die Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$  wird aus den Einzelmesswerten für harte Strahlung (hinter dem Metallfilter) und für weiche Strahlung (hinter dem Plastikfilter) nach Kalibrierung dieser Messwerte durch eine gewichtete Linearkombination beider Komponenten bestimmt. Die Filter dienen aufgrund ihrer Form auch als Kompensationsfilter bezüglich der Einfallrichtung der Strahlung bis zu  $\pm 60^\circ$ . Bei einer Energie von 662 keV (Cs-137) kann eine Tiefen-Personendosis ab 0,05 mSv nachgewiesen werden, bei den

---

<sup>1</sup>Die Kollektivdosis charakterisiert für eine definierte Personengruppe (Kollektiv) die summarische Strahlenexposition und stellt damit eine Relation zum stochastischen (zufälligen) Strahlenrisiko dieser Gruppe her. Sie ist die Summe aller registrierten Jahrespersonendosen oder das Produkt aus mittlerer Jahresdosis und Anzahl der Überwachten und wird in der Maßeinheit "Personen-Sievert" angegeben.

(niedrigeren) Röntgenenergien liegt die Nachweisgrenze noch deutlich darunter. Aus Gründen der Einheitlichkeit und unter der Berücksichtigung der möglichen Messabweichungen werden gerundete Dosisergebnisse ab 0,1 mSv angegeben.



Abb.1: Filmdosimeter mit Gleichschattenkassette

Der lichtdicht verpackte Dosimeterfilm, der zwei unterschiedlich empfindliche Filmplättchen enthält, wird ungeöffnet so in die Kassette eingelegt, dass die Beschriftung des Filmes aufrecht stehend durch den transparenten Kassettendeckel lesbar ist. Die Filmkassette wird an einer "repräsentativen Stelle der Körperoberfläche" mit einem Clip an der Kleidung befestigt und muss unbedingt mit der undurchsichtigen Rückseite zum Körper getragen werden. Bei Verwendung von Körperschutzmitteln (z.B. Bleigummi-schürzen) muss das Dosimeter darunter getragen werden. Beim Öffnen der Kassette ist darauf zu achten, dass die lichtdichte Filmverpackung nicht durch die Verwendung ungeeigneter "Werkzeuge" (Scheren, Pinzetten, Haarnadeln) beschädigt wird. Ein dadurch verursachter Lichteinfall hat ebenso wie eine Durchnässung des Dosimeterfilms (nicht in die Waschmaschine!) die Nichtauswertbarkeit des Dosimeters zur Folge.

## 4.2 OSL Dosimeter

Das OSL-Dosimeter (OSL = optisch stimulierte Lumineszenz) ist ein Festkörperdosimeter auf BeO-Basis. Der BeO-Detektor speichert reversibel die Dosisinformation, so dass das Dosimeter wiederverwendet werden kann. Das OSL-Dosimeter wird mittels Anregung durch Licht ausgewertet, so dass es nur in geblisterter Form als amtliches Dosimeter in Deutschland eingesetzt werden darf (s. Abb. 2).

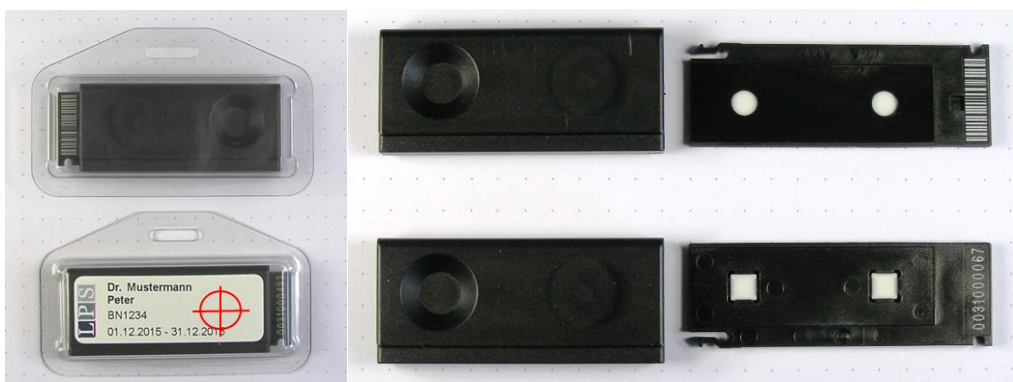


Abb. 2: OSL-Dosimeter, links das eingeblisterte Dosimeter, rechts das geöffnete Dosimeter mit den beiden BeO-Detektoren

Durch die optische Anregung wird nicht die gesamte Dosisinformation abgerufen, so dass der Dosiswert wiederholt gemessen werden kann.

Das OSL-Dosimeter hat einen Detektor für die Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$  und einen für die Oberflächen-Personendosis  $H_p(0,07)$  wobei letzterer nicht in Deutschland benötigt wird.

### 4.3 Neutronendosimeter

Für die Bestimmung der Ganzkörper-Personendosis in gemischten Neutronen- und Photonenstrahlenfeldern werden Albedodosimeter mit Detektoren eingesetzt, die auf dem Prinzip der Thermolumineszenz (TL) basieren (s. Abb. 3). TL-Detektoren sind die gebräuchlichsten Festkörperdetektoren. Sie bestehen aus Isolator-Kristallen, in denen bei Exposition mit ionisierender Strahlung ein Teil der absorbierten Energie gespeichert wird. Dabei werden Elektronen aus dem Grundzustand auf höhere Energieniveaus angehoben und an Haftstellen im Kristall festgehalten. Durch Zufuhr von Wärme wird diese gespeicherte Energie als sichtbares Licht freigesetzt und ist durch teilweise Umwandlung in elektrischen Strom wie bei PL-Detektoren ein Maß für die absorbierte Dosis ionisierender Strahlung.



Abb. 3: Albedodosimeter

Bei der Anwendung von Albedodosimetern sind die ausführlichen Gebrauchshinweise im entsprechenden Merkblatt zu beachten.

### 4.4 Elektronische Personendosimeter

Elektronische Personendosimeter (weiterhin EPD genannt) werden als Ganzkörperdosimeter zur Messung der Tiefen-Personendosis  $H_p(10)$  eingesetzt und sind je nach Bauart zur Messung von Photonen- und Neutronenstrahlung geeignet. Einige Typen zeigen auch die Oberflächen-Personendosis  $H_p(0,07)$  für Photonen/Beta-Strahlung an.

EPD sind je nach Aufgabenbereich als aktive Dosimeter mit Halbleiter-Detektoren, Gaszählern oder Szintillatoren ausgestattet oder enthalten als passive Dosimeter Halbleiter-Speicherbausteine. Sie können eine Dosisleistung und/oder die über einen bestimmten Zeitraum integrierte Dosis unmittelbar (direktanzeigend, aktiv) oder nur über ein separates Lesegerät (direktauslesbar, passiv) anzeigen.

EPD werden in Deutschland bisher ausschließlich als zusätzliche Personendosimeter betrieblich. Zur wöchentlichen Überwachung des besonderen Grenzwertes der Dosis

von 1 mSv vom Zeitpunkt der Mitteilung der Schwangerschaft bis zu ihrem Ende können EPD bei den Messstellen ausgeliehen werden.

EPD müssen alle zwei Jahre geeicht oder halbjährlich mit einer zugelassenen Kontrollvorrichtung überprüft werden. Zur Messung von Photonenstrahlung benötigen sie eine Bauartzulassung der PTB.

Aufgrund des Messprinzips der EPD können diese in gepulsten Strahlungsfeldern falsche Messwerte liefern. Daher ist deren Einsatz in gepulsten Strahlungsfeldern durch das Bundesministerium für Umwelt (BMU) grundsätzlich untersagt worden. Untersuchungen haben gezeigt, dass das EPD Typ Mk2 bei Anwendung persönlicher Strahlungsschutzmittel und korrekter Trageweise unterhalb z. B. einer Bleigummischürze im Streustrahlenfeld gepulster Strahlenquellen einen unverfälschten Messwert anzeigt. Die Verantwortung über den Einsatz eines elektronischen Dosimeters an einem konkreten Arbeitsplatz liegt grundsätzlich beim jeweils zuständigen Strahlenschutzbeauftragten und der Aufsichtsbehörde.

#### 4.5 Teilkörperdosimeter

Als Teilkörperdosimeter werden vorzugsweise Fingerringdosimeter mit TL-Detektoren eingesetzt, die *zusätzlich* zu den Ganzkörperdosimetern getragen werden. Für Photonen- und Betastrahlung werden unterschiedliche Ausführungen angeboten.

Die Teilkörperdosimeter der Messstellen der LPS und des Materialprüfungsamtes (MPA) Nordrhein-Westfalen bestehen aus einem größenverstellbaren Einweg-Plastikring aus Polypropylen mit einem gekapselten TL-Detektor aus LiF in Tablettenform. Der Detektor befindet sich auf einem kreisförmigen Träger mit der Dosimeternummer in Klarschrift und als Barcode (Abb. 5). Das Fingerringdosimeter wird im medizinischen Bereich *stets unter dem OP-Handschuh* getragen. Es kann mit allen üblichen Desinfektionsmittel-Lösungen und anderen Verfahren behandelt werden (s. Anhang). TL-Fingerringdosimeter dürfen nicht über 80 °C erhitzt werden, da in diesem Fall der Messwert teilweise oder vollständig gelöscht wird! In Tab. 3 im Anhang sind Vorschläge für eine zusätzliche Überwachung mit einem amtlichen Teilkörperdosimeter (Fingerringdosimeter) bei häufig vorkommenden Anwendungen aufgelistet.

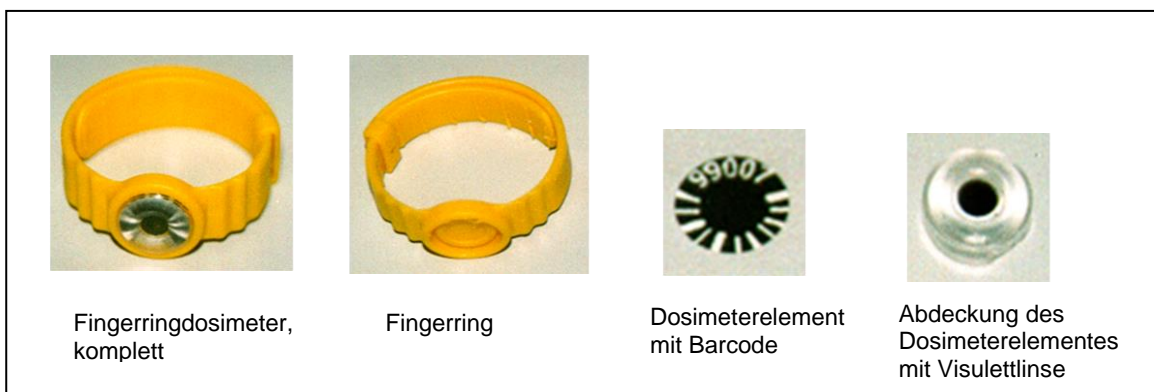


Abb. 4: Fingerringdosimeter der LPS und des MPA



Abb. 5: Teilkörperdosimeter zur Überwachung der Augenlinse

In abgewandelter Bauform (s. Abb. 5) können diese Teilkörperdosimeter auch zur Überwachung des Grenzwertes der Augenlinse eingesetzt werden.

## 5. Organisation der personendosimetrischen Überwachung

### 5.1 Allgemeiner Ablauf

- Festlegung des zu überwachenden Personenkreises: (Pflicht für Personen mit Zutritt zu Kontrollbereichen und Empfehlung für Personen in Überwachungsbereichen, bei denen eine effektive Dosis von mehr als 1 mSv im Kalenderjahr auftreten kann), bei Unklarheiten und Streitfällen entscheidet die Aufsichtsbehörde
- Feststellung der von der zuständigen Behörde bestimmten Messstelle nach Tab. 6 im Anhang
- Anmeldung der zu überwachenden Personen entsprechend 5.2
- Zusendung der Dosimeter mit einem "Zuordnungsbogen" durch die Messstelle (Zuordnung der Dosimeter-Nr. zur Person und weitere Angaben zur Person, der verwendeten Strahlenarten und zur Institution)
- Tragen der Dosimeter und Rücksendung nach festgelegter Tragedauer an die Messstelle (im Normalfall ein Monat)
- Auswertung der Dosimeter in der Messstelle innerhalb von 14 Tagen nach Dosimetereingang (Normalfall) oder entsprechend anderer Fristen nach Tab. 4 und Übermittlung der Ergebnisse auf einem "Ergebnisbogen".

### 5.2 Änderungen, An- und Abmeldung

Eine Änderungsmeldung kann nur berücksichtigt werden, wenn sie 15 Tage vor Beginn des Überwachungszeitraumes in der Messstelle vorliegt.

Institutionen, die noch nicht in der Personendosismessstelle registriert sind, teilen mit ihrer genauen Anschrift schriftlich die gewünschte Art und Anzahl der jeweilig benötigten Dosimeter mit. Einige Messstellen, auch die der LPS, erbitten dazu bereits bei der Anmeldung Angaben zu den Personen, dem Überwachungsgrund (StrlSchV, RöV oder beide VO) und den verwendeten Strahlenquellen. Dazu können Anmeldeformulare angefordert oder von der Homepage der LPS ([www.LPS-Berlin.de](http://www.LPS-Berlin.de)) heruntergeladen werden.

Die erhobenen Angaben und die Ergebnisse der personendosimetrischen Überwachung (Personendosen) unterliegen dem Datenschutz und werden vertraulich behandelt. Entsprechend § 12c(1) Atomgesetz (AtG) werden die "erhobenen Daten über die Strahlenexposition beruflich strahlenexponierter Personen zum Zweck der Überwachung von Dosisgrenzwerten und der Beachtung der Strahlenschutzgrundsätze in einem beim Bundesamt für Strahlenschutz eingerichteten Strahlenschutzregister erfasst." Nach § 12c (2) AtG dürfen "zu den vorgenannten Zwecken ... aus dem Register im jeweils erforderlichen Umfang Auskünfte an die ... zuständigen Aufsichtsbehörden sowie an die Stellen und Personen erteilt werden, die für Vorsorge- und Überwachungsmaßnahmen zum Schutz beruflich strahlenexponierter Personen verantwortlich sind" (z.B. die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung). Auskünfte an Andere werden nur mit schriftlicher Zustimmung der/des Betroffenen erteilt und sind gebührenpflichtig.

Sollen Personen in bereits registrierten Institutionen neu angemeldet werden, muss für jede Person ein Anmeldeformular ausgefüllt werden, das die Personendosismessstelle zur Verfügung stellt. Sollen Personen abgemeldet werden, müssen auf dem *Zuordnungsbogen*, der jeder Dosimeterlieferung beiliegt, die Angaben zur Person vollständig gestrichen werden.

Jeder von der Messstelle personendosimetrisch überwachten Person wird intern eine *Identifikationsnummer oder -kennzahl* zugeordnet. Diese Nummer ist personengebunden und bleibt auch bei einem Wechsel der Person in eine andere Institution inner-

halb des Zuständigkeitsbereiches der Messstelle erhalten. Diese Identifikationsnummer dient der eindeutigen Personenzuordnung und ist besonders bei wiederholter Anmeldung einer bereits früher überwachten Person für eine vollständige Dosisbilanzierung erforderlich.

### 5.3 Dosimeterversand

Jeder Lieferung von Dosimetern liegt ein *Zuordnungsbogen* bei. Er enthält Angaben zur Institution, allgemeine Informationen zur aktuellen Lieferung sowie eine Dosimeterliste mit den Angaben zu den überwachten Personen und die von der Messstelle vorgenommene Zuordnung zwischen den Dosimeternummern und Personendaten. Diese Zuordnung muss unbedingt eingehalten werden. Stellen sich im Nachhinein Abweichungen zur vorgegebenen Zuordnung heraus, müssen diese bei Rücksendung deutlich kenntlich gemacht werden. Durch die Unterschrift des Strahlenschutzbeauftragten werden die Richtigkeit der Zuordnung und evtl. Änderungen bestätigt.

Dosimeter dürfen wegen der monatlich wechselnden Kalibrierung zur Ergebnisfeststellung nur im ausgewiesenen Überwachungszeitraum getragen werden!

Der monatliche Überwachungszeitraum aller überwachten Personen der Messstelle der LPS beginnt zeitlich versetzt in vier Zyklen am 1., 8., 15. oder 22. des Überwachungsmonats und ist für den Zeitpunkt des Dosimeterwechsels zu beachten. Bei der filmdosimetrischen Überwachung ist aus der Nummerierung der LPS-Filmdosimeter eindeutig der Überwachungsmonat zu erkennen: So ist der Film mit der Nummer **20911111** für 2012 im **09.** Monat (September) vorgesehen.

Die Rücksendung der Dosimeter muss sofort nach Ablauf des Überwachungszeitraumes erfolgen. Im Falle einer verspäteten Zusendung der nächsten Dosimeterlieferung sind die Dosimeter über den normalen Wechselzeitpunkt hinaus bis zum Eintreffen der Lieferung weiter zu tragen. Der nach Filmnummern geordneten Rücksendung der Dosimeter muss der evtl. korrigierte bzw. ergänzte vollständige Zuordnungsbogen beigelegt werden. Nicht benutzte Dosimeter sind eindeutig zu kennzeichnen.

### 5.4 Mitteilung und Registrierung der Ergebnisse

Nach Eintreffen der Dosimeterrücksendung beginnen der Auswerteprozess und die evtl. erforderliche Korrektur der Betriebs- und Personendaten in der Messstelle.

Innerhalb von 14 Tagen müssen die Messergebnisse in der Messstelle zur Verfügung stehen. Im Normalfall werden die Ergebnisse der Auswertung mit der übernächsten Dosimeterlieferung auf einem *Ergebnisbogen* schriftlich zugestellt. Die Personendosis wird gerundet für Ganzkörperdosimeter ab 0,1 mSv und für Teilkörperdosimeter ab 1 mSv angegeben.

Die Messstellen übermitteln die gemessenen Personendosen mit den zugehörigen Daten zur Person, der Institution und der zuständigen Aufsichtsbehörde binnen Monatsfrist an das Strahlenschutzregister beim Bundesamt für Strahlenschutz.

Die Ergebnisse der Dosisbestimmung sowie die ausgewerteten Original-Dosimeterfilme und die Zwischenergebnisse anderer Dosimeterauswertungen müssen in der Messstelle 5 Jahre lang aufbewahrt werden. Im Strahlenschutzregister werden die Lebensdosen bis 100 Jahre nach Geburt der überwachten Person registriert. Der Einsender der Dosimeter muss die ihm zugesandten Werte solange aufbewahren, bis die überwachte Person das 75. Lebensjahr vollendet hat oder hätte, mindestens jedoch 30 Jahre nach Beendigung der jeweiligen Beschäftigung. Bei Arbeitsplatzwechsel der überwachten Person sind dem neuen Arbeitgeber die registrierten Ergebnisse mitzuteilen. Bei Beendigung der Überwachung müssen sie an eine durch die zuständige Aufsichtsbehörde benannte Stelle übergeben werden.

Bei einer Überschreitung von Überprüfungsschwellen nach Tab. 5 im Anhang wird das Ergebnis auf dem Ergebnisbogen besonders gekennzeichnet.



Ein Dosimeter kann durch falsche Handhabung, Verlust oder andere Fehler nicht auswertbar sein. Hauptursachen für eine Nichtauswertbarkeit von z. B. Filmdosimetern sind Lichteinfall durch Verletzung der Filmverpackung meist bei unsachgemäßem Öffnen der Filmkassette sowie Durchnässung des Films durch Waschen der Berufsbekleidung zusammen mit dem Dosimeterfilm.

### 5.5 Informationspflichten an die Aufsichtsbehörde

Die Messstelle muss die zuständige Aufsichtsbehörde gemäß der Richtlinie über Anforderungen an Personendosismessstellen benachrichtigen, wenn

- die Personendosis Überprüfungsschwellen nach Tab. 5 überschreitet,
- das Personendosimeter nicht auswertbar war,
- auf dem Filmdosimeter aufgrund des Schwärzungsmusters
  - a) eine rückwärtige Bestrahlung erkannt wurde und die Personendosis größer als der halbe Wert der Überprüfungsschwelle ist oder
  - b) eine Kontamination erkannt wurde und kein Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen angegeben war.
- das Dosimeter ohne Erklärung nicht zurückgeschickt wurde

Die Aufsichtsbehörde kann bei einer Nichtauswertbarkeit von Dosimetern wegen unterbliebener oder fehlerhafter Messung nach bestimmten Kriterien eine kostenpflichtige *Ersatzdosis* festlegen, die der Messstelle mitgeteilt und in die Datenbank eingetragen wird.

Weiterhin kann eine Verlängerung des Tragezeitraumes nur durch die zuständige Aufsichtsbehörde genehmigt werden.

### 5.6 Gebühren für Leistungen der Messstellen

Die Personendosismessstellen in Deutschland sind unabhängig. Sie erheben für ihre Leistungen Gebühren und setzen für Dosimetermaterialien Preise fest, die sich an den Selbstkosten orientieren. Genaue Angaben über Gebühren und Preise sind von den Messstellen in den Gebührenordnungen der Allgemeinen Geschäftsbedingungen festgelegt. Bei der LPS betragen die Gebühren für die amtliche personendosimetrische Überwachung monatlich 4,20 € für ein Filmdosimeter, 5,10 (Photonen) bzw. 7,10 € (Beta) für ein TL-Fingerringdosimeter und 7,50 (nur Neutronen) bzw. 10,00 € (Neutronen und Photonen) für ein Albedodosimeter. Eine Gleitschattenkassette für das Filmdosimeter wird einmalig benötigt und kostet 10,00 €. Alle anderen Dosimeter werden leihweise gegen eine monatliche Gebühr zur Verfügung gestellt (Stand: 1. Juli 2012).

## Anlage

Tab. 1: Allgemeine Eigenschaften eines Personendosimeters

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| <i>Abhängigkeit des Messwertes:</i> |   |
| Strahlenart                         | ja  |
| Energie                             | ja Film extrem (Faktor 30)<br>TLD weniger (Faktor 1,5)                              |
| Einfallsrichtung                    | stark   |
| Dosisleistung                       | nein  |
| Lagerungszeit                       | ja, wegen Kalibrierung u.a. Eigenschaften   |
| äußere Einwirkungen                 | ja Film: Lichteinfall, Druck, Nässe + Wärme<br>TLD: UV-Licht, Wärme, Bruch, Schmutz |
| <i>andere Eigenschaften:</i>        |   |
| netzunabhängig                      | ja  |
| geringe Größe u. Masse              | ja, mit Einschränkungen   |
| keine Behinderung                   | abhängig vom Arbeitsverfahren   |
| preiswert                           | abhängig vom Typ (Selbstkosten)   |

Tab. 2: Dosimeter und ihre Einsatzgebiete

| Dosimeter               | Einsatz             | Strahlung               | Energie (keV)                      | Dosis (mSv)   |
|-------------------------|---------------------|-------------------------|------------------------------------|---------------|
| Kassette mit Film       | Ganzkörper          | Photonen                | 15 - 1.400                         | 0,1 - 1.000   |
| OSL-Dosimeter           | Ganzkörper          | Photonen                | 12 - 7.000                         | 0,05 - 50.000 |
| Albedo-kassette mit TLD | Ganzkörper          | Neutronen +<br>Photonen | th. - 5.000 (n)<br>30 - 7.000 (ph) | 0,1 - 20.000  |
| Elektron. Dosimeter EPD | Ganzkörper          | Photonen                | 16 - 7.000                         | 0,01 - 10.000 |
| Fingerring mit TLD      | Teilkörper (Finger) | Photonen                | 12 - 1.400                         | 0,3 - 50.000  |
|                         |                     | Elektronen ( $\beta$ )  | $E_{\text{mitt}} > 50$             | 0,3 - 50.000  |

TLD - Thermolumineszenzdosimeter, PLD – Photolumineszenzdosimeter, OSL- optisch stimulierte Lumineszenz

Mindest-Messbereiche für die Personendosis: Ganzkörper 0,1 bis 1.000 mSv  
Teilkörper 1 bis 10.000 mSv

Zulässige Messabweichungen um den "wahren Wert":

$\pm 100\%$  (an der unteren Dosisgrenze)  
+ 67% / -29% (bei  $H_p(10) > 10$  mSv bzw.  $H_p(0,07) > 100$  mSv)

Tab. 3: Vorschläge für zusätzliche Überwachungsverfahren mit amtlichen Teilkörperdosimetern (Fingerring-Dosimetern) bei häufig vorkommenden Anwendungen radioaktiver Stoffe und ionisierender Strahlung.  
Quelle: Anhang zur "Richtlinie zur physikalischen Strahlenschutzkontrolle"

| Anwendungen in der Medizin   | Photo | Beta |
|--|-------|------|
| Röntgendurchleuchtungen (auch Aufnahmen) an einem mobilen C-Bogengerät z. B. im OP: Operateur, Untersucher, Assistent                    | x     |      |
| Spezialuntersuchungen mit Aufnahmen und/oder Durchleuchtungen (z. B. Angiographien, interventionelle Radiologie): Untersucher, Assistent | x     |      |
| Tiermedizinische Röntgenuntersuchungen: haltende Personen im Beruf   | x     |      |
| Intrakavitäre/interstitielle manuelle Brachytherapie (z. B. Ir-192, I-125 und Au-198 Seeds)  | x     |      |
| Strahlentherapie mit offenen Beta-Strahlern (z. B. Y-90, P-32, Re-186/188)   |       | x    |
| Endovaskuläre Therapie mit umschlossenen Beta- und Gamma-Strahlern   | (x)   | (x)  |
| Kontakttherapie mit umschlossenen Beta-Strahlern (z. B. Sr-90, Ru-106)   |       | (x)  |
| Therapie mit I-131   | (x)   |      |
| in-vivo-Diagnostik (z. B. Tc-99m, I-123)   | (x)   |      |
| in-vivo-Diagnostik mit PET   |       | (x)  |
| Therapie mit Beta-Strahlern (z. B. P-32, Y-90)   |       | (x)  |
| Erprobung, Wartung, Instandsetzung von Elektronenbeschleunigern u.a.   |       | (x)  |

| Anwendungen in Forschung und Technik   | Photo | Beta |
|--|-------|------|
| Feinstrukturgeräte mit offenem Strahlengang bei Justierarbeiten  | x     |      |
| Prüfungs-, Erprobungs-, Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten an Röntgen-einrichtungen und Störstrahlern bei Aufenthalt im Kontrollbereich | (x)   |      |
| Herstellung, Wartung von Mess- und Regelanlagen und Ionisationsrauchmeldern  | (x)   | (x)  |
| Chemische, radiochemische und biochemische Forschung und Verfahrenstechnik   |       | (x)  |
| Normalbetrieb von Anlagen zur Brennelementherstellung  | (x)   |      |
| Arbeiten zur Wartung, Instandsetzung, Revision und Stilllegung kerntechnischer Anlagen   |       | (x)  |

Photo = Fingerring-Dosimeter für Photonenstrahlung,  
Beta = Fingerring-Dosimeter für gemischte Beta-/Photonenstrahlung  
x: Messung erforderlich,  
( ): Messung in Abhängigkeit von den konkreten Expositionsbedingungen erforderlich

Tab. 4: Verfügbarkeit der Ergebnisse in Tagen

| Art der Auswertung              | Tage            |
|---------------------------------|-----------------|
| Routineauswertung               | 14 Kalendertage |
| Eilauswertung in Ausnahmefällen | 1 Arbeitstag    |
| PTB-Vergleichsmessungen         | 1 Kalendertag   |

Tab. 5: Überprüfungsschwellen

| Dosimeterart                               | Schwelle |
|--|----------|
| Ganzkörperdosimeter (Film, OSL, Neutronen) | 2 mSv    |
| Extremitätendosimeter (Fingerring-TLD)     | 50 mSv   |

Tab. 6: Amtliche Personendosismessstellen und ihre Zuständigkeitsbereiche

| Messstelle  | Zuständigkeitsbereiche  |
|---|---|
| <b>Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umwelt</b><br><a href="http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/strahlenmessstelle">http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/strahlenmessstelle</a><br>Strahlenmessstelle<br>Rubensstraße 111, 12157 Berlin<br><a href="mailto:pdmb@senstadt.Berlin.de">pdmb@senstadt.Berlin.de</a><br>Tel. (030) 90166-410 (Sekretariat), -413, -415, -416, Fax -444<br>Frau Dr. Günther (Leiterin) Tel. -424   | Berlin  |
| <b>Landesanstalt für Personendosimetrie und Strahlenschutz Ausbildung (LPS), Personendosismessstelle</b><br><a href="http://www.LPS-Berlin.de">http://www.LPS-Berlin.de</a><br>Frau Dr. Schlagner (Geschäftsführerin)<br><a href="mailto:schlagner@LPS-Berlin.de">schlagner@LPS-Berlin.de</a><br>Köpenicker Str. 325, Haus 41, 12555 Berlin<br>Tel. (030) 6576-3104, Fax 6576-3120<br>Herr Dr. Engelhardt<br>(Leiter sowie Ringdosimeter, Radon, EPD, QMS) Tel. -3125<br><a href="mailto:engelhardt@LPS-Berlin.de">engelhardt@LPS-Berlin.de</a><br>Herr Petrasch (EDV, Stv. Leiter) Tel. -3129<br><a href="mailto:petrasch@LPS-Berlin.de">petrasch@LPS-Berlin.de</a><br>Frau Warbein-Brzezniak (Ltd. TA) Tel. -3127<br><a href="mailto:warbein@LPS-Berlin.de">warbein@LPS-Berlin.de</a><br>Frau Eichelberger (Film- und Albedodosimeter) Tel. -3123<br><a href="mailto:eichelberger@LPS-Berlin.de">eichelberger@LPS-Berlin.de</a> | Mecklenburg-Vorpommern<br>Sachsen-Anhalt<br>Brandenburg<br>Sachsen<br>Thüringen |
| <b>Materialprüfungsamt (MPA) Nordrhein-Westfalen, Personendosismessstelle</b><br><a href="http://www.mpanrw.de/dosimetriede">http://www.mpanrw.de/dosimetriede</a><br>Marsbruchstr. 186, Postfach 410307, 44285 Dortmund<br>Tel. (0231) 4502-518 Fax 4502-576<br>Herr Dr. Busch (Leiter) Tel. -517<br><a href="mailto:busch@mpanrw.de">busch@mpanrw.de</a><br>Herr Dr. Jordan Tel. -552<br><a href="mailto:jordan@mpanrw.de">jordan@mpanrw.de</a>   | Nordrhein-Westfalen<br>Rheinland-Pfalz<br>Niedersachsen<br>Saarland<br>Bremen   |
| <b>Helmholtz Zentrum München, Auswertungsstelle</b><br><a href="http://www.helmholtz-muenchen.de/awst">http://www.helmholtz-muenchen.de/awst</a><br>Otto-Hahn-Ring 6, 81739 München (Post: 81739 München)<br>Tel. 01802 220 777 oder (089) 3187-2220, Fax 3187-3328<br><a href="mailto:awst-service@helmholtz-muenchen.de">awst-service@helmholtz-muenchen.de</a><br>Herr Figel (Leiter) Tel. -2902<br><a href="mailto:figel@helmholtz-muenchen.de">figel@helmholtz-muenchen.de</a> ,<br>Herr Dr. Haninger Tel. -3128<br><a href="mailto:haninger@helmholtz-muenchen.de">haninger@helmholtz-muenchen.de</a>   | Bayern<br>Baden-Württemberg<br>Hessen<br>Schleswig-Holstein<br>Hamburg          |

**Fakten zur Personendosimetrie in Deutschland (Stand Juni 2013)**

Überwachte Personen (gerundet)

|                           | Deutschland |         |         | Bereich LPS |        |        |
|---------------------------|-------------|---------|---------|-------------|--------|--------|
|                           | 2010        | 2011    | 2012    | 2011        | 2012   | 2013   |
| Gesamt                    | 340.700     | 348.900 | 351.800 | 42.500      | 43.500 | 43.900 |
| Änderung zum Vorjahr in % | +2          | +2      | +0,8    | +2          | +2     | +0,9   |
| Medizin                   | 263.900     | 272.600 | 278.298 | 35.700      | 36.700 | 37.200 |
| Anteil an Gesamt in %     | 77          | 78      | 79      | 84          | 84     | 85     |
| Exponierte Personen       | 60.300      | 66.400  | 53.396  | 5.500       | 5.700  | 5.900  |
| Anteil an Gesamt in %     | 18          | 19      | 15      | 13          | 13     | 13     |

Messergebnisse (gerundet)

|  | Deutschland |      |      | Bereich der LPS |      |      |
|--|-------------|------|------|-----------------|------|------|
|  | 2010        | 2011 | 2012 | 2011            | 2012 | 2013 |
| Kollektivdosis (P.-Sv)                 | 40,1        | 38,3 | 27,8 | 4,1             | 3,3  | 3,6  |
| Mittl. P.-Dosis/a (mSv)                | 0,12        | 0,11 | 0,08 | 0,10            | 0,08 | 0,08 |
| Mittl. P.-Dosis/a der exp. Pers. (mSv) | 0,66        | 0,58 | 0,52 | 0,74            | 0,59 | 0,61 |
| P.-Dosis > 20 mSv/a                    | 3           | 8    | 2    | 0               | 0    | 0    |

Vergleichswerte

|  |             |
|--|-------------|
| Typische Dosis Thorax-Röntgenuntersuchung (2 Aufnahmen)                    | bis 0,1 mSv |
| Zivilisatorische Strahlenexposition in D pro Jahr ( $\cong$ durch Medizin) | ca. 1,8 mSv |
| Natürliche Strahlenexposition in D pro Jahr ( $\cong$ 1/2 durch Radon)     | ca. 2,1 mSv |

## **Empfehlungen zur Desinfektion bzw. Sterilisation von Fingerringdosimetern**

### **1. Allgemeines**

Es kann kein einheitliches Verfahren für die Desinfektion bzw. Sterilisation der Fingerringdosimeter vorgegeben werden. Eine ausreichende Wirkung mit der Reduktion der Bakterienzahl um den Faktor  $10^5$  kann durch eine geeignete Kombination von Konzentration und Einwirkzeit erreicht werden. So erzielt man z. B. eine etwa vergleichbare Wirkung bei einer 15-minütigen Behandlung mit einer 5%igen Lösung und einer 1-stündigen Behandlung mit einer 2%igen Lösung. Im Allgemeinen reicht ein Desinfektionsverfahren aus, bei dem gewährleistet ist, dass Hepatitis-B-Viren abgetötet werden.

Das Dosimeter kann problemlos mit Flüssigdesinfektionsmitteln behandelt werden. Es empfiehlt sich, den Dosimeterring vor dem Einlegen in die Desinfektionslösung auseinander zuziehen, so dass die Lasche für die Größeneinstellung von der Flüssigkeit gut durchspült werden kann.

Die unten aufgeführten Desinfektions- und Sterilisationsverfahren sind 1998 von Frau Univ.-Prof. Dr. Martiny (Technische Hygiene der Freien Universität Berlin) empfohlen worden. Eine Erhitzung des Dosimeters über  $80\text{ °C}$  führt zu einer Verminderung der Dosisanzeige und ist unbedingt zu vermeiden. Aus diesem Grunde ist eine Hitzesterilisation des Dosimeters z. B. im Autoklaven nicht möglich.

Die letzte Entscheidung über das anzuwendende Desinfektions- bzw. Sterilisationsverfahren trifft der zuständige Hygieniker.

### **2. Desinfektionsverfahren**

**2.1 Formaldehydhaltige Flüssigdesinfektionsmittel:** Diese Mittel werden vorzugsweise empfohlen. Formaldehyd ist allerdings ein Kontaktallergen und daher nicht für jede Person geeignet.

**2.2 Peressigsäure:** Wegen möglicher chemischer Reaktionen mit dem Plastik-Ringkörper kann Peressigsäure als Alternative zu Formaldehyd gegenwärtig nicht empfohlen werden.

**2.3 Phenolhaltige Mittel:** Diese bieten gegenüber formaldehyd- und peressigsäurehaltigen Mitteln nur ein eingeschränktes Wirkungsspektrum.

**2.3 Spülen nach jeder Desinfektion:** Nach jeder Behandlung mit Flüssigdesinfektionsmitteln sind die Dosimeter mit keimfreiem Wasser zu spülen. Der zuständige Hygieniker sollte hinzugezogen werden, da die Wasserqualität durch mögliche Besiedlung der Ausläufe mit "Krankenhausbakterien" kontaminiert sein könnte. Nur *destilliertes* Wasser bietet keine Gewähr für Keimfreiheit. Nicht geklärt ist der Einfluss von evtl. Kalkrückständen durch das Spülen. Am besten geeignet ist steriles destilliertes Wasser.

**2.4 Vorgehensweise:** Das Ringdosimeter wird in einen Behälter mit Instrumentendesinfektionsmittel luftblasenfrei eingelegt. Nach Ablauf der Einwirkzeit wird das Ringdosimeter entnommen und gründlich abgespült. Nach der chirurgischen Händedesinfektion wird das Ringdosimeter angelegt. Anschließend erfolgt das Anlegen der sterilen Handschuhe.

### **3. Sterilisationsverfahren**

Vor jeder Sterilisation ist eine Desinfektionsbehandlung nach Pkt. 2 erforderlich.

**3.1 Formaldehyd:** Bei Notwendigkeit wird eine Sterilisation mit Formaldehyd empfohlen (Vorteile siehe unter 2.1). Hierbei erfolgt keine Sterilisation von geschlossenen Hohlräumen. Die Temperaturbeständigkeit der Dosimeter erlaubt die Anwendung derartiger Geräte, die mit Temperaturen bis  $70\text{ °C}$  arbeiten. Nach Beendigung der Formaldehyd-Sterilisation sind aufgrund der üblichen abschließenden Wasserdampfspülung mit 60 % Feuchtegehalt bei gleicher Prozesstemperatur keine Materialreste auf dem Sterilisationsgut nachzuweisen.

**3.2 Ethylenoxid:** Ethylenoxid gilt als kanzerogen. Der MAK-Wert wurde auf 0,1 ppm reduziert.

**3.3 Plasmasterilisation:** Hier wird  $\text{H}_2\text{O}_2$  durch Plasmaentladungen ionisiert und in sterilisierend wirksame Radikale aufgespalten. Der Prozess läuft etwa 1 Stunde bei ca.  $40\text{ °C}$  ab. Dieses Verfahren stellt prinzipiell eine Alternative für alle anderen dar, da die Umweltbelastung deutlich geringer ist. Ein Test der Verträglichkeit dieses Prinzips mit dem Detektormaterial der bisher verwendeten Fingerringdosimeter ergab keinen Einfluss auf die Dosisbestimmung.