



Empfehlungen zur Verwendung von aktiven Personendosimetern

1. Präambel

Gemäss Artikel 42 der Strahlenschutzverordnung (StSV) betreffend die Dosimetrie von beruflich strahlenexponierten Personen kann die Aufsichtsbehörde verlangen, "dass ein zweites, unabhängiges Dosimetriesystem, welches eine zusätzliche Funktion erfüllt, eingesetzt wird". Nach Artikel 13 der Dosimetrieverordnung kann die Aufsichtsbehörde anordnen, dass:

- in zeitlich oder räumlich inhomogenen Strahlenfeldern ein akustisches Warngerät für die Dosisleistung benutzt wird;
- zur Optimierung von Arbeiten hinsichtlich Strahlenschutz ein Dosimeter mit direkter Anzeige eingesetzt wird.

Dieses Dokument gibt Empfehlungen über die Verwendung von aktiven Personendosimetern für Photonen, auch elektronische Dosimeter (APD = active personal dosimeter) genannt, welche in den verschiedenen Bereichen (Kernanlagen, Industrie und Medizin) in Ergänzung zu den passiven Dosimetern eingesetzt werden sollten.

2. Definition

Nachfolgend werden die beiden möglichen Verwendungszwecke eines aktiven Personendosimeters aufgezeigt, welche einzeln oder in Kombination auftreten:

Das zu **Optimierzwecken** eingesetzte aktive Personendosimeter hat eine direkte Anzeige der akkumulierten Dosis und unter Umständen der Dosisleistung sowie entsprechende akustische Warnfunktionen. Dadurch kann das strahlenexponierte Personal im Einsatz sensibilisiert werden und es hat die Möglichkeit, seine Strahlenexposition zu reduzieren. Die unmittelbare Anzeige der akkumulierten Dosis einzelner Personen erlaubt es, die individuelle Strahlenexposition während des arbeitsbedingten Aufenthalts im Strahlenfeld zu analysieren und zu optimieren (Umsetzung des Optimierungsprinzips). Diesem Zweck dienen auch akustische Dosisleistungswarngeräte, die eingesetzt werden, wenn die Arbeit ein häufiges Ablesen des Dosimeters nicht zulässt.

Das zur **Alarmierung** eingesetzte aktive Personendosimeter registriert die Überschreitung einer definierten Alarmschwelle für die Dosis und/oder Dosisleistung und warnt den Träger (Umsetzung des Begrenzungsprinzips).

3. Aktuelle Situation

Im Bereich der Kernkraftwerke ist das Tragen eines aktiven Personendosimeters von der Aufsichtsbehörde vorgeschrieben (ENSI-Richtlinie B09) [1].

Im industriellen Sektor gilt gemäss Artikel 63 StSV folgende Vorschrift: "Werden nichtmedizinische Anlagen oder Bestrahlungseinheiten für die Grobstrukturanalyse von Materialien ohne feste Abschirmung oder ausserhalb von Bestrahlungsräumen betrieben, so muss das Bedienungspersonal zusätzlich zum persönlichen Dosimeter ein mit einer Warnvorrichtung versehenes Strahlenmessgerät zur Verfügung haben". Ein aktives Personendosimeter mit Alarmfunktion ist dafür geeignet.

Im medizinischen Sektor ist ein aktives Personendosimeter mit Alarmfunktion gemäss Artikel 10 der Verordnung über den Umgang mit geschlossenen radioaktiven Strahlenquellen in der Medizin für Personen obligatorisch, die sich in Räumen mit Gamma-Bestrahlungsanlagen oder Afterloading-Anlagen aufhalten, wenn der Raum nicht mit einer anlageunabhängigen Raumüberwachung für die Ortsdosis-

leistung ausgerüstet ist. Zur Verwendung von aktiven Personendosimetern zu Optimierungszwecken in der Radiologie (Fluoroskopie) und in der Nuklearmedizin existieren keine Richtlinien.

4. Empfehlungen

Der Einsatz aktiver Personendosimeter dient den folgenden Zielsetzungen:

- strahlenexponierte Personen sollen in Echtzeit über die Dosis, die sie während einer Tätigkeit erhalten, informiert und für eine potentielle Verringerung dieser Dosis sensibilisiert werden;
- das Verhalten der exponierten Personen soll optimiert werden, mit dem Ziel die Individual- und die Kollektivdosen zu senken;
- eine unmittelbare Expositionskontrolle der Personen im Strahlenfeld soll sichergestellt werden;
- Massnahmen beim Erreichen oder Überschreiten von Alarmschwellen sollen ermöglicht werden.

4.1. Wahl des Dosimeters

Vom METAS liegen keine metrologischen Anforderungen für aktive Personendosimeter und zu ihrer Überprüfung vor. Es wird jedoch empfohlen, Systeme zu verwenden, die der IEC-Norm 61526 [2] entsprechen. Zudem müssen die aktiven Personendosimeter an das Strahlungsfeld, dem die überwachten Personen ausgesetzt sind, angepasst werden. Mit vielen Instrumenten lassen sich beispielsweise Photonen im Niedrigenergiebereich (unter 50 keV) nicht korrekt messen und viele Geräte liefern keine Daten für gepulste Photonenfelder [3-5]. Diese beiden Eigenschaften, die für einige medizinische Apparatetypen (Fluoroskopiegeräte) charakteristisch sind, werden gemäss IEC-Norm 61526 nicht getestet. *Im Rahmen des Projekts ORAMED werden demnächst revidierte Empfehlungen für den Einsatz von aktiven Personendosimetern in solchen Feldern erarbeitet, und die IEC-Norm 61526 wird in Kürze diesbezüglich revidiert.*

4.2. Alarmschwellen

Die Alarmschwellen für die Dosis und die Dosisleistung eines aktiven Personendosimeters müssen einstellbar sein. Zugang zu diesen Einstellungen sollten lediglich die dafür ermächtigten Personen haben (zum Beispiel Strahlenschutz-Experten). Ein Abschalten des Alarms darf nicht durch einfache Schalthandlungen möglich sein.

Das aktive Personendosimeter mit Alarmfunktion muss ein hörbares Signal aussenden, wenn die Dosisleistung den Wert DL_{Alarm} (in mSv/h) erreicht oder übersteigt oder wenn die Gesamtdosis den Wert D_{Alarm} (in mSv) erreicht oder übersteigt. Grundsätzlich sollte die Strategie für das Festlegen der Alarmschwellen folgende sein:

D_{Alarm} = ein Bruchteil f des effektiven Jahresgrenzwertes von 20 mSv oder der jährlichen Dosisbeschränkung eines Betriebs (< 20 mSv), mit $f \geq 2$.

DL_{Alarm} = D_{Alarm}/T_{max} ; T_{max} steht für die maximal erforderliche Zeit (in Stunden), um sich weit genug von der Zone mit erhöhter Dosisleistung zu entfernen oder die kontrollierte Zone zu verlassen. Dabei soll eine Dosisleistung von 100 mSv/h nicht überschritten werden.

Das Konzept für die Festlegung der Alarmschwellen D_{Alarm} und DL_{Alarm} soll mit der Aufsichtsbehörde abgestimmt und vom Betreiber nachvollziehbar umgesetzt werden.

Beispiel: Im Bereich der Kernanlagen ist der Wert von D_{Alarm} auf 5 mSv festgelegt, eine Interventionschwelle bei der Hälfte der werksinternen Dosisbeschränkung von 10 mSv pro Jahr für die überwiegende Mehrheit des beruflich strahlenexponierten Personals. Der Wert von DL_{Alarm} ist auf 100 mSv/h festgelegt, so dass eine Exposition von 3 Minuten, d.h. $T_{max}=0.05$ Stunden, in einem Strahlenfeld, das knapp über 100 mSv/h liegt, eine Dosis von 5 mSv ergibt.

4.3. Alarmierung

Löst ein aktives Personendosimeter im Strahlenfeld Alarm aus, muss der Arbeitsplatz – das Strahlenfeld - in jedem Fall unverzüglich verlassen werden. Das gilt auch für den Alarm bei niedriger Versorgungsspannung oder bei offensichtlichen Defekten des Geräts.

Eine möglichst unmittelbare Wahrnehmung von Dosimeter-Alarmen (z.B. optische, akustische, taktile Signale) durch den Träger des APD muss in jeder planbaren Situation (z.B. Abdeckung durch Schutzanzug, Maschinenlärm, Schallisolation etc.) sichergestellt werden, da sonst die Schutzfunktion geschwächt wird oder sogar verloren gehen kann.

4.4. Anwendungen

Die Expertengruppe für Dosimetrie empfiehlt das Tragen eines aktiven Personendosimeters mit Alarmfunktion in Ergänzung zur passiven Dosimetrie für strahlenexponierte Personen, bei denen am Arbeitsplatz im Strahlenfeld ein erhöhtes Risiko besteht, in kurzer Zeit einen signifikanten Anteil des Jahresgrenzwerts zu erreichen.

Die Alarmierungsfunktion soll nicht für Optimierungszwecke verwendet werden.

Im medizinischen Bereich ist das Hauptziel des Einsatzes aktiver Personendosimeter die Sensibilisierung der Fachpersonen und die Optimierung des Strahlenschutzes des Personals (z.B. mit Jobdosimetrie). Die Expertengruppe empfiehlt die Verwendung von aktiven Personendosimetern für Fachpersonen in der Nähe der Patienten in der interventionellen Radiologie und Kardiologie und bei intensiven Durchleuchtungen im Operationssaal. Bei diesen Anwendungen ist ein akustischer Dosisleistungsalarm nicht sinnvoll. Wird eine Schutzschürze getragen, so wird empfohlen, das aktive Dosimeter über der Schürze zu tragen. Ferner gilt dies für das Personal in der Nuklearmedizin, das die Injektion vorbereitet bzw. ausführt oder sich an Orten mit hoher Dosisleistung aufhält (z.B. PET-Anlage und Jodtherapie).

4.5. Schwangerschaft

Frauen, die während der Schwangerschaft in kontrollierten Zonen beschäftigt sind, sollen ergänzend mit einem aktiven Personendosimeter mit Dosisanzeige überwacht werden.

4.6. Auswertung

Nach einem Arbeitseinsatz sollen die mit einem APD ermittelten Dosiswerte ausgewertet und in geeigneter Form dokumentiert werden, falls das APD dies ermöglicht. Allerdings sind die Dosiswerte die mit dem passiven Dosimeter ermittelt wurden die verbindlichen Werte.

5. Literatur

- [1] ENSI-Richtlinie B09, Ermittlung und Aufzeichnung der Dosis strahlenexponierter Personen, 2010.
- [2] IEC 61526, Deuxième édition 2005-02, Instrumentation pour la radioprotection – Mesure des équivalents de dose individuels $H_p(10)$ et $H_p(0,07)$ pour les rayonnements X, gamma, neutron et bêta – Appareils de mesure à lecture directe et moniteurs de l'équivalent de dose individuel.
- [3] M. Ginjaume et al, Overview of active personal dosimeters for individual monitoring in the European Union, Rad. Prot. Dosim. (2007) 125: 261–266.
- [4] I. Clairand et al, Intercomparison of active personal dosimeters in interventional radiology, Rad. Prot. Dosim. (2008) 129: 340–345.
- [5] J.-M. Bordy et al, Evaluation of the calibration procedure of active personal dosimeters for interventional radiology, Rad. Prot. Dosim. (2008) 131: 87–92.